

JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanı

*Sanayi Kaynaklı Emisyonlar
Direktifi 2010/75/EU
(Entegre Kirlilik Önleme ve
Kontrol)*

Germán Giner Santonja, Panagiotis Karlis,
Kristine Raunkjær Stubdrup, Thomas Brinkmann,
Serge Roudier

2019



Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanı

Sanayi Kaynaklı Emisyonlar Direktifi 2010/75/EU
Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol

Yazarlar:

Germán GINER SANTONJA
Panagiotis KARLIS
Kristine Raunkjær STUBDRUP
Thomas BRINKMANN
Serge ROUDIER

2019

EUR 29978 EN

Bu yayın, Avrupa Komisyonu bilim servisi Ortak Araştırma Merkezi tarafından hazırlanan Politika İçin Bilim raporudur. Bu yayının amacı, Avrupa politika yapma sürecine kanıta dayalı bilimsel destek sağlamaktır. Raporda sunulan bilimsel veriler, Avrupa Komisyonu'nun siyasi tutumunu yansıtmamaktadır. Bu yayının kullanımından Avrupa Komisyonu veya Komisyon adına hareket eden hiç kimse sorumlu değildir.

İletişim bilgileri

Adı: Avrupa EKÖK Ofisi

Adres: Joint Research Centre, Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Sevilla, İspanya

E-posta: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu

Tel: +34 95 4488 284

JRC Bilim Merkezi

<https://ec.europa.eu/jrc>

Yasal Bildirim

Komisyon Dokümanlarının Yeniden Kullanımı hakkında 12.12.2011 tarihli Komisyon Kararı (2011/833/EU) kapsamında, bu MET-REF dokümanının, dokümanda yer alabilecek herhangi bir üçüncü taraf hakları kapsamındaki bölümler (örneğin resimler, tablolar, veriler, yazılı materyal, vb., kullanılması için ilgili hak sahiplerinden ayrıca alınması gereken haklar) dışında, yeniden kullanımı serbesttir. Avrupa Komisyonu, bu yayının yeniden kullanımından kaynaklanan herhangi bir sonuç karşısında sorumlu değildir. Yeniden kullanımda, kaynak gösterilmesi ve orijinal anlam veya mesajın bozulmaması şarttır.

JRC118627

EUR 29978 EN

PDF ISBN 978-92-76-13091-8

ISSN 1831-9424 doi:10.2760/243911

Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayınlar Bürosu, 2019

© Avrupa Birliği, 2019

Rapordan alıntı yapma şekli: Germán Giner Santonja, Panagiotis Karlis, Kristine Raunkjær Stubdrup, Thomas Brinkmann, Serge Roudier; *Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanı*; EUR 29978 EN; doi:10.2760/243911.

Tüm resimler © Avrupa Birliği 2019, aşağıdakiler hariç: Soldan başlayarak saat yönünde kapak resimleri: 1. Tanks © FoodDrinkEurope; 2.stockphoto © fotolia.com - stockphoto-graf; 3. Food industry. Shop equipment © fotolia.com - Buhanovskiy.com.ua.

Başlık

Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanı

Özet

Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanı (MET-REF), Endüstriyel Emisyonlar Hakkında 2010/75/EU sayılı Direktif'in (Direktif) 13(1) no'lu maddesi gereğince MET referans dokümanlarının hazırlanması, gözden geçirilmesi - gereken durumlarda - güncellenmesi için AB Üye Devletleri, ilgili sanayiler, çevre koruma sivil toplum kuruluşları ve Komisyon arasındaki bilgi değişimi sonuçlarını sunan doküman dizisinin bir parçasıdır. Bu doküman, Direktif'in 13(6) no'lu maddesi uyarınca Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır.

Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri MET-REF, 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I 6.4 (b) no'lu maddesinde belirtilen, gıda veya yem üretimi amaçlı, önceden işlensin veya işlenmesin hayvansal ve/veya bitkisel hammaddelerin, özel ambalaj dışında, işleme tabi tutulması ve işlenmesi hususlarını kapsamaktadır.

Gıda, içecek ve süt (FDM) sektöründe 2010/75/EU sayılı Direktif'in uygulanması ile ilgili önemli konuları suya verilen emisyonlar, enerji ve su tüketimi oluşturmaktadır. 1. Bölüm'de, gıda, içecek ve süt (FDM) sektörü ve bu sektörde kullanılan endüstriyel prosesler ve tekniklerle ilgili genel bilgiler sunulmaktadır. 2. Bölüm'de, FDM sektöründe kullanılan ortak endüstriyel prosesler, azaltım sistemleri ve genel tekniklerle ilgili bilgiler sunulmaktadır. 2. Bölüm'de, MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak genel teknikler (bir başka ifadeyle, dikkate alınacak, FDM sektöründe yaygın olarak uygulanan teknikler) yer almaktadır. 3. - 15. Bölüm'de, bu bölümler kapsamındaki FDM sektörleri için, uygulanan prosesler, mevcut emisyon ve tüketim seviyeleri, MET'in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler ve yeni teknikler sunulmaktadır.

16. Bölüm'de, soru formları aracılığıyla veri toplama işlemi gerçekleştirilmeyen ek FDM sektörlerinin kısa tanımları sunulmaktadır. 17. Bölüm'de, Direktif'in 3(12) no'lu maddesinde tanımlanan hem genel hem sektöre özgü MET sonuçları sunulmaktadır. 18. Bölüm'de Son Sözler ve Gelecekteki Çalışmalarla ilgili Öneriler sunulmaktadır.

Teşekkür

Bu rapor, Serge Roudier (Avrupa EKÖK Ofisi Başkanı) ve Luis Delgado Sancho (Sirküler Ekonomi ve Endüstriyel Liderlik Birimi Başkanı) denetiminde Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi - B Müdürlüğü: Büyüme ve Yenilik, Avrupa Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Ofisi (Avrupa EKÖK Ofisi) tarafından hazırlanmıştır.

Bu MET-REF'in yazarları, Germán Giner Santonja, Panagiotis Karlis, Kristine Raunkjær Stubdrup ve Thomas Brinkmann'dır.

Bu rapor, Endüstriyel Emisyonlar Direktifi'nin (2010/75/EU) uygulanması çerçevesinde hazırlanmıştır ve Direktif'in 13. maddesinde öngörülen bilgi değişiminin bir sonucudur.

Bilgi katkısında bulunan başlıca taraflar:

- AB Üye Devletleri: Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık,
- Sanayi: Avrupa Şeker Üreticileri Birliği (CEFS), Avrupa Birliği Et İşleme Sanayisi İrtibat Merkezi (CLITRAVI), Avrupa Birliği Profesyonel Tarım Örgütleri Komitesi ve Tarımsal İşbirliği Genel Komitesi (COPA-COGECA), Avrupa Süt Ürünleri Birliği (EDA), Avrupa Evcil Hayvan Yemi Endüstrisi (FEDIAF), AB Bitkisel Yağ ve Küspe Sanayisi Birliği (FEDIOL), Avrupa Yem Üreticileri Federasyonu (FEFAC), FoodDrinkEurope, Starch Europe ve The Brewers of Europe,
- Çevresel Sivil Toplum Kuruluşları: Avrupa Çevre Ofisi (EEB).

Gözden geçirme sürecine katkıda bulunan diğer taraflar: Hırvatistan, Çekya, Romanya, Slovakya, Slovenya, Association Des Entreprises de Produits ALimentaires Élaborés (ADEPALE), Fransa Gıda ve İçecek Birliği (ANIA), Fransa Süt Ürünleri İşleyicileri Birliği (ATLA), AB ülkeleri Kanatlı İşleyicileri ve Kanatlı Ticareti Birliği (AVEC), Avrupa Yenilenebilir Etanol (EPURE), Avrupa Kahve Federasyonu, Avrupa Patates İşleyicileri Birliği (EUPPA), EUROMALT ve Fransa Şeker Üreticileri Birliği (SNFS).

Tüm Avrupa EKÖK Ofisi ekibi katkılarını sunmuştur ve emsal taramada yer almıştır.

Bu rapor, Anna Atkinson tarafından düzenlenmiştir ve raporun formatı Carmen Ramírez Martín tarafından verilmiştir.

Bu doküman, aşağıda listelenen öngörülen doküman dizisinin bir parçasını oluşturmaktadır:

Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı (MET-REF)	Kodu
Seramik İmalat Sanayisi	CER
Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri	CWW
Kimya Sektöründeki Ortak Atık Gaz Yönetim ve İşlem Sistemleri	WGC
Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar	EFS
Enerji Verimliliği	ENE
Demirli Metaller İşleme Sanayisi	FMP
<i>Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri</i>	<i>FDM</i>
Endüstriyel Soğutma Sistemleri	ICS
Endüstriyel Emisyonlar Direktifi	IED
İntansif Kümes Hayvancılığı/Domuz Yetiştiriciliği	IRPP
Demir-çelik Üretimi	IS
Büyük Yakma Tesisleri	LCP
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar– Amonyak, Asit ve Gübre Sanayileri	LVIC-AAF
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar– Katılar ve Diğerleri Sanayisi	LVIC-S
Büyük Hacimli Organik Kimya Sanayisi	LVOC
Madencilik Faaliyetlerinde Artık ve Atık Kaya Yönetimi	MTWR
Cam İmalatı	GLS
Organik İnce Kimyasallar Sanayisi	OFC
Demirli Olmayan Metaller Sanayileri	NFM
Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi	CLM
Klor-alkali Üretimi	CAK
Polimer Üretimi	POL
Kağıt Hamuru, Kağıt ve Karton Üretimi	PP
Özel İnorganik Kimyasallar Üretimi	SIC
Ahşap Bazlı Panel Üretimi	WBP
Madeni Yağ ve Gaz Rafinasyonu	REF
Mezbahalar ve Havyansal Yan Ürünler Sanayileri	SA
Demirhaneler ve Dökümhaneler Sanayisi	SF
Metal ve Plastiklerin Yüzey İşlemesi	STM
Ahşap ve Ahşap Ürünler dahil Organik Çözücüler Kullanılarak Yüzey İşlemesi Kimyasallarla Koruma	STS
Ham Derilerin Tabaklanması	TAN
Tekstil Sanayisi	TXT
Atık Yakma	WI
Atık Arıtımı	WT
Referans Doküman (REF)	
Ekonomi ve Çapraz Ortam Etkileri	ECM
IED Tesislerinden Kaynaklanan Havaya ve Suya Verilen Emisyonların İzlenmesi	ROM

Dokümanların taslak ve son hallerinin elektronik versiyonları genel erişime açıktır ve <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu> adresinden indirilebilir.

ÖNSÖZ

1. Bu dokümanın durumu

Aksi belirtilmedikçe, bu dokümanda “Direktif’e yapılan atıflar, endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi’ne (entegre kirlilik önleme ve kontrol) yapılmaktadır.

Orijinal Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri mevcut en iyi teknikler (MET) referans dokümanı (MET-REF), Avrupa Komisyonu tarafından 2006’da kabul edilmiştir. Bu doküman, anılan MET-REF’in gözden geçirmesi sonucunda hazırlanmıştır. Gözden geçirme, Aralık 2013’te başlamıştır.

Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri MET referans dokümanı, Direktif’in 13(1) no’lu maddesi gereğince MET referans dokümanlarının hazırlanması, gözden geçirilmesi - gereken durumlarda - güncellenmesi için AB Üye Devletleri, ilgili sanayiler, çevre koruma sivil toplum kuruluşları ve Komisyon arasındaki bilgi değişimi sonuçlarını sunan doküman dizisinin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu doküman, Direktif’in 13(6) no’lu maddesi uyarınca Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanmıştır.

Direktif’in 13(5) no’lu maddesinde belirlendiği üzere, 17. Bölüm’de yer alan, MET Sonuçları hakkında (EU) 2019/2031 sayılı Komisyon Uygulama Kararı, 12.11.2019’da kabul edilmiş ve 04.12.2019’da yayınlanmıştır.

2. Bilgi değişimine katılan taraflar

Direktif’in 13(3) no’lu maddesi gereğince, Komisyon, bilgi değişimini desteklemek üzere, Üye Devletler, ilgili sanayiler ve çevre koruma sivil toplum kuruluşlarının temsilcilerinden oluşan bir forum oluşturmuştur (Sanayi kaynaklı emisyonlara ilişkin 2010/75/EU sayılı Direktif’in 13. maddesi uyarınca bilgi değişim forumu kurulması hakkında 16.05.2011 tarihli Komisyon Kararı (2011/C 146/03), OJ C 146, 17.05.2011, s. 3).

Forum üyeleri, bu dokümanın hazırlanmasında ana bilgi kaynağı olan teknik çalışma grubunu (TÇGN oluşturan teknik uzmanları tayin etmiştir. TÇG çalışmaları, Avrupa EKÖK Ofisi (Komisyon Ortak Araştırma Merkezi) öncülüğünde yürütülmüştür.

3. Bu dokümanın yapısı ve içeriği

1. Bölüm’de, gıda, içecek ve süt (FDM) sektörü ve bu sektörde kullanılan endüstriyel prosesler ve tekniklerle ilgili genel bilgiler sunulmaktadır.

2. Bölüm’de, sektörde kullanılan ortak endüstriyel prosesler, azaltım sistemleri ve genel tekniklerle ilgili bilgiler sunulmaktadır. 2. Bölüm’de, MET’in belirlenmesinde dikkate alınacak genel teknikler (bir başka ifadeyle, dikkate alınacak, bu sektörde yaygın olarak uygulanan teknikler) yer almaktadır. 3. - 15. Bölüm’de, bu bölümler kapsamındaki FDM sektörleri için, uygulanan prosesler, mevcut emisyon ve tüketim seviyeleri, MET’in belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler ve yeni teknikler sunulmaktadır. 16. Bölüm’de, soru formları aracılığıyla veri toplama işlemi gerçekleştirilmeyen ek FDM sektörlerinin kısa tanımları sunulmaktadır. 17. Bölüm’de, Direktif’in 3(12) no’lu maddesinde tanımlanan hem genel hem sektöre özgü MET sonuçları sunulmaktadır.

¹ OJ L 313, 4.12.2019, s. 60.

3. - 15. Bölüm’de, belirli FDM sektörleri (bir başka ifadeyle, hayvan yemleri, bira üretimi, süt ürünleri, etanol üretimi, balık ve kabuklu su ürünleri işleme, meyve ve sebzeler, tahıl öğütme, et işleme, yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu, zeytin yağı işleme ve rafinasyonu, alkolsüz içecekler ve meyve suları, nişasta üretimi, şeker üretimi) hakkında aşağıda verilen bilgiler sunulmaktadır. Her bir FDM sektörü için, bölümün yapısı aşağıdaki şekildedir (X, bölüm numarasıdır):

- Bölüm X.1’de, FDM sektörü hakkında genel bilgiler sunulmaktadır.
- Bölüm X.2’de, uygulanan proses ve teknikler hakkında bilgiler sunulmaktadır.
- Bölüm X.3’te, sektördeki ve raporun yazıldığı tarihte faaliyetteki tesislerin, mevcut emisyonlar, hammadde tüketimi ve niteliği ve enerji kullanımı bakımından çevre performansı ile ilgili veri ve bilgiler sunulmaktadır.
- Bölüm X.4’te, MET’in belirlenmesinde dikkate alınan, bu sektörde faaliyette olan tesislerin çevresel etkisini önleme veya bunun uygulanabilir olmadığı durumlarda, azaltmaya yönelik teknikler daha ayrıntılı bir şekilde tanımlanmaktadır. Bu bilgiler, ilgili olduğu durumlarda, teknikler kullanılarak ulaşılabilecek çevre performansı seviyeleri (örneğin, emisyon ve tüketim seviyeleri), ilgili izleme, tekniklerle ilişkili maliyetler ve çapraz ortam konularını içermektedir.
- Bölüm X.5’te, Direktif’in 3(14) no’lu maddesinde tanımlanan yeni tekniklerle ilgili bilgiler sunulmaktadır.

18. Bölüm’de Son Sözler ve Gelecekteki Çalışmalarla İlgili Öneriler sunulmaktadır.

4. Bilgi kaynakları ve MET’in belirlenmesi

Bu doküman, özellikle Direktif’in 13. maddesi kapsamında bilgi değişimi için kurulmuş olan teknik çalışma grubu (TÇG) aracılığıyla olmak üzere, çok sayıda kaynaktan toplanan bilgilere dayanmaktadır. Bilgiler, teknik uzmanlık, şeffaflık ve tarafsızlık ilkeleri doğrultusunda, MET belirleme çalışmasını yürüten Avrupa EKÖK Ofisi (Komisyon Ortak Araştırma Merkezi) tarafından toplanarak birleştirilmiş ve değerlendirilmiştir. TÇG ve katkıda bulunan diğer tarafların çalışmaları takdirle kabul edilmektedir.

MET sonuçları, aşağıdaki adımları içeren bir yinelemeli süreçle oluşturulmuştur:

- Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri ile ilgili ana çevre konularının belirlenmesi,
- Bu temel konuların ele alınması için en ilgili tekniklerin incelenmesi,
- Avrupa Birliği ve dünyadaki mevcut veriler temelinde, en iyi çevre performans seviyelerinin belirlenmesi,
- Bu çevre performansı seviyelerinin sağlandığı koşulların incelenmesi: örneğin, maliyetler, çapraz ortam etkileri, tekniklerin uygulanmasındaki ana etkenler,
- Direktif’in 3(10) no’lu maddesi ve Ek III’üne göre, bu sektör için mevcut en iyi teknikler (MET), bunlarla ilişkili emisyon seviyeleri (ve diğer çevre performansı seviyeleri) ve ilgili izlemenin seçilmesi.

Avrupa EKÖK Ofisi ve TÇG uzman değerlendirmesi, bu adımların her birinde ve burada bilgilerin sunulma şeklinde kilit rol oynamıştır.

Mevcut olduğu durumlarda, ekonomik veriler, *MET’in Belirlenmesinde Dikkate Alınacak Teknikler* bölümlerinde sunulan tekniklerin tanımlarıyla birlikte verilmiştir. Bu veriler, maliyet ve faydaların büyüklüğünü kabaca göstermektedir. Bununla beraber, bir tekniği uygulamanın reel maliyet ve faydaları büyük ölçüde, bu dokümanda tam olarak değerlendirilemeyen, ilgili tesisin genel durumuna bağlı olabilmektedir. Maliyetlerle ilgili verilerin bulunmadığı durumlarda, mevcut tesislerle ilgili gözlemlerden tekniklerin ekonomik uygulanabilirliğine ilişkin sonuçlar çıkarılmaktadır.

5. MET referans dokümanlarının (MET-REF'ler) gözden geçirilmesi

MET, dinamik bir kavramdır, dolayısıyla MET-REF gözden geçirmesi sürekli bir süreçtir. Örneğin, yeni önlem ve teknikler ortaya çıkabilmekte, bilim ve teknolojiler sürekli gelişmekte ve yeni veya ortaya çıkan prosesler sanayilerde başarıyla uygulanmaktadır. Bu değişiklikleri ve bunların MET'e ilişkin sonuçlarını yansıtmak amacıyla, bu doküman periyodik olarak gözden geçirilecek ve gerekirse buna göre güncellenecektir.

6. İletişim bilgileri

Tüm yorum ve öneriler aşağıdaki adreste Ortak Araştırma Merkezi (JRC) Avrupa EKÖK Ofisi'ne sunulmalıdır:

Avrupa Komisyonu
JRC B Müdürlüğü - Büyüme ve Yenilik
Avrupa EKÖK Ofisi
Edificio Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Sevilla, İspanya Tel.:
+34 95 4488 284
E-posta: JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu Internet:
<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

ÖNSÖZ.....I

KAPSAMXXXIII

1 GIDA, İÇECEK VE SÜT (FDM) SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER 1

1.1	TANIM, CİRO, BÜYÜME, İSTİHDAM.....	1
1.2	SEKTÖRÜN YAPISI	3
1.3	TİCARET	5
1.4	PİYASA GÜÇLERİ:TALEP, DAĞITIM VE REKABET	7
1.4.1	Talep.....	7
1.4.2	Dağıtım.....	7
1.4.3	Rekabet.....	7
1.5	FDM İŞLEMESİNDE GIDA GÜVENLİĞİNİN ÖNEMİ	8
1.6	GIDA, İÇECEK VE SÜT ÜRÜNLERİNE İLİŞKİN YASAL ÇERÇEVE	9
1.7	FDM SEKTÖRÜ VE ÇEVRE.....	10
1.7.1	Temel çevre konuları	11

**2 GIDA, İÇECEK VE SÜT (FDM) SEKTÖRÜNDE KULLANILAN GENEL
PROSES VE TEKNİKLER..... 13**

2.1	FDM SEKTÖRÜNDE KULLANILAN PROSES VE TEKNİKLER.....	13
2.1.1	Giriş.....	13
2.1.2	Enerji tüketimi.....	14
2.1.2.1	Genel işleme teknikleri.....	15
2.1.2.1.1	Kombine ısı ve güç üretimi	15
2.1.2.1.2	Isı geri kazanımı için ısı pompaları	15
2.1.2.1.3	Doğal mıknatıslı senkron motor kullanımı	16
2.1.2.1.4	Elektrik enerjisi kaynağı.....	16
2.1.2.2	Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler.....	16
2.1.2.2.1	Soğutma sistemlerinden ısı geri kazanımı	18
2.1.2.2.2	Fanların tahriki için yüksek verimli motorların kullanımı.....	18
2.1.2.2.3	Dinamik soğutmalı yoğuşma kontrolü	18
2.1.2.3	Basınçlı hava sistemleri ile ilgili teknikler.....	18
2.1.2.3.1	Hava giriş sıcaklığının optimizasyonu	18
2.1.3	Su tüketimi.....	19
2.1.3.1	Su tüketim şekilleri	20
2.1.3.1.1	Proses suyu.....	20
2.1.3.1.2	Soğutma suyu	21
2.1.3.1.3	Kazan besleme suyu	21
2.1.3.1.4	Su geri dönüşümü ve yeniden kullanımı	21
2.1.3.2	Temizlik ve dezenfeksiyon.....	22
2.1.3.2.1	Temizlik maddeleri seçimi	23
2.1.3.2.2	Sinner çemberi.....	26
2.1.4	Katı ürün.....	26
2.1.4.1	Ambalajlama	27
2.1.5	Atıksu arıtma.....	29
2.1.5.1	Giriş.....	29
2.1.5.2	Atıksu deşarjı	30
2.1.5.2.1	Atıksuyun araziye yayılması	31
2.1.5.3	Atıksu arıtma teknikleri.....	32
2.1.5.3.1	Giriş.....	32
2.1.5.3.2	Birincil arıtma	34

2.1.5.3.3	İkincil arıtma	34
2.1.5.3.4	Üçüncül arıtma.....	37
2.1.5.3.5	Doğal arıtma	37
2.1.5.3.6	Çamur arıtma	38
2.1.6	Havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması	38
2.1.6.1	Prosesle entegre teknikler	39
2.1.6.2	Havaya verilen emisyonlar için işlem teknikleri.....	39
2.1.6.2.1	Dinamik seperasyon teknikleri.....	41
2.1.6.2.2	Filtreler.....	41
2.1.6.2.3	Absorpsiyon	42
2.1.6.2.4	Biyolojik işlem.....	45
2.1.6.2.5	Atık gazların termal işlemi.....	45
2.1.6.3	Koku	46
2.1.6.4	Havaya verilen emisyonlara ilişkin kontrol stratejisi.....	47
2.1.6.4.1	1. adım: Sorunun tanımı	49
2.1.6.4.2	2. adım: Tesis emisyonları envanteri	49
2.1.6.4.3	3. adım: Önemli emisyonların ölçümü.....	51
2.1.6.4.4	4. adım: Hava emisyonu kontrol tekniklerinin seçimi	52
2.1.7	Kaza sonucu yayılma	54
2.2	FDM SEKTÖRÜNDEKİ MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ.....	55
2.2.1	Enerji tüketimi	55
2.2.2	Su tüketimi.....	55
2.2.3	Atıksu deşarjı.....	56
2.3	FDM SEKTÖRÜNDE MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	67
2.3.1	Genel çevre performansı.....	68
2.3.1.1	Çevre yönetim sistemleri	68
2.3.1.2	Entegre izleme sistemi	71
2.3.1.3	Özel ölçüm ve düzeltme kullanarak sıcaklık kontrolü.....	72
2.3.1.4	Seviye ölçümü	73
2.3.1.5	İletkenlik ölçümü	74
2.3.1.6	Bulanıklık ölçümü	77
2.3.1.7	Tüketim ve akım envanteri/kaydı	78
2.3.2	Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler.....	79
2.3.2.1	Genel işleme teknikleri	79
2.3.2.1.1	Isı geri kazanımı.....	79
2.3.2.1.2	Üretilen biyogazın kullanımı	81
2.3.2.1.3	Proses kontrol sistemleri	82
2.3.2.1.4	Kombine ısı ve güç üretimi	83
2.3.2.1.5	Boru, kap ve ekipmanların yalıtımı.....	84
2.3.2.1.6	Motor frekans dönüştürücüleri.....	85
2.3.2.1.7	Enerji etkin aydınlatma	87
2.3.2.1.8	Enerji verimliliği planı	87
2.3.2.1.9	Yüksek verimli motorlar	88
2.3.2.1.10	Yanma reglajı ve kontrolü.....	89
2.3.2.2	Buhar sistemleri ile ilgili teknikler	90
2.3.2.2.1	Standart ve yoğunlaşmalı ekonomizör.....	90
2.3.2.2.2	Kazan blöfünün en aza indirilmesi.....	91
2.3.2.2.3	Kondensat dönüşü çürük buhar kayıplarının önlenmesi	92
2.3.2.2.4	Çok kademeli buharlaştırma	93
2.3.2.3	Basınçlı hava ile ilgili teknikler	98
2.3.2.3.1	Hava kaçaklarının azaltılması ve basınç ayarlarının optimizasyonu.....	98
2.3.2.4	Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler	99
2.3.2.4.1	Soğutma sistemlerinin kondensasyon ve buharlaştırma sıcaklığının optimizasyonu	99
2.3.2.5	Temizlik ile ilgili teknikler	101

2.3.2.5.1	Yerinde temizlikte (CIP) kimyasal dozaj ve su kullanımının optimizasyonu	101
2.3.2.6	Yemek pişirme ile ilgili teknikler	101
2.3.2.6.1	Mümkünse ön pişirme adımından kaçınılması	101
2.3.3	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler	102
2.3.3.1	Genel işleme teknikleri	102
2.3.3.1.1	Su geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanımı	102
2.3.3.1.2	Su akışının optimizasyonu	104
2.3.3.1.3	Su nozulları ve hortumlarının optimizasyonu	106
2.3.3.1.4	Su akımlarının ayrılması	108
2.3.3.2	Temizlik ile ilgili teknikler	109
2.3.3.2.1	Kuru temizlik	109
2.3.3.2.2	Borular için PIG sistemleri	110
2.3.3.2.3	Yüksek basınçlı temizleme makinesi	113
2.3.3.2.4	Yerinde temizlikte kimyasal dozaj ve su kullanımının optimizasyonu	114
2.3.3.2.5	Düşük basınçlı köpüklü ve/veya jelli temizlik	118
2.3.3.2.6	Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı	119
2.3.3.2.7	Ekipmanın bekletmeden temizlenmesi	121
2.3.3.2.8	Temizlik hortumlarına elle çalıştırılmalı tetik takılması	122
2.3.3.3	Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler	123
2.3.3.3.1	Kapalı devre soğutma	123
2.3.3.3.2	Elektrokimyasal arıtma sonrası soğutma suyunun resirkülasyonu	124
2.3.3.4	Şişeleme ile ilgili teknikler	125
2.3.3.4.1	Kuru dezenfeksiyon	125
2.3.3.5	Buhar sistemleri ile ilgili teknikler	126
2.3.3.5.1	Kondensat dönüşünün en yüksek seviyeye çıkarılması	126
2.3.4	Zararlı maddelerin kullanımının önlenmesine yönelik teknikler	127
2.3.4.1	Temizlik kimyasalları ve/veya dezenfektanların doğru seçimi	127
2.3.4.2	Temizlik kimyasallarının yerinde temizlikte yeniden kullanılması	128
2.3.4.3	Kuru temizlik	128
2.3.4.4	Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı	128
2.3.4.5	Ozon tabakasını inceltme potansiyeli taşımayan ve düşük küresel ısınma potansiyelli soğutucuların kullanılması	128
2.3.5	Kaynak verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler	130
2.3.5.1	Anaerobik çürütme	130
2.3.5.2	Kalıntıların kullanımı	131
2.3.5.3	Kalıntıların ayrılması	133
2.3.5.4	Pastörize etme cihazı kalıntıların geri kazanımı ve yeniden kullanımı	135
2.3.5.5	Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	137
2.3.5.6	Atıksuyun araziye yayma için kullanılması	137
2.3.6	Atıksu arıtma teknikleri	138
2.3.6.1	Ön, birincil ve genel arıtma	138
2.3.6.1.1	Denkleştirme	138
2.3.6.1.2	Nötralizasyon	139
2.3.6.1.3	Izgaradan geçirme	140
2.3.6.1.4	Katıyağ, yağ ve gresler (FOG) ile hafif hidrokarbonların giderimi için yağ kapanı ve yağ separatörü	142
2.3.6.1.5	Atıksu için tampon depolama	143
2.3.6.2	İkincil arıtma	144
2.3.6.2.1	Aerobik arıtma	144
2.3.6.2.2	Anaerobik arıtma	152
2.3.6.2.3	Aerobik/anaerobik arıtma	160
2.3.6.3	Azot giderimi	164
2.3.6.3.1	Nitrifikasyon ve denitrifikasyon	164
2.3.6.3.2	Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgemesi	165
2.3.6.3.3	Amonyak sıyırma	166
2.3.6.4	Fosfor geri kazanımı ve/veya giderimi	168
2.3.6.4.1	Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	168
2.3.6.4.2	Çökeltme	170

2.3.6.4.3	Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi	172
2.3.6.5	Son katı madde giderimi	174
2.3.6.5.1	Koagülasyon ve flokülasyon	174
2.3.6.5.2	Sedimentasyon	175
2.3.6.5.3	Filtrasyon	176
2.3.6.5.4	Flotasyon.....	177
2.3.6.5.5	Membran filtrasyonu.....	178
2.3.6.5.6	UV ışınımı.....	181
2.3.6.6	Doğal arıtma	182
2.3.6.6.1	Entegre yapay sulak alanlar	182
2.3.6.7	Çamur ve atık işlemi	184
2.3.6.8	Temel parametrelerin analizi	189
2.3.6.8.1	Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	190
2.3.6.8.2	Toplam organik karbon (TOK)	193
2.3.6.8.3	Beş gün biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅).....	195
2.3.6.8.4	Toplam askıda katı madde (TAKM)	197
2.3.6.8.5	Toplam azot (TN)	200
2.3.6.8.6	Toplam fosfor (TP)	202
2.3.7	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	204
2.3.7.1	Birkaç kirleticisi için uygun teknikler	204
2.3.7.1.1	Havaya verilen emisyonların kaynağında toplanması ve yerel egzoz havalandırması	204
2.3.7.1.2	Egzoz gazı resirkülasyonu	205
2.3.7.1.3	Yanma optimizasyonu	207
2.3.7.2	Toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler	207
2.3.7.2.1	Separatör	207
2.3.7.2.2	Torba filtre	208
2.3.7.2.3	Siklon.....	211
2.3.7.2.4	Elektrostatik çöktürücü	213
2.3.7.2.5	Dolgulu yatak filtre	215
2.3.7.3	Esas olarak organik/koku emisyonlarının azaltılması için kullanılan teknikler.....	216
2.3.7.3.1	Islak yıkayıcı	216
2.3.7.3.2	Plakalı absorber.....	219
2.3.7.3.3	Adsorpsiyon	221
2.3.7.3.4	Biyofiltre.....	223
2.3.7.3.5	Biyoyıkayıcı	227
2.3.7.3.6	Termal yükseltgenme	229
2.3.7.3.7	Katalitik yükseltgenme	232
2.3.7.3.8	Termal olmayan plazma işlemi	235
2.3.7.3.9	Tahliye bacası yüksekliğinin uzatılması	239
2.3.7.3.10	Baca tahliye hızının artırılması	240
2.3.7.3.11	Koku yönetim planı.....	241
2.3.7.4	NO _x emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler.....	242
2.3.7.4.1	Düşük - NO _x Yakıcıları	242
2.3.8	Gürültünün azaltılmasına yönelik teknikler.....	243
2.3.8.1	Düşük gürültü yayan ekipman	243
2.3.8.2	Gürültü emisyonlarının en aza indirilmesine yönelik boru tasarımı	245
2.3.8.3	Ekipmanın ses yalıtımı.....	246
2.3.8.4	Ekipman ve binaların uygun konumu	247
2.3.8.5	Binaların ses yalıtımı	248
2.3.8.6	Gürültü azaltımı	249
2.3.8.7	Gürültü emisyonlarını en aza indirmek için bir bacaya spiral türbülans jeneratörü uygulanması	250
2.3.8.8	Hava girişleri ve egzozlara susturucu takılması	251
2.3.8.9	Tesis içi araç hareketlerinin yönetimi	252
2.3.8.10	Yükleme/boşaltma sırasında ve park halinde iken araç motoru ve soğutma ünitesinin kapatılması	254
2.4	FDM SEKTÖRÜNDEKİ YENİ TEKNİKLER	255

2.4.1	Koku azaltımı için absorpsiyonda UV/ozon kullanımı	255
2.4.2	Elektrokimyasal aktivasyon	255
2.4.3	Atık aktif çamurunun azaltılması ve denitrifikasyon için karbon kaynağı oluşturulması 256	
2.4.4	Biyolojik fosfor giderimini içeren entegre sabit filmli aktif çamur sistemleri	256
2.4.5	Mikrobiyel yakıt hücre bazlı arıtma sistemi	257
3	HAYVAN YEMİ	259
3.1	SEKTÖR HAKKINDA GENEL BİLGİLER	260
3.1.1	Besin üreten hayvanlara yönelik karma yem.....	260
3.1.2	Evcil Hayvan Mamaları.....	262
3.1.3	Yeşil yem (susuz yem)	262
3.1.4	Green fodder (dehydrated forage).....	263
3.2	UYGULANAN SÜREÇLER VE TEKNİKLER	264
3.2.1	Besin üreten hayvanlara yönelik karma yem.....	264
3.2.1.1	Genel.....	264
3.2.1.2	Receipt and storage of raw materials.....	265
3.2.1.3	Hammadde boyutunun küçültülmesi.....	265
3.2.1.4	Hammaddelerin işlenmesi.....	266
3.2.1.5	Ürün depolama ve sevk.....	266
3.2.1.6	Temizlik faaliyetleri.....	267
3.2.2	Evcil Hayvan Yemleri.....	267
3.2.2.1	Genel.....	267
3.2.2.2	Hammaddelerin alınması ve depolanması	268
3.2.2.3	Hammaddelerin boyutunun küçültülmesi	269
3.2.2.4	Hammaddelerin işlenmesi.....	269
3.2.2.5	Ürün depolama ve sevk.....	271
3.2.2.6	Temizlik faaliyetleri	271
3.2.3	Kürkü için beslenen hayvanlara yönelik yemler	272
3.2.3.1	Genel.....	272
3.2.3.2	Hammaddelerin alınması ve depolanması.....	273
3.2.3.3	Malzemelerin işlenerek son ürün haline getirilmesi	273
3.2.3.4	Son ürünün depolanması ve sevkiyatı.....	273
3.2.3.5	Temizlik faaliyetleri	273
3.2.4	Yeşil yem (susuz yem)	273
3.2.4.1	İlk aşamalar.....	273
3.2.4.2	Yüksek sıcaklıkta kurutma ile dehidrasyon işlemi.....	274
3.2.4.3	Islak prosesle dehidrasyon	275
3.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	276
3.3.1	Enerji tüketimi.....	276
3.3.2	Su tüketimi.....	276
3.3.3	Suya salınan emisyonlar	277
3.3.4	Havaya salınan emisyonlar	277
3.3.4.1	Yeşil yemin kurutulmasından kaynaklanan toz emisyonları	277
3.3.4.2	Karma yem imalarından kaynaklanan toz emisyonları	278
3.4	METİN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKEN TEKNİKLER	280
3.4.1	Yeşil yem kurutma işleminde enerji verimliliğini artırma teknikleri.....	280
3.4.1.1	Önceden kurutulmuş yemin kullanılması.....	280
3.4.1.2	Kurutucudan çıkan atık gazın geri dönüştürülmesi	282
3.4.1.3	Ön kurutma için atık ısı kullanımı.....	283
3.4.2	Havaya salınan emisyonların azaltılmasında kullanılan teknikler	284
3.4.2.1	Yeşil yemin kurutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarının azaltma teknikleri.....	284
3.4.2.1.1	Siklon.....	284

3.4.2.1.2	Islak yıkayıcı	285
3.4.2.2	Karma yem üretiminden kaynaklanan toz emisyonlarını azaltma teknikleri	286
3.4.2.2.1	Torba filtre.....	286
3.4.2.2.2	Siklon.....	287
3.4.2.3	Koku azaltma teknikleri.....	288
3.4.2.3.1	Termal olmayan plazma işlemi	288
3.4.2.3.2	Biyofiltre.....	288
4	MAYALAMA	289
4.1	SEKTÖRE İLİŞKİN GENEL BİLGİLER	289
4.2	UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER	292
4.2.1	Malt üretimi	293
4.1.1.1	Genel bakış.....	293
4.2.1.1	Raw materials handling	294
4.2.1.2	Milling	294
4.2.1.3	Mashing	294
4.2.1.3.1	Malt mash	294
4.2.1.3.2	Adjunct mash.....	294
4.2.1.4	Mash filtration	295
4.2.1.5	Wort boiling.....	295
4.2.1.6	Separation and cooling of trub.....	295
4.2.1.7	High-gravity brewing.....	295
4.2.2	Fermentation / Beer processing area	296
4.2.2.1	Overview	296
4.2.2.2	Fermentation.....	296
4.2.2.3	Yeast handling	297
4.2.2.4	Maturation and storage	297
4.2.2.5	Filtration and stabilisation	298
4.2.3	Beer packaging and storage.....	298
4.2.3.1	Overview	298
4.2.3.2	Returnable bottles.....	299
4.2.3.3	Non-returnable bottles	300
4.2.3.4	Cans.....	300
4.2.3.5	Kegs.....	301
4.2.3.6	Plastic bottles.....	301
4.2.3.7	Warehouse storage.....	301
4.2.4	Non-alcoholic beer production.....	301
4.2.4.1	Fermentation-free brewing	302
4.2.4.2	Dilution.....	302
4.2.4.3	Alcohol removal (dealcoholisation).....	302
4.2.4.3.1	Vacuum distillation.....	302
4.2.4.3.2	Water vapour / Gas stripping under vacuum	302
4.2.4.3.3	Dialysis.....	303
4.2.4.3.4	Reverse osmosis	303
4.2.4.4	Restricted alcohol fermentation	303
4.2.5	Cleaning and disinfection.....	304
4.3	CURRENT CONSUMPTION AND EMISSION LEVELS.....	306
4.3.1	Energy consumption	306
4.3.2	Water consumption.....	307
4.3.3	Solid output	308
4.3.4	Emissions to water.....	309
4.3.5	Emissions to air	310
4.3.5.1	Dust emissions.....	310
4.3.5.2	Odour.....	312
4.4	TECHNIQUES TO CONSIDER IN THE DETERMINATION OF BAT	313
4.4.1	Techniques to increase energy efficiency	313

4.4.1.1	Mash infusion process	313
4.4.1.2	Mashing-in at higher temperatures	314
4.4.1.3	Heat recovery from wort kettle vapour	315
4.4.1.4	Increase of the degree of high-gravity brewing	316
4.4.1.5	Integrated energy system in the CO ₂ recovery plant	317
4.4.1.6	Decrease of evaporation rate during wort boiling	318
4.4.1.7	Mixer in fermentation tank	318
4.4.2	Techniques to reduce water consumption	319
4.4.2.1	Reuse of hot water from wort cooling	319
4.4.2.2	Reuse of waste water from the lauter tun	320
4.4.2.3	Reuse of pasteurising water	322
4.4.3	Techniques to reduce waste	323
4.4.3.1	Recovery and (re)use of yeast after fermentation	323
4.4.3.2	Recovery and (re)use of natural filter material	324
4.4.3.3	Use of brewery surplus yeast, rest beer and soft drinks for bioethanol feedstock	325
4.4.4	Techniques to reduce emissions to air	326
4.4.4.1	Techniques to reduce dust emissions from the brewing process	326
4.4.4.1.1	Bag filter	326
4.4.4.1.2	Cyclone	328
4.4.4.2	Techniques to reduce odour	328
4.4.4.2.1	Heat recovery from wort kettle vapour	328
4.4.4.3	Carbon dioxide recovery and purification	328
4.5	EMERGING TECHNIQUES	331
4.5.1	External cooling of the fermentation tank	331
5	SÜT ÜRÜNLERİ	333
5.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	333
5.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	335
5.2.1	Süt ve krema	335
5.2.2	Kondense süt ve süt tozu	339
5.2.3	Tereyağı	341
5.2.4	Peynir	342
5.2.5	Yoğurt	344
5.2.6	Dondurma	346
5.2.7	Peyniraltı suyu	346
5.2.8	Süt ürünleri sanayisi temizlik işlemleri	347
5.2.8.1	Kimyasallarla temizlik	347
5.2.8.1.1	Genel yaklaşım	347
5.2.8.1.2	Süt ürünleri kirleri ve doğru temizlik kimyasallarının seçimi	347
5.2.8.1.3	Biyositler	348
5.2.8.2	CIP işlemleri	348
5.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	349
5.3.1	Enerji tüketimi	349
5.3.2	Su tüketimi	351
5.3.3	Katı ürün	352
5.3.4	Suya verilen emisyonlar	354
5.3.5	Havaya verilen emisyonlar	357
5.3.5.1	Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları	357
5.3.6	Kimyasal tüketimi	358
5.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	359
5.4.1	Genel çevre performansı	359
5.4.1.1	Üretim planlaması ile sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumunun en aza indirilmesi yoluyla EDTA kullanımının azaltılması	359
5.4.1.2	Bilgisayar kontrollü süt transfer, pastörizasyon, homojenizasyon ve CIP ekipmanı	

	kullanılması	360
5.4.2	Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler.....	362
5.4.2.1	Kısmi süt homojenizasyonu	362
5.4.2.2	Enerji etkin homojenizatör.....	362
5.4.2.3	Homojenizatörde steril su kullanımı	363
5.4.2.4	Sürekli pastörize etme cihazları kullanımı	364
5.4.2.5	Pastörizasyonda rejeneratif ısı değişimi.....	365
5.4.2.6	Pastörize etme cihazları ve sterilizatörler için hibernasyon	366
5.4.2.7	Ara pastörizasyon olmadan sütün ultra yüksek sıcaklıkta işlenmesi	367
5.4.2.8	Toz üretiminde çok kademeli kurutma	369
5.4.2.9	Buzlu suyun ön soğutması	371
5.4.2.10	Peynir üretimi	372
5.4.2.10.1	Daha sonra havalandırma havasının nemlendirilmesi ve iyonlaşmasıyla birlikte yüksek sıcaklıklı peynir olgunlaşması.....	372
5.4.2.10.2	Peynir sütünün protein standardizasyonu için ultrafiltrasyon kullanımı	373
5.4.3	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler.....	374
5.4.3.1	Kuru temizlik	374
5.4.3.2	İyileştirilen ön süt filtrasyonu ve klarifikasyonu ile santrifüjle temizlik gereksinimlerinin azaltılması	374
5.4.3.3	Suyun yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi	375
5.4.3.4	Membran filtrasyonu tekniklerini kullanarak suyun geri dönüştürülmesi	377
5.4.4	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler	379
5.4.4.1	Kalıntıların ayrılması	379
5.4.4.2	Tam zamanında karışımli bileşen dolumu	380
5.4.4.3	Santrifüjlerin ideal işletimi	381
5.4.4.4	Tereyağı üretimi.....	381
5.4.4.4.1	Krema ısıtıcısının yağsız süt veya suyla durulanması	381
5.4.4.5	Dondurma üretimi	382
5.4.4.5.1	Dondurma karışımının sürekli dondurulması.....	382
5.4.4.6	Peynir üretimi	383
5.4.4.6.1	Asitli peyniraltı suyu üretiminin en aza indirilmesi	383
5.4.4.6.2	Peyniraltı suyundaki yağ ve peynir ince kısımlarının azaltılması	384
5.4.4.6.3	Peyniraltı suyunun geri kazanımı ve yeniden kullanımı	385
5.4.5	Suya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	387
5.4.5.1	Tuz yönetimi - Peynir üretiminde tuzlu suyun sevki	387
5.4.6	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	388
5.4.6.1	Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler.....	388
5.4.6.1.1	Torba filtre	388
5.4.6.1.2	Siklon.....	392
5.4.6.1.3	Islak yıkayıcı.....	393
6	ETANOL ÜRETİMİ	395
6.1	SEKTÖRLER İLGİLİ GENEL BİLGİLER	395
6.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER.....	396
6.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ.....	399
6.3.1	Enerji tüketimi	399
6.3.2	Su tüketimi.....	399
6.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER.....	400
6.4.1	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	400
6.4.1.1	Karbon dioksit geri kazanımı ve saflaştırması	400
6.4.2	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler	400
6.4.2.1	Stilaj kurutulmuş damıtma çözünür tanelerin geri kazanımı ve ileri işlenmesi	400

6.4.2.2	Fermantasyon sonrasında mayanın geri kazanımı ve (yeniden) kullanımı	401
7	BALIK VE KABUKLU SU ÜRÜNLERİ İŞLEME	403
7.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	403
7.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	406
7.2.1	Genel	406
7.2.2	Ön işleme	407
7.2.2.1	Genel	407
7.2.2.2	Dondurma/buz çözme	408
7.2.2.2.1	Su resirkülasyonu ve hava ile karıştırma yoluyla buz çözme	409
7.2.2.2.2	Tabanda hava kabarcıkları bulunan sıcak su doldurulmuş kaplarda buz çözme	409
7.2.2.2.3	Püskürtme ile buz çözme	409
7.2.2.2.4	%100 suya doymuş ısıtılmış hava ile buz çözme	409
7.2.2.3	Sınıflandırma	409
7.2.2.4	Pul ayıklama	410
7.2.2.5	Başını ve iç organlarını çıkarma	410
7.2.2.6	Fileto yapma ve deri yüzme	411
7.2.3	Su ürünleri koruma yöntemleri	411
7.2.3.1	Konserve	411
7.2.3.2	Tuzlama	411
7.2.3.3	Dumanlama	411
7.2.3.4	Kurutma	413
7.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	414
7.3.1	Genel Bakış	414
7.3.2	Enerji tüketimi	416
7.3.3	Su tüketimi	416
7.3.4	Suya verilen emisyonlar	416
7.3.5	Havaya verilen emisyonlar	419
7.3.5.1	Koku	419
7.3.6	Katı ürün	419
7.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	421
7.4.1	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler	421
7.4.1.1	Genel işleme teknikleri	421
7.4.1.1.1	Yağ ve iç organların vakumla çıkarılması	421
7.4.1.1.2	Filtrelenmiş yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmiş pul ayıklama atıksuyunun, balığın ön yıkaması için kullanılması	421
7.4.1.1.3	Balığın daha sonra derisinin yüzülmesi halinde pul ayıklamanın önlenmesi	422
7.4.1.1.4	Yağ, iç organlar, deri ve filetoların kuru taşınması	423
7.4.1.2	Temizlik ile ilgili teknikler	424
7.4.1.2.1	Kuru temizlik	424
7.4.2	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler	425
7.4.2.1	Kalıntıların ayrılması	425
7.4.2.2	Yalnızca kaliteli balık kullanılması	425
7.4.3	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	426
7.4.3.1	Dumanlama fırınları TVOC emisyonlarının ve kokunun azaltılmasına yönelik teknikler	426
7.4.3.1.1	Saf duman kullanımı	426
7.4.3.1.2	Biyofiltre	427
7.4.3.1.3	Termal olmayan plazma işlemi	428
7.4.3.1.4	Atık gazların termal yükseltgenmesi	428
7.4.3.1.5	Islak yıkayıcı ve elektrostatik çöktürücü	431

8 MEYVE VE SEBZELER 433

8.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	433
8.2	UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER.....	434
8.2.1	Kabuk soyma	435
8.2.1.1	Buharlı kabuk soyma– sürekli işlem	435
8.2.1.2	Buharlı kabuk soyma– kesikli işlem	437
8.2.1.3	Aşındırmalı soyma	437
8.2.1.4	Bıçakla kabuk soyma	438
8.2.1.5	Islak kostikli kabuk soyma	440
8.2.1.6	Kuru kostikli kabuk soyma	440
8.2.1.7	Enzimatik kabuk soyma	441
8.2.2	Haşlama	441
8.2.2.1	Hava soğutmalı buharlı haşlama	441
8.2.2.2	Su soğutmalı bantlı haşlama	442
8.2.2.3	Hava soğutmalı bantlı haşlama.....	443
8.2.2.4	Ters akımda su soğutmalı silindirik tanklı haşlama	443
8.2.3	Ağırlıklı olarak meyve içeren hazır yemekler ve sebzeler.....	444
8.2.4	Meyve suyu	444
8.2.5	Isıl işlem görmüş meyve	445
8.2.6	Dondurulmuş meyve ve sebzeler	445
8.2.7	Meyve konserveleri	446
8.2.8	Kurutulmuş meyve	446
8.2.9	Domates.....	447
8.2.10	Patates.....	447
8.2.10.1	Patates kızartma	448
8.2.10.2	Patates cipsi.....	448
8.2.11	Sebze suyu	449
8.2.12	Isıl işlem görmüş ve dondurulmuş sebzeler	449
8.2.13	Sebze turşuları.....	449
8.2.14	Sebze kurutma.....	449
8.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ.....	450
8.3.1	Enerji tüketimi.....	450
8.3.2	Su tüketimi.....	451
8.3.3	Katı çıktılar	452
8.3.4	Suya salınan emisyonlar	453
8.3.5	Bazı meyve ve sebze ürünlerine ilişkin veriler	456
8.3.5.1	Taze ambalajlanmış meyve ve sebzeler	456
8.3.5.2	Konserve meyve ve sebzeler	456
8.3.5.3	Dondurulmuş sebzeler	458
8.3.5.4	Meyve suları	459
8.3.5.5	Diğer Ürünler	459
8.4	METİN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKEN TEKNİKLER	460
8.4.1	Enerji verimliliğini artırma teknikleri.....	460
8.4.1.1	Dondurmadan önce meyve ve sebzelerin soğutulması.....	460
8.4.2	Su tüketimini azaltma teknikleri	462
8.4.2.1	Kuru temizleme.....	462
8.4.2.2	Su geri dönüşümü	462
8.4.3	Atık azaltma teknikleri	464
8.4.3.1	Artık maddelerin ayrıştırılması	464
8.4.3.2	Hammadde kayıplarını azaltmak için otomatik ayıklama makinelerinin kullanılması	464

8.4.3.3	Patates işlemede nişastanın geri kazanılması	465
8.5	YENİ ORTAYA ÇIKAN TEKNİKLER	467
8.6	Bir O3/UV işleminden sonra taze kıyılmış sebzelerin yıkanması adımındaki suyun geri dönüştürülmesi	467
8.7	Salataların dezenfeksiyon için NEOW yönteminin geleneksel sodyum hipoklorite alternatif olarak kullanılması	468
9	TAHİL ÖĞÜTME	471
9.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	471
9.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	472
9.2.1	Genel bakış	472
9.2.2	Spesifik prosesler	473
9.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	474
9.3.1	Enerji tüketimi	474
9.3.2	Su tüketimi	475
9.3.3	Havaya verilen emisyonlar	476
9.3.3.1	Toz emisyonları	476
9.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	478
9.4.1	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	478
9.4.1.1	Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler	478
9.4.1.1.1	Torba filtre	478
9.4.1.1.2	Siklon	479
10	ET İŞLEME	481
10.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	481
10.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	484
10.2.1	Genel bakış	484
10.2.2	Temizlik	493
10.2.3	Buz çözme işlemleri	493
10.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	494
10.3.1	Genel Bilgiler	494
10.3.1.1	Enerji tüketimi	495
10.3.1.2	Su tüketimi	496
10.3.1.3	Katı ürün	497
10.3.1.4	Suya verilen emisyonlar	497
10.3.1.5	Havaya verilen emisyonlar	499
10.3.2	Et ve kanatlı üretimi	499
10.3.2.1	Genel Bilgiler	499
10.3.2.2	Salam ve sosis üretimi	500
10.3.2.3	Dondurma	500
10.3.2.4	Kürleme	500
10.3.2.5	Dumanlama	500
10.3.2.5.1	Dumanlama fırınlarından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları	501
10.3.2.6	Kurutma	501
10.3.2.7	Konserve	501
10.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	502
10.4.1	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler	502
10.4.1.1	Temizlik ile ilgili teknikler	502
10.4.1.1.1	Kuru temizlik	502
10.4.1.1.2	Taneli buz üretim ve kullanımının en aza indirilmesi	502

10.4.2	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler.....	503
10.4.2.1	Kalıntıların ayrılması.....	503
10.4.3	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	504
10.4.3.1	Dumanlama fırınları TVOC emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler.....	504
10.4.3.1.1	Adsorpsiyon	504
10.4.3.1.2	Atık gazların termal yükseltgenmesi	504
10.4.3.1.3	Islak yıkayıcı ve elektrostatik çöktürücü	506
10.4.3.1.4	Saf duman kullanımı	508
10.4.3.2	Kokunun azaltılmasına yönelik teknikler	509
10.4.3.2.1	Kızartma egzoz gazlarının yeniden sirkülasyonu ve yakılması	509
11	AĞLI TOHUM İŞLEME VE NEBATİ YAĞ RAFİNASYONU .	511
11.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	511
11.1.1	Yağlı tohum işleme	511
11.1.2	Nebati yağın artırılması.....	511
11.2	UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER	513
11.2.1	Yağlı tohum işleme	513
11.2.2	Nebati yağ arıtma	513
11.2.2.1	Nebati yağların rafine edilmesi	513
11.2.2.1.1	Nebati yağların kimyasal olarak rafine edilmesi	513
11.2.2.1.2	Nebati yağların fiziksel olarak rafine edilmesi.....	514
11.2.2.1.3	Nebati yağların kimyasal ve fiziksel reefing işlemi arasındaki farklılıklar	515
11.2.2.2	Zamk giderme	516
11.2.2.3	Koku giderme.....	518
11.2.2.3.1	Alkali kapalı devreyle kombine tekil yağ yıkayıcı	518
11.2.2.3.2	Kuru/buz yoğunluğuna tekil ıslak yıkayıcı.....	520
11.2.2.3.3	Açık devreli soğutma sistemi ile birlikte çift ıslak yıkayıcı sistemi	522
11.2.2.4	Yenilebilir yağların ve katı yağların kristalizasyonu	524
11.2.2.5	Yemeklik sıvı ve katı yağların – margarin – ek olarak işlenmesi	524
11.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	525
11.3.1	Enerji tüketimi.....	525
11.3.2	Su tüketimi.....	526
11.3.3	Katı madde çıktısı.....	527
11.3.4	Kullanılmış kimyasallar.....	528
11.3.5	Suya salınan emisyonlar	529
11.3.6	Havaya salınan emisyonlar	530
11.3.6.1	Tohum işleme / kurutma ve elenmemiş kaba unun soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonları	530
11.3.6.2	TVOC emisyonları	532
11.3.6.3	Heksan kayıpları.....	532
11.3.6.4	Koku emisyonları	534
11.4	METİN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKEN TEKNİKLER	535
11.4.1	Enerji verimliliğini artırma teknikleri.....	535
11.4.1.1	Yardımcı vakumun oluşturulması	535
11.4.2	Havaya salınan emisyonları azaltma teknikleri.....	536
11.4.2.1	Tohum işleme ve hazırlama işlemlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması	536
11.4.2.1.1	Torba filtre	536
11.4.2.1.2	Siklon.....	538
11.4.2.1.3	Islak yıkayıcı	539
11.4.2.2	Elenmemiş kaba unun kurutulmasından ve soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması	539
11.4.2.2.1	Siklon.....	539
11.4.2.3	Koku emisyonlarının azaltılması	541

11.4.2.3.1	Biyolojik temizleyici	541
11.4.2.3.2	Biyofiltre	541
11.4.2.3.3	Biyofiltre ile kombine olarak ıslak yıkayıcı uygulanması	541
11.4.2.4	Heksan geri kazanımı	542
11.4.2.4.1	Kütle dengesi yardımıyla heksan kayıplarının izlenmesi (kayıt tutma işlemi) ..	542
11.4.2.4.2	Ters akımda solvent gidericide-kavurma makinesinde elenmemiş kaba un ve buhar akışı	543
11.4.2.4.3	Yağ/heksan karışımından buharlaşma	545
11.4.2.4.4	Islak madeni yağ yıkama ile birlikte yoğunlaştırma	547
11.4.2.4.5	Damıtma ile birlikte yerçekimi fazlı ayırma	548
11.5	YENİ ORTAYA ÇIKAN TEKNİKLER	550
11.5.1	Yağ çıkarma için heksandan farklı maddelerin kullanılması	550
12 ZEYTİNYAĞI İŞLEME VE RAFİNASYONU		551
12.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	551
12.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	552
12.2.1	Pirina yağı rafinasyonu	554
12.2.2	Atıksu arıtma	554
12.2.2.1	Karasu	555
12.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	556
12.3.1	Enerji tüketimi	556
12.3.2	Su tüketimi	556
12.3.3	Katı ürün	556
12.3.4	Suya verilen emisyonlar	556
12.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	558
12.4.1	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	558
12.4.1.1	Pirina yağı üretimi	558
12.4.1.1.1	Heksan geri kazanımı için madeni yağlı yıkayıcı	558
12.4.1.1.2	Geri kaynatıcı ve yerçekimli separatör kullanılarak hekzan geri kazanımı	558
13 İŞLENMİŞ MEYVE-SEBZELERDEN ELDE EDİLEN ALKOLSÜZ İÇECEKLER VE NEKTAR/USARE 559		
13.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	559
13.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER	561
13.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	562
13.3.1	Enerji tüketimi	562
13.3.2	Su tüketimi	562
13.3.3	Suya verilen emisyonlar	563
13.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER	564
13.4.1	Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler	564
13.4.1.1	Karıştırma amaçlarıyla negatif basınç uygulanması	564
13.4.1.2	Nektar/usare üretimi için tek pastörize etme cihazı	565
13.4.1.3	Hidrolik şeker taşıma	566
13.4.1.4	Nektar/usare üretimi için enerji etkin homojenizatör	567
13.4.1.5	Şişe kurutulması için düşük basınçlı üfleyiciler kullanılması	567
13.4.2	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler	568
13.4.2.1	Su geri dönüşümü	568
13.4.3	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler	569
13.4.3.1	Kalıntıların ayrılması	569
13.5	YENİ TEKNİKLER	570

13.5.1	İdeal usare pastörizasyonu	570
14	NİŞASTA ÜRETİMİ	571
14.1	SEKTÖRLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	571
14.2	UYGULANAN PROSES VE TEKNİKLER.....	573
14.2.1	Mısır nişastası	573
14.2.2	Buğday nişastası.....	574
14.2.3	Patates nişastası.....	575
14.2.4	Tatlandırıcılar.....	576
14.2.5	Yapısı değiştirilmiş (fiziksel/kimyasal) nişastalar	576
14.2.6	Atıksu arıtma.....	576
14.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	578
14.3.1	Enerji tüketimi	578
14.3.2	Su tüketimi.....	579
14.3.3	Katı ürün.....	579
14.3.4	Suya verilen emisyonlar	580
14.3.5	Havaya verilen emisyonlar	580
14.3.5.1	Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları.....	580
14.3.5.2	Hammadde hazırlamadan kaynaklanan toz emisyonları	582
14.4	MEVCUT EN İYİ TEKNİKLERİN (MET) BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINACAK TEKNİKLER.....	583
14.4.1	Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler.....	583
14.4.1.1	Patates suyu ön ısıtması için ısı geri kazanımı	583
14.4.2	Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler.....	584
14.4.2.1	Nişastanın yıkanmasında ters akışlı su kullanımı/yeniden kullanımı	584
14.4.2.2	Patates nişastası üretimi proses suyunun yeniden kullanımı	585
	Patates nişastası üretimi proses suyunun yeniden kullanımı	585
14.4.3	Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler	587
14.4.3.1	Kalıntıların ayrılması	587
14.4.4	Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler	587
14.4.4.1	Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler.....	587
14.4.4.1.1	Torba filtre	587
14.4.4.1.2	Siklon.....	589
14.4.4.1.3	Islak yıkayıcı	591
14.4.4.2	Hammadde hazırlamadan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler	592
14.4.4.2.1	Torba filtre	592
15	ŞEKER ÜRETİMİ.....	593
15.1	SEKTÖR HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	593
15.2	UYGULANAN PROSESLER VE TEKNİKLER	594
15.2.1	Şekerpancarı çıkarma	595
15.2.2	Şeker pancarı küspesinin kurutulması	595
15.2.3	Şeker kamışı	596
15.2.4	Şekerin rafine edilmesi	596
15.3	MEVCUT TÜKETİM VE EMİSYON SEVİYELERİ	598
15.3.1	Şeker pancarı	598
15.3.1.1	Enerji tüketimi	598
15.3.1.2	Su tüketimi.....	598
15.3.1.3	Katı çıktılar.....	599
15.3.1.4	Suya salınan emisyonlar	600
15.3.1.5	Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan emisyonlar	602

15.3.1.5.1	Toz emisyonları	602
15.3.1.5.2	TVOC emisyonları	603
15.3.1.5.3	NO _x emisyonları	604
15.3.1.5.4	CO emisyonları	605
15.3.1.5.5	SO _x emisyonları	606
15.3.2	Şeker kamışı rafinajı	607
15.4	MET'İN BELİRLENMESİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKEN TEKNİKLER	608
15.4.1	Enerji verimliliğini artırma teknikleri	608
15.4.1.1	Şeker pancarı küspesinin preslenmesi	608
15.4.1.2	Pancar küspesinin dolaylı (buharla) kurutulması	608
15.4.1.3	Şeker pancarı küspesinin güneşte kurutulması	611
15.4.1.4	Şeker pancarı küspesini yüksek sıcaklıkta kurutulması	612
15.4.1.5	Şeker pancarı küspesinin düşük sıcaklıkta kurutulması hamur	614
15.4.1.5.1	Şeker pancarı küspesinin düşük sıcaklıkta (ön) kurutulması	614
15.4.1.5.2	Sıcak gazların geri dönüştürülmesi gazlar	615
15.4.1.6	Su tüketimini azaltma teknikleri	616
15.4.2	Su tüketimini azaltma teknikleri	616
15.4.2.1	Suyun geri dönüştürülmesi	616
15.4.3	Atık azaltma teknikleri	617
15.4.3.1	Şeker pancarı toprak darasının azaltılması	617
15.4.4	Havaya salınan emisyonları azaltma teknikleri	619
15.4.4.1	Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması	619
15.4.4.1.1	Siklon	619
15.4.4.1.2	Islak yıkayıcı	620
15.4.4.1.3	Gaz yakıtların kullanılması	620
15.4.4.1.4	Şeker pancarı hamurunun (küspe) dolaylı olarak kurulması (buharlı kurutma)	621
15.4.4.1.5	Şeker pancarı hamurunun düşük sıcaklıkta (ön) kurutulması	621
15.4.4.1.6	Pancar hamurunun güneşte kurutulması	621
15.4.4.2	Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan TVOC emisyonlarının azaltılması	622
15.4.4.2.1	Islak yıkayıcı	622
15.4.4.3	Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan SO _x emisyonlarını azaltılma teknikleri	622
15.4.4.3.1	Islak yıkayıcı	622
15.4.4.3.2	Düşük kükürt içerikli doğal gaz veya yakıtların kullanılması	623
16	EK SEKTÖRLER (KISA AÇIKLAMALAR).....	625
16.1	KURU MAKARNA	625
16.1.1	Ana prosesler ve teknikler	625
16.1.2	Enerji tüketimi	627
16.1.3	Su tüketimi	627
16.2	UNLU MAMULLER	628
16.2.1	Ana prosesler ve teknikler	628
16.3	KAHVE İMALATI	630
16.3.1	Ana prosesler ve teknikler	630
16.3.2	Su tüketimi	635
16.3.3	Katı madde çıktısı	635
16.3.4	Havaya salınan emisyonlar	635
16.4	DAMITILMIŞ İÇECEKLER	638
16.4.1	Ana prosesler ve teknikler	638
16.4.2	Enerji tüketimi	639
16.4.3	Su tüketimi	639
16.4.4	Artık maddeler	639

16.4.5	Suya salınan emisyonlar	639
16.4.6	Havaya salınan emisyonlar	640
16.5	ŞARAP IMALATI	641
16.5.1	Ana prosesler ve teknikler	641
16.5.2	Enerji tüketimi.....	642
16.5.3	Su tüketimi.....	642
16.5.4	Suya salınan emisyonlar	642
16.5.5	Havaya salınan emisyonlar	642
16.5.6	Artık maddeler	643
16.5.7	Doğal tartarik asit üretme	643
16.5.7.1	Ana prosesler ve teknikler.....	643
16.5.7.2	Enerji tüketimi.....	644
16.5.7.3	Su tüketimi	644
16.5.7.4	Atık çıktısı.....	644
16.5.7.5	Suya salınan emisyonlar.....	644
16.6	SITRIK ASIT ÜRETME	645
16.6.1	Ana prosesler ve teknikler	645
16.6.2	Su tüketimi.....	646
16.6.3	Artık maddeler	647
16.6.4	Suya salınan emisyonlar	647
16.7	MAYA.....	648
16.7.1	Ana prosesler ve teknikler	648
16.7.2	Suya salınan emisyonlar	648
16.8	ŞEKERLEMELER.....	650
16.8.1	Ana prosesler ve teknikler	650
16.9	MALTLAMA	652
16.9.1	Ana prosesler ve teknikler	652
16.9.2	Enerji tüketimi	653
16.9.3	Su tüketimi.....	653
16.9.4	Artık maddeler	653
16.9.5	Suya salınan emisyonlar	653
16.9.6	Havaya salınan emisyonlar.....	653

17 SON SÖZLER VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER ..697

18 EKLER	701
18.1 EK 1 FDM VERİ TOPLAMA ÇALIŞMASINA KATILAN TESİSLER	701
18.2 EK II - İŞLEME TEKNİKLERİ VE ÜNİTE İŞLEMLERİ	735
18.2.1 Malzeme kabul ve hazırlama	735
18.2.1.1 Malzeme taşıma ve depolama	735
18.2.1.2 Ayırma/eleme, sınıflandırma, kabuk çıkarma, gövde çıkarma/sap çıkarma, budama..	735
18.2.2 Boyut küçültme, karıştırma ve şekillendirme	736
18.2.2.1 Kesme, dilimleme, doğrama, kıyma, öz çıkarma ve presleme	736
18.2.2.2 Karıştırma/harmanlama, homojenleştirme ve konçlama	737
18.2.2.3 Öğütme ve ezme	738
18.2.3 Seperasyon teknikleri	739
18.2.3.1 Ekstraksiyon.....	739
18.2.3.2 Santrifüjleme.....	740

18.2.3.3	Filtrasyon	741
18.2.4	Isı ile işleme	742
18.2.4.1	Pişirme ve kaynatma	742
18.2.4.2	Pastörizasyon, sterilizasyon ve UHT işlemi	743
18.2.5	Isı ile yoğunlaştırma	744
18.2.5.1	Buharlaştırma (sıvı-sıvı)	744
18.2.5.2	Dehidrasyon (katı-katı)	747
18.2.6	Isı giderimi ile işleme	749
18.2.6.1	Dondurma	749
18.2.7	Yardımcı prosesler	751
18.2.7.1	Vakum üretimi	751
TERİMLER SÖZLÜĞÜ		753
I.	ISO ÜLKE KODLARI	754
II.	PARA BİRİMLERİ	755
III.	BİRİM ÖNEKLERİ, SAYI AYIRICILAR VE GÖSTERİMLER	756
IV.	BİRİM VE ÖLÇÜLER	757
V.	KİMYASAL ELEMENTLER	759
VI.	BU BELGEDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN KİMYASAL FORMÜLLER	760
VII.	KISALTMALAR	761
VIII.	TEKNİK TANIMLAR	764
KAYNAKÇA		769

Şekillerin Listesi

Şekil 2.1	İdeal Sinner çemberi	26
Şekil 2.2	Deşarj türüne göre veri toplamaya katılan FDM tesislerinin dağılımı	30
Şekil 2.3	Filtre tipleri ve sınıflandırması	42
Şekil 2.4	Koku azaltım teknikleri seçimi akış şeması	48
Şekil 2.5	Koku azaltım ekipmanı seçimi akış şeması	53
Şekil 2.6	ÇYS modelinde sürekli iyileştirme	69
Şekil 2.7	MVR evaporatörü prensibi	95
Şekil 2.8	Dört kademeli MVR süt evaporatörü sisteminin akış şeması	96
Şekil 2.9	TVR ve MVR evaporatörlerinin işletme maliyetlerinin karşılaştırması	97
Şekil 2.10	Derin dondurulmuş sebzelerin üretiminde dondurma tünellerinin optimizasyonu	100
Şekil 2.11	PIG sistemi	111
Şekil 2.12	Yerinde temizlik sistemi akış şeması	115
Şekil 2.13	Bira fabrikası şişeleme işlemi CIP sistemi	116
Şekil 2.14	Hatta harmanlama ve geri kazanım işlevleriyle birlikte içecek işleme planı	136
Şekil 2.15	MBR sisteminin basitleştirilmiş akış şeması	160
Şekil 2.16	Amonyak sıyırma prosesi	166
Şekil 2.17	Strüvit olarak fosfor geri kazanım örneği akış şeması	168
Şekil 2.18	Kimyasal çökeltme ile fosfor giderimi	171
Şekil 2.19	Bir süt ürünleri tesisinde uygulanan membran ünitesi örneği	179
Şekil 2.20	Kör uç filtrasyonuna göre çapraz akış filtrasyonu prensibi	180
Şekil 2.21	FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj)(1 / 4)	191
Şekil 2.22	FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj)(2 / 4)	191
Şekil 2.23	FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj)(3 / 4)	192
Şekil 2.24	FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj)(4 / 4)	192
Şekil 2.25	FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ özgül yükü (doğrudan deşarj)	193
Şekil 2.26	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TOK konsantrasyonu (doğrudan deşarj)	194
Şekil 2.27	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TOK özgül yükü (doğrudan deşarj).	194
Şekil 2.28	FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/3)	195
Şekil 2.29	FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/3)	196
Şekil 2.30	FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3/3)	196
Şekil 2.31	FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ ₅ özgül yükü (doğrudan deşarj)	197
Şekil 2.32:	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1 / 3)	198
Şekil 2.33	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2 / 3)	198
Şekil 2.34	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3 / 3)	199
Şekil 2.35	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM özgül yükü (doğrudan deşarj)	199
Şekil 2.36	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1 / 2)	200
Şekil 2.37	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2 / 2)	201
Şekil 2.38	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN özgül yükü (doğrudan deşarj)	201
Şekil 2.39	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1 / 3)	202
Şekil 2.40	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2 / 3)	203
Şekil 2.41	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3 / 3)	203
Şekil 2.42	FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP özgül yükü (doğrudan deşarj)	204
Şekil 2.43	Endüstriyel torba filtre	209
Şekil 2.44	Siklonun çalışma prensibi	211
Şekil 2.45	Elektrostatik çöktürücü tipik düzenlemesi (yalnızca iki bölge gösterilmektedir)	213

Toz üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde).....	350
Şekil 5.15 Fermente süt üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)	351
Şekil 5.16 Tipik süt ürünleri tesisi gıda atıkları akış şeması	352
Şekil 5.17 Süt ürünleri sanayisi tipik süt kayıpları.....	354
Şekil 5.18 Ticari süt üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde)	355
Şekil 5.19: Peynir üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde)	355
Şekil 5.20 Toz üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde).....	356
Şekil 5.21 Fermente süt üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde)	356
Şekil 5.22 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (1 / 2).....	357
Şekil 5.23 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (2 / 2).....	357
Şekil 5.24 Süt üreten bir süt ürünleri tesisi işleme akış şeması	360
Şekil 5.25 Ara pastörizasyon adımı ile birlikte ve bu adım olmadan UHT proseslerinin karşılaştırılması	368
Şekil 5.26 Büyük bir süt ürünleri tesisindeki iki kademeli kurutma prosesi	370
Şekil 5.27 Süt ürünleri tesisi su geri dönüşüm planı	378
Şekil 5.28 Membran işleme sistemi akış şeması	385
Şekil 5.29 Bulanıklık ölçümü ile peyniraltı suyu geri kazanımı	386
Şekil 5.30 Peyniraltı suyu tozunun kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen emisyonlara ilişkin işlem örneği.....	389
Şekil 6.1 Etanol üretim prosesi	396
Şekil 7.1 Canlı ağırlık olarak balık ve su ürünleri ve protein arzına su ürünleri katkısı (2012).....	403
Şekil 7.2 2011 yılı AB deniz ürünleri dengesi (canlı ağırlık eşdeğeri)	404
Şekil 7.3 2012 yılı su ürünleri avcılığı ve su ürünleri yetiştiriciliği itibarıyla İskandinav ülkeleri su ürünleri üretimi (ton)	404
Şekil 7.4 Somon fileto makinesi	407
Şekil 7.5 Baş çıkarma, iç organları çıkarma ve balık yumurtası geri kazanım makinesi	408
Şekil 7.6 Titreşimli sınıflandırma makinesi	410
Şekil 7.7 İç organların kuru çıkarılmasında kullanılan yöntem	423
Şekil 7.8 Dumanlama odası atık gaz temizlik sistemi sıcak gazı kaynağı ve proses yönetimi akış şeması	429
Şekil 7.9 Doğrudan alevli termal yükseltgenmeli atık gaz sistemi kütle dengesi	430
Şekil 8.1: Örnek bir patates işleme tesisindeki buharlı soyma işlemi	436
Şekil 8.2: Hızlı buharla soyma.....	437
Şekil 8.3: Meyve ve sebze konservesinin akış şeması	439
Şekil 8.4: Derin dondurulmuş meyve ve sebzeler için uygulanan proses	446
Şekil 8.5: Endüstriyel domates türevleri prosesinin ana üniter operasyonları.....	447
Şekil 8.6: Meyve ve sebze üretiminde özgül enerji tüketimi (MWs/ton ürün)production.....	450
Şekil 8.7: Meyve ve sebze üretiminde spesifik su tüketimi (m ³ /ton ürün).....	451
Şekil 8.8: Her türlü meyve ve sebze üretiminde spesifik atık su deşarjı (m ³ /ton ürün) deşarjı.....	454
Şekil 8.9: Meyve ve sebze işlemede üretilen atık su.....	455
Şekil 8.10: Buzlu su oluşuna bir su soğutucusunun monte edilmesi	460
Şekil 8.11: Buzlu su oluşunun altına bir buharlaştırma ünitesi plakasının montajı	461
Şekil 9.1 Tahıl öğütme spesifik enerji tüketimi (MWh/ton ürün).....	474
Şekil 9.2 Tahıl öğütme spesifik su tüketimi (m ³ /ton ürün).....	475
Şekil 9.3 Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (1 / 2).....	476
Şekil 9.4 Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (2 / 2).....	477
Şekil 10.1 AB toplam et tüketimi, kg/kişi (perakende ağırlık).....	482
Şekil 10.2 Et işleme spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)	496
Şekil 10.3 Et işleme spesifik su tüketimi (m ³ /ton hammadde).....	497
Şekil 10.4 Tüm deşarj tipleri için et işleme spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde)	498
Şekil 10.5 Seçili işlemler dahil/hariç et tesisleri arasındaki KOİ spesifik yükleri farkı	498
Şekil 10.6 Seçili işlemler dahil/hariç et tesisleri arasındaki TAKM spesifik yükleri farkı	499
Şekil 10.7 Fritöz egzoz kapağına monteli ısı eşanjörleri ile ısı ve yağ geri kazanımı.....	510
Şekil 11.1: Nebati yağların kimyasal olarak rafine edilmesi.....	514
Şekil 11.2: Nebati yağdan asitle zamk giderme işleminin temel akış şeması	517
Şekil 11.3: Koku giderici vakum sisteminin bir parçası olarak alkali kapalı devre soğutma suyu sisteminin temel akış şeması	519
Şekil 11.4: Bir DC sistemi ile birlikte tekil bir gaz yıkama ünitesinin temel akış şeması	521
Şekil 11.5: Koku gidermede ikili yıkayıcı düzeninin temel akış şeması	523

Şekil 11.6: Entegre kırma ve rafinasyonda spesifik enerji tüketimi (MWs/ton petrol üretimi).....	525
Şekil 11.7: Müstakil rafinajda spesifik enerji tüketimi (MWs/ton üretilen petrol)	526
Şekil 11.8: Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonunda spesifik su tüketimi (m ³ /ton üretilen yağ)	526
Şekil 11.9: Her türlü deşarj için entegre kırma ve rafinasyonda spesifik atık su deşarjı (m ³ / ton yağ üretimi)	529
Şekil 11.10 : Her türlü deşarj için bağımsız rafinasyonda spesifik atık su deşarjı (m ³ / ton petrol üretimi).....	529
Şekil 11.11: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (1/3).....	530
Şekil 11.12: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (2/3)	531
Şekil 11.13: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (3/3)	531
Şekil 11.14 : Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonundan havaya salınan TVOC emisyonları ..	532
Şekil 11.15: Spesifik heksan kayıpları (işlenmiş tohumun ya da tanenin tonu başına kg cinsinden).....	534
Şekil 11.16 : Siklonlarla ıslak toz emisyon ayrımının temel akış şeması.....	540
Şekil 11.17: Solvent giderici –kavurma makinesindeki ters yönde akış	544
Şekil 11.18 : Solvent giderici – kavurma makinesinde buhar -ısı entegrasyonu.....	546
Şekil 11.19: Madeni yağ sistemi ve ilgili proses adımları	547
Şekil 11.20 : Rafine edilmemiş nebati yağların ekstraksiyonunda proses suyundan heksan geri kazanımı proses akış şeması	549
Şekil 11.21 : Kolza tohumunun işlenmesinin şematik gösterimi. Solda) klasik yöntem ve sağda) etanolik, hafif ekstraksiyon kavramına göre işleme.....	550
Şekil 12.1 2014 yılı ana üretici AB Üye Devletleri itibariyle yağlık zeytin üretimi (AB-28 üretiminin % payı)	551
Şekil 13.1 Alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ hl ürün)	562
Şekil 13.2 Alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik su tüketimi (m ³ / hl ürün)	563
Şekil 13.3 Tüm deşarj tipleri için alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ / hl ürün)	563
Şekil 13.4 Tek ve çift hatlı çözümün karşılaştırılması	565
Şekil 14.1 AB-28 nişasta üretimi (2014)	571
Şekil 14.2 AB-28 nişasta üretimi	572
Şekil 14.3 AB-28 ana nişasta uygulamaları (2014)	572
Şekil 14.4 Nişasta üretim prosesi.....	573
Şekil 14.5 Mısır nişastası üretim prosesi	574
Şekil 14.6 Buğday nişastası üretim prosesi.....	575
Şekil 14.7 Patates nişastası üretim prosesi.....	575
Şekil 14.8 Nişasta üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde).....	578
Şekil 14.9 Nişasta üretimi spesifik su tüketimi (m ³ /ton hammadde)	579
Şekil 14.10 Tüm deşarj tipleri için nişasta üretimi spesifik atıksu deşarjı (m ³ /ton hammadde)	580
Şekil 14.11 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (1 / 2).....	581
Şekil 14.12 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (2 / 2).....	581
Şekil 14.13 Patates nişastası tesisi su devresi	585
Şekil 15.1: AB-28 ülkelerindeki şeker üretiminin dağılımı (2015).....	593
Şekil 15.2: Bir şeker fabrikasındaki ürün yelpazesi.....	594
Şekil 15.3: Şeker pancarının işlenmesinden kaynaklanan spesifik enerji tüketimi (MWs/ton şeker pancarı)	598
Şekil 15.4: Şeker pancarı işlemede gerçekleşen spesifik su tüketimi (m ³ /ton şeker pancarı)	599
Şekil 15.5: Pancar şekeri üretimindeki ana malzeme akışları	600
Şekil 15.6: Her türlü deşarj için şeker pancarı işlenmesinden kaynaklanan spesifik atık su deşarjı (m ³ /ton pancar).....	601
Şekil 15.7: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan toplam toz emisyonları (konsantrasyon %16'lık O ₂ 'de normalize edilmiştir).....	602
Şekil 15.8: Pancar küspesi kurutucularından havaya ortalama NO _x emisyonları.....	604
Şekil 15.9: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan toplam CO ₂ emisyonları	605
Şekil 15.10: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan ortalama SOX emisyonları (konsantrasyon % 16 O ₂ 'de normalize edilmiştir)	606
Şekil 15.11: Şeker kamışı rafinerisinde ham maddelerin işlenmesi ve hazırlanmasından kaynaklanan toplam toz emisyonları	607

Şekil 15.12: Basınçlı buharla işleyen akışkan yataklı kurutucu.....	610
Şekil 15.13: İsveç'te toprak darasının azaltılması.....	618
Şekil 16.1: Genel hatlarıyla kuru makarna üretim süreci	626
Şekil 16.2: Bir Alman kahve şirketi tarafından kullanılan toplu kavurma makinesi	632
Şekil 16.3: Bir Alman firması tarafından uygulanan sürekli kahve kavurma işlemi	633
Şekil 16.4: Bir İtalyan kahve tesisinde ölçülen farklı noktalarda CO ve NO ₂ emisyonları	636
Şekil 16.5: Sitrik asit fermantasyon süreci	646

Tabloların listesi

Tablo 1.1	AB-28 Üye Devletleri gıda ve içecek sanayisi yapısı ve üretimi	1
Tablo 1.2	AB-28'deki bazı gıda ve içecek sektörlerinin yapısı ve üretimi	2
Tablo 1.3	2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'indeki faaliyet kategorisi itibariyle izin gerektiren mevcut FDM tesislerinin özeti (referans dönem 2012–2013)	3
Tablo 1.4	2014 AB-28 FDM ürünleri en büyük ihracat pazarları	5
Tablo 1.5	2014 AB dışı FDM ürünleri en büyük ithalat pazarları	5
Tablo 1.6	2014 AB-28 sektörler itibariyle ihracat	6
Tablo 1.7	FDM MET-REF gözden geçirme açılış toplantısında üzerinde anlaşmaya varılan havaya ve suya verilen emisyonlara ilişkin temel çevre konuları	12
Tablo 2.1	FDM sektöründe kullanılan en yaygın işleme teknikleri ve ünite işlemleri	13
Tablo 2.2	FDM sektöründeki tipik soğutma prosesleri	17
Tablo 2.3	FDM sektöründeki tipik dondurma prosesleri	17
Tablo 2.4	FDM veri toplama çalışmasında bildirilen atıksu arıtma teknikleri	32
Tablo 2.5	Aerobik atıksu arıtma proseslerinin avantaj ve dezavantajları	34
Tablo 2.6	Anaerobik atıksu arıtma proseslerinin avantaj ve dezavantajları	35
Tablo 2.7	Biyolojik arıtma proseslerinde karşılaşılan yaygın işletim sorunları	37
Tablo 2.8	FDM veri toplama çalışmasında bildirilen, havaya verilen emisyonlar için boru sonu işlem teknikleri	39
Tablo 2.9	Boru sonu seçim prosedürüne ilişkin temel parametreler	40
Tablo 2.10	Bazı seperasyon tekniklerinin karşılaştırmaları	41
Tablo 2.11	Tipik absorber tasarım kuralları	43
Tablo 2.12	Biyolojik işlemin avantaj ve dezavantajları	45
Tablo 2.13	Kokulu emisyonlarla ilgili bilgilerin toplanmasına ilişkin veri formu	50
Tablo 2.14	Anormal işlem kontrol listesi	50
Tablo 2.15	Tanımlanmamış gıda imalat tesisinde basitleştirilmiş ölçümler kullanılarak tipik koku ölçümü	51
Tablo 2.16	Koku/VOC azaltım tekniklerinin seçimine ilişkin genel kriterlerin özeti	52
Tablo 2.17	AAT çıkış suyu yıllık ortalama KOİ konsantrasyonu aralıkları	57
Tablo 2.18	AAT çıkış suyu yıllık ortalama KOİ özel yük aralıkları	57
Tablo 2.19	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TOK konsantrasyonu aralıkları	58
Tablo 2.20	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TOK özel yük aralıkları	58
Tablo 2.21	AAT çıkış suyu yıllık ortalama BOİ ₅ konsantrasyonu aralıkları	59
Tablo 2.22	AAT çıkış suyu yıllık ortalama BOİ ₅ özel yük aralıkları	59
Tablo 2.23	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TAKM konsantrasyonu aralıkları	60
Tablo 2.24	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TAKM özel yük aralıkları	60
Tablo 2.25	AAT çıkış suyu yıllık ortalama NH ₄ -N konsantrasyonu aralıkları	61
Tablo 2.26	AAT çıkış suyu yıllık ortalama NH ₄ -N özel yük aralıkları	61
Tablo 2.27	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TN konsantrasyonu aralıkları	62
Tablo 2.28	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TN özel yük aralıkları	62
Tablo 2.29	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TP konsantrasyonu aralıkları	63
Tablo 2.30	AAT çıkış suyu yıllık ortalama TP özel yük aralıkları	63
Tablo 2.31	AAT çıkış suyu yıllık ortalama Cl ⁻ aralıkları	64
Tablo 2.32	AAT çıkış suyu yıllık ortalama Cl ⁻ özel yük aralıkları	64
Tablo 2.33	FDM tesisleri AAT azaltım verimliliği aralıkları	65
Tablo 2.34	Her bir teknikle ilgili bilgiler	67
Tablo 2.35	FDM işleminde seviye sensörü kullanım örnekleri	74
Tablo 2.36	FDM sektöründe iletkenlik ölçümü kullanım örnekleri	76
Tablo 2.37	FDM sektöründe tipik iletkenlik ölçümü uygulamaları	76
Tablo 2.38	FDM sektöründe bulanıklık ölçümü kullanım örnekleri	77
Tablo 2.39	FDM sektöründe çeşitli ısı geri kazanım örnekleri	80
Tablo 2.40	Sebzelerin derin dondurulmasında kazan blöfünün azaltılmasıyla muhtemel tasarruf	91
Tablo 2.41	Süt ürünleri sanayisinde çok etkili evaporatörlerin verimliliklerinin karşılaştırması	94
Tablo 2.42	FDM sektöründe akış kontrol kullanımı örnekleri	105
Tablo 2.43	FDM sektöründe tipik akış ölçümü uygulamaları	105
Tablo 2.44	PIG sistemi kullanımının çevresel yararları ve ilgili maliyet azalmaları	112
Tablo 2.45	Konvansiyonel ekipmana göre, hijyenik olarak tasarlanan ekipmanın sterilizasyonu sırasında su ve enerji tüketimi azaltımı	120
Tablo 2.46	Hijyenik olarak tasarlanan ekipman - konvansiyonel ekipman sterilizasyon su tasarrufu	120
Tablo 2.47	Eko-hijyenik sertifikalı ekipmanın piyasa fiyatı	121
Tablo 2.48	İnsan tüketimi amaçlı FDM imalatı hayvan yemi kaynaklarının örnekleri	132
Tablo 2.49	Bira sektörü için bildirilen aktif çamur AAT performans verileri	145

Tablo 2.50	Tipik SBR karakterizasyonu	148
Tablo 2.51	Bira sektöründe bir UASB reaktörünün bildirilen performansı	153
Tablo 2.52	Bira sektöründe bir EGSB reaktörünün bildirilen performansı.....	159
Tablo 2.53	Membran biyoreaktörler ile ilgili avantajlar ve dezavantajlar	162
Tablo 2.54	Şeker sektöründe endüstriyel atıksudan (kondensat) amonyak sıyırma ile ilgili tasarım parametreleri	167
Tablo 2.55	Finlandiya'daki aktif çamur prosesi ve eş zamanlı çökelme uygulayan beş patates nişastası tesisi toplam fosfor emisyonu seviyeleri	171
Tablo 2.56	Çeşitli atıksu arıtma tekniklerinin fosfor giderim verimlilikleri	173
Tablo 2.57	Sedimentasyon sonrası bira sektörü tipik performans verileri	175
Tablo 2.58	Sedimentasyonun avantajları ve dezavantajları	175
Tablo 2.59	ICW için bildirilen performans seviyeleri	183
Tablo 2.60	2.3.6.8 no'lu maddede verilen grafiklerde kullanılan simgeler.....	189
Tablo 2.61	2.3.6.8 no'lu maddede verilen grafiklerde kullanılan kısaltmalar (1 / 2)	189
Tablo 2.62	2.3.6.8 no'lu maddede verilen grafiklerde kullanılan kısaltmalar (2 / 2)	190
Tablo 2.63	Farklı torba filtre sistemlerinin karşılaştırması	209
Tablo 2.64	Elektrostatik çöktürücüde işlem sonrası kurutucu emisyonları periyodik toz ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru baz)	214
Tablo 2.65	Havadan toz giderimi - ıslak yıkayıcıların genel görünümü	218
Tablo 2.66	Aktif karbon özellikleri.....	221
Tablo 2.67	Ana adsorber tiplerinin çalışma prensibi	222
Tablo 2.68	Farklı termal yükseltgenme kademelerindeki koşullar	230
Tablo 2.69	Koku emisyonlarını azaltmak için termal olmayan plazma işlemi uygulayan bazı tesislerde işleme tabi tutulan miktar	237
Tablo 2.70	Fan hızlarının azaltılmasından beklenen gürültü azaltımı ile ilgili bir rehber.....	244
Tablo 2.71	Almanya'daki bir bira fabrikasındaki gürültü ölçümleri (bağımsız ölçümlerin ortalaması)	252
Tablo 2.72	Malzeme taşıma ve gemiden gemiye aktarım işlemleri için hesaplanan kısmi derecelendirme seviyeleri.....	253
Tablo 3.1:	Hayvan yemi üretiminde spesifik su tüketimi	276
Tablo 3.2:	Yeşil yem kurutma işleminden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (kuru bazda).....	277
Tablo 3.3:	Havaya salınan emisyonlar için grafiklerde kullanılan semboller.....	279
Tablo 3.4:	Havaya salınan emisyonlar için grafiklerde kullanılan kısaltmalar.....	279
Tablo 3.5:	Bir siklonda (kuru bazda) işlemden sonra yeşil yem kurutmasından kaynaklı havaya salınan toz emisyonları	285
Tablo 3.6:	Bir torba filtrede işlemden geçirildikten sonra karma yem üretiminden havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda).....	286
Tablo 3.7:	Bir siklon içinde işlemden geçirildikten sonra karma yem üretiminden kaynaklı olarak havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda).....	287
Tablo 4.1:	Farklı bira üretim departmanları/proseslerine ait ısı tüketimi	306
Tablo 4.2:	Farklı bira fabrikası departmanları/proseslerindeki atık su üretimi	309
Tablo 4.3:	Büyük bir bira fabrikasının mayşe infüzyonu prosesinin gerçekleştirildiği bira imalathanesindeki enerji tüketimi	313
Tablo 4.4:	Bira fabrikasındaki atık su özellikleri.....	321
Tablo 4.5:	Lauter tankındaki atık su arıtıldığında elde edilen kirlilik azalma sonuçları	321
Tablo 4.6:	Torba filtrede işlemden geçirildikten sonra mayalama prosesinden havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda).....	327
Tablo 4.7:	Bir siklonda (kuru bazda) işlemden sonra demleme işlemlerinden havaya salınan toz emisyonları.....	328
Tablo 5.1	Avrupa süt ürünleri tesisleri su tüketimi (2012 - 2014)	351
Tablo 5.2	Süt ürünleri sanayisindeki bazı proseslerdeki ürün kayıpları.....	353
Tablo 5.3	İşlenmiş süt tonu başına katı ürün.....	353
Tablo 5.4	Avrupa süt ürünleri tesislerinde kullanılan temizlik maddeleri tüketimi	358
Tablo 5.5	İki farklı homojenizasyon cihazının karşılaştırılması	363
Tablo 5.6	Hibernasyon uygulanarak UHT ünitesinde sağlanan enerji azalması	367
Tablo 5.7	Protein standardizasyonu için ultrafiltrasyon kullanan bir süt ürünleri tesisinde sağlanan su ve enerji tüketimi tasarrufu	373
Tablo 5.8	Süt ürünleri tesisleri su geri dönüşüm olanakları	376
Tablo 5.9	Torba filtrede işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	389
Tablo 5.10	Torba filtrede işlem sonrası havaya verilen kurutucu emisyonları sürekli toz ölçümlerinin ortalama ve maksimum değerleri (kuru baz)	391

Tablo 5.11	Siklonda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	392
Tablo 5.12	Islak yıkayıcıda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	393
Tablo 6.1	Sanayi sektörü itibariyle etanol türleri	395
Tablo 6.2	DDGS kurutulması tüketim verileri	400
Tablo 7.1	2012 yılı AB ana deniz ürünleri tedarikçileri	405
Tablo 7.2	Farklı duman oluşturma yöntemlerinin çevresel etkisi	413
Tablo 7.3	Su ürünleri işleme sanayisi işlemlerinin çevresel etkisi	414
Tablo 7.4	Farklı balık üretim tiplerinin girdi ve çıktıları (1000 kg balık başına)	415
Tablo 7.5	İskandinav ülkeleri spesifik su tüketimi ve organik yük	416
Tablo 7.6	Balık fileto atıksu özellikleri	417
Tablo 7.7	Su ürünleri sanayisi arıtılmamış atıksu özellikleri ve birincil arıtma verimlilikleri	418
Tablo 7.8:	Almanya tipik su ürünleri işleme atıksu üretim oranları ve özellikleri	418
Tablo 7.9	İç organların kuru çıkarılması ve taşınmasından önceki ve sonraki deşarj verileri	424
Tablo 7.10	Termal olmayan plazma işlemi ile koku azaltımı	428
Tablo 7.11	Dumanlama odasında uygulanan doğrudan alevli termal yükseltgeyici teknik bilgileri	428
Tablo 7.12	Dumanlama odasında uygulanan doğrudan alevli termal yükseltgeyici teknik bilgileri	430
Tablo 7.13	Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri	431
Tablo 7.14	Islak yıkama sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri	431
Tablo 8.1:	Bazı meyve ve sebzelerin olası işleme yöntemleri	434
Tablo 8.2:	Sebzeleri dondurmadan önce buharla soyma için gerekli enerji aktarımları ve tüketim	436
Tablo 8.3:	Aşındırılmalı ön soyma ve bıçaklı soyma kombinasyonunun şurup içinde yarım armut üretiminde su kirlilik yükleri üzerindeki etkisi	438
Tablo 8.4 :	Şurup içinde yarım armut üretiminde kostikli soymanın su kirliliği üzerindeki etkisi	440
Tablo 8.5:	Sebzeler dondurulmadan önce kostikli soyma için kullanılan enerji taşıyıcılar ve tüketim seviyeleri	440
Tablo 8.6:	Su soğutmalı bantlı bir haşlama sisteminin enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi	442
Tablo 8.7:	Hava soğutmalı bantlı bir haşlama prosesinin enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi	443
Tablo 8.8:	Silindirik tanklı haşlama düzenine enerji taşıyıcıları ve büyüklük sırası göstergeleri	444
Tablo 8.9:	Ters akımda silindirik tanklı su soğutması için kullanılan enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi	444
Tablo 8.10:	Meyve ve sebze sektöründeki bazı işlemlerdeki su tüketimi	452
Tablo 8.11:	Patates işlemeden kaynaklanan suya salınan emisyonlar	454
Tablo 8.12:	Meyve ve sebze işlemeden kaynaklanan suya salınan emisyonlar	454
Tablo 8.13:	Lahana turşusu üretimi sırasında salamura atık su değerleri	458
Tablo 8.14:	Sebzelerin ayıklanması sırasında elektrik tüketimi	458
Tablo 8.15:	Sebzelerin kostik soyulmasında yer alan enerji taşıyıcılar ve enerji tüketimi	458
Tablo 8.16:	Sebzelerin buharla soyulmasında yer alan enerji taşıyıcılar ve enerji tüketimi	459
Tablo 9.1	Toplam torba filtrede işlem sonrası tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	478
Tablo 9.2	Toplam siklonda işlem sonrası tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	479
Tablo 10.1	FDM et işleme tesislerinde uygulanan tipik işlemler	484
Tablo 10.2	Farklı et ürünlerine uygulanan işlemlerin özeti	489
Tablo 10.3	Et işleme tesislerinde uygulanan tipik işlemlerin muhtemel çevresel etkileri	494
Tablo 10.4	Bildirilen dumanlama fırınlarından kaynaklanan TVOC emisyonu verileri (nokta numuneler, konsantrasyonlar)	501
Tablo 10.5	Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri	504
Tablo 10.6	Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri ile ilgili ek veriler	506
Tablo 10.7	Islak yıkama sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri verileri	507
Tablo 11.1:	Alkali kapalı devre sisteminin enerji verileri	520
Tablo 11.2:	Örnek bir DC sisteminin performans verileri	521
Tablo 11.3:	Açık devreli soğutma sistemi ile birleştirilmiş bir çift yıkayıcı ünitesinin enerji verileri	523
Tablo 11.4:	Ham nebati yağların üretiminde temel katı/sıvı emisyonları ve yan ürünler	528
Tablo 11.5:	Yağlı tohum işleme sırasında heksan kaybı kaynakları	533

Tablo 11.6: Bir torba filtrede işlem uygulandıktan sonra kurutmadan kaynaklı havaya salınan toplam toz emisyonları	536
Tablo 11.7: Bir siklonda işlemeden sonra kurutmadan kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları	538
Tablo 11.8: Tohum işleme hazırlığından ve ıslak yıkayıcıda (kuru bazda) işlemten sonra kurutmada kaynaklı olarak havaya salınan toz emisyonları	539
Tablo 11.9: Bir siklonda (kuru bazda) işlemten sonra elenmemiş kaba unun kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri	540
Tablo 11.10: Yağlı tohum ekstraksiyonunda DT ve sonraki kurutma işlemi için enerji tüketimi verileri	545
Tablo 12.1 Üç fazlı ve iki fazlı zeytinyağı prosesleri ürün geçişlerinin karşılaştırılması	554
Tablo 12.2 Zeytinyağı karasuyu arıtma alternatiflerinin karşılaştırılması	555
Tablo 12.3 Zeytinyağı değirmeni karasuyunun özellikleri	556
Tablo 12.4 İki ve üç fazlı ekstraksiyon prosesleri zeytinyağı karasuları miktarları...	557
Tablo 12.5 İki ve üç fazlı ekstraksiyon prosesleri zeytinyağı karasuları bileşimi	557
Tablo 13.1 Pastörizasyon için ısı ile işlem proseslerinin karşılaştırılması	570
Tablo 14.1 Nişasta sektörü atıksularının arıtma sonrası özellikleri.....	577
Tablo 14.2 Toplam hammadde hazırlamadan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	582
Tablo 14.3 Buharlaştırma yoluyla patates nişastası proses suyu konsantrasyonu - tasarım verileri	586
Tablo 14.4 Patates nişastası tesisi biyolojik atıksu arıtma özellikleri	586
Tablo 14.5 Torba filtrede işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları	588
Tablo 14.6 Siklonda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları	589
Tablo 14.7 Islak yıkayıcıda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları	591
Tablo 14.8 Toplam torba filtrede işlem sonrası hammadde hazırlamadan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)	592
Tablo 15.1: Pancar küspesi kurutucusundan havaya salınan ortalama TVOC emisyonları (nokta örnekleme)....	603
Tablo 15.2: Şeker pancarı küspesinin karakteristik LTD ve HTD'si	614
Tablo 15.3: Pancar küspesi kurutucusundan siklonda işlemten sonra havaya salınan toplam toz emisyonları	619
Tablo 15.4: Pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda işlemten sonra salınan verilen toplam toz emisyonları.....	620
Tablo 15.5: Bir pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda (kuru bazda) işlemten sonra havaya salınan TVOC emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru bazda)	622
Tablo 15.6: Islak bir yıkayıcıda (kuru bazda) işlemten sonra bir pancar küspesi kurutucusundan havaya salınan SO _x emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru bazda)	622
Tablo 15.7 Pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda işlemten sonra havaya salınan SO ₂ emisyonlarının sürekli ölçümlerinin ortalama değerleri	622
Tablo 15.8 Pancar küspesi kurutucusundan havaya verilen SOX emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri	623
Tablo 16.1: Kahve çekirdeklerinin kavurma işlemi sırasında neden ve nasıl değiştiği	631
Tablo 16.2: Çözücü kafeinsizleştirme işlemi	634
Tablo 16.3: Sudaki kafeinsizleştirme işlemi	634
Tablo 16.4: Sitrik asit fermentasyon sürecindeki katı atıklar ve yan ürünler.....	647
Tablo 16.5: Sitrik asit fermentasyonunda kurulu üretim kapasitesinin tonu başına atılmış atık su kirletici seviyeleri	647
Tablo 17.1 Alıcı su ortamına verilen doğrudan emisyonlar için MET-İES	669
Tablo 17.2 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri.....	672
Tablo 17.3 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi	673
Tablo 17.4 Karma yem üretiminde öğütme ve pelet soğutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	673
Tablo 17.5 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi	674
Tablo 17.6 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi	674
Tablo 17.7 Malt ve tamamlayıcıların taşınması ve işlenmesinden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	675
Tablo 17.8 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri.....	676
Tablo 17.9 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri.....	677
Tablo 17.10 Kurutmadan kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	678
Tablo 17.11 Dumanlama odasından kaynaklanan havaya verilen kanallı TVOC emisyonları için MET-İES	681
Tablo 17.12 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri	682
Tablo 17.13 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri	682
Tablo 17.14 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi	683

Tablo 17.15 Tahıl öğütmeden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	683
Tablo 17.16 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi.....	684
Tablo 17.17 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi	684
Tablo 17.18 Dumanlama odasından kaynaklanan havaya verilen kanallı TVOC emisyonları için MET-İES	685
Tablo 17.19 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri	686
Tablo 17.20 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri.....	686
Tablo 17.21 Tohum taşınması ve hazırlanması ayrıca, küspe kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	687
Tablo 17.22 Yağlı tohum işleme ve rafinasyondan kaynaklanan hekzan kayıpları ile ilgili MET-İES	688
Tablo 17.23 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi.....	689
Tablo 17.24 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi	689
Tablo 17.25 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri	690
Tablo 17.26 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri.....	690
Tablo 17.27 Nişasta, protein ve lif kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES	691
Tablo 17.28 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi.....	692
Tablo 17.29 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi	692
Tablo 17.30 Yüksek sıcaklıklı kurutma (500 °C'nin üzerinde) durumunda pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları ile ilgili MET-İES	693
Tablo 17.31 Doğal gazın kullanılmadığı durumlarda yüksek sıcaklıklı kurutmada (500 °C'nin üzerinde) pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı SOX emisyonları için MET-İES	694
Tablo 18.1 FDM gözden geçirme sürecinin ana aşamaları	697
Tablo 18.2 Ayrık görüşler	698
Tablo 19.1 FDM veri toplama çalışmasına katılan tesislerin listesi	701
Tablo 19.2 FDM sektöründe kullanılan ısı ile işlem kombinasyonları örnekleri	743
Tablo 19.3 Çeşitli evaporatör tipleri için tipik toplam katı madde konsantrasyonları	745
Tablo 19.4 Çeşitli FDM ürünlerinin tipik donma noktaları	749

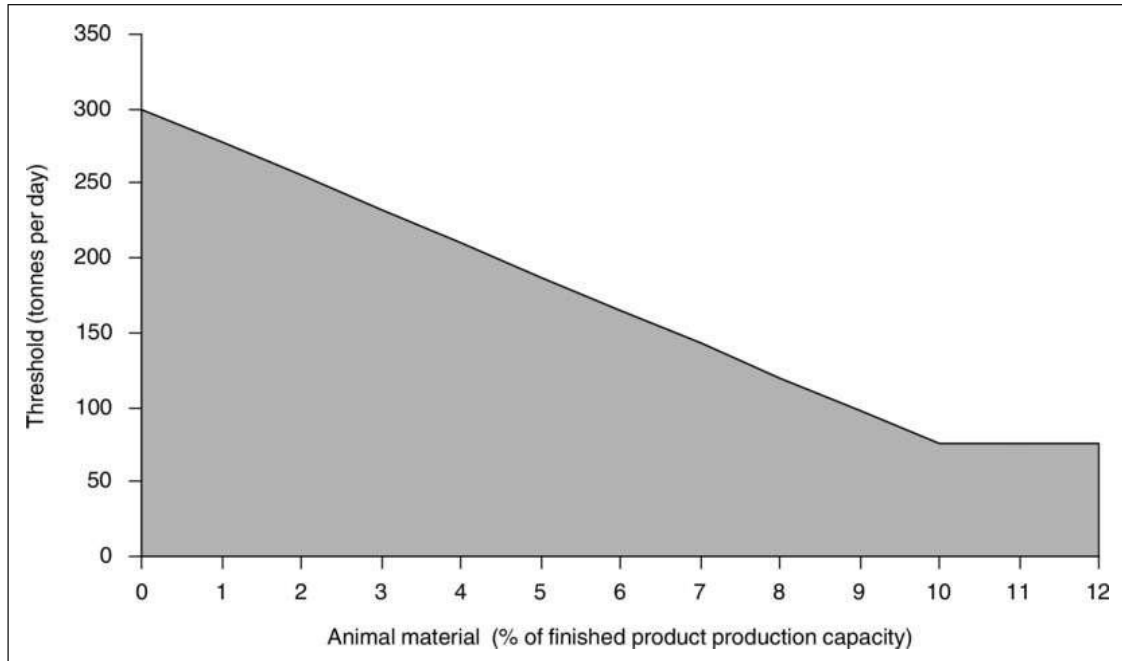
KAPSAM

Bu MET referans dokümanı (MET-REF) aşağıda verilen, 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin (b) ve (c) maddelerinde belirtilen faaliyetlerle ilgilidir:

6.4

- 6.4 (b) Aşağıdakilerden gıda veya yem üretimi amaçlı, önceden işlensin veya işlenmesin aşağıda belirtilen hammaddelerin, özel ambalaj dışında, işleme tabi tutulması ve işlenmesi:
 - (i) Yalnızca, mamul üretim kapasitesi, 75 ton/gün'ün üzerinde olan hayvansal hammaddeler (özel olarak süt dışında),
 - (ii) Yalnızca, mamul üretim kapasitesi, tesisin herhangi bir yılda en fazla 90 ardışık gün süreyle çalıştığı durumlarda 300 ton/gün veya 600 ton/gün'ün üzerinde olan bitkisel hammaddeler,
 - (iii) Ton/gün olarak mamul üretim kapasitesi aşağıda belirtilenlerin üzerinde olan, birleşik ve ayrı ürünler olarak hayvansal ve bitkisel hammaddeler:
 - A, 10'a eşit veya daha büyükse 75,
 - Herhangi bir diğer durumda $[300 - (22.5 \times A)]$,
- Burada A, mamul üretim kapasitesinin hayvansal madde bölümüdür (ağırlık yüzdesi itibarıyla).

Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmeyecektir. Bu alt bölüm, hammaddenin yalnızca süt olduğu durumlarda uygulanmayacaktır.



- 6.4 (c) Alınan süt miktarı, 200 ton/gün'ün (yıllık temelde ortalama değer) üzerinde olmak üzere, yalnızca sütün işleme tabi tutulması ve işlenmesi.
- 6.11 Ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin 6.4 (b) veya (c) no'lu maddesinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması koşuluyla, 91/271/EEC sayılı Direktif kapsamında bulunmayan bağımsız atıksu arıtması.

Ayrıca, bu doküman şunları kapsamaktadır:

- Ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin 6.4 (b) veya (c) no'lu maddesinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması ve atıksu arıtmasının 91/271/EEC² sayılı Direktif kapsamında bulunmaması koşuluyla, farklı kaynaklardan kaynaklanan atıksuyun kombine arıtması,
- Etanol üretiminin, 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin 6.4 (b) (ii) no'lu maddesindeki faaliyet tanımı kapsamındaki bir tesiste veya doğrudan bu tesisle ilgili bir faaliyetin sonucunda gerçekleşmesi.

Bu belgede aşağıdaki konular ele alınmamaktadır:

- Cisim veya malzemelerin doğrudan temaslı ısıtması, kurutulması veya herhangi bir diğer işlemi için kullanılmayan sıcak gazları üreten yerinde yakma tesisleri. Bu, Büyük Yakma Tesisleri (LCP) için MET sonuçları veya (EU) 2015/2193 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi kapsamına girebilir³.
- Hayvan atıklarının yemde kullanımı ve katıyağ eritilmesi, balık unu ve yağı üretimi, kan işleme ve jelatin imalatı gibi hayvansal yan ürünlerden birinci ürünlerin üretimi. Bu, Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) için MET Sonuçları kapsamına girebilir.
- Büyük hayvanlar için standart kesimler ve kanatlı kesimleri. Bu, Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) için MET Sonuçları kapsamına girebilir.

Bu MET-REF kapsamındaki faaliyetlerle ilgili olabilecek diğer MET sonuçları ve referans dokümanları aşağıdaki gibidir:

- Büyük Yakma Tesisleri (LCP),
- Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA),
- Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW),
- Büyük Hacimli Organik Kimya Sanayisi (LVOC),
- Atık Arıtma (WT),
- Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi (CLM),
- IED Tesislerinden Kaynaklanan Havaya ve Suya Verilen Emisyonların İzlenmesi (ROM),
- Ekonomik Etkenler ve Çapraz Ortam Etkileri (ECM),
- Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar (EFS),
- Enerji Verimliliği (ENE),
- Endüstriyel Soğutma Sistemleri (ICS).

Bu doküman kapsamına, yalnızca işyeri güvenliği veya ürün güvenliğiyle ilgili olan hususlar girmemektedir zira bu hususlar Direktif kapsamında bulunmamaktadır. Söz konusu hususlar yalnızca bu hususların Direktif kapsamındaki hususları etkilediği durumlarda ele alınmaktadır.

² Kentsel atıksuların arıtılması hakkında 21.05.1991 tarih ve 91/271/EEC sayılı Konsey Direktifi (OJ L 135, 30.5.1991, s. 40).

³ Orta büyüklükteki yakma tesislerinden havaya verilen belli kirleticilerin emisyonlarının sınırlandırılması hakkında 25.11.2015 tarih ve (EU) 2015/2193 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi (OJ L 313, 28.11.2015, s. 1).

1 GIDA, İÇECEK VE SÜT (FDM) SEKTÖRÜ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

1.1 Tanım, ciro, büyüme, istihdam

FDM sektöründe hem tüketime yönelik mamul ürün hem ileri işleme yönelik ara ürün üretilmektedir.

Avrupa gıda ve içecek sanayisi 2016'da yıllık 1 039 milyar ciro gerçekleştirmiş ve 4,42 milyon kişiye istihdam yaratmıştır ve bu rakamlarla aynı yıl AB-28'deki en büyük imalat sanayisi olmuştur.

Bu, AB-28'deki toplam imalat sektörü cirosunun %14,6'sı ve toplam imalat sektörü istihdamının %14,5'ini oluşturmuştur. Sanayi oldukça parçalı bir yapıda olup, 287.000'in üzerinde şirketten oluşmakta, bu şirketlerin yaklaşık 285.000'ini ise, toplam sanayi cirosunun yaklaşık yarısı ve toplam sanayi istihdamının üçte ikisini oluşturan küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) oluşturmaktadır. Avrupa gıda imalat sanayisi aynı zamanda, AB'de üretilen tarımsal hammaddelerin %70'ini kullanan, Avrupa Birliği genelinde topluluklarda hem öncül hem ardıl alanda istihdam yaratılmasına yardımcı olan bir yerel sanayi konumundadır. AB-28 Üye Devletler'inden elde edilen veriler, Tablo 1.1 ve Tablo 1.2'de verilmektedir.

Tablo 1.1 AB-28 Üye Devletleri gıda ve içecek sanayisi yapısı ve üretimi

Üye Devlet	Ciro (milyon avro)	İstihdam edilen kişi sayısı	İşletme sayısı	İhracat (milyon avro)	İthalat (milyon avro)
Avusturya	21 614	80 536	3 818	2 154	1 385
Belçika	45 872	95 843	6 984	4 473	5 928
Bulgaristan	4 921	94 342	5 834	1 142	404
Hırvatistan	5211	62 909	3 240	606	444
Kıbrıs	1 409	11 677	886	120	151
Çekya	13 835	113 062	8 432	472	410
Danimarka	25 746	62 504	1 575	4 607	3 173
Estonya	1 778	14 369	490	376	88
Finlandiya	11 283	39 374	1 737	712	703
Fransa	182 821	624 357	60 603	19 516	8 875
Almanya	193 159	867 495	29 635	12 981	13 631
Yunanistan	13 423	86 979	15 429	1 178	946
Macaristan	11 396	102 261	6 625	973	269
İrlanda	-	-	-	2 499	914
İtalya	128 342	428 601	57 640	9 615	8 035
Letonya	1 894	25 653	968	1 001	225
Litvanya	4 144	42 128	1 489	2 165	447
Lüksemburg	884	5 457	162	39	80
Malta	-	3 696	397	187	59
Polonya	69 301	126 096	5 587	135 84	15 769
Portekiz	55 191	404 963	12 631	4 120	2 150
Romanya	14 960	102 670	10 649	1 490	1 551
Slovakya	11 216	184 476	8 566	1 889	755
Slovenya	4 462	37 242	2 766	109	95
İspanya	2 137	16 007	1 940	318	636
İsveç	103 249	355 262	27 119	7 395	8 961
Hollanda	19 584	63 242	3 820	1 970	4 357
Birleşik Krallık	91 331	368 140	8 230	8 732	13 170
AB-28	1 039 159	4 419 341	287 252	104 421	93 612

Not: “-” = veri mevcut değil.

Kaynak: [176, Eurostat 2016]

Tablo 1.2 AB-28'deki bazı gıda ve içecek sektörlerinin yapısı ve üretimi

	Üretim		Katma değer		Çalışan	
	milyon avro	%	milyon avro	%	Sayı	%
Et işleme ve koruma ve et ürünleri üretimi	207 683	24,7	30 577	18,3	886 000	22,7
Balık, kabuklular ve yumuşakçalar işleme ve koruma	23 630	2,8	4 208	2,5	114 300	2,9
Sebze-meyve işleme ve koruma	60 425	7,2	13 177	7,9	249 700	6,4
Bitkisel ve hayvansal yağ imalatı	45 243	5,4	4 258	2,5	56 700	1,5
Süt ürünleri imalatı	140 000	16,7	20 000	11,9	-	-
Tahıl öğütme ürünleri, nişasta ve nişasta ürünleri imalatı	43 379	5,2	7 273	4,3	101 300	2,6
Fırın ve unlu mamuller imalatı	107 411	12,8	40 281	24,0	1 350 200	34,6
Diğer gıda ürünleri imalatı	-	-	-	-	600 000	15,4
Hazır hayvan yemleri imalatı	70 000	8,3	10 100	6,0	122 000	3,1
İçecek imalatı	142 801	17,0	37 636	22,5	425 900	10,9
Toplam	840 572	100	167 513	100	3 906 100	100
Not: “-” = veri mevcut değil. Kaynak: [176, Eurostat 2016]						

1.2 Sektörün yapısı

Mevcut istatistikler, AB-28 FDM sektörünün, yaklaşık %90'ının çalışan sayısı 20 veya altında olan yaklaşık 287 000 şirketten oluşmaktadır. Gıda ve içecek sanayisi AB'deki en büyük istihdam sektörü (%14,5) ve AB Üye Devletleri'nin yarısından fazlasında imalat sektöründeki en büyük işverendir.

AB-28 FDM sektörü, birçok diğer sanayi sektörüne göre oldukça çeşitlidir. Bu çeşitlilik, şirketlerin büyüklük ve niteliği, geniş hammadde, ürün ve proses yelpazesi ve bunların sayısız kombinasyonu, homojenleştirilmiş küresel ürün üretimi ve ulusal hatta bölgesel ölçekte sayısız uzmanlık alanı ürünü veya geleneksel üründe görülebilmektedir. Ayrıca, sektör çok çeşitli yerel ekonomik, sosyal ve çevresel koşullara ve değişen ulusal mevzuata tabidir.

AB-28 FDM sanayisi oldukça parçalıdır. Sektörün yaklaşık %92's KOBİ'lerden oluşurken, çok büyük şirketlerin bulunduğu şeker üretimi gibi bazı sektörler de bulunmaktadır. Sanayinin kullandığı tarımsal hammaddenin yaklaşık %70'i AB'de üretilmekte bu durum, AB genelinde kırsal ve kentsel topluluklarda hem öncül hem ardıl alanda istihdam yaratılmasına yardımcı olmaktadır. Bu parçalılık ve çeşitlilik ayrıca, münferit Üye Devletler'deki (MS) farklı veri toplama sistemleri, bir bütün olarak sektör için tam rakamların değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. 2012–2013 döneminde Üye Devletler tarafından sunulan verilere göre, IED Direktifi'nin Ek I'inin 6.4 (b) ve (c) no'lu maddesinde belirtilen tesislerin sayısı hakkındaki bilgiler, Tablo 1.3'te verilmektedir.

Tablo 1.3 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'indeki faaliyet kategorisi itibariyle izin gerektiren mevcut FDM tesislerinin özeti (referans dönem 2012–2013)

Üye Devlet	6.4 (b)	6.4 (c)	Toplam
Avusturya	12	10	22
Belçika	58	16	74
Bulgaristan	8	0	8
Hırvatistan	-	-	-
Kıbrıs	-	-	-
Çekya	74	18	92
Danimarka	38	20	58
Estonya	1	3	4
Finlandiya	16	13	29
Fransa	384	199	583
Almanya	285	121	406
Yunanistan	36	7	43
Macaristan	21	4	25
İrlanda	14	24	38
İtalya	259	32	291
Letonya	-	5	5
Litvanya	-	-	-
Lüksemburg	-	1	1
Malta	-	-	-
Polonya	136	45	181
Portekiz	60	10	70
Romanya	22	2	24
Slovakya	13	3	16
Slovenya	4	2	6
İspanya	292	40	332
İsveç	20	17	37
Hollanda	94	31	125
Birleşik Krallık	287	56	343
AB-28	2134	678	2812
Not: “-” = veri mevcut değil.			
Kaynak: [177, COM 2016] [2, IED Forum 2018]			

Sektör, Avrupa genelinde, çok sanayileşmiş bölgelerin yanı sıra kırsal kesimlerde yayılmıştır. Geleneksel olarak, endüstriyel üretim, özel üretim tekniğinin fiili gereksinimleriyle beraber birincil üretim, iklim ve toprak ve su kaynakları gibi doğal kaynaklarla yakından ilgili olmuştur. Bunlar, belirli endüstriyel üretiminin yapısı ve coğrafi konumunu büyük ölçüde etkilemektedir. Bu tür bağımlılık azalsa da birçok sektörde geçerliliğini sürdürmektedir. Örneğin, bazı sektörler özel bölgelerde yoğunlaşmaya devam etmektedir, örneğin balık işleme genellikle denize doğrudan erişimi olan ve balıkçılık geleneğine sahip ülke veya bölgelerde bulunmakta ve zeytinyağı esas olarak, Endülüs ve İspanya başta olmak üzere Akdeniz ülkelerinde üretilmektedir. Şeker üretimi/rafinasyonu, tahıl öğütme ve süt ürünleri sanayileri gibi diğer faaliyetler, tüm ülkelerde bulunmaktadır. Bazı FDM üretim faaliyetleri, doğal kaynaklarla ilgili olarak, özel gereksinimlere, örneğin büyük miktarlarda arıtılan atıksuyun tahliyesi için alıcı su ortamı ihtiyacı, sahiptir. Bu nedenle, şeker ve nişasta üretim tesisleri, yağlı tohum tesisleri ve yağ rafinerileri, sebze-meyve muhafaza tesisleri normalde suya yakın kurulmaktadır.

1.3 Ticaret

Birçok şirket için ürünlerini Avrupa dışına ihraç etmek, işlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. 2013'ün ilk yarısında, AB-28 FDM sektörü ihracatı, 42 400 milyon avro olarak gerçekleşmiştir. Bu, 2012 rakamlarına göre %4 artışı göstermektedir.

Avrupa FDM ürünleri için ana ihracat pazarı, ABD'dir. Ayrıca, Çin, Japon, İsviçre ve Rus pazarları önemlidir. 2014'te finansal bakımdan AB-28 FDM ürünlerinin en büyük ihracat pazarları Tablo 1.4'te verilmektedir. AB-28'in ithalat yaptığı en büyük pazarlar ise Tablo 1.5'te verilmektedir

Tablo 1.4 2014 AB-28 FDM ürünleri en büyük ihracat pazarları

İhracat pazarı	milyon avro
ABD	14 566
Rusya	6 335
Çin	5 583
İsviçre	5 304
Japonya	4 607
Hong Kong	3 662
Norveç	3 146
Kanada	2 592
Avustralya	2 348
Suudi Arabistan	2 219
<i>Kaynak: [176, Eurostat 2016]</i>	

Tablo 1.5 2014 AB dışı FDM ürünleri en büyük ithalat pazarları

İthalat pazarı	milyon avro
Brezilya	6 706
ABD	4 853
Arjantin	4 341
İsviçre	4 137
Çin	3 655
Hindistan	3 647
Tayland	2 549
Türkiye	2 505
Norveç	1 989
Malezya	1 765
<i>Kaynak: [176, Eurostat 2016]</i>	

2014'teki FDM sektöründeki en büyük münferit ihracat sektörleri, Tablo 1.6'da verilmektedir.

Tablo 1.6 2014 AB-28 sektörler itibariyle ihracat

Sektör	milyon avro
İçecekler:	25 706
damıtık alkollü içkiler şarap	10 176
maden suyu ve alkolsüz içecekler	8 867
	2 761
Çikolata ve şekerleme	5 235
İşlenmiş çay ve kahve	2 111
Et ürünleri	11 249
Süt ürünleri	9 488
Sebze-meyve ürünleri	4 981
Yağlar ve katıyağlar	4 538
Hazır hayvan yemleri	2 883
Fırın ve unlu mamuller	3 498
Balık ve su ürünleri	3 419
Tahıl öğütme ürünleri ve nişasta ürünleri	2 828
Kaynak: [176, Eurostat 2016]	

Birleşmiş Milletler, dünya nüfusunun 2050'de 9 milyara ulaşacağı ve %70 daha fazla gıda üretimi gerektireceğini öngörmektedir. Bu, kaçınılmaz olarak gıda, içecek ve süt ürünleri ve üretimi talebinde artışa yol açacaktır. Avrupa gıda ve içecek sanayisi, rekabetçi fiyatlarda hammaddelere erişim sağlama ve küresel gıda güvenliği zemininde besleyici gıdaların temini olmak üzere çifte zorlukla karşı karşıyadır.

1.4 Piyasa güçleri: talep, dağıtım ve rekabet

1.4.1 Talep

AB-28 genelinde, sürekli artan sayıda sosyal ve ekonomik faktör FDM tüketim dağılımlarını etkileyerek, tüketim ve satın almada bazı çeşitlenmeleri beraberinde getirmektedir. Yaşam tarzlarındaki artan homojenlik, daha çok sayıda çeşitli ürün için tüketim ve satın alma paternlerine yansımaktadır. Avrupa gıda ve içecek sanayisi, geniş yelpazede gıda ürünleri sunarak, değişen tüketici taleplerine sürekli yanıt vermektedir. Hatta FDM ürünleri, ulusal veya bölgesel geleneklerle bağlantılı kültürel özgüllük unsurlarını korumaya devam etmektedir. Dolayısıyla, tüketiciler AB-28 genelinde aynı kalem ve kalitede ürünleri satın alabilmeyi isterken, aynı zamanda kendi gelenek veya kültürleriyle bağlantılı farklı ürün seçeneği/seçimini talep etmektedir. Bu, ulusal, bölgesel hatta daha yerel seviyeye yansıyabilmekte ayrıca, yılboyu değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, yem sanayisinde bu, sığır yetiştiricilerinin, karlılık ve kaynak verimliliğini temin ederken hayvansal ürünlerin kalitesiyle ilgili gereklilikleri karşılamalarını sağlayacak çeşitli yem spesifikasyonları üzerinden yem formülünü etkilemektedir. Gıda ve yem ürünleri, belirli teknolojileri gerektiren farklı kalite spesifikasyonlarına (örneğin tat, renk, doku ile ilgili) sahip olabilmektedir.

1.4.2 Dağıtım

Kolaylaştırıcı teknolojiler, lojistik ve dağıtım kanallarındaki iyileştirmeler ve kaynak tasarrufu uygulamaları gibi maliyet kontrol faaliyetleri hayata geçirilmiştir. Genelde, çoğu FDM ürününde eğilim, ülkeler arasında önemli farklılıklar bulunsa da büyük perakende zincirlerine dağıtım yönündedir.

1.4.3 Rekabet

Çoğu ülkede büyük parçalı yapı sürse de şirketlerin büyüklüğü ve karşılık gelen ekonomik kuvveti, perakendecilerin artan pazarlık gücünün dengelenmesi ve üretim miktarları bakımından minimum kritik kütlenin elde edilmesinde çok önemli olmaktadır.

1.5 FDM işleminde gıda güvenliğinin önemi

FDM sanayisinde mevcut en iyi teknikler belirlenirken, çevresel mülahazaların yanında, dikkate alınması gereken başka yasal gereklilikler ve yasaklar bulunmaktadır. Örneğin, gıda güvenliğiyle ilgili özel gereklilikler vardır ve bunlar zaman zaman güncellenmektedir. Büyüklükleri, coğrafi konumları veya üretim prosesindeki yerlerine bakılmaksızın tüm FDM üretim tesisleri gerekli gıda güvenliği standartlarına uymak zorundadır.

Sorumlulukları bulunan işletmecilerin tümünün yakın işbirliği içinde hareket etmesi halinde, gerekli standartlara daha kolay ulaşılabilir. FDM sanayisi, iyileştirilmiş gıda güvenliği sistemleri, sağlam izlenebilirlik sistemleri, kriz yönetimi, risk tanımlaması ve iletişim olmak üzere günlük gıda güvenliğini temin edebilecek beş ana alan belirlemiştir. Özellikle kriz yönetimi, risk tanımlaması ve iletişimle ilgili olarak bu ilkelerin uygulanması, çevre koruması açısından da değerlendirilmelidir. ISO 9001 *Kalite Sistemi - Tasarım/geliştirme, üretim, tesis ve serviste kalite güvence modeli* ve ISO 22000 *Gıda Güvenliği Yönetimi*'nden kalite yönetim sistemlerinin geliştirildiği durumlarda, örneğin bu sistemlere aşına olmak, eşdeğer çevre standartlarıyla ilgili sistemlerin kullanımını kolaylaştırabilmektedir.

Gıda güvenliği yasaları, çevresel mülahazalar üzerinde etkili olabilmektedir. Örneğin, gıda güvenliği ve hijyen gereklilikleri, sıcak su kullanımını gerekli kılarak, ekipman ve tesis temizliğinde su kullanım gereksinimini etkileyebilmektedir, dolayısıyla enerji mülahazaları da söz konusu olmaktadır. Benzer şekilde, örneğin uzun ömürlü FDM ürünlerinin üretimi ve ambalajlanması sırasında hijyen amacıyla temizlik ve sterilizasyon için kullanılan maddelerle atıksu kontamine olmaktadır. Birçok ülkenin ulusal mevzuatı kapsamında, yemin mikrobiyolojik kontaminasyonunun yönetiminde ısıtma işlemi temel araç, hatta zorunlu olmaktadır. Su, enerji, deterjan ve sterilizatör kullanımı kontrolü dikkate alınarak, hijyen standartlarının sürdürülmesini sağlamak için bu konular değerlendirilmek zorundadır. Hijyen gereklilikleri ve gıda güvenliğinin sürdürülmesinde, enerji tüketimi konusunda önemli bir etkisi olacak bir başka parametre, soğutmadır.

1.6 Gıda, içecek ve süt ürünlerine ilişkin yasal çerçeve

Tüketicinin ve çevrenin korunması ve malların serbest dolaşımı önündeki engellerin kaldırılması, AB FDM mevzuatının ilgilendiği temel konular arasındadır. AB mevzuat çerçevesi, ürün kategorileri genelindeki yatay önlemlerin yanı sıra tarım politikası veya tarımsal para sisteminden kaynaklanan düşey önlemler olarak adlandırılan emtiaya özgü önlemlere dayanmaktadır.

Finansal, çevresel, sağlık ve güvenlik gibi genel mevzuatın yanında, FDM sektörü, çiftliğin kapısında başlayıp yemek tabağında sona eren özel çok ayrıntılı ve kapsamlı bir mevzuatla kontrol edilmektedir. Bu mevzuat aşağıdaki ana alanları kapsamaktadır:

- Gıda ve yem güvenliği (kirleticiler, pestisit kalıntıları, gıda tüketimi amaçlı suyun kalitesi, gıda maddelerinin resmi kontrolü, gıda maddeleriyle temas eden malzemeler),
- Gıda ve yem hijyeni (genel kuralları, hayvan kaynaklı gıda maddeleriyle ilgili sağlık kuralları)
- Gıda ve yem bileşimi (katkı maddeleri, lezzet maddeleri, işlem yardımcı maddeleri, genetiği değiştirilmiş organizmalar),
- Tüketici bilgileri (genel etiketleme kuralları, nicel bileşen beyanı, lot tanımlaması, birim fiyat),
- Gıda ve yem besin değeri, gıda ve yem etiketlemesi,
- Hayvansal yan ürünler,
- İyonlaşma,
- Organik üretim.

1.7 no'lu maddede, bazı seçili çevre mevzuatı belirtilmektedir. Sanayi için, insani tüketim amaçlı su kalitesi hakkında 98/83/EC sayılı Konsey Direktifi gibi diğer çevre mevzuatları da geçerlidir.

1.7 FDM sektörü ve çevre

FDM sektörü genelde, toprak ve su kaynakları başta olmak üzere doğal kaynakların kalitesine bağlıdır, dolayısıyla hammaddelerin yetiştiği çevrenin korunması çok önemlidir. Atıksu kirlilik seviyesi ve sanayi tarafından üretilen atık miktarı, bazı ülke veya bölgelerde önemli bir yük oluşturabilmektedir. Sanayiden kaynaklanan çoğu emisyon biyolojik olarak çözülebilir olsa da, bazı sektörlerde tuz veya tuzlu su gibi kullanılan geleneksel arıtma yöntemlerine dirençli maddeler de mevcuttur.

Bu nedenle, sektör çevre performansını, örneğin malzeme kullanımında, sonuç olarak atık kullanımını en aza indiren maksimizasyona giderek, verimlilik iyileştirmeleriyle başlamıştır. Gıda atıkları, başlıca atık kaynağını ve iklim değişikliğini gereksiz yere etkileyen sera gazı emisyonu kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca, gıda atığa dönüştüğü zaman gıda zinciri boyunca herkes için olumsuz ekonomik sonuçlar bulunmaktadır. Bu nedenle, farklı sanayi girişimleriyle, gıda ve içecek sektöründeki atık gıda miktarını azaltmak amacıyla önemli çalışmalar yapılmıştır. 2013'te, bazı gıda zinciri ortakları, bitkilerin yenmeyen kalıntıları, hayvanların yenmeyen kısımları ve yan ürünlerinin gıda ve yemde kullanımını en yüksek seviyeye çıkarmayı hedefleyen "Her Kırıntı Önemlidir" Ortak Bildirgeleri'ni yayınlayarak gıda atığı sorununu çözmeye yönelik ortak çaba başlatmıştır [178, Every Crumb Counts 2015].

FDM sanayisinde ağırlık, proaktif çevre yönetim sistemleri, doğal kaynakların korunması ve atık en aza indirme tekniklerinin performansına verilmektedir. Sürdürülebilirliği sağlamak için, hammadde temini, gıda işleme, taşıma, dağıtım, hazırlama, ambalajlama ve bertarafın etkileri dikkate alınmalı ve kontrol edilmelidir. Hem birincil üretim hem işleme, yasal gerekliliklere uygun olarak, güvenilir su temini ve yeterli su kalitesine son derece bağlıdır.

FDM sektörü, ambalaj atığı üretimini engelleyerek ve yeniden kullanım ve geri dönüşüm ayrıca, ambalaj atığı geri kazanımı yoluyla, ambalaj ve ambalaj atıkları hakkında 94/62/EC sayılı Direktif'in [120, EC 1994] gerekliliklerini yerine getirmektedir. Gıda ve içecek ürünlerinin sıkı hijyen standartlarına uyum ve bu ürünlerin üretimden tüketime kadar, gıda atıklarının önlenmesi ve azaltılmasına da yardımcı olan ürün kalitesinin korunmasında ambalaj çok önemlidir. Ayrıca, ambalaj, bir pazarlama ve satış aracıdır ve bileşenler, besin değeri, pişirme talimatları ve saklama bilgileri gibi bilgileri vermektedir.

Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi'nin Ek I'inde, ambalajın bileşimi ve yeniden kullanılabilir ve geri kazanılabilir (ayrıca, geri dönüştürülebilir) niteliği ile ilgili zorunlu gereklilikler ortaya konulmaktadır. Bu zorunlu gereklilikler, bunlarla ilişkili CEN standartlarıyla birlikte, ambalajla ilgili yasal olarak bağlayıcı AB tasarım gereklilikleridir. Ambalaj tasarımı ile ilgili hazırlanan CEN standartları aşağıda sayılmaktadır:

- EN 13427: Ambalaj ve ambalaj atığı alanında standartların kullanımı için şartlar.
- EN 13428: Üretim ve kompozisyona özgü şartlar - kaynak azaltma ile önleme.
- EN 13429: Yeniden kullanım.
- EN 13430: Malzeme geri dönüşümü ile geri kazanılabilen ambalaj için şartlar.
- EN 13431: Düşük kalorili olanlar dahil enerji halinde geri kazanılabilen ambalaj özellikleri.
- EN 13432: Biyolojik parçalanma ve kompostlama ile geri kazanılabilir ambalaj özellikleri.

Bu standartlar, yeniliği özendirmek için gereken esnekliği sunmakta ve ambalajın tüketici ihtiyaçlarına uyarlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca, şirketlerin bünyesindeki çevre ve kalite yönetim sistemlerine dahil edilebilmektedir.

Birçok FDM şirketi, bir çevre yönetim sistemi (ÇYS) uygulamıştır ve bazıları ISO 14001 veya AB Eko Yönetim ve Denetim Planı (EMAS) onaylıdır veya onay aşamasındadır. FDM sektörü, en fazla EMAS kayıtlı kuruluşun bulunduğu sanayi sektörlerinden biridir [107, COM 2017], [179, COM 2015] (daha fazla bilgi için bakınız 2.3.1.1 no'lu madde).

1.7.1 Temel çevre konuları

Çeşitli bir sanayi sektörünün parçası olarak, farklı FDM sektörleri, farklı çevre konuları ve güçlükleri içermektedir. Aşağıdaki bölümlerde FDM sektörü genelindeki etkiler verilse de sonraki bölümlerde, ilgili tüketim, emisyonlar ve müteakiben MET sonuçları bakımından bu farklılıklar yansıtılmaktadır.

Su tüketimi, FDM sektörü için temel çevre konularından biridir. Esasında bir bileşen olarak kullanılmayan su, atıksu akımında ortaya çıkmakta veya buhara dönüşerek havaya verilmektedir. Genelde, artırılmayan FDM atıksuyu yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) içeriğine sahiptir. Emisyon seviyeleri, evsel atıksudan 10 - 500 kat büyük olabilmektedir. Toplam askıda katı madde (TAKM) konsantrasyonu, önemsiz miktarlardan 100 g/l üzerine çıkan miktarlara kadar değişmektedir. Et, balık, süt ürünleri ve bitkisel yağ üretimi gibi sektörlerden kaynaklanan artırılmamış atıksu, yüksek katıyağ, yağ ve gres (FOG) konsantrasyonları içermektedir. FDM sanayisinden kaynaklanan atıksu, çoğu durumda, biyobozunabilir, bu nedenle, evsel atıksular veya diğer sanayi sektörlerinden (örneğin denitrifikasyon veya biyolojik fosfor giderimi için karbon kaynağı) kaynaklanan atıksularla birlikte arıtılabilmektedir.

FDM sektörü, AB-28'deki endüstriyel son enerji tüketiminin yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır [106, COM 2016]. Bu nedenle, enerji tüketimi, bir başka temel çevre konusunu oluşturmaktadır.

FDM proseslerinden kaynaklanan ana hava kirleticiler, tozlar ile uçucu organik bileşiklerdir (VOC). Ayrıca, ilgili miktarda, halojen içeren soğutucuların salımı gerçekleştirilebilmektedir.

Tablo 1.7'de, veri toplanan 13 FDM sektöründeki FDM MET-REF gözden geçirme açılış toplantısında üzerinde anlaşmaya varılan temel çevre konularını özetlenmektedir.

16. Bölüm'de tanımlanan diğer sektörler için, açılış toplantısında kararlaştırıldığı üzere yalnızca genel bilgiler toplanmıştır. Bu sektörler FDM MET-REF kapsamında çoğunlukla Avrupa'da çok sınırlı sayıda tesise sahiptir.

Tablo 1.7 FDM MET-REF gözden geçirme açılış toplantısında üzerinde anlaşmaya varılan havaya ve suya verilen emisyonlara ilişkin temel çevre konuları

Veri toplama sektörleri	Temel çevre konuları		
	Suya verilen emisyonlar (doğrudan deşarj, dolaylı deşarj, araziye yayma)		Havaya verilen emisyonlar
	Genel parametreler	Ek parametreler	
Hayvan yemi	TOK, KOİ, TAKM, TN, TP	—	Toplam toz
Bira üretimi		—	Toplam toz
Süt ürünleri		Klorür (Cl ⁻)	Toplam toz
Etanol üretimi		—	—
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme		Klorür (Cl ⁻)	TVOC (Toplam Uçucu Organik Bileşikler)
Sebze-meyve		—	—
Tahıl öğütme		—	Toplam toz
Et işleme		—	TVOC
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu		—	Toplam toz, TVOC, hekzan
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		—	Toplam toz, TVOC
Konsantreden üretilen alkolsüz içecekler ve nektar/usare		—	—
Nişasta üretimi		—	Toplam toz
Şeker üretimi		—	Toplam toz TVOC, NO _x , SO ₂ , CO
Not: UD = Uygun değil. Kaynak [235, COM 2015]			

Ayrıca, açılış toplantısında, teknik çalışma grubu (TÇG), BOİ ve suya verilen NH₄-N emisyonlarıyla ilgili verilerin toplanmasına karar vermiştir. Bu parametreler, atıksu arıtma tesisinin (AAT) azaltım verimliliğinin değerlendirilmesinde yararlı olmaktadır.

Ana katı atık kaynaklarını, dökülme, kaçaklar, taşkınlar, hatalar/ geri beslemeler ve proseste sonraki aşamaya serbest bir şekilde drene olamayan tutulan malzeme yanında yapısal kayıplar oluşturmaktadır.

2 GIDA, İÇECEK VE SÜT (FDM) SEKTÖRÜNDE KULLANILAN GENEL PROSES VE TEKNİKLER

2.1 FDM sektöründe kullanılan proses ve teknikler

2.1.1 Giriş

FDM sektöründe kullanılan en yaygın işleme teknikleri ve ünite işlemleri, Tablo 2.1’de verilmektedir. Doküman genelinde tekrardan kaçınmak için bu işleme tekniklerinin bazıları, bu MET-REF’in Ek II’sinde II(19.2 no’lu madde) tanımlanmaktadır.

Tablo 2.1 FDM sektöründe kullanılan en yaygın işleme teknikleri ve ünite işlemleri

Malzeme kabul ve hazırlama
Malzeme taşıma ve depolama
Ayırma/eleme, sınıflandırma, kabuk çıkarma, gövde çıkarma/sap çıkarma, budama
Soyma
Yıkama
Çözme
Boyut küçültme, karıştırma ve şekillendirme
Kesme, dilimleme, doğrama, kıyma, öz çıkarma ve presleme
Karıştırma/harmanlama, homojenizasyon ve konçlama
Öğütme ve ezme
Şekillendirme/kalıplama ve kalıptan çekme
Seperasyon teknikleri
Ekstraksiyon
Deiyonizasyon
İnceltme
Santrifüjleme ve sedimantasyon
Filtrasyon
Membran seperasyon
Kristalleştirme
Nötralizasyon yoluyla serbest yağ asitlerinin giderimi
Ağartma
Akım ayırma yoluyla koku giderme
Renk giderme
Damıtma
Ürün işleme teknolojisi
Islatma
Çözme
Çözünürleştirme/alkalileştirme
Fermentasyon
Koagülasyon
Çimlenme
Tuzlama/kürleme ve salamura yapma
Dumanlama
Sertleştirme
Sülfiteasyon
Karbonatlaştırma
Karbonasyon
Kaplama/püskürtme/kaplama (enrobing)/aglomerasyon/kapsülleme
Olgunlaştırma
Isı ile işleme
Eritme
Blanşe etme
Piştirme ve kaynatma

Fırında pişirme
Rostolama
Kızartma
Temperleme
Pastörizasyon, sterilizasyon ve UHT işlemi
Isı ile yoğunlaştırma
Buharlaştırma (sıvı-sıvı)
Kurutma (sıvı-katı)
Dehidrasyon (katı-katı)
Isı giderimi ile işleme
Soğutma, soğutma (chilling) ve soğuk stabilizasyon
Dondurma
Dondurma-kurutma/liyofilizasyon
Artışlem işlemleri
Paketleme ve doldurma
Koruyucu atmosferde paketleme ve gaz altında depolama
Yardımcı prosesler
Temizlik ve dezenfeksiyon
Enerji üretimi ve tüketimi
Su arıtma
Vakum üretimi
Dondurma
Basınçlı hava üretimi
Kaynak: [1, CIAA 2002]

FDM sektöründe kullanılan hammaddeler, mevsimden mevsime ve yıldan yıla değişiklik gösterebilen doğal ürünlerdir. Bu nedenle, üretim proseslerinin, hammaddelerin özelliklerindeki değişiklikleri kapsayacak şekilde uyarlanması gerekebilmektedir.

Bir hammaddenin bir ürüne dönüştürülmesi normalde, bir üretim hattında birbiriyle bağlantılı muhtelif işleme tekniklerinin uygulanmasını içermektedir,

FDM sektöründe uygulanan her prosesin ayrıntılı tanımının sunulması, bu dokümanın kapsamı dışındadır.

2.1.2 Enerji tüketimi

FDM imalatı, prosesin neredeyse her adımında elektrik enerjisi ile termal enerjiyi gerektirmektedir. Elektriğe, aydınlatma, tesisin proses kontrolü, ısıtma, dondurma için ve makinelerin tahrik gücü olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrik genellikle, elektrik şirketleri tarafından üretilmekte ve temin edilmektedir. Buhar ve elektrik sahada üretildiğinde, verimlilik faktörü oldukça yüksek olabilmektedir.

Isıtma prosesi hatları ve binalar için termal enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Fosil yakıtların yakılmasıyla üretilen ısı, gereksinime bağlı olarak, buhar, sıcak su, hava veya termal yağ olabilen ısı transfer ortamlarıyla tüketicilere aktarılmaktadır.

Temel kazan/jeneratör tasarımı genellikle, yakıtın yakıldığı bir yanma odasından oluşmaktadır. Başlangıçta ısı radyasyonla aktarılmakta, bunu konveksiyonla ısı transferi için borulu ısı eşanjörü izlemektedir. Sıcak gaz ve ısı transfer ortamları, özel tasarımı bir ısı değişim sistemiyle birbirinden ayrılmaktadır. Isı jeneratörlerinin termal verimlilikleri çok büyük ölçüde uygulama ve yakıt türüne bağlı olmaktadır. En küçük kalorifik değer temelinde hesaplanan verimlilikler, %75 - 90 arasındadır. Bazı ürünler, açık alevler ile doğrudan radyasyon yoluyla veya doğrudan ısıtılmış proses havası ile konveksiyon yoluyla ısıtılmaktadır. Özellikle, doğal gaz veya ekstra hafif fuel oil yakıldığında bu durum söz konusudur.

Yerinde kombine ısı ve güç üretimi (CHP), ısı ve güç yüklerinin dengelendiği FDM imalat prosesleri için değerli bir alternatiftir. FDM sektöründe, aşağıdaki kojenerasyon kavramları kullanılmaktadır: yüksek basınçlı buhar kazanları/buhar türbini, gaz türbinleri veya gaz motorları ya da buhar veya sıcak su üretimi için atık ısı geri kazanımlı dizel jeneratörler. CHP sistemlerinin genel yakıt kullanım faktörü %70'i aşmaktadır ve genelde yaklaşık %85'tir. Diğer kurutma amaçlarıyla, buhar kazanı gibi bir atık ısı geri kazanım sisteminden egzoz gazları kullanıldığında enerji verimliliği %90 veya %95'e çıkabilmektedir. Bir kurutucu, kurutulacak ürün (örneğin şeker pancarı pulpu, yeşil yem, nişasta) ile doğrudan temas için bir yakma tesisinden gelen sıcak gazları kullanmaktadır. Ürünü (örneğin et, balık) dumanlamak ve/veya pişirmek için sıcak gazı kullanan dumanlama fırını benzer bir prensibi kullanmaktadır.

Yakıt dönüştürüm verimliliği, herhangi bir tasarımdaki ticari elektrik santralinin, hatta %55 dönüştürüm verimliliğine ulaşabilen son nesil kombine çevrim gaz türbinlerinin dönüştürüm verimliliğinin çok üzerine çıkmaktadır. Bazı zamanlar, fazla elektrik diğer kullanıcılara satılabilmektedir. Doğal gaz ve fuel oil, en erişilebilir yakıtlardır. Bununla beraber, birkaç tesis kömür veya proses atıkları gibi katı yakıt yakmaya devam etmektedir. Proses atıkları kullanımı, erişilebilir ve rekabetçi bir enerji kaynağı olabilmektedir. Ayrıca, tesis dışı atık bertarafının maliyetinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

FDM sanayisindeki, fosil yakıtların artan maliyeti ve azalan elde edilebilirliğiyle birleşen yüksek enerji kullanımı, alternatif, uzun süreli enerji kaynaklarının araştırılması gerektiğini ifade etmektedir. Gıda sanayisinin elektrik üretim miktarı düşüktür, bu durum bu sanayinin tüketimi ile üretimi arasında, bir dereceye kadar atıklardan uygun yenilenebilir enerji geri kazanımı ile doldurulabilen büyük bir boşluk bulunduğunu göstermektedir. Kullanılabilir hammaddelelerin niteliği dikkate alındığında, FDM sanayisi için en uygun teknoloji, biyobozunur maddenin biyogaz elde etmek için oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından parçalandığı bir proses olan anaerobik çürütme olarak durmaktadır (bakınız 2.3.5.1 no'lu madde) [131, Hall ve ark. 2012].

FDM sektöründe, enerji tüketimini azaltmak amacıyla çok sayıda yaygın teknik kullanılmaktadır. Bunlar aşağıda özetlenmektedir. Bu tekniklerin çoğu Enerji Verimliliği (ENE) MET-REF'te ayrıntılı olarak tanımlanmaktadır [132, COM 2009].

Ayrıca, Carbon Trust girişimi, gıda ve içecek sanayisinde enerji tasarrufu için basit ve doğrudan fırsatları hayata geçirmektedir [22, Carbon Trust 2012].

2.1.2.1 Genel işleme teknikleri

2.1.2.1.1 Kombine ısı ve güç üretimi

Kojenerasyon olarak da bilinen kombine ısı ve güç (CHP) üretimi, ısı ve elektrik üretiminin tek bir proseste gerçekleştirildiği bir tekniktir. Tesisçi kombine ısı ve güç üretimi (CHP), ısı ve güç yüklerinin dengelendiği gıda imalatı proseslerinde kullanılabilmektedir. Örneğin, şeker üretimi, prosesin neredeyse her adımında elektrik enerjisi ile termal enerjiyi gerektirmektedir. Elektriğe, aydınlatma, tesisin proses kontrolü ve makinelerin tahrik gücü olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Buhar ve sıcak suya ise, proses kapları ve binaların ısıtılması için ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, süt ürünlerinin büyüklüğü arttıkça, buharlaştırma/kurutma adımları için ihtiyaç duyulan termal enerji ve elektrik enerjisinin miktarı artmakta bu, CHP'yi uygulanabilir bir alternatif haline getirmektedir.

2.1.2.1.2 Isı geri kazanımı için ısı pompaları

Bir ısı pompasının çalışma prensibi, elektrik enerjisinin yardımıyla ısısının düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa aktarılmasına dayanır. Örneğin, sıcak soğutma suyundan ısı geri kazanımı. Soğutma suyu, soğutulur ve ısı, bir başka su akımını ısıtmak için kullanılabilir.

Genellikle, ısı pompaları yalnızca, tesis enerji geri kazanımının tam optimizasyonu sağlandığında ve geriye yalnızca düşük nitelikli ısı kaldığında iyi bir çözümdür [203, FEFAC 2015].

2.1.2.1.3 Doğal mıknatıslı senkron motor kullanımı

Doğal mıknatıslı senkron (PMAC) motorda, rotorun kendisi, rotor laminasyon gövdesinde yüzeye monteli veya rotor laminasyonları içine gömülü doğal mıknatıs malzemesi içermektedir. Elektrik enerjisi, stator sargıları ile sağlanmaktadır. PMAC motorları, rotor iletken kayıplarının ortadan kaldırılması, düşük dirençli sargı ve daha düz verimlilik eğrisinden dolayı daha etkindir. Senkron çalışmaları nedeniyle, PMAC motorları daha doğru hız kontrolü sunmaktadır. PMAC motorları, endüksiyon makinelerine göre daha yüksek mıknatıssal akıdan dolayı daha yüksek güç yoğunluğu sağlamaktadır. Son olarak, PMAC motorları genellikle daha düşük sıcaklıklarda çalışmakta bu durum, bu motorların hizmet ömrünü uzatmaktadır [193, TWG 2015].

2.1.2.1.4 Elektrik enerjisi kaynağı

Kamu elektrik enerjisi, gerilim ve akımın, 120 ° aralıklarla üç fazda 50 Hz'de (Avrupa) sinüs dalgası döngüleriyle değiştiği yüksek gerilim şebekeleri ile sağlanmaktadır. Gerilim, iletim sırasında akım kayıplarını en aza indirmek için yüksektir. Kullanılan ekipmana bağlı olarak, tesis girişinde veya belirli bir ekipmanın yakınında gerilim, sanayi kullanımı için genellikle 440 V, ofis kullanımı için 240 V, vb. indirilmektedir.

Çeşitli faktörler, teslim sistemlerindeki direnç dahil enerji teslim ve kullanımını ve bazı ekipman ve kullanımların besleme üzerindeki etkilerini etkilemektedir. Güç sistemlerinde, kararlı gerilimler ve bozulmamış dalga formları istenir.

Örneğin, yükleme noktasına bir kapasitör tesis ederek güç faktörü düzeltilirse bu, güç besleme şirketindeki reaktif güç çekişini tamamen veya kısmen ortadan kaldırır.

Ayrıca, doğrusal olmayan yüklere sahip belli elektrikli ekipmanlar, beslemede harmoniklere (sinüs dalgasında ek bozulmalar) yol açmaktadır. Redresörler, bazı elektrik aydınlatma şekilleri, elektrikli ark fırınları, kaynak ekipmanı, anahtarlamalı güç kaynakları, bilgisayarlar, vb., doğrusal olmayan yüklere örnektir [132, COM 2009].

2.1.2.2 Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler

FDM sektöründe uygulanan tipik soğutma prosesleri, Tablo 2.2'de sunulmaktadır. Soğutma maddeleri ve soğutucuların seçiminin, (EC) 1005/2009 sayılı Tüzük [118, COM 2009] ile (EU) 517/2014 sayılı Tüzük'ten etkilendiği göz önünde bulundurulmalıdır [137, EC 2014].

Tablo 2.2 FDM sektöründeki tipik soğutma prosesleri

Ürünlerin soğutulması	Kısa tanım/ uygulama örnekleri
Hava ile soğutma	
Basıncılı havayla soğutma, kesikli (batch) soğutma	Özel soğutma odaları veya dolaplarda kesikli soğutma. Paketlenmemiş veya paketli ürünlerin soğutulması.
Spiral soğutma	Özel ekipmanda sürekli soğutma. Hava hızı yaklaşık 6 m/sn. Paketlenmemiş veya paketli ürünlerin soğutulması.
Çarpmalı soğutma	Özel ekipmanda sürekli soğutma. Hava hızı yaklaşık 20 - 30 m/sn. Esas olarak, paketlenmemiş ürünlerin soğutulması.
Su ile soğutma	
Su püskürtme	Suyun doğrudan ürüne püskürtülmesi. Paketlenmemiş veya paketli ürünlerin soğutulması.
Suya daldırma (döndürmeli soğutucu)	Ürünlerin, soğutulmuş suya daldırılması, örneğin döndürmeli soğutucu. Paketlenmemiş veya paketli ürünlerin soğutulması.
Tuzlu suda soğutma (süper soğutma)	Ürünlerin, -3 °C'de tuzlu su süper soğutma ortamına daldırılması. Paketlenmiş ürünlerin soğutulması.
Buz, taneli buz	İdeal ürün sıcaklığına ulaşmak için proses sırasında ürüne taneli buz eklenmesi.
Hava ve su ile soğutma	
Buharlaştırılmalı soğutma	Hem ortam sıcaklığı hem suyun buharlaştırılması için kullanılan ısıdan yararlanmak için sırasıyla su püskürtme ve hava eklenmesi. Paketlenmemiş ve paketli ürünlerin soğutulması.
Kriyojenik gazlar ile soğutma	
Sıvı CO ₂	Sürekli veya kesikli proses Ürünler dilimlenmeden önce kabuğun dondurulması. Paketlenmemiş ürünlerin dondurulması.
CO ₂ topakları	Ürüne CO ₂ topakları eklenmesi. Ürünlerin artsoğutulması.
Kaynak: [220, Clitavi-Avec 2016]	

Tablo 2.3'te, FDM sektöründe uygulanan tipik dondurma prosesleri sunulmaktadır. Dondurma işlemi ile ilgili daha fazla bilgi almak için 19.2.6.1 no'lu maddeye bakınız.

Tablo 2.3 FDM sektöründeki tipik dondurma prosesleri

Ürünlerin dondurulması	Kısa tanım/ uygulama örnekleri
Hava ile dondurma	
Basıncılı hava ile dondurma	Kabinlerde kesikli dondurma. Paketli ürünler.
Spiral dondurma	Sürekli dondurma Sistemi. Hava hızı yaklaşık 3 - 6 m/sn. Paketlenmemiş veya paketli ürünlerin dondurulması.
Çarpmalı dondurma	Sürekli dondurma Sistemi. Hava hızı yaklaşık 20 - 30 m/sn. Paketlenmemiş ürünlerin dondurulması.
Temas ile dondurma, plakalı dondurma	
Plakalı dondurma	Kesikli dondurma. Ürün ile evaporatör arasında doğrudan temas. Paketli veya paketlenmemiş ürünlerin dondurulması.
Kriyojenik gazlar ile dondurma	
Sıvı CO ₂	Sürekli veya kesikli proses Ürünler dilimlenmeden önce kabuğun dondurulması. Paketlenmemiş ürünlerin dondurulması.
Kaynak: [220, Clitavi-Avec 2016]	

Genel dondurma teknikleri hakkında daha fazla bilgi, Endüstriyel Soğutma Sistemleri (ICS) MET-REF'te verilmektedir [162, COM 2001].

Soğutma ve dondurmada büyük enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Evaporatör sıcaklığı, taşıyıcı bant hızı ve dondurma tünelineki üfleme gücü gibi çalışma parametrelerinin doğru ayarlanmasıyla tasarruf sağlanabilmektedir. Bunlar, işlenen ürüne ve ürün geçiş hızına bağlıdır. Dondurma tünelineki elektrikli sistemlerin enerji tüketimi, üfleme cihazları, distribütörlü konveyör üzerinde frekans dönüştürücüler kullanılarak ve yüksek verim düşük enerjili aydınlatma tesis edilerek minimumda tutulabilmektedir.

2.1.2.2.1 Soğutma sistemlerinden ısı geri kazanımı

Soğutma ekipmanı ve kompresörlerden ısı geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir. Bu, sıcak su için ısı eşanjörleri ve depolama tanklarının kullanımını içermektedir. Soğutma ekipmanına bağlı olarak, 50–60 °C sıcaklıklar elde edilebilmektedir.

2.1.2.2.2 Fanların tahriki için yüksek verimli motorların kullanımı

Dondurma tüneline, fanların tahriki için kullanılan motorlar kurulmaktadır. Bu nedenle, motorlara beslenen elektrik enerjisinin, dondurucu ünite tarafından yayılması gerekmektedir. Fanların tahriki için yüksek verimliliğe sahip motorların kullanılmasıyla, örneğin fanların düşük tüketimi gibi yalnızca doğrudan elektrik tasarrufu değil aynı zamanda, örneğin dondurma ünitesi üzerinde daha az soğutma yükü ile dolaylı tasarruf sağlanmaktadır.

2.1.2.2.3 Dinamik soğutmalı yoğuşma kontrolü

Dinamik soğutmalı yoğuşma kontrolü, yoğuşma basıncı optimizasyonu için programlanabilir mantık denetimi temelli telif hakkı sistemidir. Dış sıcaklık, atmosferik basınç ve nemi izleyerek, sistem en iyi NH₃ (veya kullanılan diğer soğutma gazı) yoğuşma basıncı değerini belirlemektedir. Sonuç olarak, NH₃ tesisi, sürekli 11 bar'da çalışmaktan ziyade 8.5 bar - 11 bar arasında çalışarak, kompresör enerjisi tasarrufu sağlamaktadır.

Bu proses uygulanarak, elektrik enerjisi kullanımı %50 oranında azaltılabilmektedir [193, TWG 2015].

2.1.2.3 Basınçlı hava sistemleri ile ilgili teknikler

2.1.2.3.1 Hava giriş sıcaklığının optimizasyonu

Kompresörler, soğuk havayı kullanarak daha verimli çalışmaktadır. Bu genellikle, havanın bina dışından alınması sağlanarak gerçekleştirilmektedir. Bu, kompresörler tam yükte iken 35 °C'yi geçmemesi gereken kurutucu giriş sıcaklığı ölçülerek kontrol edilebilmektedir. Kurutucu odasının sıcaklığı, dış ortam sıcaklığının 5 °C dahilinde olmalıdır. Oda sıcaklığının çok yüksek olması halinde, kompresör performansı düşmektedir [39, Environment Agency of England and Wales 2001].

2.1.3 Su tüketimi

FDM sektörünün büyük bölümü, önemli miktarda kaliteli su olmadan çalışmamaktadır. FDM sektöründe, hijyen ve gıda güvenliği standartları sürdürülmek zorundadır. Genellikle, su kullanımının kontrolü ve su tüketiminin ve kontaminasyonunun azaltılmasına yönelik sistematik bir yaklaşım uygulanmaktadır.

Her su uygulaması kendi özel kalitesini gerektirmektedir. FDM sektöründe, kalite gereksinimleri, su ile gıda ürünü arasında temasın mümkün olup olmamasına bağlıdır. Ürün ile temas eden su, birkaç istisna dışında, en azından içme suyu standardında olmak zorundadır. Hem kimyasal hem mikrobiyolojik kalite boyutları önemlidir. En kritik yerlerde, bir başka ifadeyle kullanım noktasında, suyun mikrobiyolojik parametrelerinin düzenli kontrolünün yapılması önerilir. Bu normalde, tehlike analizi kritik kontrol noktası sistemi (HACCP) dahilinde gerçekleştirilmektedir. İçme suyu kalite standartları, 98/83/EC sayılı Konsey Direktifi'nde ortaya konulmaktadır [36, EC 1998].

Güvenli kalitede su elde etmek için gereken arıtma, çok büyük ölçüde su kaynağına ve bu kaynağın analizine bağlıdır. Minimum arıtma kavramı, suyun filtrelenmesi, dezenfeksiyonu ve depolanmasını içermektedir ancak, su gereksinimlerine bağlı olarak, demir giderimi, silikat giderimi veya aktif karbon filtrelemesini içerebilmektedir. Arıtılmış içme suyu, depolama tankından pompalanarak, tesis boru şebekesi ile kullanıcılara dağıtılmaktadır.

Belirli gıda prosesleri veya yardımcı faaliyetlerde kullanım için suyun yumuşatılması, alkali giderimi, mineral giderimi veya klorlanması gibi ek işleme ihtiyaç duyulmaktadır. İyon değiştiriciler veya membran filtrasyonu prosesleri, bu amaçla kullanılan en yaygın tekniklerdir.

FDM sektöründe aşağıdaki su kaynakları kullanılmaktadır: içme suyu, yeraltı suyu, yüzeysel su, yağmur suyu, hammadde kaynaklı su ve yeniden kullanılan su.

İçme suyu, su şebekesi ile dağıtılmaktadır. Teslim edilen suyun kalitesinden ve düzenli olarak su kalitesinin kontrolünden tedarikçi sorumludur.

Yeraltı suyunun bileşimi genellikle makul şekilde sabittir ve mikrobiyolojik sayımlar, özellikle derin sondaj kuyularında oldukça düşüktür. Çoğu durumda, yeraltı suyunun proses suyu veya soğutma suyu olarak kullanılabilmesi için çok az arıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok ülkede, yeraltı suyunun çıkarılması için ruhsat gereklidir. Yeraltı suyunun kalitesi, kullanıcı tarafından izlenmektedir. Bazı zamanlar, yetkililer düzenli su kalitesi analizlerinin bildirilmesini istemektedir.

Yüzeysel su, arıtmadan proses suyu olarak kullanılamamaktadır. Mevcut olduğunda bu su genellikle soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Bu kullanım için ruhsat gerekebilir.

Bölgeye bağlı olarak, yağmur suyu, bir su kaynağı olabilmektedir. Bu, depolama havzası gerektirmektedir. Uygun arıtma ve kontrolle, yağmur suyu, açık soğutma sistemlerinde proses suyu olarak kullanılabilir.

FDM sektöründe işlenen bazı hammaddeler, ayrı kullanım için katı bileşenlerden ayrılabilen sıvı su fazı olarak önemli oranda su içermektedir. Bu seperasyon işlemi örneğin, pres, santrifüjleme, buharlaştırma yoluyla veya membran teknikleri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Bunun bazı örnekleri, meyve suyu, patates suyu, şeker pancarı suyu ve süttür. Bu sıvılar çoğunlukla, birincil ürün olarak kullanılmamaları halinde kullanılmaktadır. Bazı zamanlar, ileri arıtma olmadan, örneğin kazan besleme suyu için evaporatörlerin ilk kademelerindeki kondensat, kullanılabilirken, diğer türlü uygun arıtma gerekmektedir.

Yeniden kullanılan su, soğutulmuş su, pompa sızdırmazlık suyu, geri kazanılan kondensat veya son temizlik durulaması, vb.den gelebilir.

2.1.3.1 Su tüketim şekilleri

FDM sektöründe su aşağıdaki amaçlarla kullanılmaktadır:

- Suyun ürün ile temas ettiği veya eklendiği gıda işleme.
- Ekipman ve tesis temizliği.
- Hammadde yıkanması.
- Ürün ile temas etmeyen su, örneğin kazanlar, soğutma devreleri, dondurma, soğutucular, iklimleme ve ısıtma; ürün pastörizasyonu için kullanılan su.
- Ambalaj malzemelerinin temizliği.
- Yangın söndürme.

2.1.3.1.1 Proses suyu

FDM sektöründe, proses suyu, ürünlerin veya ürünler ile doğrudan temas eden diğer maddelerin doğrudan hazırlanması, temizlik ve dezenfeksiyon, su arıtma ekipmanının rejenerasyonu ve çeşitli teknik amaçlarla kullanılmaktadır. Ürün ile temas eden su, birkaç istisna dışında, en azından içme suyu standardında olmak zorundadır. Alkolsüz içecek ve bira üretiminde, genelde içme suyu kalitesini aşan özel kalite özellikleri gereklidir.

Ürünlerin veya ürünler ile doğrudan temas eden diğer maddelerin doğrudan hazırlanması için kullanılan proses suyu kullanım örnekleri şöyledir:

- Pastörize etme cihazları ve evaporatörler gibi sürekli proses hatlarının devreye alınması,
- Üretim sonunda proses ekipmanından ürünün çıkarılması,
- Hammadde ve ürünlerin yıkanması,
- Islak taşıma, örneğin kanalda,
- Bileşenlerin çözülmesi,
- İçecek üretimi,
- Su banyosunda veya püskürtmeli fırınlarda pişirme.

Temizlik ve dezenfeksiyon amaçlarıyla değişen kalitede su kullanılabilir. Bu proseslerin ana adımlarını, su ile ön durulama, temizlik maddeleriyle temizleme, su ile artdurulama ve dezenfeksiyon oluşturmaktadır. Ayrıca suya, ekipman dışı, duvar ve döşemelerin temizliği için ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, gıda ürünü ile temas ihtimal dışıdır, dolayısıyla suyun içme suyu kalitesinde olması gerekmemektedir. Bununla beraber, herhangi bir tehlikeyi önlemek adına genelde içme suyu kalitesinde su kullanılmaktadır.

Demir ve/veya manganez giderimi ve ürünün yumuşatılması ve mineralsizleştirilmesi için, su arıtma ekipmanının rejenerasyonunda büyük miktarlarda proses suyu gerekli olmaktadır. Bu suyun, filtre malzemesinin bakteriyolojik kontaminasyonunu önlemek ve daha sonra suyun arıtılması ihtiyacını ortadan kaldırmak için kaliteli olması gerekmektedir. Ayrıca, ekipmanda hızlı cüruf bağlama ve tufal oluşumunu önlemek için suyun demir içeriği ve sertliğinin düşük olması tercih edilmektedir.

Son olarak, proses suyu aynı zamanda, diğer teknik amaçlarla kullanılmaktadır, örneğin soğutma suyu pompa contaları, sızdırmazlık suyu vakum pompaları ve kapalı devrelerdeki su, sıcak su sistemleri ve ısı değişim sistemleri için kullanılmaktadır. Ayrıca su, depolama alanlarında iklimleme nem kontrolü için ve hammaddelerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Ekipman arızası halinde, gıda ürünü ile temas tehlikesinin bulunması durumunda, suyun içme suyu kalitesinde olması gerekmektedir.

2.1.3.1.2 Soğutma suyu

Soğutma suyu, proses akımları ve ürünlerden ısı giderimi için kullanılan sudur. FDM sektöründe, yaygın olarak kullanılan soğutma sistemleri, soğutma suyu resirkülasyonunu içermeyen açık devre soğutma sistemleri, kapalı sirkülasyonlu soğutma sistemleri, açık sirkülasyonlu soğutma sistemleri veya soğutma kuleleri ve soğutma suyuna doğrudan temas ile soğutmadan oluşmaktadır.

Soğutma suyu gıda ile doğrudan temasta kullanılmaktadır - örneğin meyve ve sebzelerin blanşe edilmesinden sonra ve sterilizasyon sonrası kutuların ve cam şişelerin soğutulması için.

Açık soğutma sistemlerinde, bir başka ifadeyle, soğutma kulelerinde, yalnızca suyun buharlaşması gerçekleşmemekte aynı zamanda suyun küçük bir bölümü püskürtülmektedir. Ayrıca, soğutma kulesinde, *Legionella* bakterisinin üremesi için uygun koşullar bulunmaktadır. Bu, kontamine olması halinde soğutma kuleleri spreynin, muhtemel lejyoner hastalığı kaynağı olabileceği anlamına gelmektedir. Lejyoner hastalığını önlemek için, bu sistemleri çalıştıran şirketler, bu sistemlerin doğru şekilde yönetim, bakım ve işlemini gerektiren düzenlemelere uymak zorundadır [101, Health and Safety Executive 2004]. Diğerleri arasında bu, suyun arıtılması ve sistemin düzenli olarak temizlenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Soğutma sistemleri hava kalitesi konusu, ICS MET-REF kapsamındadır [162, COM 2001].

2.1.3.1.3 Kazan besleme suyu

FDM sektöründe, çalışma basınçları 120 bar'a ulaşan kazanlar kullanılarak buhar üretilmektedir. Buhar türbinleriyle güç üretimi için, yüksek buhar basınçlarına ihtiyaç vardır. Buhar, tank ve boru hatlarının sterilizasyonu için kullanılmaktadır. Bir başka uygulama, doğrudan buhar enjeksiyonuyla UHT işlemidir. Bazı zamanlar, buhar enjeksiyonu, ürünün ısıtılması veya hammaddenin su içeriğinin ayarlanması için kullanılmaktadır. Tüm bu durumlarda, buhar ile gıda ürünü arasında belli seviyede doğrudan temas söz konusudur, suyun içme suyu kalitesinde olması gerekmektedir.

Gereksinimler genellikle kazanın çalışma basıncı ve sıcaklığı ile iletkenliğe bağlı olmaktadır [38, CEOC 1984]. Basınç ve sıcaklık arttıkça, kalite gereksinimi artmaktadır. Bu, kapsamlı su arıtması, bir başka ifadeyle demir giderimi, yumuşatma ve kimyasal koşullandırma, gerektirmektedir. Kazan suyunun kalitesi, kazan besleme suyunun kalitesiyle kontrol edilmektedir. Ayrıca, kazan suyu blöfünün sıklığı, kaliteyi kontrol etmektedir.

Kazan besleme suyunun, kazanda tufal oluşturmaması veya buhar sisteminde korozyona yol açmaması önemlidir. Bu, kazan besleme suyunun çok düşük sertlikte olmak ve havalandırılmak zorunda olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca, dönen kondensat, uygun şekilde arıtılmış katma suyu ile birlikte kazan besleme suyu olarak kullanılabilir.

2.1.3.1.4 Su geri dönüşümü ve yeniden kullanımı

AB Sirküler Ekonomi Eylem Planı doğrultusunda [180, COM 2015], proses suyu ve atıksuyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı ile, FDM sektörünün kaynak verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Arıtılan atıksuyun alternatif su kaynağı olarak potansiyel kullanımı, günümüzde Avrupa stratejilerinde ve ulusal stratejilerde kabul edilmekte ve bu stratejilere oturtulmaktadır.

Su Direktifi'nde geri dönüşüm ve yeniden kullanım kavramları arasında ayrım yapılmaktadır [59, WFD 98/EC 2008]. Yeniden kullanım, atık olmayan (örneğin, proses suyu) ürün veya bileşenlerin, tasarlandıkları amaç için yeniden kullanıldığı herhangi bir işlemi ifade etmektedir. Geri dönüşüm, atık malzemelerin, ister orijinal ister diğer amaçlarla yeniden ürün, malzeme veya maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi ifade etmektedir.

Sonuç olarak, suyun yeniden kullanımı, atıksuya dönüşmeyen suyun yeniden kullanımı olarak görülebilirken, geri dönüşüm, atıksuyun kullanılmasıdır.

Yerel duruma bağlı olarak, bir FDM tesisinde birkaç su akımı türü bulunabilmektedir. Su, kalitesine göre birçok kaynağa ayrılabilir, örneğin:

- İçme suyu.
- Yeniden kullanılan proses (örneğin sütün filtrasyonu, nişasta sütü) suyu,
- İçme suyu kalitesinde olmayan kontamine olmamış su ve yüzeysel su,
- Atıksu arıtma ve atığın anaerobik çürütmesinden geri kazanılan su (örneğin, araziye yayma için).

Tesiste hangi su kaynaklarının yeniden kullanılabilirliği ve/veya geri dönüştürülebileceğine karar verilirken, birçok konunun göz önünde bulundurulması gerekebilir:

- Gıda güvenliği ve hijyenle ilgili yasal gereklilikler.
- Gıda güvenliği, temizlik, vb. ile ilgili müşteri gereksinimleri, vb.
- Ürünle ilgili konular, örneğin tüketicinin ileri hazırlamaya tabi tutmadan kullanacağı ürünler ile tüketicinin yemeden önce hazırlayacağı ürünler arasında ayrım yapılması.
- Su tüketimiyle ilgili tehlikeler. Tesis, ürünlerin kontaminasyon tehlikesini değerlendirmek için suyun hijyen kalitesini izleme olanağını göz önünde bulundurabilecektir. Ürünlerin kontaminasyonu halinde tesis, belli bir su kaynağını yeniden kullanmanın yararları ve dezavantajlarını tartabilecektir.
- Yeniden kullanım/ geri dönüşüm öncesinde suyun arıtılması için enerji ve kimyasal tüketimi gibi, belli bir su kaynağını yeniden kullanmanın sonuçları.
- Muhtemel su kıtlığı.

Su tüketimi konusu incelenirken, dikkate alınması gereken tek konu, miktar olmamaktadır. Gıda sanayisinde kullanılan çoğu su, kullanılmadan önce belli ölçüde arıtma, soğutma ve/veya ısıtma gerektireceğinden, su tüketimi mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Bu aynı zamanda, enerji kullanımını da - örneğin pompalama ve arıtma için - azaltacaktır. Ayrıca, ilgili olduğu durumlarda yerel seviyede hem su kıtlığı hem su fazlalığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ürünlerle ilgili farklı gıda güvenliği ve hijyen gereklilikleri, su tüketimini de etkilemektedir. Buna ek olarak, su kalitesi, belirli bir kullanım, örneğin CIP, için ne kadar su gerektiğini etkileyebilecektir.

Belirli bir tesiste, su tüketimi değerlendirilirken ve suyun yeniden kullanımı ve geri dönüşümü göz önünde bulundurulurken, yukarıda belirtilen konuların tümü dikkate alınmalıdır [184, EDA 2016].

2.1.3.2 Temizlik ve dezenfeksiyon

İşleme ekipmanı ve üretim tesisleri, yasal hijyen gerekliliklerini yerine getirmek için periyodik olarak temizlenmekte ve dezenfekte edilmektedir. Bu işlemlerin sıklığı, ürün ve proseslere bağlı olarak büyük ölçüde değişebilmektedir. Temizlik ve dezenfeksiyonun amacı, ürün kalıntılarını, diğer kirleticileri ve mikroorganizmaları gidermektir.

Temizlik işlemine başlamadan önce, ekipman mümkün olduğunca boşaltılmaktadır. Temizlik ve dezenfeksiyon, çeşitli yollarla gerçekleştirilebilmektedir. Geleneksel olarak, manüel olarak yapılmaktadır. Yerinde temizlik (CIP), yerinde yıkama ve dışarıda temizleme, tamamı farklı temizlik biçimleri için kullanılan ifadelerdir. Temizlik maddeleri, torba, toz temizlik maddesi veya fiçı ya da dökme yük tankerleri gibi çeşitli şekillerde teslim edilmektedir. Birçok temizlik maddesi potansiyel olarak operatörün sağlık ve güvenliği için tehlikelidir ve depolama, taşıma, kullanım ve bertaraf sırasında tehlikeyi en aza indirmek için sistemler sağlanabilmektedir.

CIP özellikle, ister sabit ister küçük hareketli işleme üniteleri olsun kapalı proses ekipmanı ve tanklarda kullanılmaktadır. Temizlik çözeltisi, ekipmanın içinden pompalanarak püskürtücülerle kaplar, tanklar ve reaktörlere dağıtılmaktadır. Temizlik programı çoğunlukla otomatik olarak çalışmakta ve temizlik programında aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır: suyla ön durulama, temizlik çözeltisiyle sirkülasyon, ara durulama, dezenfeksiyon, suyla son durulama.

Otomatik CIP sistemlerinde, son durulama suyu genelde ön durulama için yeniden kullanılmakta veya proseste geri dönüştürülebilmekte/yeniden kullanılabilir. CIP’de, güçlü temizlik maddeleriyle birlikte, 90 °C’ye kadar çıkan yüksek sıcaklıklar kullanılmaktadır. Dondurucular gibi açık sistemler için kullanılan CIP sistemleri, bazı kuru temizlik ve kapakların açılması dışında neredeyse tamamen otomatiktir. Orta basınçlı sistemlere yönelik sıcaklıklar normalde 50 °C’nin altındadır ve basınç, 10 bar - 15 bar’dır.

Dışarıda temizleme, genellikle makinenin manüel veya otomatik temizliği başlamadan önce, makinenin parçalarından birkaçının sökülmesi gerektiğinde kullanılmaktadır. Sökülen parçalar, makinenin dışında ayrı olarak yıkanmaktadır. Şekillendirme makineleri buna örnektir. Makine temizlenmeden önce tamamı sökülme zorunda olan burgular, pistonlar, valfler, şekillendirme levhaları ve contalar bulunmaktadır. Jel ve köpük kullanarak yüksek basınçlı jet temizleme, manüel veya otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Uygun temizlik yöntemi, su, temizlik çözeltilerinin sıcaklığı, temizlik maddeleri, bir başka ifadeyle kimyasallar, mekanik kuvvetler gibi temizlik faktörlerinin uygun bir kombinasyonunu içermektedir. Manüel temizlik için, sıcaklık ve temizlik maddeleriyle ilgili olarak yalnızca yumuşak koşullar kullanılabilir.

Yüksek basınçlı jet temizleme ve köpükle temizlik genellikle, açık ekipmanlar, duvar ve döşemelerde kullanılmaktadır. Su, temizlenecek yüzeye genellikle yaklaşık 40 - 65 bar ile püskürtülmektedir. Temizlik maddeleri, 60 °C’ye kadar çıkan ortam sıcaklıklarında suya enjekte edilmektedir. Temizlik işleminin önemli bir bölümü, mekanik kuvvetlere bağlı olarak gerçekleşmektedir.

Köpükle temizlikte, temizlenecek yüzeye köpüren bir temizlik maddesi püskürtülmektedir. Köpük yüzeye tutunmaktadır. Köpük yüzeyde yaklaşık 5 - 15 dakika kalmakta, daha sonra suyla durulanmaktadır. Köpürtme işlemi, manüel ve otomatik olarak yapılabilir. Jelle temizlik, köpükle temizliğe benzerdir.

2.1.3.2.1 Temizlik maddeleri seçimi

Bazı durumlarda, temizlik yalnızca sıcak su ile yapılmaktadır. Ancak bu, ürün ve prosesin niteliğine bağlı olmaktadır. Bununla beraber, normalde FDM sektöründe temizlik maddeleri kullanılmaktadır. Temizlik maddeleri genelde şunlardan oluşmaktadır: alkaliler, bir başka ifadeyle sodyum ve potasyum hidroksit, metasilikat ve sodyum karbonat; asitler, bir başka ifadeyle nitrik asit, fosforik asit, sitrik asit ve glukoz asidi; zincirleme maddeleri içeren birleşik temizlik maddeleri, bir başka ifadeyle EDTA, NTA, fosfatlar, polifosfatlar; fosfonatlar, yüzey-etkin maddeler ve/veya enzimler. Hipoklorit, iyodofor, hidrojen peroksit, perasetik asit ve dörtlü amonyum bileşikler gibi dezenfektanlar kullanılabilir.

Temizlik maddesi seçimi, tesis tasarımı, kullanılabilir temizlik teknikleri, kirlenme türü ve üretim proseslerinin niteliği dahil olmak üzere birçok kritere bağlıdır. Temizlik maddeleri amaca uygun olmalıdır ancak, başka yönler de önemlidir, örneğin glukoz asidi, diğer asitlerden daha az koroziftir. Ayrıca, FDM sektöründe temizlik salt katışkıların giderilmesi demek değildir: dezenfeksiyon da aynı derecede önemlidir.

Temizlik ve dezenfeksiyon maddelerinin seçimi ve kullanımı, etkin hijyen kontrolü sağlamalı ancak, çevresel sonuçlara gereken dikkat gösterilmelidir [45, FoodDrinkEurope 2002]. Temizlik maddelerinin kullanılması zorunlu olduğunda, ilk olarak bu maddelerin yeterli hijyen seviyesi sağlayabileceklerinin kontrol edilmesi, arkasından muhtemel çevresel etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Gıda işleme ile ilgili ekipman tasarımının aynı zamanda, gıda güvenliği seviyesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Avrupa Hijyenik Mühendislik ve Dizayn Grubu, ekipman üreticileri, gıda sanayileri, araştırma enstitüleri ayrıca, kamu sağlığı kurumlarının ilgili konsorsiyumudur.

Deterjanlar, önemli bir temizlik maddesi türüdür ve genellikle kullanılmadan önce su ile karıştırılmaktadır. Deterjanlar, oluşturdukları çözeltinin türüne bağlı olarak üç genel gruba ayrılabilir: asidik, nötr veya alkali [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Asidik deterjanlar genellikle, fosforik veya sülfürik asit bazlıdır ve kullanımları sınırlıdır. Sert su alanlarında sudan çökelmiş tuzların giderilmesinde ve asitler metalin yüzeyinde oluşan beyaz tufalı kolayca giderdiğinden alüminyum temizliğinde son derece etkindirler.

Nötr deterjanlar, esas olarak hafif temizlik için uygun olan çok çeşitli maddeden oluşmaktadır. Bu deterjanlar genellikle evde kullanılan deterjanlara benzerdir ve iyi ıslatma yetenekleri, bu deterjanları gres ve yağın dağılması için ideal kılmaktadır.

Alkali deterjanlar, kuvvet olarak, nötr deterjanlardan biraz daha güçlü olanlardan, neredeyse tamamen kostik sodadan oluşan ve kullanırken azami dikkat gerektiren güçlü alkali olanlara kadar değişebilmektedir.

2.1.3.2.1.1 Dezenfektan ve sterilizasyon maddesi seçimi

Ekipman ve tesislerin dezenfeksiyonu ve sterilizasyonu için kullanılan kimyasallar, bakterilerin hücre yapısını etkileyerek üremelerini önleme prensibiyle çalışmaktadır.

Gıda işlemede en yaygın kullanılan sterilizasyon maddesi, çeşitli formlarında klordur. Yaygın olarak kullanılan klor bileşikleri, sıvı klor, hipoklorit, inorganik kloraminler ve organik kloraminlerden oluşmaktadır. Klor, düşük sıcaklıkta etkindir, görece ucuzdur ve yüzeylerde minimum artık veya film tabakası bırakmaktadır. Klor bileşiklerinin başlıca dezavantajı, birçok metal yüzeydeki korozyon etkisidir (özellikle yüksek sıcaklıklarda) [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Ayrıca, birkaç başka işlem türü uygulanabilmektedir. Bunlar, yükseltgen biyositler, yükseltgeyici olmayan biyositler, UV ışınımı ve ısı kullanımını içermektedir.

Yükseltgen olmayan biyositler, örneğin dörtlü amonyum tuzları, formaldehit ve glütaldehit kullanımını içermektedir. Bunlar genellikle, maddenin sis olarak sterilize edilecek alana püskürtüldüğü ve açığı yüzeyleri kaplamasına izin verildiği, sislenme olarak adlandırılan bir teknik kullanılarak uygulanmaktadır. Bu, proses varidiaları arasında gerçekleştirilmekte, böylece operatör çalışma alanına girmeden önce sis dağılmaktadır. Maruz kalma, solunum sorunlarına yol açabilmekte, dolayısıyla dezenfektan ve sterilizasyon maddeleri seçilirken iş sağlığının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

2.1.3.2.1.2 EDTA

EDTA (etilendiamintetraasetik asit), en büyük miktarlarda kullanılan zincirleme maddesidir. EDTA esas olarak, kalsiyum için zincirleme maddesi olma özelliğinden dolayı kullanılmaktadır. Süt ürünleri sektöründe, sütteki kalsiyum içeriği sütün, kalsiyum fosfokazeinat olarak protein içeriğiyle ilgilidir. EDTA, aşağıdaki şekilde süt ürünlerinde CIP sırasında kullanılabilir:

- 70–80 °C sıcaklıklarda süt işleme makinelerinin paslanmaz çelik yüzeylerinde meydana gelen kalsiyum tortusunu (süt taşı olarak da adlandırılır) gidermek için. EDTA özellikle UHT ekipmanlarında, membranlarda, örneğin ultra filtrasyon (UF) ve ters osmozda (RO) ve evaporatörler ile püskürtmeli kurutucuların ön temizliğinde kullanılmaktadır. Söz konusu tortuların çoğunu, kararlı denatüre proteinler oluşturmaktadır. Bunlar, daha sonra yüzeyin temizlenmesini sağlayan EDTA kullanılarak destabilize edilmektedir. Tortu diğer uygulamalarda da oluşmaktadır ve vasıflı operatörlerin, bunu önlemek için periyodik temizliğin ne zaman yapılması gerektiğini anlayabildikleri belirtilmektedir. Tortular, protein, mineral ve yağdan oluşmaktadır.
- Sertleştirme stabilizörü olarak, konsantre alkali deterjanlar suyla seyreltilirken kalsiyum çökelmesini önlemek için. Yüksek sıcaklıklı alkali temizliği, biyofilm oluşmasına yol açabilen bir karbonat tabakası bırakabilmektedir. Çok fazlı temizlikte, alkali temizliğini, ara durulamadan sonra, nitrik asit temizliği izlemektedir. Asit temizliği, ürün ile temas eden parlak bir yüzey bırakmaktadır. Tek fazlı temizlikte, sudaki kalsiyum iyonlarını yakalamak için EDTA kullanılması, bu etkiyi azaltmakta ve asit adımı ortadan kaldırmaktadır.

- Örneğin temizlenecek boru ve konteynerlerde, sedimantasyon ve kabuklanmayı önlemek amacıyla kalsiyum, magnezyum ve ağır metalleri bağlamak için.
- Temizlik ve dezenfeksiyon maddelerinin özellikle Gram negatif bakterilere doğru bakterisidal aktivitesi, bu genellikle dirençli türlerin dış hücre duvarını imha etme yeteneğinden dolayı, EDTA kullanıldığı zaman artmaktadır.
- Kimyasalların yeniden kullanımın iyileştirmek ve kostik soda ve nitrik asitli iki fazlı temizliğe göre tek fazlı temizlikle ilgili su ve enerji tüketimini azaltmak için.

EDTA, normalde biyolojik atıksu arıtma tesislerinde (AAT) bozunmayan çok kararlı ve suda çözünür kompleksler oluşturmakta, dolayısıyla ağır metaller çamurda değil atıksuda kalmakta ve yüzeysel su ortamlarına tahliye edilmektedir. Ayrıca, EDTA daha sonra, nehir sedimanlarında ağır metalleri yeniden mobilize edebilmektedir. Ayrıca, EDTA'nın azot içeriği, suyun ötrofikasyonuna katkıda bulunabilmektedir. Birçok diğer zincirlenme maddesi de azot veya fosfor içermektedir.

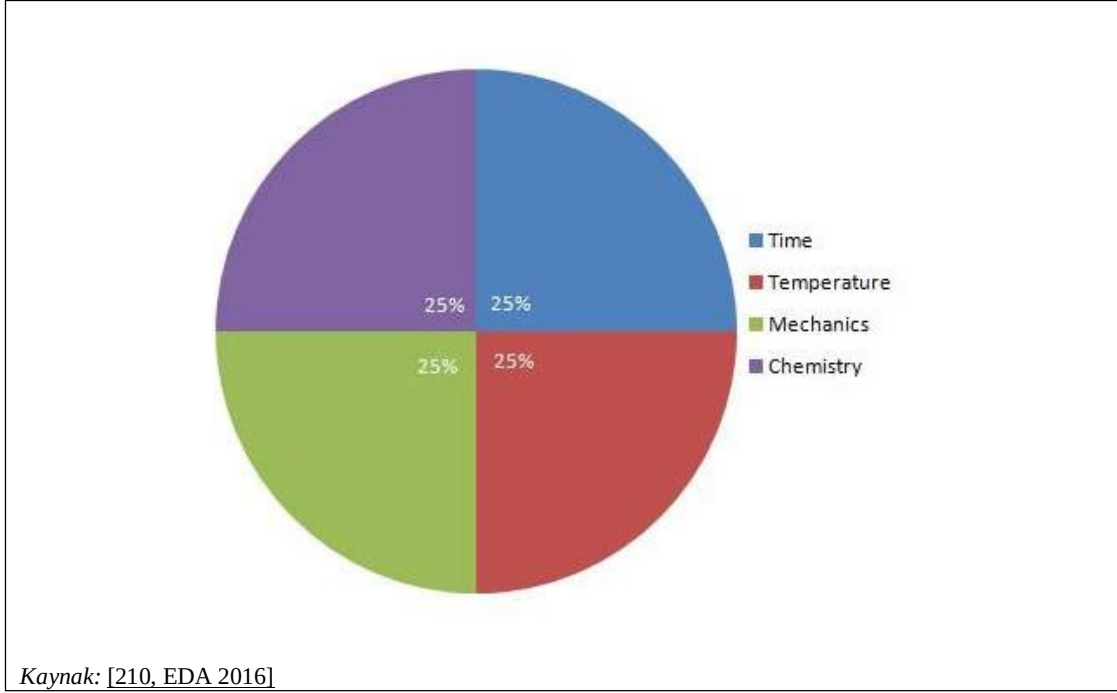
EDTA'nın biyolojik bozunması yavaştır ve yalnızca aşağıdaki gibi belli koşullarda devam etmektedir [67, Boehm ve ark. 2002] [68, Knepper ve ark. 2001]:

- Uzun hidrolik kalış süresi ve çamur yaşı,
- Hafif alkali koşulları,
- Görece yüksek EDTA konsantrasyonları,
- EDTA, ağır metal kompleksi olarak bulunmamalıdır.

Buna ek olarak, 793/93/EEC sayılı Tüzük [111, COM 1993] kapsamında 07.02.2003 tarihli taslak risk değerlendirmesine göre, EDTA bazı sanayilerde zincirlenme maddesi olarak kullanıldığında sucul ortam için bir tehlikeye yol açmaktadır. Yüzeysel su ortamlarındaki öngörülen etkisiz konsantrasyonu, 2,2 mg EDTA/l şeklindedir.

2.1.3.2.2 Sinner çemberi

Sinner çemberi, bir temizlik işleminin etkinliğini etkileyen faktörleri tanımlamak için kullanılan bir modeldir. Sinner çemberinde, temizlik etkinliğini etkileyen dört ana faktör tanımlanmaktadır. Bu dört faktör, temizlik süresi, kullanılan sıcaklık, temizlik mekaniği ve kullanılan kimyadır. İdeal olarak, bu faktörler, Şekil 2.1’de gösterildiği gibi temizlik etkinliğini eşit dilimlerle etkilemesi beklenir. Ancak gerçekte, çoğu durumda, Sinner çemberi, her bir faktörün temizlik etkinliğine katkısı değişiklik gösterdiğinden farklı bir şekilde oluşmaktadır [210, EDA 2016].



Şekil 2.1 İdeal Sinner çemberi

Örneğin, tesis bileşenleri üzerine basınç uygulayan mekanik kuvvetler, süt ürünleri tesislerinin CIP temizliğinin etkinliği üzerinde küçük bir etkiye sahip olabilmektedir. Örneğin, üretim döngüsü sıvı bileşenlerinin geçtiği borularda bu durum söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle, söz konusu mekanik kuvvetlerin temizlik prosesine katkısı büyük değildir ve katma kimyanın etkisi, temizlik etkinliğinde çok daha önemlidir. Temizlik sıcaklığı ve temizlik için harcanan süre, eşit dilimlerle katkıda bulunabilmektedir.

Temizlik etkinliğini kanıtlamak adına Sinner çemberinin nasıl oluştuğu, her bir münferit temizlik durumu için incelenecektir ve şirkete bağlıdır. Bu nedenle, Sinner çemberi, temizlik etkinliğini etkileyen her bir faktörün oran ve şiddetinin hesaplanması için bir matematiksel araç sunmaktadır.

2.1.4 Katı ürün

Avrupa tahminleri AB gıda atıklarının %70’inin konutlar, gıda hizmeti ve perakende sektöründe oluştuğu, geriye kalan %30’luk bölüme ise imalat ve işleme sektörlerinin katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır. AB Gıda Kayıpları ve Gıda Atıkları Platformu, gıda atıklarının önlenmesi için gereken önlemlerin tanımlanması, en iyi uygulamaların paylaşılması ve zaman içinde kaydedilen ilerlemenin değerlendirilmesi konularında tüm sektörleri desteklemeyi hedeflemektedir [127, COM 2016].

Ağır yüklü atıksu akımları (yüksek KOİ) bir anaerobik atıksu arıtma ünitesinde arıtıldığı zaman, yüksek miktarda biyogaz ayrıca, yüksek inatçı KOİ konsantrasyonu ortaya çıkmaktadır.

Bu KOİ, müteakip aerobik atıksu arıtma işleminde kolayca giderilmeyecek ve suya verilen emisyonu dönüşecektir. Ayrıca, suyun yoğun yeniden kullanımı (örneğin ters osmoz) durumunda, inatçı KOİ konsantrasyonu artacaktır. Yeterli organik katı atık üretmeyen şirketlerin, çürütücü tesis edememesinin nedeni, çürütücünün sürekli beslenmesinin gerekmesidir. Küçük çürütücüler, karlı olacak kadar biyogaz üretmemektedir. Bu nedenle, anaerobik atıksu arıtma tesisinde katı madde yükünün azaltılması ve toplanan tüm katıların bir çürütücüye gönderilmesi önerilmektedir. Bu aşağıdaki şekillerde yapılabilmektedir:

- Prosese entegre teknikler (örneğin, atıksuda oluşacak pulp, soyulma, vb. nin önlenmesi),
- Anaerobik atıksu arıtma girişine en az 1.5 mm'lik bir elek tesis edilmesi. Küçük elekler kullanıldığı zaman eleğin tıkanması gibi sorunlar oluşmaktadır,
- Anaerobik atıksu arıtma girişine bir sedimantasyon ünitesi tesis edilmesi [163, Belgium-VITO 2015].

Anaerobik biyolojik proseslerde (anaerobik çürütme), anaerobik bakteriler, atıksudaki organik madde bölümünü biyogaza dönüştürmektedir. Sıcaklık ve pH koşulları, ideal aralıkta tutulmalıdır. Bu teknik genellikle, yüksek BOİ/KOİ seviyesine sahip çıkış sularının oluştuğu tesislerde uygulanabilmektedir.

Genelde, üretilen biyogaz, değerli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Anaerobik çürütme, sürdürülebilir bir organik atık yönetim yöntemi olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, atıksuyun anaerobik olarak arıtılması için gereken toplam enerji, aerobik arıtma için gereken toplam enerjinin altındadır.

2.1.4.1 Ambalajlama

Ambalajlamada amaç, herhangi bir nitelikteki herhangi bir malzemeden üretilen herhangi bir ürünün, gıdaların içerilmesi, korunması, taşınması, teslimi ve sunumu için kullanılmasıdır. Ambalajlama, hammaddelere uygulanabildiği gibi, işlenmiş ürünlere de uygulanabilmektedir. Doldurma, ürünün ambalaja uygun bir yolla konulması işlemidir.

Gıda ürünlerinin çoğu, dağıtım zincirine girmeden önce ambalajlanmaktadır. Bazı durumlarda, ambalajlama, üretim prosesinin dahili bir parçasını oluşturmakta, ambalajlı ürün ayrıca işleme tabi tutulmaktadır. Gıdaların kutulanması ve şişelenmesi ve daha sonra ısı korumaya tabi tutulması buna örnektir.

Çoğu FDM ürünü, imalattan dağıtım zincirine kadar birincil, ikincil ve üçüncül ambalajlama işlemlerini içermektedir.

FDM sektöründe kullanılan ambalaj malzemeleri kumaş, ahşap, metal, cam, sert ve yarı sert plastik, esnek plastik filmler, kağıt ve kartondan oluşmaktadır. (EC) No 1935/2004 sayılı Tüzük, uyumlaştırılmış yasal AB çerçevesi sağlamaktadır. Anılan Tüzük'te, gıda ile temas eden tüm malzemeler için genel güvenlik ve inertlik prensipleri belirlenmektedir.

Kumaş, zayıf bariyer özelliklerine sahiptir. Kumaş torbalar, tahıl, un, şeker ve tuz gibi dökme ürünlerin taşınmasında kullanılmaya devam etmektedir. Ahşap sevkıyat konteynerleri geleneksel olarak, meyve, sebze, çay, şarap, damıtık alkollü içki ve bira gibi muhtelif ürünler için kullanılmıştır. Uzun zaman önce bazı sektörlerde ahşap konteynerlerin yerini plastik fiçi ve sandıklar almıştır ve günümüzde her yerde artarak almaya devam etmektedir.

Hava sızdırmaz metal kutular, yüksek bariyer özelliklerine sahiptir ve yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanabilmektedir. Metal kutular için kullanılan malzemeler, çelik (teneke veya tenekesiz) ve alüminyumdur ancak, bu kutular, kutu içindeki gıda ile etkileşimi önlemek için kalay veya lak ile kaplanabilmektedir. Metal kutular, alkolsüz içkiler ve bira için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kutular aynı zamanda, meyve, sebze, kondense süt ve et ürünleri gibi sterilize gıdaların konservelenmesi için kullanılmaktadır. Metal kutular, geri dönüştürülebilirdir. Birçok gıda türünü ambalajlamak için alüminyum folyo da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Cam, yüksek bariyer özelliklerine sahiptir, inerttir ve ısı ve mikrodalga işlemi için uygundur. Bununla beraber, ağırlık ve çatlama riski, camın iki dezavantajını oluşturmaktadır. Cam şişeler ve kavanozlar süt, bira, şarap, damıtık alkollü içkiler, konserve, macunlar ve püreler ayrıca, bazı gıdalar ve hazır içecekler için yaygın olarak kullanılmaktadır. Cam şişeler ve kavanozlar, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir.

Sert ve yarı sert plastik konteynerler, tekli veya koekstrüde polimerlerden üretilen şişeler, kavanozlar, kupalar, tepsiler ve teknelerden oluşmaktadır. Bu konteynerler hafiftir, sağlam ve kırılmaya dayanıklıdır, kolayca sızdırmaz hale getirilir, makul şekilde yüksek bariyer özelliklerine ve yüksek kimyasal dirence sahiptir. Bu konteynerlerin üretimi için, termoşekillendirme, üfleme kalıplama, enjeksiyonlu üfleme kalıplama, ekstrüzyonlu üfleme kalıplama ve germeli üfleme kalıplama gibi birçok teknik mevcuttur. Kullanılan tipik malzemeler polivinilklorür (PVC), polistiren (PS), polipropilen (PP), genişletilmiş polipropilen (termoşekillendirmede), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polietilen tereftalat (PET) ve polikarbonattan oluşmaktadır. Konteynerler genelde tesiste üretilmektedir. Konteynerlerin bazıları, yeniden kullanılabilir - örneğin, polikarbonat süt şişeleri. Sert ve yarı sert plastik konteynerler genelde, süt, alkolsüz içecekler, süt ürünleri, margarin, kurutulmuş gıdalar ve dondurma için kullanılmaktadır.

Esnek filmler, normalde 0,25 mm'den ince, lif içermeyen plastik polimerlerden oluşturulmaktadır. Esnek filmler için kullanılan tipik malzemeler polietilen (PE), düşük yoğunluklu polietilen, PP, PET, HDPE, PS ve PVC'dir. Genelde, esnek filmler görece ucuzdur, muhtelif bariyer özelliklerinde üretilebilmektedir, ısıyla sızdırmaz hale getirilebilmektedir, hafiftir, kağıt, alüminyum ve diğer plastiklere lamine edilebilmektedir ve taşınması kolaydır. Esnek filmler çok çeşitli ıslak ve kuru gıda ürününün ambalajlanması için kullanılmaktadır.

Son olarak, kağıt ve karton, birçok sınıf ve birçok farklı şekilde üretilebilmektedir. Kağıt ve karton geri dönüştürülebilir ve biyoçözünürdür ve diğer malzemelerle kolayca birleştirilebilmektedir. Lamine karton paketler büyük ölçüde süt ve meyve suları için kullanılmaktadır. Kağıt ve karton aynı zamanda kapsamlı olarak gıda ambalajlamada, genelde ikincil ambalaj olarak kullanılmaktadır.

Ambalajlama işleminde önemli bir adımı, konteyner veya paketlerin sızdırmazlığının sağlanması oluşturmaktadır. Gıda kalitesinin korunması büyük oranda paketlerin yeterli sızdırmazlığının olmasına bağlıdır. Sızdırmazlık maddeleri genellikle paketlerin en zayıf parçasıdır ve üretim sırasında en sık arıza bu maddelerde gerçekleşmektedir - örneğin, gıda bir sızdırmazlık maddesine takıldığında veya hatalı sızdırmazlık sıcaklıkları ya da hatalı kutu birleştirme ayarları.

Kutular birleştirilmekte, cam şişeler ve kavanozlar ise metal kapak, plastik kapak veya mantarla kapatılmaktadır. Günümüzde, "şekillendir-doldur-kapat", yerleşmiş bir teknığe dönüşmüştür. Bu işlemde, konteyner şekillendirilmekte ve kısmen kapatılmakta, doldurulmakta ve nihai olarak tam kapatma ile kapatılmaktadır.

Doldurma gereklilikleri, gereken miktarda ürünün paketlenmesini sağlamak üzere, doğruluk ve ürünün mümkün olan en yüksek kaliteyi ve ideal raf ömrünü garanti etmek için doğru sıcaklıkta hijyenik olarak doldurulmasını sağlamak üzere, hijyendir. Uygun doldurma tekniğinin seçimi, ürünün niteliği ve gerekli üretim hızına bağlıdır. Doldurma seviye, hacim veya ağırlık itibarıyla yapılabilmektedir.

İçecek sanayisinde, özellikle birada, seviye itibarıyla doldurma en sık kullanılan doldurma türüdür. Hacim itibarıyla doldurma, sıvı, macun ve tozlar için uygulanmaktadır. En yaygın kullanılan, pistonlu doldurucudur. Son olarak, ağırlık itibarıyla doldurma, şekerleme gibi büyük parçalı malzemeler için uygulanmaktadır. Bu malzemeler, münferit parçaları saymak amacıyla bir fotoelektrikli cihaz kullanılarak konteynerlere doldurulmaktadır. Ayrıca, aynı konteynere doldurmadan önce aynı anda farklı ürünleri tartmayı amaçlayan çok kafalı tartılar geliştirilmektedir.

Konteynerlerin, dökülme ve kapakta kontaminasyon olmadan doğru bir şekilde doldurulması gerekmektedir. Süt ve meyve-sebze suları gibi sıvı gıdaların doldurulması, sıcak, ortam veya taze soğuk doldurma gibi doldurma anında gıdanın sıcaklığı ile veya aseptik doldurma olarak kategorilere ayrılabilir. Doldurma işlemindeki sıcaklık aralıkları en iyi, sıcak doldurma ve taze soğuk doldurma işlemleri ile gösterilmektedir. Sıcak doldurma, belli ilgili mikroorganizmaları etkisizleştirmek için 95 °C'ye kadar çıkan sıcaklıklarda gerçekleştirilse de birçok içecek ürünü, mikrobiyolojik olarak güvenli olması için ısı işleminden geçirilmesi gerekmeyen bileşenlerle hazırlanmakta, bu nedenle bu içecekler 0 °C - 5 °C arasında taze soğuk olarak doldurulmaktadır. Aseptik paketleme için, örneğin hidrojen peroksitle önceden sterilize edilmiş konteynerler gereklidir ve doldurma işleminin bir steril bölgede gerçekleşmesi gerekmektedir.

Katı atıklar, örneğin doldurma sırasında ambalajlama makinesi arızaları/yetersizlikleri nedeniyle atılan malzemeler ile özellikle makineleri devreye alma ve kapatma sırasında oluşan kapaklama işlemi atıklarından oluşmaktadır. Cam şişe üfleme gibi işlemler genellikle tedarikçiler tarafından tesis dışında yapılmaktadır ancak, yerinde kırılmalarından dolayı atıklar oluşabilmektedir. PET şişe üfleme, PET topakları veya tedarik edilen ön kalıplarla tesiste gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlem, kesme atıkları oluşturmaktadır. Alüminyum veya çelik kutu silindirler ile alüminyum kutu uçları, önceden tesis dışında üretilmektedir. Lamine karton ve torbalar, tesiste üretilmektedir. Bu işlem, kesme atıkları oluşturmaktadır. Mürekkepler ve baskı ekipmanının temizliğine bağlı küçük miktarlarda katı atık oluşmaktadır. Ekipman ve taşıma sistemlerinin yağlanması da atık üretmektedir. Bazı ambalajlar geri dönüştürülmektedir.

2.1.5 Atıksu arıtma

2.1.5.1 Giriş

Su kirliliği kontrolü, aşağıdakilerin uygun bir kombinasyonunu kullanarak, oluşan atıksuyun miktar ve kirlilik yükü azaltılarak gerçekleştirilebilmektedir:

- Belli kirleticilerin konsantrasyonunun giderilmesi veya azaltılması, su tüketiminin azaltılması, hammadde ve yan ürünlerin geri dönüşümü/ azaltılması, suyun geri dönüşümü veya yeniden kullanılması gibi prosese entegre teknikler,
- boru sonu teknikleri, bir başka ifadeyle atıksu arıtma. Atıksu arıtma teknikleri, 2.1.5.3 no'lu maddede listelenmektedir.

Atıksu arıtma, atıksu çeşitli kaynaklardan üretildiği için gerekli boru sonu arıtmadır. FDM sektörü son derece çeşitli bir sektör olsa da belli atıksu kaynakları, birçok FDM sektöründe ortaktır. Bu kaynaklar şunları içerebilmektedir:

- Hammadde yıkanması,
- Hammadde ıslatılması,
- Hammadde veya atığın taşınması ya da su yolu ile taşınmasında kullanılan su,
- Tesis, proses hatları, ekipman ve proses alanlarının temizliği,
- Ürün konteynerlerinin temizliği, ambalaj malzemelerinin yıkanması,
- Buhar kazanları blöf,
- Açık devre soğutma suyu veya kapalı devre soğutma suyu sistemlerinden tahliyeler,
- Atıksu arıtma tesisi (AAT) rejenerasyonundan kaynaklanan geri yıkama suyu,
- Dondurucu buz çözme suyu,
- Yağmur suyu yüzeysel akışı.

Atıksu arıtma, prosese entegre işlemler ile suyun hem tüketimi hem kontaminasyonu en aza indirildikten sonra uygulanmaktadır. FDM sektöründe yaygın olarak uygulanabilir olan teknikler, atığın en aza indirilmesi gibi çevresel yararlar sunmakta, belirli bir atıksu akımı ile ilgili aşağıdaki etkilerin bir bölümünü veya tümünü sağlayabilmektedir:

- Miktar azalma,
- Kirletici yükünde azalma,
- Belli maddelerin konsantrasyonunun giderilmesi veya azaltılması,
- Geri dönüşüm veya yeniden kullanım uygunluğunun artması.

Bu teknikler bu doküman boyunca ele alınmaktadır. Tekniklerin bazıları FDM sektörünün tamamında uygulanabilir iken, bazıları yalnızca münferit ünite işlemlerinde veya sektörlerde uygulanabilir.

Atıksu arıtma seçimini etkileyen birçok faktör vardır. Ana faktörler şöyledir:

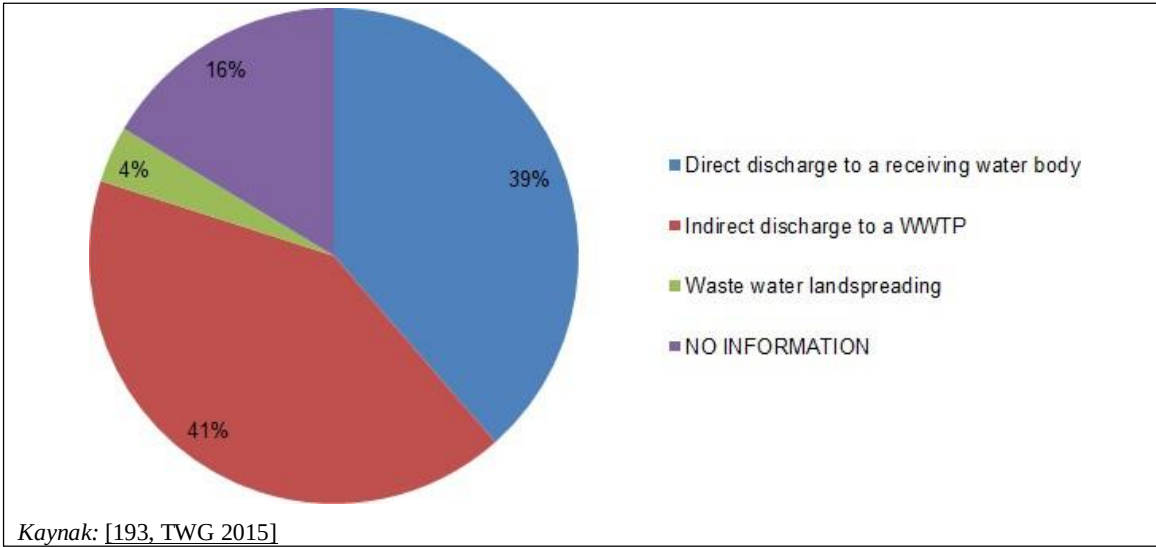
- Deşarj edilen atıksuyun miktarı ve bileşimi,
- Kentsel atıksu arıtma tesisi, nehir, akarsu ağzı, göl, deniz gibi deşarjın alıcı ortamı ve uygulanan herhangi bir deşarj sınırı bakımından yerel durum,
- Ekonomi,
- Örneğin 76/464/EEC sayılı Konsey Direktifi'nde tanımlanan tehlikeli maddeler [114, EEC 1976] ile 2000/60/EC sayılı Direktif'te tanımlanan öncelikli tehlikeli maddeler dahil olmak üzere kirleticilerin giderimi [164, WFD 2000/60/EC 2000].

2.1.5.2 Atıksu deşarjı

Bir FDM tesisinden atıksu deşarjı için üç ana seçenek bulunmaktadır:

- Alıcı su ortamına doğrudan deşarj,
- AAT'ye dolaylı deşarj,
- Atıksuyun araziye yayılması.

FDM veri toplama çalışmasında alınan 353 soru formundan (bakınız Ek I, 19.1 no'lu madde), 134 soru formu, doğrudan bir alıcı su ortamına tahliye gerçekleştiren AAT'ler, 148'i dolaylı deşarjlar, 13'ü ise araziye yayma ile ilgilidir. Doğrudan deşarjların çoğu bir nehre gerçekleşirken, dolaylı deşarjların çoğu, kentsel atıksu arıtma tesislerine gerçekleşmiştir (Şekik 2.2). Bir alıcı su ortamına doğrudan deşarj durumunda, atıksuyun arıtılması gerekmektedir. Birçok durumda, bir AAT'ye dolaylı deşarj durumunda, atıksuyun kısmen arıtılması gerekmektedir (örneğin denkleştirme, nötralizasyon, yağ yakalama).



Şekil 2.2 Deşarj türüne göre veri toplamaya katılan FDM tesislerinin dağılımı

Tesisin hammadde kaynağına yakın olmasının zorunlu olduğu durumlarda, bir başka ifadeyle uzak bir konumda, zorunlu olarak tam arıtma yapılarak yerel akarsuya tahliye gerçekleştirilmesi söz konusu olabilmektedir. Bununla beraber, çoğu durumda, iki veya daha fazla seçenek, ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Atıksu bertarafı, yeni tesisler için yer seçiminde başlıca faktörü oluşturmaktadır.

Münferit atıksu akımlarının yerinde artırılmasının avantajları şunlardır [8, Environment Agency of England and Wales 2000]:

- Artan üretim veya değişen koşullara yanıt verme konusunda daha fazla esneklik,
- Kaynağında arıtma tesislerinin genellikle özel tesisler olması, dolayısıyla normalde iyi performans göstermesi,
- Üretim üniteleri operatörlerinin, kendi atıksu deşarjlarının niteliğinden sorumlu kılındıklarında atıksu arıtmasına yönelik daha sorumlu bir tutum sergilemesi.

Tesis içinde veya tesis dışındaki bir kombine/karışık atıksu tesisinde arıtmanın avantajları şunlardır:

- Sıcaklık veya pH gibi karıştırma etkilerinden yararlanma,
- Ölçek ekonomisinden dolayı daha düşük sermaye maliyetleri,
- Kimyasalların ve ekipmanların daha etkin kullanımı, böylece ilgili işletme maliyetlerinin azaltılması.
- Emülsifiye yağlar ve sülfatlar gibi ayrı olarak arıtılması zor olan belli kirleticilerin seyreltilmesi.

Atıksuyun tesis dışı bir AAT'de artırılması durumunda, yukarıda sayılan avantajlar, aşağıdakilerin gerçekleşmesi koşuluyla elde edilmektedir:

- Tesis dışı AAT'de gerçekleştirilen arıtmanın, özellikle alıcı su ortamına verilen her bir maddenin yükü, konsantrasyonu değil, bakımından tesiste gerçekleştirilen arıtma kadar iyi olması,
- Yüzeysel taşmalar/acil durum taşmaları yoluyla veya ara pompa istasyonlarında, arıtma tesisinin kabul edilebilir derecede düşük baypas edilme olasılığının bulunması,
- Herhangi bir ardıl biyolojik prosesin muhtemel engellenmesi dikkate alınarak, bir tesis dışı AAT'ye emisyonlar için uygun bir izleme programının yürürlükte olması.

Ayrıca, tesis dışı AAT, örneğin biyoçözünürlüğünden dolayı FDM atıksuyunun bu AAT'ye tahliye edilmesinden yararlanabilmektedir.

2.1.5.2.1 Atıksuyun araziye yayılması

FDM sanayileri çıkış suları, su ve esas olarak hammaddelerden gelen gübre besin maddeleri içermektedir. Ürünlerin ihtiyaçlarına göre araziye yayma gerçekleştirildiğinde ikame edilen büyük miktarlardaki gübre dikkate alınarak, bu suların tarımda yeniden kullanılması bir seçenek olmaktadır.

AB-14'te yeniden kullanılan suyun asgari kalite gereksinimleri hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Tüzüğü ile ilgili, suyun yeniden kullanımına ilişkin asgari gerekliliklerle ilgili bir Etki Değerlendirmesi'nin eşlik ettiği bir teklif bulunmaktadır.

Atıksuyun araziye yayılması, yasal gereklilikler doğrultusunda [104, EEC 1991] ve tarımsal ihtiyaçlara göre gerçekleştirilmelidir. Yalnızca toprak veya ürün besin değeri için yararlı olan atıksu yayılabilir ve araziye yayma, katı düzenleme, yerel eşik değerler ve izleme önlemlerine tabidir. Atıksu yalnızca, tarlaya verilen besin maddelerinden yararlanabilecek bir ürün bulunduğu zaman yayılmaktadır. Aşağıdaki durumlarda atıksuyun araziye yayılması kesinlikle yasaktır:

- Toprağın büyük oranda donduğu veya yoğun karla kaplı olduğu dönemlerde,
- Aşırı yağış dönemlerinde ve taşkın riski döneminde,
- Düzenli olarak ekilen arazinin ve işletilen mera veya ormanların dışında,
- Araziye yayma işleminin kapsamı dışında yüzeysel akışa yol açacak koşullarda, dik şevli arazilerde,
- Atıksuyun patojenik mikroorganizmalar içerebildiği durumlarda, ince sis oluşturan hava ile püskürtme yoluyla.

⁴ COM(2018) 337 son - 2018/0169 (KOİ) ve ek 1 - 2.

2.1.5.3 Atıksu arıtma teknikleri

2.1.5.3.1 Giriş

Aşağıdaki bölümlerde verilen çeşitli atıksu arıtma tekniklerinin tanımları, tekniklerin genelde kademeli olarak daha iyi atıksu kalitesi elde etmek üzere izlediği sırayı göstermektedir. Kullanılan hammaddeler ve üretilen ürünlerin niteliğinden dolayı, FDM sektöründen kaynaklanan atıksu esas olarak nitelik olarak biyobozundur. Bununla beraber, temizlik ve dezenfeksiyon maddeleri, zayıf bozunurluğa sahip olmaları halinde bir sorun oluşturabilmektedir.

Tablo 2.4'te, 2.3.6 no'lu maddede tanımlanan atıksu arıtma teknikleri ve FDM veri toplama çalışmasına göre bu tekniklerin hangi FDM sektöründe ve kaç FDM tesisinde uygulandıkları gösterilmektedir.

Tablo 2.4 FDM veri toplama çalışmasında bildirilen atıksu arıtma teknikleri

Teknik	MET-REF Bölümü	FDM sektörü (FDM tesisi sayısı)
Ön, birincil ve genel arıtma		
Denkleştirme	2.3.6.1.1 no'lu madde	AN (1), BR (14), DA (26), ET (1), FR (9), ME (1), OI (8), ST (8), SU (6)
Nötralizasyon	2.3.6.1.2 no'lu madde	BR (14), DA (28), FR (3), ME (3), OI (5), SO (5), ST (3), SU (2)
Tarama	2.3.6.1.3 no'lu madde	AN (1), BR (15), DA (14), FR (15), ME (9), OI (2), SO (2), ST (2), SU (6)
Katıyağ, yağ ve gresler ile hafif hidrokarbonların giderimi için yağ kapanı ve yağ separatörü	2.3.6.1.4 no'lu madde	AN (2), DA (14), FR (2), ME (11), OI (9), OL (1), SU (1)
Normal dışı işletim koşullarında oluşan atıksu için tampon depo	2.3.6.1.5 no'lu madde	BR (10), DA (11), FR (3), ME (1), OI (1), ST (4), SU (1)
İkincil arıtma - Aerobik arıtma		
Aktif çamur	2.3.6.2.1.1 no'lu madde	BR (12), DA (27), ET (1), FR (9), ME (4), OI (13), SO (4), ST (10), SU (13)
Aerobik havuzlar	2.3.6.2.1.2 no'lu madde	AN (1), BR (1), DA (4), FR (3), ME (2), OI (2), ST (2), SU (11)
Saf oksijen sistemleri	2.3.6.2.1.3 no'lu madde	BR (1), DA (1), FR (1), ME (2), ST (1)
Ardışık kesikli reaktörler (SBR)	2.3.6.2.1.4 no'lu madde	BR (2), DA (2), FR (1), ME (1), OI (1)
Damlatmalı filtreler	2.3.6.2.1.5 no'lu madde	OI (1)
Biyokuleler	2.3.6.2.1.6 no'lu madde	BR (3), DA (5), ST (1)
Döner biyolojik kontaktörler	2.3.6.2.1.7 no'lu madde	DA (1)
Yüksek ve ultra yüksek hızlı filtreler	2.3.6.2.1.8 no'lu madde	ST (2)
İkincil arıtma – Anaerobik arıtma		
Yukarı akışlı çamur yataklı anaerobik reaktör (UASB)	2.3.6.2.2.1 no'lu madde	BR (5), DA (1), FR (5), ST (2), SU (2)

Anaerobik temas prosesleri	2.3.6.2.2.2 no'lu madde	BR (2), DA (2), FR (1), SO (1), ST (1), SU (7)
Anaerobik havuzlar	2.3.6.2.2.3 no'lu madde	SU (5)
Anaerobik filtreler	2.3.6.2.2.4 no'lu madde	DA (2)
İç sirkülasyon reaktörleri	2.3.6.2.2.5 no'lu madde	BR (6), DA (2), OI (2), ST (1)
Akışkan ve genişletilmiş yataklı reaktörler	2.3.6.2.2.6 no'lu madde	OI (1)
Genişletilmiş granüler çamur yataklı reaktörler	2.3.6.2.2.7 no'lu madde	BR (3), ET (1), SU (1)

Teknik	MET-REF Bölümü	FDM sektörü (FDM tesisi sayısı)
İkincil arıtma - Aerobik/ anaerobik arıtma		
Membran biyoreaktörler	2.3.6.2.3.1 no'lu madde	DA (5), FR (1), OI (1)
Çok kademeli sistemler	2.3.6.2.3.2 no'lu madde	DA (1), SO (1), ST (1), SU (1)
Azot giderimi		
Biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyon	2.3.6.3.1 no'lu madde	BR (4), DA (22), FR (7), ME (2), OI (1), ST (5), SU (11)
Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgemesi	2.3.6.3.2 no'lu madde	DA (1)
Amonyak sıyırma	2.3.6.3.3 no'lu madde	DA (1)
Fosfor geri kazanımı ve/veya giderimi		
Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	2.3.6.4.1 no'lu madde	FR (2)
Çökeltme	2.3.6.5 no'lu madde	BR (2), DA (9), FR (1), OI (1), SO (1), ST (2), SU (1)
Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi (EBPR)	2.3.6.4.3 no'lu madde	BR (3), DA (13), FR (2), ME (2)
Son katı madde giderimi		
Koagülasyon ve flokülasyon	2.3.6.5.1 no'lu madde	BR (2), DA (8), FR (2), OI (6)
Sedimentasyon	2.3.6.5.2 no'lu madde	AN (2), BR (7), DA (16), FR (12), ME (2), OI (7), SO (3), ST (9), SU (12)
Filtrasyon	2.3.6.5.3 no'lu madde	AN (1), BR (2), DA (9), FR (5), ME (3), OI (1), SO (1)
Flotasyon	2.3.6.5.4 no'lu madde	BR (3), DA (21), FR (2), ME (7), OI (13), ST (1)
Membran filtrasyonu	2.3.6.5.5 no'lu madde	BR (1), DA (2), FR (2), OI (1)
UV ışınımı	2.3.6.5.6 no'lu madde	BR (1), DA (1)
Doğal arıtma		
Entegre yapay sulak alanlar	2.3.6.6.1 no'lu madde	DA (1)
Çamur arıtma		
Çamur koşullandırma	2.3.6.7.1.1 no'lu madde	AN (1), BR (2), DA (2), FR (2), ME (2), SO (1)
Çamur stabilizasyonu	2.3.6.7.1.2 no'lu madde	BR (1), DA (8), FR (2), OI (1), ST (3)
Çamur koyulaştırma	2.3.6.7.1.3 no'lu madde	BR (4), DA (10), ET (1), FR (6), ME (1), OI (1), SO (2), ST (4), SU (4)
Çamur susuzlaştırma	2.3.6.7.1.4 no'lu madde	BR (6), DA (18), FR (8), ME (2), OI (7), ST (4), SU (2)
Çamur kurutma	2.3.6.7.1.5 no'lu madde	BR (2), DA (1), FR (2), ST (1)

	madde	
Not: Ayrac içinde verilen rakamlar, FDM sektörü başına tekniği uygulayan tesis sayısını göstermektedir. AN = hayvan yemi; BR = bira üretimi; DA = süt ürünleri; ET = etanol üretimi; FI = balık ve kabuklu su ürünleri işleme; FR = meyve-sebze; GR = tahıl öğütme; ME = et işleme; OI = yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu; OL = zeytinyağı işleme ve rafinasyonu; SO = alkolsüz içecekler ve meyve-sebze suları; ST = nişasta üretimi; SU = şeker üretimi. Kaynak: [193, TWG 2015]		

FDM sektörü atıksuları aşağıdaki tipik özellikleri taşıyabilmektedir:

- Katı maddeler (büyük ve ince yayılmış/askıda),
- Düşük ve yüksek pH seviyesi,
- Serbest yenilebilir katıyağ/yağ,
- Emülsifiye madde, örneğin yenilebilir katıyağ/yağ,
- Çözünbilir biyobozunur organik madde, örneğin BOİ,
- Uçucu maddeler, örneğin amonyak ve organikler,
- Bitki besin maddeleri, örneğin fosfor ve/veya azot,
- Patojenler, örneğin, temizlik suyundaki patojenler,
- Çözünmüş biyobozunur olmayan organikler.

Çeşitli sektörlerde üretilen atıksu, bileşim ve kirlilik seviyeleri bakımından büyük ölçüde değişiklik gösterebilmekte ve bu atıksuyu arıtmak için çeşitli teknikler kullanılabilir. Çok kirli atıksuları arıtmak için sık sık tekniklerin kombinasyonları kullanılmaktadır.

2.1.5.3.2 Birincil arıtma

Birincil arıtma, ham pıssudan büyük, askıda ve yüzen katı maddeleri gidermek üzere tasarlanmaktadır. Bu arıtma, katı maddelerin yakalanması için eleme ve askıda katı maddelerin giderimi için cazibeyle sedimentasyon işlemlerini içermektedir. Bu seviye bazı zamanlar, mekanik arıtma olarak adlandırılmakta, bununla beraber sedimentasyon sürecini hızlandırmak için genelde kimyasallar kullanılmaktadır. Birincil arıtma, giren atıksuyun BOİ seviyesini %20-30, toplam askıda katı maddeleri ise yaklaşık %50-60 oranında azaltabilmektedir. Birincil arıtma genellikle atıksu arıtmanın ilk aşamasıdır [232, World Bank Group 2016].

Tipik birincil arıtma teknikleri, eleme, FOG ve hafif hidrokarbonların giderimi için yağ kapağı, akış ve yük denkleştirme, nötralizasyon, sedimentasyon, çözünmüş hava flotasyonu, santrifüjleme veya çöktürmeden oluşmaktadır.

2.1.5.3.3 İkincil arıtma

İkincil arıtma esas olarak, biyolojik yöntemlerle, biyobozunur organikler ve askıda katı maddelerin giderimine yöneliktir. Kirlleticilerin üretilen organik çamura adsorpsiyonu, ağır metaller gibi biyobozunur olmayan maddeleri de giderecektir. Ayrıca, atıksudan kısmen organik azot ve fosfor giderilmektedir. İkincil arıtma seçenekleri, atıksuyun özellikleri ve deşarj öncesi gerekliliklere bağlı olarak tek başına veya birlikte kullanılabilir.

Esas olarak üç tür metabolik proses, bir başka ifadeyle çözünmüş oksijeni kullanan aerobik proses, oksijen beslemesi olmaksızın anaerobik proses ve oksijen donörlerinin biyolojik indirgenmesini kullanan anoksit proses bulunmaktadır [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [58, FoodDrinkEurope 2002]. Bu bölümde, esas olarak aerobik ve anaerobik metabolik proseslerin kullanıldığı teknikler tanımlanmaktadır.

Aerobik prosesler

Aerobik prosesler yalnızca, atıksu biyobozunur olduğunda genellikle uygulanabilir ve maliyet etkin olmaktadır. Karışık çözeltideki mikroorganizmalar, yüzeyden veya atıksuya daldırılan difüzörlerden gelen oksijen girdisini alabilmektedir. Oksijenin yüzey enjeksiyonu, yüzeyel havalandırıcılar veya oksijenleme kafesleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Aerobik atıksu arıtma proseslerinin avantaj ve dezavantajları, Tablo 2.5'te verilmektedir.

Tablo 2.5 Aerobik atıksu arıtma proseslerinin avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Zararsız bileşiklere bozunma	Büyük miktarda çamur üretimi
	Ayrırma işleminin, koku/aerosollere yol açabilen, yayılan kaçak maddelerle sonuçlanması
	Düşük sıcaklıklarda bakteriyel aktivitenin azalması. Bununla beraber, prosesi geliştirmek için yüzeyel havalandırma ve saf oksijen enjeksiyonu kullanılabilir.
	Aerobik biyolojik arıtma öncesinde FOG gideriminin gerçekleşmemesi halinde, FOG bakterilerle kolayca bozunmadığı için AAT işletimini engelleyebilir.
Kaynak: [1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002]	

Anaerobik prosesler

Oksijensiz ortamda, organik madde parçalanarak, reaktörlerin ısıtılmasında kullanılabilen yan ürün olarak metan (CH_4) üretmektedir. Reaktörler, standart anaerobik proseslerde genellikle ısıtılmazken, yüksek hızlı anaerobik proseslerde genellikle ısıtılmaktadır. Her iki durumda da, reaktörün sıcaklığı yaklaşık 30–35 °C (mezofilik) veya 45–50 °C’de (termofilik) tutulmak zorundadır ve ısının gerekli olup olmaması esas olarak, besleme sıcaklığına bağlı olmaktadır [78, Metcalf & Eddy 1991], [110, CIAA 2003]. Aerobik proseslere göre, anaerobik atıksu arıtma proseslerinin temel avantaj ve dezavantajları, Tablo 2.6’da verilmektedir.

Tablo 2.6 Anaerobik atıksu arıtma proseslerinin avantaj ve dezavantajları

Anaerobik arıtmanın avantajları	Anaerobik arıtmanın dezavantajları
Düşük özgül fazla çamur üretimi; düşük büyüme oranları, düşük makro/mikro besin maddesi gereksinimleri demektir.	20–45 °C’de üreyen mezofilik bakteriler, bir dış ısı kaynağı isteyebilmektedir.
Cebri havalandırma olmamasından dolayı düşük enerji gereksinimi	Düşük büyüme oranı, iyi biyokütle tutulmasını gerektirmektedir.
Genellikle, giderilen 1 kg KOİ başına düşük sermaye ve işletme maliyetleri Bunlar, çamur üretimindeki azalma ve düşük karıştırma maliyetleriyle ilişkilidir.	İlk işletmeye alma/ alıştırma aşaması uzun olabilmektedir (çalışan santrallerin çamuruyla tohumlanan EGSB gibi granüler çamurlu reaktörlerde bu söz konusu değildir)
Güç ve ısı üretiminde kullanılabilecek biyogaz üretir.	Sıcaklık, pH, konsantrasyon ve kirlilik yükü dalgalanmalarına karşı anaerobik sistemler, aerobik sistemlere göre daha hassastır.
Küçük alan gereksinimi	Arıtılan atıksuyun bazı bileşenleri, örneğin H ₂ S, toksik/korozif olabilmektedir.
Uzun sürelerle kolayca devre dışı bırakılabilmekte ve geçici olarak devre dışı durumda kalabilmektedir (bu, şeker pancarı gibi mevsimsel imalat prosesleri için yararlı olmaktadır).	
Prosesin özellikle sunduğu bir avantaj, topak oluşumudur. Bu, yalnızca aylarca süren geçici devre dışı bırakılma sonrası hızla devreye alınmasına değil aynı zamanda, örneğin yeni sistemlerin inokülasyonu için olmak üzere fazla çamurun satılmasına izin vermektedir.	
Pektin ve betain gibi aerobik yollarla bozunamayan bazı maddeler, anaerobik olarak bozunabilmektedir.	
Uygun azaltım tekniklerinin uygulanması halinde, daha az koku sorunu	
Aerosol oluşumu yok, FOG’yi asimile edebilmektedir (UASB’de bu söz konusu değildir)	
Kaynak: [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [58, FoodDrinkEurope 2002]	

Aerobik prosese göre anaerobik büyüme daha yavaş olsa da çok kirli atıksularda anaerobik teknikle daha yüksek BOİ yükleri elde edilebilmektedir (kg BOİ/m^3 reaktör hacmi bakımından). Anaerobik teknikler genellikle, yüksek seviyede çözünür ve kolayca biyobozunur organik maddenin bulunduğu sanayilerde kullanılmaktadır ve KOİ olarak ifade edilen atıksu konsantrasyonu genellikle 1 500 - 2000 mg/l’nin

üzerinde olmaktadır. FDM sektörü için, anaerobik atıksu arıtma uygulaması büyük ölçüde, şeker, nişasta, meyve-sebze ve alkollü içecek sektörleri gibi, KOİ seviyesi 3 000 mg/ - 40 000 mg/l arasında olan görece çok kirli atıksularla sınırlıdır. Bira üretimi, süt ürünleri ve meyve suyu, maden suyu ve alkolsüz içecek sektörleri gibi KOİ seviyesi 1 500 mg/l - 3 000 mg/l arasında olan daha az kirli atıksularda dahi belli anaerobik sistemlerin kullanımında belli bir başarı sağlanmıştır [35, Germany 2002]. Meyve-sebze sektörü atıksuları gibi miktar ve kirletici yükünde büyük dalgalanmaların olduğu durumlarda, bu arıtmanın etkinliği zayıftır.

Anaerobik atıksu arıtmasının en temel yönlerinden biri, yapısal BOİ ile ilişkili organik karbonun çok büyük bölümünün, yeni hücre büyümesi için kullanılmasının aksine metana dönüştürülmesidir. Organik karbonun çoğunu, nihai olarak ileri arıtma veya tesis dışı bertaraf gerektiren atık biyokatı maddeler oluşturan yeni hücrelere dönüştüren aerobik proseslerde bunun tersi geçerlidir. Anaerobik prosesler, çok daha az atık çamur üretmektedir. Ayrıca, üretilen metanın kalorifik değeri yüksektir ve bir tesiste başka yerde yakıt olarak yeniden kullanılabilir. Anaerobik atıksu arıtmasının en temel yönlerinden biri, yapısal BOİ ile ilişkili organik karbonun çok büyük bölümünün, yeni hücre büyümesi için kullanılmasının aksine metana dönüştürülmesidir. Organik karbonun çoğunu, nihai olarak ileri arıtma veya tesis dışı bertaraf gerektiren atık biyokatı maddeler oluşturan yeni hücrelere dönüştüren aerobik proseslerde bunun tersi geçerlidir. Anaerobik prosesler, çok daha az atık çamur üretmektedir. Ayrıca, üretilen metanın kalorifik değeri yüksektir ve bir tesiste başka yerde yakıt olarak yeniden kullanılabilir.

Bir anaerobik sistem tek başına, bir akarsuya tahliye için yeterli olacak kadar yüksek nihai atıksu kalitesi sağlamayacaktır. Bu nedenle, anaerobik tesislerden sonra genellikle bir aerobik sistem gelmektedir (bakınız 2.3.6.2.1 no'lu madde) zira aerobik sistem, daha düşük mutlak emisyon seviyeleri sağlamaktadır ve nihai atıksuyun geriye kalan BOİ'nin parçalanmasına yardımcı olmak üzere daha iyi havalandırılmasını sağlayarak hidrojen sülfürü gidermektedir. Anaerobik tesisten elde edilen enerji, aerobik tesisin tükettiği enerjiye eşdeğer olabilmektedir. Belli durumlarda, aerobik arıtma, kentsel atıksu arıtma tesisi olabilmektedir. Bu, alıcı kentsel atıksu arıtma tesisi ve atıksu arıtma ücretleri ile tesisiçi aerobik arıtma aşaması arasındaki dengeye bağlı olacaktır. Anaerobik olarak arıtılan atıksular, kentsel atıksu arıtma tesisine gönderilmeden önce tesiste yüzeysel havalandırmaya tabi tutulabilmektedir. Bu normalde, atıksu arıtma tesisine (AAT) tahliye edilmeden önce pozitif çözünmüş oksijen seviyeleri sağlayan ileri arıtma tutma havuzunda gerçekleştirilmektedir.

Anaerobik prosesin son aşamasında yer alan, metan gazı üreten metanojen bakterilerin aşırı klorlanmış bileşikler ve kükürt bileşikler, pH ve sıcaklık dalgalanmalarından korunması gerekmektedir. Asitleşme aşamasında, diğer bakteriler hakim olacak ve soruna yol açan maddelerin birçoğunu parçalayacaktır. Yavaş mikrobiyal büyümeden dolayı, fosfor giderimi gerçekleşmemektedir. Nitrifikasyon ve denitrifikasyon oluşmamaktadır, dolayısıyla anarobik arıtma ile azot giderimi yapılamamaktadır.

Modern reaktör tasarımları, daha yüksek yükleme oranlarına izin vermekte, biyogaz üretimini artırmakta veya daha büyük kararlılık sunmaktadır. Bu sistemlerdeki bakteri popülasyonları atıksuya adapte olduktan sonra, kararlılık artmaktadır.

Ana arıtma prosesi olarak anaerobik reaktöre dayanan tesisiçi arıtma tesisleri, benzer bir yerleşime sahiptir. Bu tesislerde, atığın bir birincil arıtma havuzuna pompalandığı/verildiği bir atıksu toplama havuzu/kabı veya denkleştirme havuzu bulunmaktadır. Birincil arıtma prosesleri, aerobik sistemlerde olduğu gibidir.

Atıksu, birincil arıtma aşamasından, giriş suyu dağıtım sistemi yoluyla biyoreaktöre geçmeden önce, örneğin pH düzeltilmesi veya besin maddesi eklenmesi olmak üzere atığın koşullandırıldığı bir koşullandırma havuzu veya tampon havuza geçmektedir. Eski anaerobik reaktörler, anaerobik metabolizmanın ilk aşamalarının koşullandırma havuzunda (genelde asitleşme havuzu olarak adlandırılmaktadır) başlatılmasını sağlamaktadır. Modern reaktör tasarımları ise, tüm metabolik yolların reaktörde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, koşullandırma havuzu genellikle yalnızca pH düzeltilmesi ve besin maddesi eklenmesi için gerekli olmaktadır.

Arıtma reaktörde gerçekleşerek, toplanan biyogazı üretmektedir. Diğer bileşenler genelde, bir çamur depolama tankı, baca gazı (vent) bertaraf ve birincil arıtma tesislerinden oluşmaktadır.

Anaerobik arıtma proseslerinde karşılaşılan bazı yaygın işletim sorunları, Tablo 2.7’de verilmektedir.

Tablo 2.7 Biyolojik arıtma proseslerinde karşılaşılan yaygın işletim sorunları

Sorun	Olası çözüm
Makro besin maddesi eksikliği	BOİ:N:P oranları normalde 500:5:1 olarak korunur.
pH	pH, 6.8-7.5 olarak korunur.
Sıcaklık	Mezofilik bakteriler için ideal sıcaklık 35–37 °C’dir.
Mikro besin maddesi eksikliği	Uygulanan belirli prosese göre, özellikle Fe, Ca, Mg ve Zn için olmak üzere minimum miktarda mikro besin maddesi korunur.
Reaktör giriş borularının fiziksel olarak tıkanması	Etkin eleme ve birincil arıtma zorunludur
Aşırı yükleme	Orijinal hidrolik, katı ve organik yük tasarım oranlarının, üreticinin tavsiyelerini aşmamasına dikkat edilmelidir.
Kaynak: [8, Environment Agency of England and Wales 2000]	

2.1.5.3.4 Üçüncül arıtma

İkincil arıtmadan sonra, suyun proses suyu veya düşük nitelikli yıkama suyu olarak yeniden kullanılmasını sağlamak veya deşarj gerekliliklerini karşılamak için ileri arıtma gerekebilmektedir. Üçüncül arıtma, dezenfeksiyon ve sterilizasyon sistemlerine kadar ve bu sistemler dahil iyileştirme adımı olarak kabul edilen herhangi bir prosesi ifade etmektedir.

Bu dokümanda ise, üçüncül arıtma, amonyak, bitki besin maddeleri, tehlikeli veya öncelikli tehlikeli maddeler ya da artık askıda katı maddeler ve organikler dahil olmak üzere belirli bir sorun oluşturan bileşenlerin giderilmesi için ileri atıksu arıtmasını ifade etmektedir.

Hassas alanlarda yüzeysel suya deşarj edilmeden önce bitki besin maddelerinin, bir başka ifadeyle azot ve fosfor, giderilmesi gerekmektedir [165, EEC 1991]. Uygun besin maddesi kontrol stratejisinin seçiminde, şunların değerlendirilmesi önemlidir:

- Arıtılmamış atıksuyun özellikleri,
- Kullanılacak AAT tipi,
- Gereken besin maddesi kontrolü seviyesi,
- Mevsimsel veya yılboyu besin maddesi giderimi ihtiyacı.

2.1.5.3.5 Doğal arıtma

Doğal ortamda, su, toprak, bitkiler, mikroorganizmalar ve atmosfer etkileşimi gerçekleştiğinde biyolojik ve fizikokimyasal prosesler gerçekleşir. Doğal arıtma sistemleri, atıksu arıtması sağlamak için bu süreçlerden yararlanmak üzere tasarlanmaktadır. İlgili süreçler arasında, sedimantasyon, filtrasyon, çökeltme ve kimyasal yükseltgenme gibi konvansiyonel atıksu arıtma sistemlerinde kullanılan süreçler yer almaktadır ancak bunlar doğal hızlarda gerçekleşmektedir [78, Metcalf & Eddy 1991]. Doğal arıtma sistemleri, konvansiyonel sistemlere göre yavaştır.

Toprak bazlı sistemlerde esas olarak toprağın kompleks arıtma mekanizması ile maddenin tarım ürünleri ve diğer bitkiler tarafından alımı kullanılmaktadır. Doğal ve yapay sulak alanlar ile sucul bitki sistemleri gibi su bazlı sistemlerde, bitkiler bakteri üremesi için bir yüzey sağlamaktadır. Bazı Üye Devletler’de (MS), yeraltı suyu için oluşabilecek tehlikelerden dolayı doğal arıtma yasaaktır [94, Germany 2003].

2.1.5.3.6 Çamur arıtma

Bu bölüm, atıksu çamuru arıtmasını kapsamaktadır. Atıksu çamurlarının tesis dışında kullanım ve bertarafına yönelik teknikler bu doküman kapsamında bulunmamaktadır. Çamur arıtma seçimi, işletmeci için mevcut olan kullanım ve bertaraf seçeneklerinden etkilenebilmektedir. Bu seçenekler arasında araziye yayma, düzenli depolama sahasında bertaraf, sızdırmazlık malzemesi olarak kullanma, yakma, birlikte yakma, ıslak yükseltgenme, proliz, gazlaştırma, camlaşma bulunmaktadır.

Çamur arıtma ile ilgili sermaye ve işletme maliyetleri, diğer AAT faaliyetlerine göre yüksek olabilmektedir ve sonuç olarak, bir tesis tasarlanırken ilk evrelerde maliyetlerin en aza indirilmesi değerlendirilmelidir.

Yerinde çamur arıtma teknikleri genellikle bertaraf miktarını azaltmakta veya çamurun bertaraf ya da yeniden kullanım için niteliğini değiştirmektedir. Genelde, tesisiçi miktar azaltma susuzlaştırma yoluyla gerçekleştirilirken, ileri çamur arıtma genellikle tesis dışında gerçekleştirilmektedir. Bertaraf için çamur miktarının azaltılması, taşıma maliyetlerinin azalmasına ve düzenli depolama sahasına verilecekse, düzenli depolama sahası ücretlerinin azalmasını sağlamaktadır [8, [Environment Agency of England and Wales 2000](#)]. Normalde FDM sektöründe uygulanan tesisiçi arıtma teknikleri, 2.3.6.7 no'lu maddede ayrıntılı olarak verilmektedir.

2.1.6 Havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması

Havaya verilen emisyonlar, kanallı, yaygın ve kaçak emisyonlar olarak ayrılabilir. Kaçak emisyonlar, yaygın emisyonların bir alt grubudur. Yalnızca kanallı emisyonlar arıtılabilir. Bununla beraber, yaygın ve kaçak emisyonlar önlenemekte ve/veya en aza indirilebilmektedir. Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF'te, toplam uçucu organik bileşik (TVOC) emisyonlarının önlenmesi ve azaltılması ile ilgili teknikler belirtilmektedir [168, [COM 2016](#)]. FDM sektöründe kanallı emisyon kaynakları şunlardır:

- Proses ekipmanından kaynaklanan ve kızartma, kaynatma, pişirme işlemleri gibi tesisin çalışmasında doğal olarak ortaya çıkan, bir havalandırma borusu ile tahliye edilen proses emisyonları,
- Yalnızca devreye alma veya kapatma işlemlerinde kullanılan pürj vent'leri veya ön ısıtma ekipmanından kaynaklanan atık gazlar,
- Aktarma, ürün, hammadde ve ara ürünlerin yüklenmesi ve boşaltılması gibi depolama ve taşıma işlemlerinde havalandırma kanallarından (vent) kaynaklanan emisyonlar,
- Proses fırınları, buhar kazanları, kombine ısı ve güç üniteleri, gaz türbinleri, gaz motorları gibi enerji sağlayan ünitelerden kaynaklanan sıcak gazlar,
- Filtre, termal yükseltgeyiciler veya adsorberler gibi emisyon kontrol ekipmanından kaynaklanan atık gazlar,
- Örneğin bitkisel yağ çıkarma tesislerinde olmak üzere çözücü rejenerasyonundan kaynaklanan atık gazlar,
- Emniyet havalandırma kanalları ve emniyet valfleri gibi emniyet tahliye cihazlarından gerçekleşen tahliyeler,
- Genel havalandırma sistemleri egzozu,
- Bir mahfaza veya binada bulunan yaygın kaynaklar gibi kapalı yaygın ve/veya kaçak kaynaklardan çıkan havalandırma kanalı egzozu.

FDM sektöründe yaygın ve kaçak emisyonların ana kaynakları şunlardır:

- Proses ekipmanından kaynaklanan ve tesisin çalışmasında doğal olarak ortaya çıkan, geniş bir yüzey veya açıklıklardan tahliye edilen proses emisyonları,
- Varil, kamyon veya konteynerlerin doldurulması gibi depolama ekipmanlarından kaynaklanan ve taşıma işlemleri sırasında oluşan çalışma kayıpları ve nefeslik kayıpları,
- Alev bacaları emisyonları,
- Kanalizasyon, atıksu taşıma tesisleri veya soğutma suyundan kaynaklanan uçucu maddeler gibi atığın taşınması ve bertarafından kaynaklanan ikincil emisyonlar,
- Dökme yük tankları ve siloların depolanması, doldurulması ve boşaltılması sırasında oluşan koku kayıpları,
- AAT'den, havaya tahliye ve/veya koku sorunlarına yol açan, kokulu bileşiklerin ayırma işlemi,

- Depolama tankı havalandırma kanalları,
- Dumanlama,
- Boru kaçakları,
- Hortumların ayrılması dahil dökme çözücü tankları ve varillerin depolanması, doldurulması ve boşaltılması sırasında oluşan buhar kayıpları,
- Parçalanma diskleri ve tahliye valfi deşarjları,
- Flanş, pompa, conta ve vana salmastraları kaçakları,
- Pencere, kapı, vb.den kaynaklanan bina kayıpları,
- Çökeltme havuzları,
- Soğutma kuleleri ve soğutma havuzları.

FDM proseslerinden kaynaklanan, enerji üretimi gibi ilişkili faaliyetlerde yayılan kirleticileri içermeyen ana hava kirleticileri şöyledir:

- Toz,
- Uçucu organik bileşikler (VOC9 ve koku (bazı kokular VOC kaynaklıdır),
- Amonyak ve halojen içeren soğutucular,
- CO₂, NO_x ve SO₂ gibi yanma ürünleri.

2.1.6.1 Prosese entegre teknikler

Havaya verilen emisyonların en aza indirilmesine yönelik prosese entegre işlemler genellikle, hammadde kullanımının optimizasyonu ve atık üretiminin en aza indirilmesi gibi diğer çevresel yararlar sunmaktadır. Hava azaltım teknikleri olarak tanımlanan tekniklerden bazıları aynı zamanda prosese entegredir ve yeniden işleme için malzemelerin geri kazanımını sağlamaktadır - örneğin siklonlar (bakınız 2.3.4.6 no'lu madde).

2.1.6.2 Havaya verilen emisyonlar için işlem teknikleri

Önlemler yalnızca kütle konsantrasyonları değil aynı zamanda, bir ünite işlemi veya prosesden kaynaklanan hava kirleticilerinin kütle akışlarının azaltılması için tasarlanmaktadır.

Tablo 2.8'de, yaygın olarak kullanılan bazı hava işlem teknikleri ile FDM veri toplama çalışmasına göre bu tekniklerin uygulandığı FDM tesisi sayısı verilmektedir.

Tablo 2.8 FDM veri toplama çalışmasında bildirilen, havaya verilen emisyonlar için boru sonu işlem teknikleri

Teknik	MET-REF Bölümü	FDM sektörü (FDM tesisi sayısı)
Separatör	2.3.7.2.1	AN (1), OI (2)
Torba filtre	2.3.7.2.2	AN (44), BR (55), DA (57), GR (63), ME (1), OI (70), ST (31), SU (13)
Siklon	2.3.7.2.3	AN (34), BR (42), DA (38), ET (1), GR (4), ME (3), OI (73), ST (40), SU (23)
Islak yıkayıcı	2.3.7.3.1	AN (1), DA (9), ET (1), ME (1), OI (13), ST (8), SU (12)
Elektrostatik çöktürücü	2.3.7.2.4	OI (1)
Karbon adsorpsiyonu	2.3.7.3.3	ME (1)
Biyoyıkayıcı	2.3.7.3.5	AN (1), OI (2)
Biyofiltre	2.3.7.3.4	AN (1), DA (1), ME (1), OI (5)
Termal yükseltgenme	2.3.7.3.6	ME (1), OI (1), ST (2), SU (1)
Katalitik yükseltgenme	2.3.7.3.7	DA (1), OI (1)

Not: Ayrac içinde verilen rakamlar, FDM sektörü başına tekniği uygulayan tesis sayısını göstermektedir.
Kaynak: [193, TWG 2015]

Emisyonun özellikleri, en uygun tekniklerin seçiminde belirleyici olmaktadır. Bu, ileride belirlenen ek kaynakların işleme tabi tutulmasını sağlamak için belli ölçüde esneklik isteyebilmektedir. Tablo 2.9'da, seçim prosedürü ile ilgili temel parametreler verilmektedir.

Tablo 2.9 Boru sonu seçim prosedürüne ilişkin temel parametreler

Parametre	Birim
Debi	m ³ /s
Sıcaklık	°C
Bağıl nem	%
Mevcut bileşenlerin tipik aralığı	–
Toz seviyesi	mg/Nm ³
Organik seviye	mg/Nm ³
Koku seviyesi	OU _E /Nm ³
Kaynak: [192, COM 2006]	

Bazı durumlarda, emisyon bileşenleri kolayca belirlenmektedir. Koku ile ilgili olarak, işleme tabi tutulacak emisyonlar genellikle, kolayca tanımlanabilir bir veya iki bileşen değil karmaşık bir karışım içermektedir. Bu nedenle, azaltım tesisi genelde, diğer benzer tesislerden edinilen deneyime göre tasarlanmaktadır. Önemli sayıda hava ile taşınan bileşen bulunmasının yol açtığı belirsizlik, pilot tesis denemeleri ihtiyacını ortaya çıkarabilmektedir. İşleme tabi tutulacak debi, proses seçiminde başlıca parametredir ve çok sık olarak, azaltım teknikleri, uygulamalarına ilişkin ideal debi aralığına göre listelenmektedir.

Kanallı emisyonların işlem tesisine taşınması, herhangi bir işletim sorununu en aza indirmek için dikkatli değerlendirme gerektirmektedir. Özellikle, partikül birikintisi ihtimali ile suyun ve hava ile taşınan diğer bulaşkanların yoğunlaşması ihtimali, sık temizlik gerektiren ciddi derecede cüruf bağlama ile sonuçlanabilmekte ve hijyen sorunlarına yol açabilmektedir. Havalandırma kanallarında temizlik noktaları ve dren valfları sağlanması, biriken malzemenin temizlikle giderilmesini sağlamaktadır.

Bir azaltım tesisinin satın alınması normalde, çok sayıda garantinin sunulmasını içermektedir - örneğin en az bir yıl süreli mekanik ve elektriksel güvenilirlikle ilgili garantiler.

Ayrıca, seçim ve satın alma prosedürü kapsamında tedarikçi, prosesin giderim verimliliğiyle ilgili bilgilere ihtiyaç duyacaktır. Proses garantisi biçimi, sözleşmenin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Örneğin, koku giderim performansı ile ilgili garantiler, birkaç biçimde olabilmektedir. Herhangi bir olfaktometrik veri bulunmaması halinde, garantide yalnızca, proses sınırı dışında veya tesis sahası dışında herhangi bir algılanabilir koku olmadığı belirtilebilmektedir.

Örneğin iki bez filtre kullanarak veya bu filtreleri HEPA filtreler (CWW MET-REF'te tanımlanmaktadır [168, COM 2016]) veya ESP filtrelerle birlikte kullanarak, yüksek performanslı seperasyon tekniklerinin iki kademeli yerleşimleriyle, temiz gaz toz konsantrasyonları için son derece yüksek standartlar elde edilebilmektedir.

Tablo 2.10'da, bazı seperasyon tekniklerinin performansı karşılaştırılmaktadır.

Tablo 2.10 Bazı seperasyon tekniklerinin karşılaştırmaları

Teknik	Toz tane boyu (μm)	1 μm 'de toplama verimliliği (%)	Maksimum işletim sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	Görüşler
Siklon	10	40*	1 100	Kaba taneler. Diğer yöntemlere yardımcı olmak üzere kullanılmaktadır.
Islak seperasyon	1 - 3	> 80–99	Giriş 1 000 Çıkış 80	Uygun toz türleri ile iyi performans. Asit gazı indirgenmesi.
Kuru ESP	< 0,1	> 99 Tasarıma bağlı	450	Dört veya beş bölge. Normal uygulama, ön azaltımdır.
Islak ESP	0,01	< 99	80	Seri iki bölgeli ESP. Esas olarak sis çökeltme
Filtrasyon, bir başka ifadeyle bez filtre	0,01	> 99,5	220	Uygun toz türü ile iyi performans
Filtrasyon, bir başka ifadeyle seramik filtre	0,01	99,5	900	Uygun toz türleri ile çok iyi performans
Not: * Daha büyük tane boyları ve yüksek performanslı siklonlarda, yaklaşık %99 toplama verimlilikleri elde edilebilmektedir. Kaynak: [35, Germany 2002], [109, Finland 2003]				

Aşağıdaki bölümlerde, havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik tekniklerle ilgili daha fazla bilgi verilmektedir.

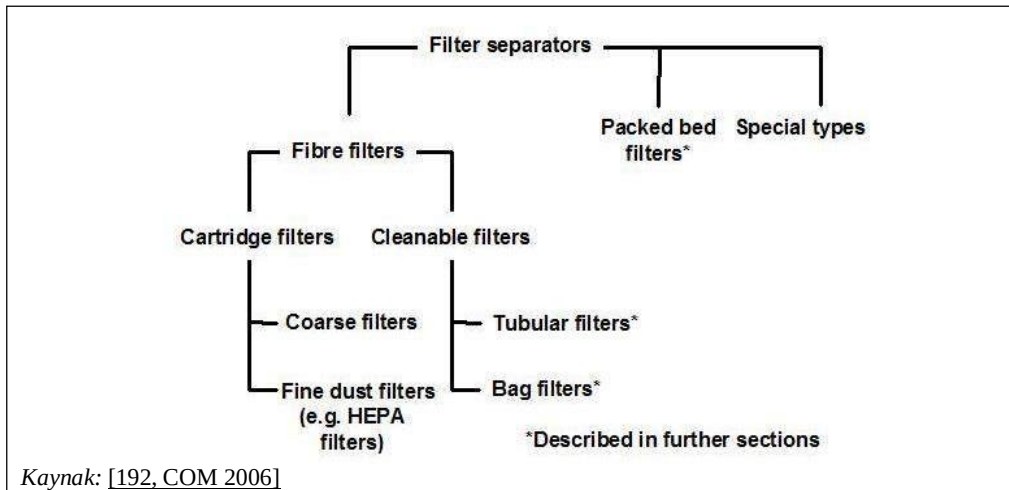
2.1.6.2.1 Dinamik seperasyon teknikleri

Dinamik separatörlerde partiküllerin ayrılması ve gideriminin temelini, partiküllerin kütlesiyle orantılı olan alan kuvvetleri oluşturmaktadır. Bu nedenle, cazibeli separatörler, sapmalı veya ataletli separatörler ile siklonlar, çoklu siklonlar ve döner akışlı toz gidericiler gibi santrifüj separatörler, tamamı dinamik separatör olan separatörlerdir. Bu separatörler esas olarak yalnızca büyük partiküllerin (> 10 μm) ayrılması için veya diğer yollarla ince toz giderimi öncesinde ilk adım olarak kullanılmaktadır. Bacalar yoluyla veya tahliye bacasının yüksekliğini ya da tahliye hızını artırarak dispersiyon potansiyelinin artırılması yoluyla fiziksel dispersiyon da kullanılmaktadır.

2.1.6.2.2 Filtreler

Filtreli separatörler genelde, örneğin atık gazın, aşındırıcı toz veya zararlı gazlar gibi filtrele zararı veren özellikler taşıdığı durumlarda ön separatörler kullanıldıktan sonra son separatörler olarak kullanılmaktadır. Bu, yeterli filtre ömrü ve işletim güvenilirliği sağlamaktadır.

Filtreli separatörlerde gaz, dağılan katı partiküllerin çeşitli mekanizmaların sonucunda geri tutulduğu gözenekli ortam aracılığıyla beslenmektedir. Filtreli separatörler, Şekil 2.3'te özetlendiği üzere, filtre ortamı, performans aralığı ve filtreli temizlik olanaklarına göre sınıflandırılmaktadır.



Şekil 2.3 Filtre tipleri ve sınıflandırması

Bez veya elyaf filtrede, atık gaz sıkı dokunmuş veya keçeli kumaştan geçerek, tozun eleme veya diğer mekanizmalarla kumaşta toplanmasına yol açmaktadır. Bez filtreler, çok sayıda münferit bez filtre biriminin bir grupta toplandığı levha filtre, kartuş filtre veya torba (en yaygın kullanılan tip) şeklinde olabilmektedir. Filtre üzerinde oluşan toz keki, toplama verimliliğini büyük ölçüde artırabilmektedir.

Temizlenebilir filtreler, endüstriyel partikül gideriminde kullanılan en önemli filtreli separatör tipleri arasındadır. Dokuma bez filtre malzemesi kullanımı büyük ölçüde yerini, dokunmamış ve iğne keçeli malzemelerin kullanımına bırakmıştır. Temizlenebilir filtrelerdeki en önemli parametreler, hava/bez oranı ve basınç kaybıdır.

Filtre malzemesi fiili seperasyon işlemini gerçekleştirmektedir ve filtreli separatörün en önemli bileşenidir. Dokuma kumaşlar, sağ açılarda birbirini kesen iplere sahiptir. Buna mukabil, dokunmamış ve iğne keçeli kumaşlar, elyafların tutturulması yoluyla veya elyaf takma-çıkarma sırası değiştirilerek kararlı hale getirilebilen düz üç boyutlu yapılardır. Dokunmamış ve iğne keçeli olan kumaşlar aynı zamanda, takviye olarak polyester veya cam fiber kumaş gibi dahili destekleyici dokuma kumaş içerebilmektedir. Sentetik elyaftan üretilen iğne keçeli kumaşlar gittikçe daha fazla kullanılmaktadır.

Dokunmamış ve iğne keçeli kumaşlar, üç boyutlu filtreleme özelliklerine sahiptir. Toz partikülleri filtre yapısında yakalanarak, en ince partiküllerin dahi iyi ayrılmasını sağlayan bir yardımcı filtre tabakası oluşturmaktadır. Bu derin filtrasyonun bir özelliği, büyük etkin özgül yüzey alanıdır. Düzenli yoğun temizlikle, birikmiş olan toz tabakası temizlenmekte ve aşırı basınç kayıpları önlenmektedir. Bununla beraber, yapışkan, yağlı, topaklanan, tutunan, aşındırıcı ve/veya higroskopik toz partikülleri sorunlara yol açabilmektedir.

2.1.6.2.3 Absorpsiyon

Absorber ve yıkayıcı terimleri bazı zamanlar birbirinin yerine kullanılmakta ve bu, karışıklığa yol açabilmektedir. Absorberler genellikle eser gaz giderimi için kullanılırken, yıkayıcılar partikül azaltımı için kullanılmaktadır. Bu ayırım her zaman net değildir zira havadaki koku ve gaz bileşenleri, buhar kondensasyonu veya ıslak yıkama (bakınız 2.3.7.3.1 no'lu maddede verilen ıslak yıkayıcılar) kullanılarak tozla birlikte giderilebilmektedir.

Absorpsiyonun amacı, mümkün olan en büyük sıvı yüzeyi oluşturmak ve gaz ve sıvının iyi ters akışını sağlamaktır. Absorpsiyon işlemi, absorpsiyon ortamındaki egzoz akımında bulunan kirletici bileşenlerin öncelikli çözünürlüğüne dayanmaktadır. Gaz ile sıvı arasındaki temasa dayanan çok sayıda farklı absorber tasarımı tipi vardır ve farklı giderim verimliliği performanslarına sahip birçok değişik tip söz konusudur.

Çalışma prensibi

İşlem, bir gaz-sıvı temas cihazında bir çözünür gaz ile sıvı çözücü arasındaki kütle aktarımını içermektedir. Bir maddenin bir hava akımından giderilme hızı, bu maddenin absorberdeki çözücü yüzeyindeki doygunluk derecesine, absorber ise, absorberin çözünürlüğüne ve reaksiyon ve tahliye yoluyla devridaim yapan çözücünden absorberin giderilme hızına bağlıdır. Bu hız mekanizması, belirli büyüklükteki bir absorpsiyon tesisi ve belirli bir hava akış hızı için giderim verimliliğini tayin etmektedir. Dolayısıyla, giderim verimliliği, reaksiyon süresi, çözelti yüzeyinde doygunluk derecesi ve absorpsiyon çözücüsünde gaz bileşenlerinin reaktifliğine bağlıdır.

Giderilecek olan hava ile taşınan bileşenlerin uygun bir şekilde suda çözünür olması koşuluyla, bir absorber, istenen giderim verimliliğini elde edecek şekilde tasarlanabilmektedir. Sorun, yüzeydeki absorpsiyon çözeltisinde, çözünme için itme kuvvetinin sürdürülmesine yeterli olacak kadar düşük bir konsantrasyonu sürdürme ihtiyacında ortaya çıkmaktadır. Bu genelde uygun bir verimlilik elde etmek için aşırı miktarlarda suya ihtiyaç olmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, genellikle, farklı bileşenleri tek başına su kullanarak etkin bir şekilde gidermek mümkün olmamakta ve genelde diğer absorbanlar kullanılmaktadır.

Bununla beraber, yalnızca suya dayalı sistemler, diğer absorberlerden önce birinci aşama olarak kabul edilebilmektedir ancak, bu sistemlerin etkinliğinin büyük bölümü, absorpsiyon dışındaki mekanizmalara bağlı olmaktadır. Örneğin, doymamış hava akımının su absorpsiyonu, adyabatik soğutma işlemi ile hava akımının doygunluğa ulaşacak şekilde soğumasıyla sonuçlanacaktır. Bu soğuma etkisi, kondensasyona ve kaynama noktasının altındaki bir sıcaklığa kadar soğuduklarından hava akımı bileşenlerinin giderilmesine yol açacaktır.

Tasarım mülahazaları

Tüm absorber tasarımlarında, etkin sıvı ve hava dağılımı, temel gerekliliktir. Standart kimya mühendisliği esaslarına göre uygun tasarım, gaz akımından giderilecek bileşenlerle ilgili olarak konsantrasyon, çözünürlük ve kütle aktarımına ilişkin verileri gerektirir. FDM sektöründen kaynaklanan havaya verilen emisyonların çoğu, mevcut kimyasal türlerin tümünü değerlendirmenin zor, bunların konsantrasyonlarının tayinin ise daha zor olduğu karmaşık karışımlardır. Yükseltgenme reaksiyonlarının niteliği ve kinetiği genellikle bilinmemektedir ve bunların, münferit bileşikler için dahi tayin edilmesi çok zordur. Absorpsiyon ekipmanı tasarımının, bilimselden ziyade ampirik olması gerektiği ileri sürülmektedir. Dolayısıyla, dolgu malzemesinin (packing) hacmi, daha önce, absorbe edilebilecek bileşiklerin uygun şekilde tam absorpsiyonunu sağladığı görülen hacme göre seçilmektedir. Söz konusu deşarjla ilgili sahip olunan işletim deneyiminin çok sınırlı olması halinde, pilot tesis denemeleri gerçekleştirilebilmektedir.

Bu nedenle, pilot tesis denemeleri veya geçmiş deneyim, belli bir performansın elde edilmesi için gereken dolgu malzemesi yüksekliğinin tayini için kullanılabilir. Dolgu malzemesi, gereken verimlilik için gereken yükseklik sağlanacak şekilde seçilmektedir. Dolgu malzemesinin büyüklüğü ve tipi, absorber çapını tayin eden doğrusal gaz hızı, doğrusal sıvı hızı, gaz basıncı düşümü ve dolgu malzemesi yüksekliğini tayin eden birim yükseklik başına absorber verimliliği, tümü birbiriyle ilişkili olan konulardır. Bu nedenle, tasarım prosedüründe, gerekli volümetrik ürün geçişi, absorpsiyon verimliliği, dolgu malzemesinin muhtemel tıkanması ve maksimum izin verilebilir basınç düşümü gibi kısıtlar dikkate alınarak, sermaye ve işletme maliyetleri açısından tasarımın optimize edilmesi amaçlanmaktadır. Yukarıda ayrıntılı olarak verilen parametrelerin tipik aralıkları, Tablo 2.11'de verilmektedir.

Tablo 2.11 Tipik absorber tasarım kuralları

Tasarım parametresi	Birim	Değer
Gaz hızı	m/sn	0,5 - 2,0
Gaz debisi	kg/m ² /s	2 500–5 000
Sıvı debisi	kg/m ² /s	25 000–50 000
Gaz kalış süresi	sn	1 - 3
Basınç düşümü:	mm/m	20 - 50
Sıvı tahliye oranı	Geri çevrim akışının %'si	0 - 10
Taşma	Taşma %'si	40 - 60
Kaynak: [192, COM 2006]		

Absorpsiyon ayıraçları

Absorpsiyon sıvısının, hava akımında bulunan bileşenlerle reaksiyona giren bir ayıraç içermesi halinde, absorpsiyon verimliliği artırılabilir. Bu, sıvı yüzeyinde hava ile taşınan bileşenlerin konsantrasyonunu etkin bir şekilde azaltmakta, böylece çok büyük miktarlarda absorpsiyon sıvısına ihtiyaç olmadan absorpsiyon için itme kuvveti sürdürülmektedir. Hava akımından kokulu ve diğer organik bileşenleri gidermek için absorpsiyon sistemlerinde uygulanabilecek birkaç belirli ayıraç vardır. Bu ayıraçlar genellikle yükseltgeyici çözeltilerdir.

En yaygın kullanılan ayıraçlar arasında sodyum hipoklorit, hidrojen peroksit, ozon ve potasyum permanganat bulunmaktadır. Absorpsiyon ortamları olarak asitler ile alkalilerin kullanımı oldukça yaygındır ve genelde asit/alkali sistemi bir yükseltgeyici absorban ile birlikte kullanılmaktadır. Bir gıda işleme tesisinden kaynaklanan havaya verilen emisyonlarda bulunabilecek bileşenlerinin sayısının oldukça yüksek olmasından dolayı, genelde çok kademeli absorberler kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bir absorpsiyon sistemi, bir asit veya alkali kademesi ve nihai olarak bir yükseltgeyici kademenin izlediği bir ilk sulu yıkayıcıdan oluşabilmektedir.

Esas olarak yüksek reaktiflik özelliğinden dolayı sodyum hipoklorit çok yaygın kullanılan bir yükseltgen maddedir. Hipokloritin özellikle kükürt ve azot bazlı kokulu bileşiklerin emisyonlarının önemli seviyelerde olduğu tesislerde yararlı olduğu tespit edilmiştir.

Genellikle hipoklorit, serbest kloru ayırmayı önlemek için bir alkali pH'de kullanılmaktadır. Hipoklorit belli bileşenlerle, yükseltgenme reaksiyonundan ziyade klorlama yoluyla reaksiyona girme eğilimindedir. Bir hava akımının, işleme tabi tutulmuş gaz akımında klorlanmış aromatik bileşikler oluşturabilen aromatik madde içerdiği durumlarda bu özellikle sorun oluşturmaktadır. Klorlama potansiyeli, daha yüksek hipoklorit konsantrasyonlarında daha büyük olmaktadır, dolayısıyla absorpsiyon çözeltisinde fiili olarak ideal absorpsiyon için gerekenin altında hipoklorit konsantrasyonları içeren bir tasarım, bunun gerçekleşme riskini azaltmaktadır.

Bu sorunu ele almak için, esas olarak bir konvansiyonel hipoklorit absorber olan ancak sıvı geri dönüşüm sistemine bir katalizör dahil edilen yeni bir proses geliştirilmiştir. Söz konusu katalizör, nikel oksit bazlıdır ve sistemin, hipoklorit reaksiyon hızını belirgin bir şekilde artırdığı ve herhangi bir klorlama reaksiyonunu önlediği ileri sürülmektedir. Katalizör, serbest klorun aksine hipokloritin gaz oksijen ve sodyum klorüre ayrışmasını desteklediğinden, muhtemel klorlama reaksiyonu önlenmektedir. Bu durum, absorberde artan hipoklorit konsantrasyonlarının kullanılmasını ve verimlilik artışı sağlamaktadır. pH yaklaşık pH 9 olacak şekilde ve redoks potansiyeli ideal gerilimde kontrol edilmektedir.

Genellikle, hidrojen peroksit, düşük yükseltgeyici gücünden dolayı hipoklorite göre daha az etkindir. Bununla beraber, hidrojen peroksit, reaksiyon ürününün su olması ve yukarıda belirtilen nedenlerle, aromatiklerin bulunduğu uygulamalar için kullanılabilmesi avantajına sahiptir. Hidrojen peroksit genellikle, esas olarak ayrışma hızını kontrol etmek için, asitleşmiş koşullarda kullanılmaktadır.

Yükseltgeyici gücü, gaz faza göre sıvı fazda daha belirgin olmasına rağmen ozon da güçlü bir yükseltgen maddedir. Ozonun yükseltgeme performansını artırmak için ultraviyole ışık içeren bir uygulama, 2.4.1 no'lu maddede ayrıca ele alınmaktadır.

Performansları hakkında sınırlı bilgi bulunsun da birkaç yüzey aktif madde bazlı absorpsiyon çözeltileri kullanılmıştır. Özellikle, bulaşık makinesi durulama araçlarında kullanılan malzeme gibi az köpüren iyonik bazlı olmayan yüzey aktif madde sistemi başarıyla uygulanmıştır.

Ayrıca, partikül kalsiyum oksidin kokulu gaz akımıyla temas ederek katı bir kalsiyum karbonat kalıntısı oluşturduğu durumlarda, kalsiyum oksit yıkayıcı gibi katı yükseltgen maddeler kullanılmaktadır. Sınırlı bir koku giderim performansı ve katı maddelerin sevki bakımından ciddi işletim sorunları bildirilmektedir. Bu nedenle, yalnızca sıvı absorpsiyon maddelerinin kullanımı daha yaygındır.

2.1.6.2.4 Biyolojik işlem

Hava ile taşınan koku emisyonlarını parçalamak için mikroorganizmalardan yararlanılan işlem, kapsamlı bir şekilde kullanılmaktadır. Biyobozunma sürecinin reaksiyon hızı görece düşüktür ve işletim koşullarının optimize edilmesi çok önemli bir etkiye sahip olabilmektedir.

Biyofiltre (bakınız 2.3.7.3.4 no'lu madde) ve biyoyıkayıcı (bakınız 2.3.7.3.5 no'lu madde) olmak üzere iki tür biyolojik işlem bulunmaktadır. En popüler biyolojik işlem türü, biyofiltredir. Etkin işletim sağlamak için dikkate alınması gereken birkaç tasarım mülahazası vardır. Bunlar, kalış süresi, sıcaklık, nem, toz ve yağın filtre üzerindeki etkileri, organik/koku yükü ve filtre malzemesinin tasarımı ve özellikleridir. Biyolojik işlem yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları, Tablo 2.12'de verilmektedir.

Tablo 2.12 Biyolojik işlemin avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Görece düşük sermaye maliyeti	< 40 °C yaş termometre sıcaklıklarıyla sınırlı
Görece düşük işletme maliyeti	Yüksek alan gereksinimi
~ %90–99 olmak üzere potansiyel olarak yüksek koku giderimi	Görünür duman bulutu oluşma ihtimali
Basit tasarım ve işletim	pH ve su içeriği kontrolü gerektirmektedir.
-	Dalgalı konsantrasyonlara yavaş adaptasyon
Kaynak: [16, Willey ve ark., 2001]	

Çalışma prensibi

Biyofilm, filtre malzemesinin münferit partikülleri çevresindeki, mikroorganizmaların bulunduğu su tabakasıdır. İşleme tabi tutulacak hava akımı partiküllerin çevresinden aktığında, gaz faz ile biyotabaka arasında sürekli kütle aktarımı söz konusu olmaktadır. Egzoz gazında bulunan oksijenle birlikte uçucu bileşenler kısmen biyotabakanın sıvı fazında çözünmektedir. Sıvı fazda bileşenlerin aerobik biyolojik bozunması ikinci reaksiyon adımını oluşturmaktadır. Bu şekilde, biyotabakada, gazdan ıslak biyotabakaya sürekli bileşen kütle akışını sürdüren bir konsantrasyon eğimi oluşturulmaktadır.

Faz sınırından geçiş ve biyotabakaya yayılma, biyotabakada yaşayan mikroorganizmalar için besin sağlamaktadır. Hücre büyümesi için gereken besin maddeleri, filtre malzemesinden sağlanmaktadır.

2.1.6.2.5 Atık gazların termal işlemi

Belli gaz kirleticiler ve koku, yüksek sıcaklıklarda yükseltgenebilmektedir. Reaksiyon hızı sıcaklıkla birlikte üstel olarak artmaktadır. Yükseltgenebilir kirleticiler arasında tüm organik bileşikler ile karbonmonoksit ve amonyak gibi inorganik maddeler bulunmaktadır. Tam yanmada, karbon ve hidrojen, CO₂ ve su oluşturmak üzere hidrojenle reaksiyona girmektedir. Eksik yanma, karbonmonoksit gibi yeni kirleticiler ve tamamen veya kısmen yükseltgenmemiş organik bileşiklerle sonuçlanabilmektedir. Atık gazın, kükürt, azot, halojenler ve fosfor gibi elementler içermesi halinde yanma daha sonra, konsantrasyonların çok yüksek olması durumunda diğer gaz arıtma işlemleriyle giderilecek, kükürt oksitleri, azot oksitleri ve hidrojen halidleri gibi inorganik kirleticilere yol açmaktadır. Bu, kirleticilerin yakılmasıyla ilgili uygulamaların alanını daraltmaktadır.

Özellikle aşağıdakiler olmak üzere çok sayıda güvenlik gerekliliği bulunmaktadır:

- Termal yükseltgeyici ve işleme tabi tutulacak gaz akımı arasında alev geri tepmesine karşı koruma ihtiyacı. Bu genellikle, bir alev tutucu veya su contası ile sağlanabilmektedir.
- Devreye almada, yakıcı ateşlenmeden önce, termal yükseltgeyicinin, tesis hacminin beş katına eşdeğer bir hacimle hava ile pürjü gereklidir. İşletim sırasında yakıcıların yeniden ateşlenmesi, yakıcı pürj süresi ile engellenir.
- Hava, çözücüler bakımından zengin olduğunda, bir risk değerlendirmesi gereklidir.

2.1.6.3 Koku

Koku, çoğunlukla yerel bir sorundur. Zararlı bazı havaya verilen emisyonlar aynı zamanda kokulu olabilmektedir. Aynı ürünleri üreten ve aynı hammadde ve proses işlemlerini kullanan birbirinin aynı iki tesisten biri önemli şikayetlere maruz kalırken, diğesinde koku emisyonu bir sorun oluşturmayabilmektedir. Tesislerin, geçmişte bir kasaba veya kentin eteklerinde kırsal alanlarda kurulup da günümüzde kentin büyümesiyle birlikte tesis yakınında yeni konutlar yapıldığından koku sorunlarıyla karşı karşıya olduğu birçok örnek bulunmaktadır. Koku sorunları genellikle atıksu arıtma işlemleriyle ilgili olmaktadır. Soğutma sistemlerinde kullanılan amonyak sızabilmekte veya koku şikayetlerine yol açan, kaza sonucu yayılma meydana gelebilmektedir.

Ülkelerin çok büyük bir bölümünde, koku emisyonları, zararlı fiil yasaları kapsamında düzenlenmektedir. Bazı ülkeler mevzuatı nicelenmiştir. Bu nicelenmiş mevzuat, kokulu emisyonun şiddetiyle ilgili olabildiği gibi, kokulu emisyonlara yol açtığı bilinen bir bileşen veya bileşen grubunun maksimum konsantrasyonuyla ilgili olabilmektedir. Uluslararası ölçekte kabul edilen koku birimleri, koku birimleri/metre-küp (OU_E/m^3) şeklindedir. Aletli koku ölçümleri mevcuttur ancak, kokunun nicelenmesinde büyük ölçüde olfaktometri esas alınmaya devam etmektedir.

Örneğin Almanya’da, kokulu proseslere ilişkin mevzuat büyük oranda, organiklerin çıkış konsantrasyonlarının yalnızca yürütülmekte olan proses ve seçilen azaltım planının verimliliğiyle ilgili olmasının sağlanmasına yöneltilmektedir. TA Luft kapsamında, mevzuatta koku emisyonlarıyla ilgili bir genel ifade düzenlenmekte ve sınırlandırmanın, çevrenin ve azaltım planının $100\,000\text{ OU}_E/\text{m}^3$ üzerindeki koku emisyonları için %99 koku indirgeme yeteneğinin dikkate alınması ihtiyacı tanımlanmaktadır. Belirli proses işlemlerinde, TA Luft, aşılmaması gereken maksimum organik çıkış konsantrasyonlarını sağlamaktadır.

Hollanda, kokuyu yerel durum (örneğin emisyon konsantrasyonu, hassas nesnelere uzaklık, baca yüksekliği) ve kokunun niteliği (haz değeri) esas alınarak, emisyon temelli bir yaklaşıma ihtiyaç duyan yerel bir konu olarak kabul etmektedir.

Koku için kabul edilebilir bir çözüm, uygun bir baca ile emisyonun çevre üzerindeki etkisini azaltmaktır. Bununla beraber, birçok durumda, bu yeterli olmamaktadır ve diğer azaltım sistemlerinin uygulanması gerekmektedir [161, Nordic Council of Ministers 2016].

Bazı zamanlar, sahadaki mevcut tesisler yoluyla, örneğin yüksek deşarjlı kazan bacası kullanarak yayma seçeneğine başvurulmaktadır. Ayrıca zararlı olarak kabul edilmiyorlarsa koku emisyonlarını düzenleyen mevzuat, etki bağlantılıdır ve kaynak kontrollü değildir. Bu, bir koku emisyonunu işleme tabi tutma ihtiyacını, bu emisyonun havaya yayıldıktan sonra çevre üzerindeki etkisi belirlemektedir. Havaya verilen emisyonun yayılmasıyla ilgili kontrollerde genelde hem şikayetlerin önlenmesi hem koku emisyonları ve örneğin uçucu organik bileşikler (VOC) içermeleri halinde bu emisyonların bileşimi ile ilgili yasal gereklilikler dikkate alınmaktadır.

Örneğin, zemin seviyesi konsantrasyonlar, koku emisyonunun büyüklüğünde herhangi bir küçülme olmadan, yalnızca kokunun havaya daha fazla yayılması sağlanarak azaltılabilmektedir. Kokunun fiziksel olarak işleme tabi tutulması için parfümlü bir bileşen, bir başka ifadeyle maskeme maddesi, katmak bir diğer seçenektir ancak önerilmemektedir.

Bir egzoz emisyonun havaya yayılması ve bunun sonucunda ortaya çıkan zemin seviyesi koku konsantrasyonu, aşağıda sayılanlar dahil çeşitli faktörlere bağlı olacaktır:

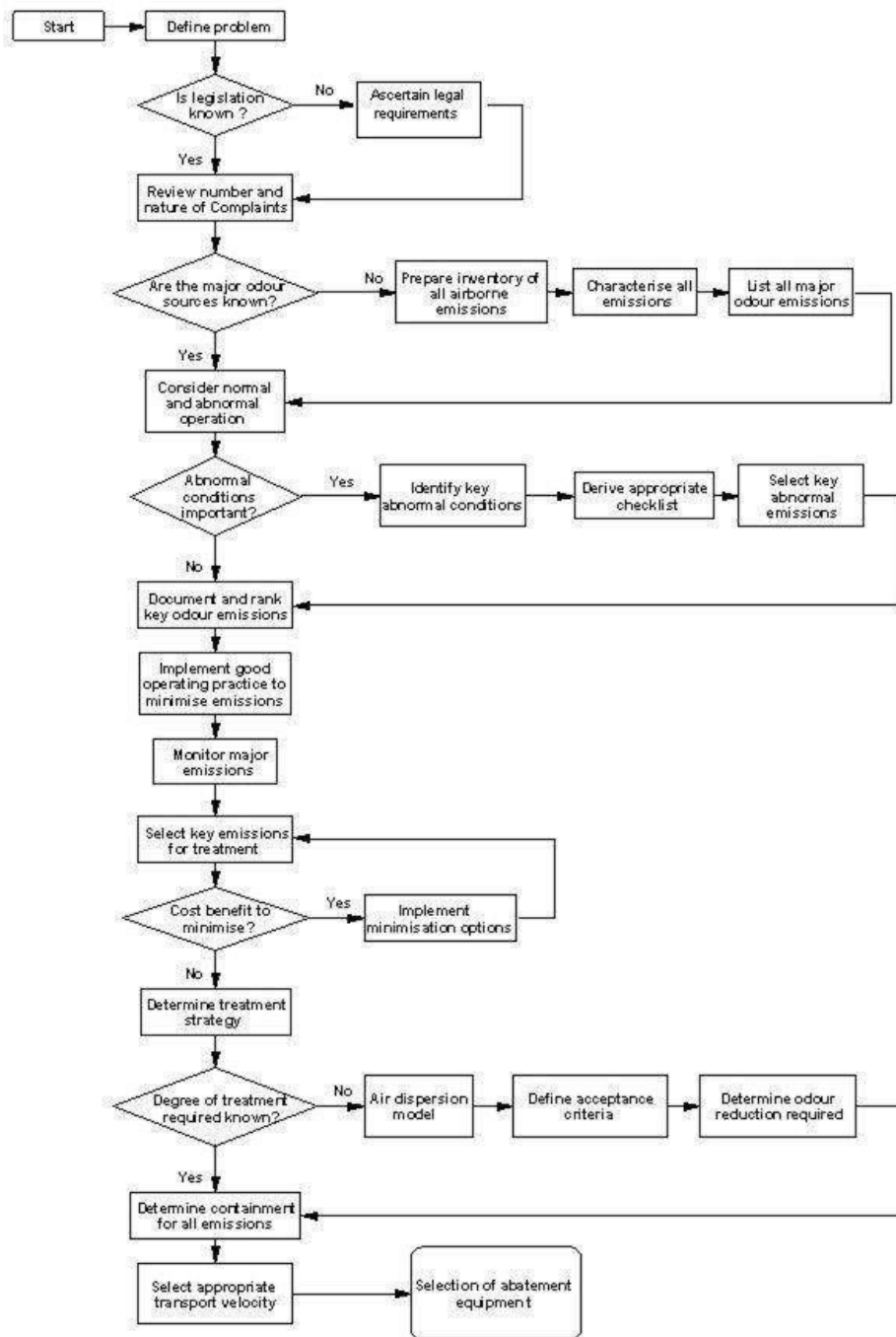
- Hakim iklim koşulları,
- Deşarj yüksekliği,
- Yakındaki bina veya yapıların konumlandırılma şekli,
- Baca sıcaklığı (termal yüzebilirlik) ve deşarj hızı,
- Tahliye bacasının konfigürasyonu.

Hakim iklim koşulları dışında, yukarıda belirtilen faktörlerin tümü, deşarjın yayılma potansiyelinin iyileştirilmesiyle değiştirilebilecektir. Yukarıdaki faktörlerin etkisi, bu faktörleri zemin seviyesi koku konsantrasyonları hesabına dahil eden bilgisayar tabanlı yayılım modelinde incelenebilmektedir. Bu model, baca yüksekliği hassasiyeti veya deşarj hızı artışlarının, sonuç olarak ortaya çıkan zemin seviyesi konsantrasyonları bakımından nicel olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Bilgisayar tabanlı hava yayılım modelleri bu dokümanda tanımlanmamaktadır. Ayrıca, ideal baca özelliklerini hesaplamak için denklemler vardır ve bunlar, pahalı hava yayılım modeli kullanmadan belirlenebilmektedir. Bu işlemler rehber olarak kullanılabilen, bu nedenle de bu işlemlerden baca yüksekliği veya baca hızı artışlarının mümkün olup olmadığını görmek için ilk kontrol olarak yararlanılabilmektedir. Ayrıca, bu değişikliklerin yapılabilirliği değerlendirilebilir.

2.1.6.4 Havaya verilen emisyonlara ilişkin kontrol stratejisi

Strateji, birçok değerlendirme aşamasına ayrılmaktadır. Her bir aşamanın uygulanma ölçüsü, özel tesis durumuna bağlıdır ve aranan koruma seviyelerine ulaşmak için belli aşamalar gerekebilmekte veya gerekemeyebilmektedir. Strateji, bazıları uçucu organik bileşik (VOC) emisyonlarından kaynaklanan tüm havaya verilen emisyonlar, bir başka ifadeyle gaz, toz ve koku, için kullanılabilir. Koku, esas olarak rahatsızlığa dayalı yerel bir sorundur ancak genelde VOC emisyonuna bağlı olarak oluştuğundan, VOC'nin de dikkate alınması gerekmektedir. Her bir aşama için, koku örnek olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.4'te özetlenen bu örnek yaklaşımı özellikle, çok sayıda ayrı koku kaynağının bulunduğu ve genel kokulu deşarja katkıda bulunan başlıca unsurların tam anlaşılması büyük tesisler için yararlı olmaktadır.



Kaynak: [16, Willey ve ark., 2001]

Şekil 2.4 Koku azaltım teknikleri seçimi akış şeması

2.1.6.4.1 1. adım: Sorunun tanımı

Havaya verilen emisyonlarla ilgili yasal gereklilikler hakkında bilgi toplanır. Ayrıca, sorunun, örneğin koku, tanımlanmasında hava koşulları ve coğrafi koşullar gibi yerel şartlar ilgili olabilmektedir.

2.1.6.4.1.1 Koku örneği

Tesis çalışanları genellikle koku sorunlarının ne olduğu hakkında bilgi sahibi olacaktır ve yerel durum hakkında bilgisi olmayan bir danışman veya kişiye yardımcı olabilecektir.

İlk olarak, şikayetlerin sayısı ve sıklığı ve koku ile ilgili özellikler incelenebilir. Şikayet sahipleri veya yerel otorite temsilcilerince sunulan herhangi bir görüşle birlikte, şikayet sahiplerinin tesise göre konumu, neyin ele alınması gerektiğini belirlemeye yardımcı olur. Telefonla veya şahsen doğrudan tesise yapılan tüm şikayetlerin yanıtlanmasına yönelik bir sistemi içeren bir şikayet kayıt sistemi kurulabilir. Tam olarak şikayet tarihindeki işleme koşulları incelenip belgelenirse bu, kontrol edilmesi gereken koku kaynaklarının yerinin tespit edilmesine yardımcı olabilir.

Yerel otorite veya yerel toplumla yapılan yazışmalar kontrol edilebilir. Yerel otorite temsilcilerinin benimsediği yaklaşım ve yaptığı işlemlerle birlikte, yerel toplumun etkinlik düzeyi, sorunun ciddiyetinin belirlenmesini sağlayabilir ve prosesi değiştirmenin veya bir azaltım tesisi kurmanın alabileceği süreyi etkileyebilir.

Son olarak, hakim yerel iklim koşulları belirlenebilir. Özellikle, hakim rüzgar yönü ve rüzgar hızı ile enverziyon sıklığı. Bu bilgiler, şikayetlerin büyük ölçüde belli hava koşullarının sonucunda mı oluştuğu, yoksa tesiste gerçekleştirilen belirli işlemlerden mi kaynaklandığının değerlendirilmesinde kullanılabilir.

2.1.6.4.2 2. adım: Tesis emisyonları envanteri

Envanter, normal ve anormal işletim emisyonlarını içermektedir. Her bir emisyon noktasının nitelendirilmesi, daha sonra karşılaştırma yapılmasına ve diğer tesis emisyon noktalarıyla derecelendirme yapılmasını sağlar.

Havaya verilen normal işletim emisyonlarını belirlemenin sistematik bir yolu, her bir prosesi incelemek ve tüm muhtemel emisyonları belirlemektir. Örneğin, bu çalışma, hammadde teslimi ve depolama ile üretimden ambalajlama ve paletleme/ antropolamaya kadar yayılan bir süreci kapsayabilir.

Çalışma, çeşitli karmaşıklık derecelerinde yürütülebilir. Tüm emisyon kaynaklarını sistematik olarak belirlemek için tesis çevresinin turlanması sırasında proses akış şemaları veya proses ve enstrümantasyon diyagramları kullanılabilir.

Sorunun ciddiyeti ve soruna yol açan temel tesis işlemlerine bağlı olarak, bu analizin kapsamının anormal durumları hatta acil durumları kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekebilir.

2.1.6.4.2.1 Koku örneği

Tesisten kaynaklanan kokulu emisyonların aralığının tam değerlendirilmesi ve koku şikayetlerine yol açma olasılığı en yüksek olan ayrı emisyonların belirlenmesi önemlidir.

Tablo 2.13'te, normal işletimsel koku kaynakları bilgilerini kaydetme yolu sunulmaktadır. Koku sorunlarının yalnızca anormal işlemler sırasında oluşması söz konusu olabilmektedir. Anormal işlemlerle ilgili tipik kontrol listesi, Tablo 2.14'te verilmektedir.

Tablo 2.13 Kokulu emisyonlarla ilgili bilgilerin toplanmasına ilişkin veri formu

Koku kaynağı	Örnekler
Deşarj türü	Cebri/doğal/havalandırma
Yürütülen proses işlemi	Isıtma/soğutma/bakım/temizlik
Emisyonun sürekliliği	Sürekli/kesikli/periodyk
İşletim süresi	Saat/gün/üretim döngüsü başına süre
Deşarj düzenlemesi	Baca/muayene bacası/bina içi/atmosferik
Deşarj konfigürasyonu	Baca çapı/deşarj kotu
Koku tanımı	Tatlı/ekşi/keskin/meyvemsi
Koku kuvveti	Çok zayıf/zayıf/belirgin/güçlü/çok güçlü
Tahmini debi	Ölçüm/fan eğrileri/tahmin
Tesis sahasındaki konum	Deşarj koordinatları
İşlem	Normal/anormal/acil durum
Genel derece	örneğin -10 ila +10 veya 0 ila 10
Kaynak: [192, COM 2006]	

Tablo 2.14 Anormal işlem kontrol listesi

Parametre	Örnekler
İçerik kaybı	Taşma/kaçak/arıza kontrolü
Bertaraf boşaltma	Atık malzemeler ve proses malzemeleri
Malzemenin prosese girme potansiyeli	Buhar serpantini kırılması
Aşırı hız reaksiyonu	Malzeme konulamaması veya sıcaklığın kontrol edilememesi
Korozyon/erozyon	Muayene sıklığı
Hizmet kaybı	Arıza korumalı enstrümantasyon
Kontrol/personel donatımı	Kontrol ve denetim seviyesi
Havalandırma/çıkarma	Tasarım temeli düzeltmesi
Bakım/muayene	Sıklık, ne gerekiyor?
Devreye alma/kapatma	Ardıl işlemle ilgili sonuçlar
Ürün geçişi değişiklikleri	%100, %110 üretim + düşük üretim
Formülasyon değişiklikleri	Kokulu bileşenler
Kaynak: [192, COM 2006]	

Kokulu emisyonlar, bu emisyonların çevre üzerindeki etkilerinin ciddiyet derecesi bakımından derecelendirilebilir. Derecelendirme sırası tasarlanmasına ilişkin muhtemel bir sistem, emisyonların, koku özellikleri ve ilgili şikayetlere göre önemli, orta ve önemsiz gibi kategorilere ayrılmasıyla başlayabilir. Her bir kategorideki derecelendirme, ilgili hava akışı ve işlemin niteliği. Bir başka ifadeyle sürekli veya kesikli, ile birlikte, kaynaktan algılanan kokunun kuvvetinden güçlü bir şekilde etkilenir. Bu süreç, yukarıda belirtilen faktörlere ek olarak belli ölçüde profesyonel değerlendirme gerektirebilir.

2.1.6.4.3 3. adım: Önemli emisyonların ölçümü

Havaya verilen emisyonlar, önleme ve işleme ilgili önceliklerin tespiti için nicel olarak belirlenir. Ölçüm emisyonların, etkileri bakımından sıralanmasını sağlar.

2.1.6.4.3.1 Koku örneği

Önemli kokulu emisyonların nicel olarak belirlenmesi, aşağıdaki formülle gerçekleştirilir:

$$\text{Koku emisyonu (OU}_E\text{/sn)} = \text{ölçülen koku seviyesi (OU}_E\text{/m}^3\text{)} \times \text{ilgili volümetrik hava akışı (m}^3\text{/sn)}$$

Koku ölçümü zordur ve sonuçlar, geniş bir istatistiksel sapmaya sahip olabilmektedir. Bununla beraber, azaltım ekipmanı tedarik eden bir yüklenici tarafından veya mevzuata uygunluğu göstermek için esas olarak nicel koku ölçümü gerekebilmektedir.

İlgili debiler ve tesis içindeki emisyonların fiziksel konumu ile birlikte temel kokulu emisyonlar bilinirse bu, bir olası işlem senaryosunun geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. Tablo 2.15, bu prensibi göstermek üzere gerçek ancak tanımlanmamış basitleştirilmiş bir duruma dayanmaktadır. Tabloda, koku emisyonları hesabı gösterilmekte ve bu seviye temelinde, bu teknik bir emisyon derecelendirmesi ortaya koymaktadır.

Tablo 2.15 Tanımlanmamış gıda imalat tesisinde basitleştirilmiş ölçümler kullanılarak tipik koku ölçümü

Kaynak	Debi (m ³ /sn)	Koku seviyesi (OU _E /m ³)	Koku emisyonu (OU _E /sn)	Koku emisyonu temelinde emisyon derecelendirmesi *	İşletim saatleri (s/yıl)
Hammadde taşıma	180 000	1 610	22	5	480
Hammadde ısıtma	172 800	1 250	16	6	960
Proses ısıtma	3 960	11 290	3,4	7	2 100
Vakum üretimi	1 440 000	17 180	1 909	2	5 760
Yağ kapanı	5 760	90	0,04	8	6 240
Proses tesisinden havaya tahliye	6 912 000	350	190	4	48
Paketleme salonu	45 720 000	80	275	3	5 760
Atık tesisi	12 600 000	2 690	2 611	1	387
* Bunun için, koku etkisi, maruz kalma süreleri veya diğer özellikler dikkate alınmamaktadır. 1 en yüksek ve 8 en düşük emisyon seviyesi olmak üzere 1, en yüksek önceliğe sahiptir.					
Kaynak: [16, Willey ve ark., 2001]					

Hava yayılım modellemesi, ölçülen önemli emisyonların etkisinin tamamen nicel olarak belirlenmesini sağlayabilir. Bu açıdan, etki, koku emisyonlarının kontrolü için herhangi bir gerekli işlemi belirlemek adına, iklim koşullarıyla ilgili tesis sınırından itibaren değişen mesafelerde tesisten kaynaklanan toplam emisyonların sonuç olarak ortaya çıkan zemin seviyesi koku konsantrasyonudur. Genellikle geçerli durum olan, aynı kaynaktan kaynaklanan birçok koku veya bileşen varsa, bu koku ve bileşenler birlikte değerlendirilebilir. Birden fazla koku kaynağı varsa, her birinin ayrı olarak değerlendirilmesi gerekir.

2.1.6.4.4 4. adım: Hava emisyonu kontrol tekniklerinin seçimi

Emisyonları ile örneğin genelde uçucu organik bileşiklerin (VOC) emisyonuna bağlı olarak ortaya çıkan koku durumunda şikayetlerin envanteri ile, bir işlem planı veya stratejisinin bir parçasını oluşturması gereken, tesisten kaynaklanan havaya verilen önemli emisyonların kaynakları belirlenebilir. Bu envanter, etkileri ortadan kaldırılabilecek veya bu mümkün değilse, azaltılabilecek herhangi bir kaynağın belirlenmesine olanak tanır. Kontrol teknikleri, prosese entegre ve boru sonu işlemini içerir.

Prosesle entegre işlem, kanserojenler, mutajenler veya teratojenler gibi zararlı maddelere ilişkin ikamelerin seçilmesi, düşük uçuculuğa sahip sıvılar ve düşük incelikte tozlu katılar gibi düşük emisyonlu malzemeler ve prosesle ilgili önlemlerin, örneğin düşük emisyonlu sistemler ve üretim prosesleri kullanılması gibi madde ile ilgili önlemleri içerir. Prosese entegre önlemlerin uygulanmasından sonra, hala emisyonun azaltılması gerekiyorsa, boru sonu teknikler uygulanarak gaz, koku/VOC ve tozun ileri kontrolü gerekebilir.

Koku azaltım tekniklerini seçerken, ilk aşama, debi, sıcaklık, nem ve kokulu emisyonun partikül ve bulaşkan konsantrasyonlarını analiz etmektir. Kokular genelde VOC emisyonlarına bağlı olarak oluşmakta, bu durumda uygulanan azaltım tekniğinde toksik ve yanıcı tehlikelerin dikkate alınması gerekmektedir. Koku/VOC azaltım tekniklerinin seçimine ilişkin genel kriterlerin özeti, parametrelerin bazı mevcut genel azaltım ekipmanı tiplerine göre bir matris içinde gösterildiği Tablo 2.16'da verilmektedir. Tablo 2.16 bir rehber niteliğinde olup, münferit tekniklerin avantajları ve sınırlamaları hakkında tüm ayrıntıları içermemektedir. Kokulu emisyonun her bir özelliği, iki veya üç aralığa ayrılmıştır. Bu örnekte, debi iki aralığa, bir başka ifadeyle 10 000 m³/s üzeri ve altı, ayrılmaktadır. Matristeki her bir hücreye, 0 ile 3 arasında bir değer atanmış olup 3, ideal işletim koşulunu temsil etmektedir.

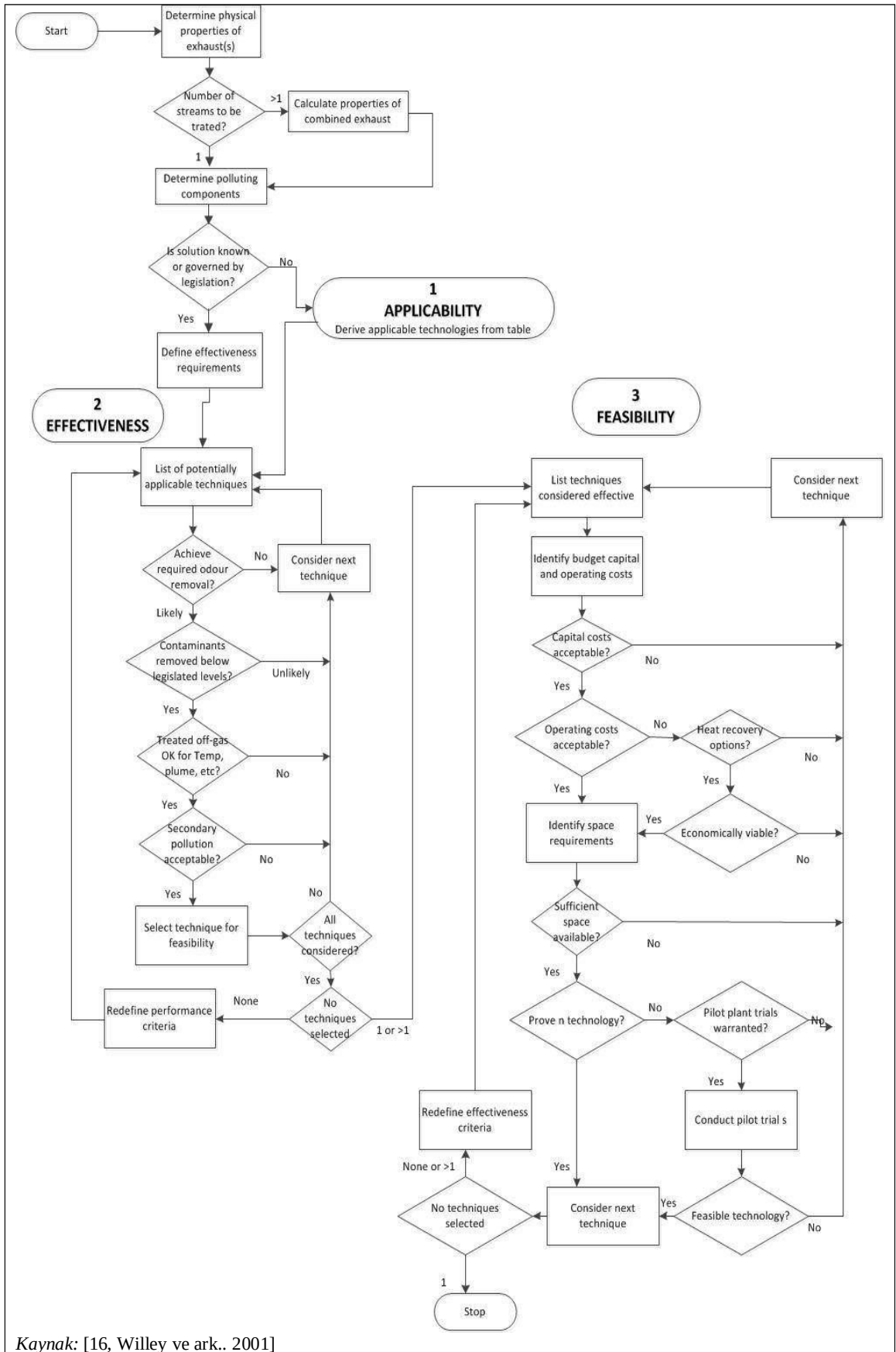
Her bir azaltım tekniği için, kokulu emisyon özelliklerinin her birinin ilgili aralığının toplamı bulunur. Bu, en yüksek puana sahip tekniklerin ayrıca değerlendirildiği bir basit derecelendirme sistemi sağlar. Genelde, seçim işleminde bir sonraki aşamaya üç ila beş azaltım tekniği aktarılır.

Tablo 2.16 Koku/VOC azaltım tekniklerinin seçimine ilişkin genel kriterlerin özeti

İşlem	Debi (m ³ /s)		Sıcaklık (°C)		Bağıl Nem (%)		Partikül (mg/Nm ³)		Kirletici konsantrasyonu (mg/Nm ³)			Puan
	< 10 000	> 10 000	< 50	> 50	< 75	> 75	0	< 20	> 20	< 500	> 500	
Fiziksel	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	0	
Absorpsiyon - su	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	0	
Absorpsiyon - kimyasal	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	
Adsorpsiyon	3	1	3	0	2	0	3	0	0	2	1	
Biyolojik	3*	2*	3	0	2	2	3	1	0	3	0	
Termal yükseltgenme	3	1	1	3	2	1	3	2	1	3	3	
Katalitik yükseltgenme	3	2	1	3	2	1	3	0	0	3	3	
Plazma	2	3	3	1 - 2	3	2	3	3	1 - 2	3	2	
Puan derecelendirme	Tanım											
0	Bu tanım uygun değildir veya etkin olmayabilmektedir, dolayısıyla seçim prosedürü kapsamında değerlendirilmemektedir.											
1	En iyi seçenek olma ihtimali bulunmasa da değerlendirmeye değerdir.											
2	Bu azaltım tekniği, bu koşul için çok uygundur.											
3	Belli işlem sistemi için en iyi işletim koşulunu temsil eder.											
*	Yüzey alanına bağlıdır.											
Kaynak: [16. Willev ve ark., 2001]												

Etkinlik veya gerekli performans bir sonraki aşamada değerlendirilir. Bu, azaltım tekniklerinin üreticilerinden sağlanan mesleki rehberlik ve bilgi kullanılarak değerlendirilebilir. Seçim işleminde bir sonraki adım, yapılabilirlik değerlendirmesidir. Sermaye ve işletme maliyetleri, alan gereksinimleri ve benzer bir proseste azaltım tekniğinin uygulanabilir olduğunun kanıtlanıp kanıtlanmadığı konuları eksiksiz değerlendirilir.

Şekil 2.5'te, bir akış şeması gösterilmekte ve bu boru sonu koku/VOC azaltım tekniklerinin seçim süreci özetlenmektedir.



Şekil 2.5 Koku azaltım ekipmanı seçimi akış şeması

2.1.7 Kaza sonucu yayılma

Çevreyi kirlitebilecek bir kaza, bir FDM tesisi ile ilişkili muhtemel çevresel etkiyi oluşturmaktadır. Bu genellikle, malzemenin kazayla doğrudan hava, su veya toprağa yayılması ile nitelendirilse de diğer türlü kaçınılmaz atık üretimine yol açan bir arıza da olabilmektedir. Örneğin, süt gibi hammadde veya bitkisel yağ gibi ürün ya da amonyak gibi yardımcı madde içeren bir tankın içeriğinin kaza sonucu yayılması, yerel akarsu veya su kaynağı üzerinde önemli bir zararlı etki doğurabilmektedir. Bu tür kazalar, rutin veya rutin olmayan işlemler sırasında gerçekleşebilmektedir.

Kaza sonucu yayılmaların yönetimi konusunda birçok aşama vardır:

- Çevreyi kirlitebilecek potansiyel kazaların belirlenmesi,
- Oluşma olasılıkları ve çevreye verilen muhtemel belirli tip ve ciddiyet derecesindeki zararın tayini için, belirlenmiş olan muhtemel kazalarla ilgili bir risk değerlendirmesi yürütülmesi,
- Belirlenen muhtemel kazalarla bağlantılı risklerin önlenmesi, ortadan kaldırılması veya kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi için kontrol önlemleri oluşturulması,
- Bir acil durum planı oluşturulması ve uygulanması,
- Nedenlerini belirlemek ve yeniden oluşmalarını önlemek amacıyla tüm kaza ve ramak kala durumların incelenmesi.

2.2 FDM sektöründeki mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

2.2.1 Enerji tüketimi

Spesifik enerji tüketimi ile ilgili veriler, sektörlerle ilgili bölümlerde verilmektedir. Teknik çalışma grubu (TÇG), spesifik enerji tüketimi verilerini gizli veriler olarak kabul etmiştir. Spesifik enerji tüketimi aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır:

$$\text{spesifik enerji tüketimi} = \frac{\text{son enerji tüketimi}}{\text{faaliyet oranı}}$$

Burada:

Son enerji tüketimi, üretim döneminde ilgili özel prosesler tarafından tüketilen (ısı ve elektrik olarak), MWh/yıl cinsinden ifade edilen toplam enerji miktarıdır.

Faaliyet oranı, belirli sektöre bağlı olarak, ton/yıl veya hl/yıl cinsinden ifade edilen, işlenen ürün veya hammaddenin toplam miktarıdır. Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmemektedir. Hammadde, gıda veya yem üretimi için tesise giren, işleme tabi tutulan veya işlenen herhangi bir malzemedir.

2.2.2 Su tüketimi

Su tüketimi, FDM sektörü için temel çevre konularından biridir. Suyun birçok farklı kullanımı bulunmaktadır, örneğin:

- Soğutma ve temizlik,
- Özellikle içecek sanayisinde olmak üzere, hammadde,
- Proses suyu, örneğin hammadde, ara ürün ve ürünlerin yıkanması için,
- Pişirme, çözme ve taşıma için,
- Ambalaj malzemelerinin temizliği için.
- Yardımcı su olarak, örneğin buhar ve vakum üretimi için,
- Temizlik suyu olarak.

İhtiyaç duyulan suyun kalitesi, belirli kullanıma bağlıdır.

Genellikle, temizlik ve dezenfeksiyon için büyük miktarlarda su gerekmektedir. Birçok tesiste, miktar temizlenecek ekipmanın tip ve büyüklüğü ile işlenecek malzemelere bağlı olmak üzere, temizlik ve dezenfeksiyon ana su tüketicisidir. Temizlik ve dezenfeksiyon, atıksu üretmektedir. Bu atıksu genelde, ürün kalıntıları ve giderilen çökelen topraktan kaynaklanan çözünür organik madde, katıyağ, yağ ve gres (FOG), askıda katı madde (TAKM), nitrat, nitrit, amonyak ve fosfat içermektedir. Ayrıca, asit veya alkali çözeltileri gibi temizlik maddesi kalıntılarını içermektedir. Prensipite, kullanılan temizlik ve dezenfeksiyon maddeleri, orijinal hallerinde veya reaksiyon ürünü olarak atıksu yoluyla dışarı atılmaktadır.

Tesis seviyesinde belirli su tüketim aralıkları, bu MET-REF'in her bir özel bölümünde verilmektedir. TÇG, özel su tüketimi verilerini gizli veriler olarak kabul etmiştir. Özel su tüketimi aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır:

$$\text{Özel su tüketimi} = \frac{\text{Su tüketimi}}{\text{aktivite oranı}}$$

Burada:

Su tüketimi, aşağıdakiler hariç olmak üzere, üretim döneminde ilgili özel proses tarafından tüketilen, m³/yıl cinsinden ifade edilen toplam su miktarıdır:

- Geri dönüştürülen/ yeniden kullanılan toplam su miktarı,
- Kullanılmayan veya proses suyundan ayrı olarak deşarj edilen soğutma suyu ve yüzeysel akış.

Faaliyet oranı, ton/yıl veya hl/yıl cinsinden ifade edilen, tüm ürünlerin (belirli sektöre bağlı olarak, tüm hammadde) toplam miktarıdır. Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmemektedir. Hammadde, gıda veya yem üretimi için tesise giren, işleme tabi tutulan veya işlenen herhangi bir malzemedir.

Su geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanımı, tüm FDM sektörlerinde ortak tekniktir. Bazı FDM sektörlerinde (örneğin süt ürünleri, nişasta üretimi, şeker üretimi) hammaddeler, salınan yüksek su içeriği ile nitelendirilmektedir. Bu belirli sektörlerde, yeniden kullanılan suyun miktarı, su tüketiminin birkaç katı olabilmektedir. Örnek su geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım yolları, 2.3.3.1.1 no'lu madde listelenmektedir.

2.2.3 Atıksu deşarjı

FDM sektörü geleneksel olarak, katkı, temizlik maddesi ve taşıma aracı ve yardımcı sistemler besleme suyu olarak suyun büyük bir tüketicisi olmuştur. Büyük FDM işleme tesisleri, bir günde yüzlerce metreküp su kullanabilmektedir. Katı olarak kullanılmayan suyu çoğu nihai olarak atıksuya dönüşmektedir.

Atık en aza indirme teknikleri (örneğin bakınız 2.3.5 no'lu madde) yoluyla, bu sektörde üretilen atıksu önemli miktarlarda azaltılabilmektedir. Temizlikte kullanılan su miktarı ile hijyen standartları arasında basit bir ilişki yoktur ve gıda güvenliği mevzuatı gereklilikleri, su kullanımının en aza indirilmesinin, uygun olmayan temizlik, hijyen veya ürün kalitesi seviyelerine yol açmasını önlemektedir.

Atıksu debileri, günlük, haftalık veya mevsimsel olarak çok değişken olabilmektedir. Atıksu profili büyük oranda üretim ve temizlik paternlerine bağlıdır. Şeker pancarı ve zeytinyağı üretimi gibi bazı sektörlerde işleme, kampanya esasıyla gerçekleşmektedir ve yılın bir bölümünde üretilen atıksu çok az olmaktadır veya hiç atıksu üretilmemektedir.

FDM atıksularının bileşimi oldukça değişkendir. Bununla beraber, bu atıksular genelde yüksek KOİ ve BOİ içermektedir. Emisyon seviyeleri, evsel atıksudan 10 - 500 kat büyük olabilmektedir.

FDM sektörü itibarıyla atıksu arıtma tesisi (AAT) çıkış suyu yıllık ortalama konsantrasyonları emisyon verileri aralıkları ve farklı parametre özel yükleri ile tesislere ilişkin deşarj türü, Tablo 2.17 - Tablo 2.32'de sunulmaktadır. Her bir parametre ile ilgili AAT azaltım verimliliği aralıkları, Tablo 2.33'te sunulmaktadır. Farklı parametreler ve belirli tesislere ilişkin emisyon veri kümeleri, 2.3.6.8 no'lu maddede verilmektedir. TÇG, belirli yükler cinsinden ifade edilen emisyon verilerini gizli veriler olarak kabul etmiştir.

Tablo 2.17 AAT çıkış suyu yıllık ortalama KOİ konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama KOİ konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	19 - 155	778-8 890	-
Bira üretimi	16 - 85	111-5 779	-
Süt ürünleri	8 - 147	40-4 475	20-1 001
Etanol üretimi	41 - 65	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	5 741	-
Sebze-meyve	13 - 187	33-2 319	2 205-5 402
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	22 - 259	406-3 800	1 059-1 692
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	15 - 363	53-5 561	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	53 - 645	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	6 - 78	1 537-3 253	3 322-3 459
Nişasta üretimi	31 - 284	72 - 78	513-11 333
Şeker üretimi	22 - 132	1 560-4 675	5 556
Tüm FDM sektörleri	6 - 363	40-8 890	20-11 333
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.18 AAT çıkış suyu yıllık ortalama KOİ özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama KOİ özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	85	403–4 778	-
Bira üretimi	g/hl ürün	4,4 - 40,2	11–1 595	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,8 - 649	28–18 631	74–1 258
Etanol üretimi	g/ t ürün	5,1	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	16–2 489	37	15 457–35 541
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	80 - 609	831–11 363	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	0,01 - 221	108–4 984	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,7 - 4	170	390
Nişasta üretimi	g/t hammadde	78–1 127	-	572–23 743
Şeker üretimi		29–2 059	3 618	5 940
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.19 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TOK konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TOK konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	-	357 - 421	-
Bira üretimi	-	50 - 911	-
Süt ürünleri	3,7 - 7,2	116–1 131	-
Etanol üretimi	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	-	-
Sebze-meyve	15	-	-
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	15,8 - 22,2	-	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	-	310 - 970	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	6 - 13,7	480–2 733	-
Nişasta üretimi	19,5 - 116	-	-
Şeker üretimi	1,3 - 28,2	-	1 433–1 931
Tüm FDM sektörleri	1,3 - 116	50–2 733	1 433–1 931
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.20 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TOK özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TOK özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	-	1 363	-
Bira üretimi	g/hl ürün	-	14,7 - 254	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	8,95	299–1 568	-
Etanol üretimi	g/ t ürün	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	220	-	-
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	25,15	-	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	-	178	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	-	-	-
Nişasta üretimi	g/t hammadde	-	-	-
Şeker üretimi		3,23 - 10,01	-	-
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.21 AAT çıkış suyu yıllık ortalama BOİ₅ konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama BOİ ₅ konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	3,3 - 40	650 - 801	-
Bira üretimi	2 - 11,5	200–4 000	-
Süt ürünleri	0,5 - 30,7	8,35–2 825	5,6 - 10,2
Etanol üretimi	2,2 - 5,7	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	-	-
Sebze-meyve	1,2 - 56,5	1 125–1 593	2 711–5 054
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	2,7 - 110,7	392–1 446	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	2 - 44	5–1 800	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	120 - 750	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	2,8 - 23,3	376	1 437–1 599
Nişasta üretimi	1,8 - 84	20,75	232 - 335
Şeker üretimi	1,6 - 143	345–1 625	2 948–4 210
Tüm FDM sektörleri	0,5 - 143	5–4 000	5,6–5 054
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.22 AAT çıkış suyu yıllık ortalama BOİ₅ özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama BOİ ₅ özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	14,74	-	-
Bira üretimi	g/hl ürün	0,63 - 4,46	10,9 - 482,1	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,2 - 74,6	32–5 058	20,95
Etanol üretimi	g/ t ürün	31,46	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	1,99 - 744,1	17,79	9 715–20 863
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	17,6 - 65,1	4 906–6 823	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	1,8 - 18,3	174,25	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		274,58	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,4 - 15,5	41,5	167
Nişasta üretimi	g/t hammadde	3,9 - 130	-	259
Şeker üretimi		1 - 560	-	3 152
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.23 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TAKM konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TAKM konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	4,6 - 97	91 - 303	-
Bira üretimi	2,5 - 21	1,6–1 095	-
Süt ürünleri	0,6 - 41,4	18–1 095	-
Etanol üretimi	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	2 814–3 633	-
Sebze-meyve	3 - 65,3	5,1 - 84	301–1 132
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	0,02 - 51,2	135–1 440	254 - 481
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	0,02 - 166	0,15 - 153	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	130 - 300	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	0,05 - 34,4	29–1 341	88 - 163
Nişasta üretimi	5 - 42,8	29 - 53	130–5 107
Şeker üretimi	0,04 - 128	660 - 980	3 148–5 281
Tüm FDM sektörleri	0,02 - 166	0,15–3 633	88–5 281
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.24 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TAKM özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TAKM özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	21,8	675,3	-
Bira üretimi	g/hl ürün	1,05 - 11,73	4,81 - 279,21	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,04 - 299	87–2 572	3,52
Etanol üretimi	g/ t ürün	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	3,43 - 902	1,32	2 110–7 448
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	0,22 - 64	206–2 134	1 377
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	0,006 - 63,13	19 - 681	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,008 - 26,94	-	10,22
Nişasta üretimi	g/t hammadde	11 - 476	-	348
Şeker üretimi		6 - 535	-	4 299
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.25 AAT çıkış suyu yıllık ortalama NH₄-N konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama NH ₄ -N konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	1 - 7,4	56,3	-
Bira üretimi	0,03 - 3,96	0,7 - 48,7	-
Süt ürünleri	0,03 - 8,75	1,3 - 160	-
Etanol üretimi	0,5 - 1,9	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	-	-
Sebze-meyve	0,06 - 4,83	0,17 - 0,54	-
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	0,08 - 9,12	1,6 - 5,7	0,39 - 1,11
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	0,6 - 3,1	1,32 - 82	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	0,04 - 1,24	0,3 - 0,7	-
Nişasta üretimi	0,14 - 18	-	0,92 - 47
Şeker üretimi	0,06 - 8,68	-	4 - 17
Tüm FDM sektörleri	0,03 - 18	0,7 - 160	0,39 - 47
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.26 AAT çıkış suyu yıllık ortalama NH₄-N özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama NH ₄ -N özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	9,38	-	-
Bira üretimi	g/hl ürün	0,01 - 0,088	0,19 - 4,78	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,009 - 17,73	5,9 - 173,2	-
Etanol üretimi	g/ t ürün	3,76 - 10,48	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	0,73 - 50,10	0,002	-
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	8,7	-	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	0,49 - 0,5	16,38	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,01 - 0,37	-	-
Nişasta üretimi	g/t hammadde	2,32	-	-
Şeker üretimi		0,05 - 2,95	-	4,27
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.				
Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.27 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TN konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TN konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	2,4 - 12	89 - 231	-
Bira üretimi	4,8 - 25	26,5 - 81,5	-
Süt ürünleri	1,1 - 23,4	38 - 214	4,2 - 111
Etanol üretimi	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	-	-
Sebze-meyve	0,4 - 22,8	10,2 - 14,8	9 - 105
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	2,4 - 17,9	33 - 358	25,6 - 53
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	0,9 - 15,3	2,5 - 110	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	4 - 7	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	1,3 - 4,1	5 - 10	11,7 - 16,4
Nişasta üretimi	3 - 13,4	3,3 - 5,3	55-2 150
Şeker üretimi	1,7 - 26,3	21,5 - 265	74 - 94
Tüm FDM sektörleri	0,4 - 26,3	2,5 - 358	4,2-2 150
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.28 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TN özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TN özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	10,72	21,18	-
Bira üretimi	g/hl ürün	0,30 - 2,79	1,05 - 22,64	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,57 - 40,68	43–1 241	15,46
Etanol üretimi	g/ t ürün	4,8 - 14,9	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	2,33 - 619	0,16	63 - 159
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	20 - 58	811	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	0,60 - 17,07	3,56 - 36,24	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	9,15	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,17 - 2,77	-	1,36
Nişasta üretimi	g/t hammadde	5,6 - 71,3	-	860
Şeker üretimi		1,61 - 25,81	-	91,94
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.29 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TP konsantrasyonu aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TP konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	0,25 - 2,82	2,76 - 118	-
Bira üretimi	0,5 - 4,3	1,4 - 89	-
Süt ürünleri	0,09 - 6,27	3,18 - 75	0,14 - 1,3
Etanol üretimi	0,8 - 1,1	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	-	-
Sebze-meyve	0,18 - 16	2,19 - 22,27	2 - 23
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	0,43 - 6,21	3,91 - 47,15	5,1 - 9,4
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	0,03 - 39	0,74-2 655	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	6 - 12	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	0,13 - 2,4	18 - 30	2,14 - 3,27
Nişasta üretimi	0,2 - 4,8	0,85 - 2,37	4,4 - 380
Şeker üretimi	0,03 - 2,7	1,4 - 2	10 - 14
Tüm FDM sektörleri	0,03 - 39	0,74-2 655	0,14 - 380
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.30 AAT çıkış suyu yıllık ortalama TP özel yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama TP özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	-	7,85	-
Bira üretimi	g/hl ürün	0,19 - 0,91	2,25 - 550	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	0,25 - 12,81	6,7 - 550	0.52 ve 1.6
Etanol üretimi	g/ t ürün	0,58	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	0,7 - 99,61	0,03	14,02 - 35,05
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	7,03 - 11,93	142 - 150	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	0,02 - 8,07	1,15 - 21,94	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		13,72	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	0,029 - 1,55	-	0,24
Nişasta üretimi	g/t hammadde	0,28 - 24,04	-	7,82 - 284
Şeker üretimi		0,08 - 2,55	-	14,96
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.31 AAT çıkış suyu yıllık ortalama Cl⁻ aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama Cl ⁻ konsantrasyonu (mg/l)		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	-	-	-
Bira üretimi	-	60,49	-
Süt ürünleri	153 - 687	78–1 569	167
Etanol üretimi	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	-	2 879	-
Sebze-meyve	-	-	-
Tahıl öğütme	-	-	-
Et işleme	-	969	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	-	480 - 763	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	-	-	-
Nişasta üretimi	-	-	-
Şeker üretimi	-	-	-
Tüm FDM sektörleri	153 - 687	60,49–1 569	167
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]			

Tablo 2.32 AAT çıkış suyu yıllık ortalama Cl⁻ yük aralıkları

FDM sektörü	Yıllık ortalama Cl özel yükü			
	Birim	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Araziye yayma
Hayvan yemi	g/t hammadde	-	-	-
Bira üretimi	g/hl ürün	-	17,8	-
Süt ürünleri	g/t hammadde	200–17 139	78–9 542	618
Etanol üretimi	g/ t ürün	-	-	-
Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	g/t hammadde	-	-	-
Sebze-meyve	g/ t ürün	-	-	-
Tahıl öğütme		-	-	-
Et işleme	g/t hammadde	-	6 890	-
Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	g/ t ürün	-	-	-
Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu		-	-	-
Alkolsüz içecekler ve nektar/usare	g/hl ürün	-	-	-
Nişasta üretimi	g/t hammadde	-	-	-
Şeker üretimi		-	-	-
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Tablo 2.33 FDM tesisleri AAT azaltım verimliliği aralıkları

Parametre	FDM tesisleri azaltım verimliliği (%) (yıllık ortalama verilere göre)					
	Konsantrasyon cinsinden ifade edilen emisyonlar için			Özel yük cinsinden ifade edilen emisyonlar için		
	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Atıksuyun araziye yayılması	Doğrudan deşarj	Dolaylı deşarj	Atıksuyun araziye yayılması
KOI	40 - 99	18 - 98	73 - 96	41 - 99	18 - 98	73 - 96
TOK	96 - 99	19	-	99	-	-
BOİ ₅	60 - 99	30 - 83	91 - 98	60 - 99	37	91 - 98
TAKM	38 - 99	10 - 96	99	68 - 99	50	99
NH ₄ -N	23 - 99	28 - 85	-	29 - 99	-	-
TN	37 - 99	30 - 75	91	37 - 99	67 - 76	89
TP	38 - 99	6 - 39	97	49 - 99	-	97
Cl-	13	-	5	13	-	-

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Spesifik atıksu deşarjı ile ilgili veriler, sektörlerle ilgili bölümlerde verilmektedir. TÇG, spesifik atıksu deşarjı verilerini gizli veriler olarak kabul etmiştir. Spesifik atıksu deşarjı aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır:

$$\text{spesifik atıksu deşarjı} = \frac{\text{atıksu deşarjı aktivite}}{\text{oranı}}$$

Burada:

Atıksu deşarjı, ayrı olarak deşarj edilen herhangi bir soğutma suyu ve yüzeysel akış hariç olmak üzere, üretim döneminde ilgili belirle prosesler tarafından deşarj edilen (doğrudan deşarj, dolaylı deşarj olarak ve/veya araziye yayma şeklinde), m³/yıl cinsinden ifade edilen toplam atıksu miktarıdır.

Faaliyet oranı, belirli sektöre bağlı olarak, ton/yıl veya hl/yıl cinsinden ifade edilen, işlenen ürün veya hammaddenin toplam miktarıdır. Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmemektedir. Hammadde, gıda veya yem üretimi için tesise giren, işleme tabi tutulan veya işlenen herhangi bir malzemedir.

Gıda işleme atıksuları çok asidikten, bir başka ifadeyle pH 3.5, çok alkaliye, bir başka ifadeyle pH 11, kadar değişmektedir. Atıksu pH'sini etkileyen faktörler şöyledir:

- Hammaddenin doğal pH'si.
- Hammadde bozulmasını önlemek için su yolu ile taşıma suyunun pH ayarı,
- İşleme işlemlerinde kostik çözelti veya asit çözeltisi kullanılması,
- Temizlik işlemlerinde kostik çözeltisi veya asit çözeltisi kullanılması,
- Peyniraltı suyu gibi asidik atık akımları,
- Yüksek maya içerikli atıksu, süt içeriğinin bozulmasından kaynaklanan laktik ve formik asitler gibi atıksuda asit oluşturan reaksiyonlar,
- Hammadde kaynağının niteliği - sert veya yumuşak.

Atıksu, münferit olarak atıksu arıtma tesisi (AAT) veya alıcı su ortamı üzerinde olumsuz etkiye sahip az sayıda bileşik içermektedir. Bunun muhtemel istisnaları ise şunlardır:

- Turşu kurma ve peynir yapımı gibi büyük miktarlarda kullanıldığı durumlarda tuz,
- İşlem sırasında kolay bozunmayan pestisit kalıntıları,
- Kimyasal dezenfeksiyon tekniklerinin kullanımından kaynaklanan kalıntılar ve yan ürünler,
- Bazı temizlik ürünleri.

Özellikle et veya balık işleme durumlarında atıksudaki patojenik organizmaların varlığı bir sorun oluşturabilmektedir. Ayrıca, bitki besin maddelerinin miktarı bir sorun olabilmektedir. Özellikle proseste - örneğin bitkisel yağ reçine giderme - veya temizlikte büyük miktarlarda fosforik asit kullanıldığı durumlarda, aşırı fosfor emisyonu seviyeleri oluşabilmektedir. Bu atıksuyun işlem sırasında anaerobik hale gelmesi durumunda, fosfat içeren bileşenlerin, nihai deşarj suyuna fosfor yayması tehlikesi bulunmaktadır. Proseste nitrik asit kullanımı, benzer bir etki doğurarak, atıksudaki nitrat emisyonu seviyelerini artırmaktadır.

2.3 FDM sektöründe mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

Bu bölümde, bu doküman kapsamında bulunan faaliyetlerde yüksek bir çevre koruma düzeyi sağlanması için potansiyel taşıdığı kabul edilen teknikler (veya tekniklerin kombinasyonları) ve ilgili izleme tanımlanmaktadır. Tanımlanan teknikler, hem kullanılan teknoloji hem tesislerin tasarlanma, yapılma, bakım ve işletim ve devre dışı bırakma şeklini içerecektir.

Bu bölüm, çevre yönetim sistemleri, prosese entegre teknikler ve boru sonu önlemlerini kapsamaktadır. Ayrıca, atıkların en aza indirilmesi ve geri dönüşüm işlemleri dahil atık önleme ve yönetiminin yanı sıra kullanım ve yeniden kullanımın optimizasyonu ile hammadde, su ve enerji tüketimini azaltan teknikler değerlendirilmektedir. Tanımlanan teknikler aynı zamanda, kaza ve olayların çevresel sonuçlarını önlemek veya sınırlamak için kullanılan önlemler ile saha iyileştirme önlemlerini kapsamaktadır. Ayrıca teknikler, normal dışı işletim koşullarında (örneğin devreye alma ve kapatma işlemleri, kaçaklar, arızalar, anlık durmalar, kesin faaliyet durdurmaları) emisyonların önlenmesi veya azaltılması için alınan önlemleri kapsamaktadır.

Direktif'in Ek III'ünde, MET'in belirlenmesiyle ilgili çok sayıda kriter sayılmaktadır ve bu bölümde verilen bilgiler, bu mülahazalara hitap edecektir. Mümkün olduğunca, her bir teknikle ilgili bilgileri özetlemek, tekniklerin karşılaştırması ve Direktif'te verilen MET tanımına göre değerlendirme yapılmasını sağlamak için, Tablo 2.34'te verilen standart yapı kullanılmaktadır.

Bu bölümde mutlaka sektörde uygulanabilecek tekniklerin kapsamlı listesi sunulmamaktadır. Münferit bir tesis için MET'in belirlenmesinde dikkate alınabilecek başka teknikler de bulunabilir veya geliştirilebilir.

Tablo 2.34 Her bir teknikle ilgili bilgiler

Bölümlerdeki başlıklar
Tanım
Teknik tanım
Elde edilen çevresel yararlar
Çevre performansı ve işletim verileri
Çapraz ortam etkileri
Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar
Ekonomi
Uygulamanın ana etkeni
Örnek tesisler
Referans literatür

Bu dokümanda, bu bölümde tekniklere, bu teknikler MET'in belirlenmesinde dikkate alınsın veya alınmasın yer verilmiştir.

Tanımlanan teknikler önlemenin, diğer tekniklere göre daha az kirlüten üretim tekniklerinin kullanılması, malzeme girişlerinin azaltılması, örneğin müşterinin spesifikasyonunu karşılamayan ürünlerin yeniden kullanımı için proseslerin yeniden mühendisliğinin gerçekleştirilmesi, yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi ve maddelerin daha az tehlikeli olanlarla değiştirilmesi gibi birçok yolla gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Bu bölümde, endüstriyel ölçekte uygulanmış olan bazı genel ve özel kirlilik önleme ve kontrol teknikleri hakkında bilgiler sunulmaktadır.

Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar (EFS) MET-REF [167, COM 2006], genel depolama ve taşıma tekniklerini kapsamaktadır, dolayısıyla, gıda güvenliği ve raf ömrü gibi FDM'ye özgü konularla ilgili olmadığı sürece bu dokümanda bu tekniklere yer verilmemektedir.

FDM sektörü, her faaliyet için ve her durumda, MET'in belirlenmesinde dikkate alınabilecek her tekniğin tanımını yapmak mümkün olmayacak kadar çeşitlidir. Bununla beraber, sektörün bir bölümünde kullanılan, diğer bölümler için de uygulanabilir olan çeşitli iyi tekniklerin bulunduğu açıktır. Tanımlanan teknikler ile hijyen, gıda/yem güvenliği veya soğutucular gibi diğer ilgili mevzuat arasında uyumsuzluk doğmamasının sağlanmasına dikkat edilmiştir.

2.3.1 Genel çevre performansı

2.3.1.1 Çevre yönetim sistemleri

Tanım

Çevre hedeflerine uygunluğun gösterilmesine yönelik resmi sistemdir.

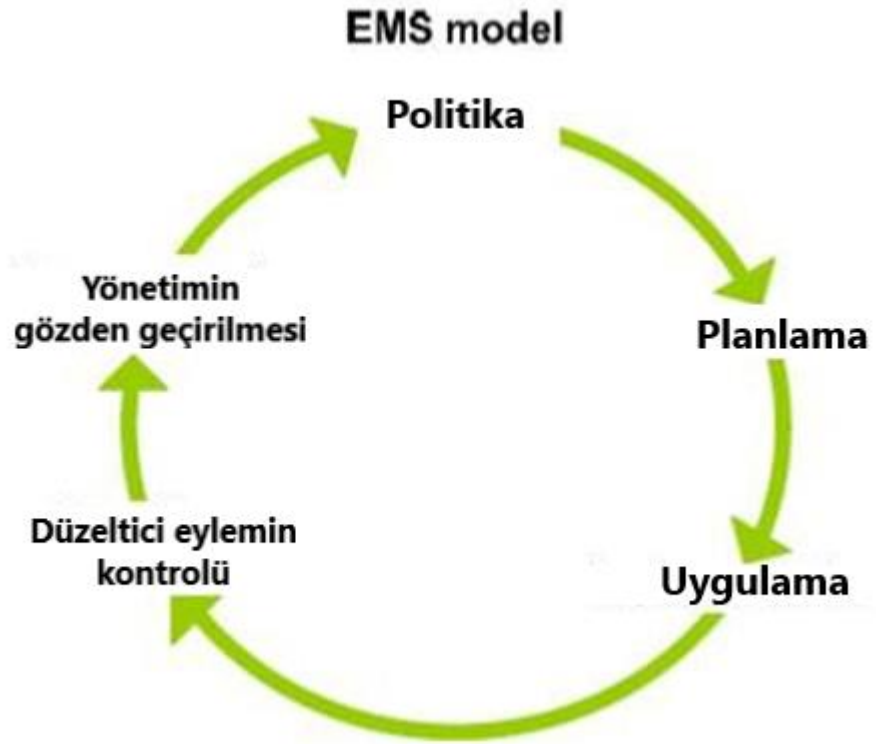
Teknik tanım

Direktif'te teknikler, hem kullanılan teknoloji hem tesisin tasarlanma, yapılma, bakım ve işletim ve devre dışı bırakma şeklini olarak tanımlanmaktadır (mevcut en iyi teknikler tanımı altında).

Bu açıdan, bir çevre yönetim sistemi (ÇYS), tesis işletmecilerinin çevre sorunlarını sistematik ve gösterilebilir bir yolla ele almalarına izin veren bir tekniktir. ÇYS'nin en etkin olduğu durum, ÇYS'nin bir tesisin genel yönetim ve işletiminin yapısal bir parçasını oluşturduğu durumlardır.

ÇYS ile, işletmecinin özellikle, hem normal hem normal dışı işletim koşulları için net işletim prosedürlerinin uygulanması yoluyla ve ilgili sorumluluk kademeleri oluşturularak tesisin çevre performansı üzerine odaklanması sağlanmaktadır.

Tüm etkin ÇYS'ler, çevre yönetiminin sonu olan bir proje değil devam eden bir süreç olduğu anlamına gelen sürekli iyileştirme kavramını içermektedir. Çeşitli proses tasarımları bulunmaktadır ancak çoğu ÇYS, planla-yap-kontrol et-harekete geç döngüsüne (diğer şirket yönetim bağlamlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır) dayanmaktadır. Bu döngü, bir döngünün sonunun sonraki döngünün başlangıcına yöneldiği yinelemeli dinamik bir modeldir (bakınız Şekil 2.6).



Şekil 2.6 ÇYS modelinde sürekli iyileştirme

ÇYS, standart veya standart dışı (ya da özel) sistem şeklinde olabilmektedir. EN ISO 14001:2015 gibi uluslararası ölçekte kabul edilmiş standart sisteme uygun uygulama ve bu sisteme bağlılık, özellikle uygun şekilde gerçekleştirilen dış doğrulamaya tabi tutulduğunda ÇYS'nin güvenilirliğini artırabilmektedir. (EC) 1221/2009 sayılı Tüzüğe göre Avrupa Birliği eko yönetim ve denetim planı (EMAS), çevre beyanı ve uygulanabilir çevre mevzuatına uygunluğun sağlanmasına dönük mekanizma aracılığıyla halkla etkileşim kurulmasından dolayı ilave güvenilirlik sağlamaktadır. Bununla beraber, doğru bir şekilde tasarlanmaları ve uygulanmaları koşuluyla, standart dışı sistemler prensipte eşit bir şekilde etkin olabilmektedir.

Hem standart sistemler (EN ISO 14001:2015 veya EMAS) hem standart dışı sistemler prensipte kuruluşlar için geçerli iken, Direktif'in yalnızca tesisleri düzenlemesinden dolayı bu dokümanda daha dar bir yaklaşım benimsenmekte, örneğin bir kuruluşun ürün ve hizmetleriyle ilgili tüm faaliyetleri kapsanmamaktadır.

ÇYS aşağıdaki özellikleri içerebilmektedir:

- i. Etkin bir ÇYS uygulanması için üst yönetim dahil yönetimin kararlılığı, liderliği ve hesap verebilirliği,
- ii. Kuruluş bağlamının belirlenmesi, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin tanımlanması, tesisin, çevreye (veya insan sağlığına) yönelik muhtemel riskleriyle ilişkili özelliklerinin ayrıca, çevreyle ilgili geçerli yasal gerekliliklerin tanımlanmasını içeren analiz,
- iii. Tesisin çevre performansının sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının geliştirilmesi,
- iv. Geçerli yasal gerekliliklere uygunluğun korunması dahil, önemli çevre yönleriyle ilgili hedef ve performans göstergelerinin belirlenmesi,
- v. Çevresel hedefleri yakalamak ve çevresel riskleri önlemek için gerekli işlem ve önlemlerin (gereken durumlarda düzeltici ve önleyici önlemler dahil) planlanması ve uygulanması,
- vi. Çevresel yön ve hedeflerle ilgili yapı, rol ve sorumlulukların belirlenmesi ve gereken mali kaynaklar ve insan kaynaklarının temini,

- vii. Görevleri tesisin çevre performansını etkileyebilecek personelin gerekli yetkinlik ve farkındalığının sağlanması (örneğin bilgilendirme ve eğitim yoluyla),
- viii. İç ve dış haberleşme,
- ix. Çalışanların iyi çevre yönetimi uygulamalarını katılımının özendirilmesi,
- x. Önemli çevresel etkisi olan faaliyetlerin kontrolü için bir yönetim rehberi ve yazılı usuller ayrıca ilgili kayıtların oluşturulması ve muhafazası,
- xi. Etkin işletim planlaması ve süreç kontrolü,
- xii. Uygun bakım programlarının uygulanması,
- xiii. Acil durumların olumsuz etkilerinin (çevresel etkiler) önlenmesi ve/veya azaltılması dahil acil durum hazırlıklı olma ve müdahale protokolleri,
- xiv. Bir tesis (yeni) veya tesis bölümünü tasarlarlarken (yeniden tasarlarlarken), söz konusu tesis veya tesis bölümünün, yapım, bakım, işletim ve devre dışı bırakma aşamalarını içeren ömrü boyunca çevresel etkilerinin dikkate alınması,
- xv. İzleme ve ölçüm programı uygulanması - gerekirse, IED Tesislerinden Kaynaklanan Havaya ve Suya Verilen Emisyonların İzlenmesi Referans Raporu'nda bilgi bulunabilir,
- xvi. Düzenli olarak sektörel kıyaslama çalışması yapılması,
- xvii. Çevre performansını değerlendirmek ve ÇYS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığı ve uygun bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı ve sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için periyodik bağımsız (mümkün olduğunca) iç denetim ve periyodik bağımsız dış denetim,
- xviii. Uygunsuzluk nedenlerinin değerlendirilmesi, uygunsuzluklara yanıt olarak düzeltici önlemlerin uygulanması, düzeltici önlemlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi ve benzer uygunsuzlukların mevcut olup olmadığı veya gerçekleşme potansiyelinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi,
- xix. Üst yönetim tarafından çevre yönetim sisteminin ve devam eden uygunluk, yeterlilik ve etkinliğinin periyodik gözden geçirilmesi,
- xx. Daha temiz tekniklerin geliştirilmesinin takibi ve dikkate alınması.

Eko yönetim ve denetim planı (EMAS), yukarıda "i" - "xx" maddeleri arasında verilen özellikleri için bir çevre yönetim sistemi (ÇYS) örneğidir.

Elde edilen çevresel yararlar

ÇYS, tesisin çevre performansının sürekli iyileştirilmesini desteklemektedir. Tesisin zaten iyi bir genel çevre performansı göstermesi halinde ÇYS, işletmecinin yüksek performans seviyesini sürdürmesine yardımcı olmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bildirilmemiştir. ÇYS bağlamındaki ilk çevresel etkiler ve iyileştirme kapsamının sistematik analizi, tüm çevresel ortamlar için en iyi çözümlerin değerlendirilmesi için bir temel sunmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yukarıda tanımlanan bileşenler genelde bu doküman kapsamındaki tüm tesisler için uygulanabilir. Çevre yönetim sisteminin (ÇYS) ayrıntı düzeyi ve niteliği genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığıyla ve taşıyabileceği çevresel etkilerin aralığıyla ilişkili olacaktır.

Ekonomi

İyi bir ÇYS uygulamanın ve sürdürmenin maliyetleri ve ekonomik yararlarını doğru bir şekilde belirlemek zordur. ÇYS kullanmanın sonucu olan ekonomik yararlar da vardır ve bunlar sektörden sektöre büyük ölçüde değişmektedir.

Sistemin doğrulanmasıyla ilgili dış maliyetler, Uluslararası Akreditasyon Forumu tarafından yayınlanan rehberden hesaplanabilir [171, IAF 2010].

Uygulamanın ana etkeni

Bir çevre yönetim sisteminin (ÇYS) uygulanmasının ana etkenleri şunlardır:

- İyileştirilmiş çevre performansı,
- Şirketin, müşteriler, düzenleyici otoriteler, bankalar, sigorta şirketleri veya diğer paydaşların (örneğin tesisin yakın çevresinde yaşayan veya çalışan kişiler) gereksinimlerini karşılamak için kullanılabilecek çevresel yönleri hakkında daha iyi anlayış kazanma,
- İyileştirilmiş karar alma temeli,
- İyileştirilmiş personel motivasyonu (örneğin yöneticilerin, çevresel etkilerin kontrol edildiği konusunda güven sahibi olabilmesi ve çalışanların, çevreye karşı sorumlu bir şirkette çalıştıkları hissedebilmesi),
- İşletme maliyetin azaltılması ve ürün kalitesinin iyileştirilmesi konusunda ek fırsatlar,
- İyileştirilmiş şirket imajı,
- Azalan yükümlülük, sigorta ve uygunsuzluk maliyetleri.

Örnek tesisler

Çevre yönetim sistemleri (ÇYS'ler), AB genelinde çok fazla sayıda tesiste uygulanmaktadır, FDM sektörü, en fazla EMAS kayıtlı kuruluşun olduğu endüstri sektörlerinden biridir [179, COM 2015].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [171, IAF 2010], [172, EC 2009], [173, DG Environment 2010], [179, COM 2015]

2.3.1.2 Entegre izleme sistemi

Tanım

Çok sayıda ölçüm ekipmanından oluşan ve giriş noktasından tüketim noktalarına kadar enerji, gaz ve su tüketiminin izlenmesine izin veren entegre izleme sistemidir.

Teknik tanım

Çok sayıda ölçüm ekipmanı ile bir entegre izleme sistemi oluşturulmakta ve bu sistem, giriş noktasından tüketim noktalarına kadar enerji, gaz ve su tüketiminin izlenmesine izin vermektedir. Sistem, kalorimetre, elektrik watt-saat sayaçları, gazölçer ve CO₂ ölçerler gibi ölçüm ekipmanından veri alabilmektedir..

Su ve enerji tüketiminin izlenmesi, örneğin uygun sayaç veya fatura kullanarak, doğrudan ölçüm, hesap veya kaydı içerebilmektedir. İzleme, en uygun seviyede (örneğin proses veya tesis seviyesinde) bölümlere ayrılmaktadır ve tesisteki herhangi bir önemli değişiklik izlemede göz önünde bulundurulmaktadır.

Ayrıca, bu teknik, elektrik enerjisi ve su tüketiminin otomatik tespiti için bir donanım ve yazılım sistemi içermektedir. Tesis enerji tüketiminin (proses tüketimi ve hava kompresörleri, hava işlem üniteleri, dondurma ünitesi ve aydınlatma gibi yardımcı servisler) sabit izlemesine ve sapmaların tespit edilmesine ve tüketimdeki azalmanın tahmin edilmesine izin vermektedir,

Elde edilen çevresel yararlar

Yararlar arasında, su ve enerji tüketiminin entegre bir şekilde kontrolü ve ölçümü bulunmaktadır. Bu, ana tüketim noktaları ile muhtemel tasarruf noktalarının belirlenmesi, tüketim seviyelerinin kontrol edilmesi, kayıp veya hatalı çalışma noktalarının belirlenmesi ve elde edilen tasarrufların ölçülmesine izin vermektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Özel ölçüm ve düzeltme kullanarak sıcaklık kontrolü bir izleme örneğini oluşturmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik, bir FDM tesisinin genel işletiminde uygulanabilir.

Ekonomi

Yatırım ve işletme maliyetleri genellikle ölçüm tipi ve tesisin karmaşıklığına bağlıdır.

Uygulamanın ana etkeni

Bu tekniğin uygulanmasını teşvik eden unsurları, potansiyel ekonomik tasarruf, verim ve verimlilikteki artış ve işletim koşullarının iyileştirilmesi oluşturmaktadır.

Örnek tesisler

Bir süt ürünleri tesisi (#189) [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.1.3 Özel ölçüm ve düzeltme kullanarak sıcaklık kontrolü

Tanım

Hammadde atıkları ve atıksu üretimi, örneğin depolama kapları, işleme kapları ve transfer hatlarında sıcaklık kontrol edilerek azaltılabilir.

Teknik tanım

Hammadde atıkları ve atıksu üretimi, örneğin depolama kapları, işleme kapları ve transfer hatlarında sıcaklık kontrol edilerek azaltılabilmektedir.

Bunun olası yararları arasında, malzeme bozulmalarının azalması, spseifikasyon dışı ürünlerin azalması ve daha az biyolojik kontaminasyon yer almaktadır. Sıcaklık sensörlerinin uygulanması bazı zamanlar bu sensörler, hem ürün hem temizlik sıcaklıklarının izlenmesi gibi çifte amaç için kullanılarak optimize edilebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi ve azalan atık üretimi. Isıtma için su veya buhar kullanılması halinde, potansiyel olarak su tüketimini azaltmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Süt ürünlerinde, sütün sıcaklığının ısıl işlem sırasında buhar veya sıcak suyun akışı kontrol edilerek korunabildiği bildirilmiştir.

Şekerleme üretiminde, sıcaklık sensörleri, ürün transferi sırasında sıcaklık düşmesini en aza indirerek, ürünün bozulmasının en aza indirilmesinde kullanılabilmektedir.

Et işlemede, dondurulmuş et çözme banyolarının sıcaklığı, su akışı kontrol edilerek korunabilmektedir.

Bir örnek et işleme kuruluşunda, sıcaklık kontrolü için termo elemanların kurulması, kuruluşun su temin maliyetlerinin %10'a kadar azaltılmasını sağlamıştır. Bir soğutma ve yıkama sisteminin su giriş ve çıkışındaki termo elemanlar, debiyi optimize eden bir otomatik kontrol valfini beslemektedir. Kontrol sistemi, prosesin hijyen gerekliliklerini karşılamaya yetecek bir debiyi muhafaza ederken, su ve enerji kullanımını ve atıksu üretimini büyük ölçüde düşürmektedir.

Alkol üretimi için melası fermente eden bir kuruluş, bir fermantasyon kabına, düzenli olarak gereken sıcaklığı 5 °C aşan bir iyileştirilmiş sıcaklık kontrolü kurmuştur. Sonuç, üretim veriminde artış ve atıkta %15 azalma olmuştur.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Isı proseslerinin uygulandığı ve/veya malzemelerin depolandığı ya da kritik sıcaklıklarda veya kritik sıcaklık aralıklarında aktarıldığı tesislerde uygulanabilir.

Ekonomi

Termo elemanların kullanıldığı örnekte kuruluş, 12 haftalık bir amortisman süresi vererek 3 000 İngiliz sterlini (2000) tutarındaki ilk yatırımının karşılığında 13 000 İngiliz sterlini/yıl tasarruf bildirmiştir. Üretim verimindeki artış ve atık üretimindeki azalmadan dolayı tasarruf sağlanabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Ürün bozulmasının en aza indirilmesi, artan üretim verimi ve azalan su tüketimi.

Örnek tesisler

Süt ürünleri, şekerleme üretimi, Birleşik Krallık'ta en az bir et işleme tesisi ve Birleşik Krallık'ta en az bir melas fermantasyon tesisinde uygulanmıştır.

Referans literatür

[10, Envirowise (UK) & Entec UK Ltd 1999]

2.3.1.4 Seviye ölçümü

Tanım

Seviye algılama sensörleri ve seviye ölçüm sensörlerinin uygulanmasıdır.

Teknik tanım

Seviye sensörlerinin iki ana kategorisini, seviye algılama sensörleri ve seviye ölçüm sensörleri oluşturmaktadır. Seviye algılama sensörleri, bir kapta belirli bir noktada (genellikle yüksek veya alçak nokta) bir akışkanın bulunup bulunmadığını göstermektedir. Çoğu uygulama, kabın içinde veya dışındaki bir görsel gösterge, görsel-işitsel alarm veya akış açma/kapama kontrolüne bağlıdır. Seviye ölçüm sensörleri, artan veya yavaşlayan pompalama hızları gibi ilişkili değişken kontrolleriyle birlikte fiili akışkan seviyelerinin sürekli izlemesine izin vermektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Temizlik maddeleri ve su tüketiminin azalması, atıksu üretiminin azalması, toprak ile yüzeysel sular ve yeraltı sularının kontaminasyon riskinin azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir bira fabrikasında, maya ile bira arasındaki arayüzeyi algılamak için bir kapasitans seviye şalteri kullanılmaktadır. Daha sonra bira depoya verilmektedir. Maya geri kazanılabilmekte ve hayvan yemi olarak kullanılabilir.

Bira yapımında, her %1 şıra (wort), atıksu KOİ seviyesine yaklaşık %5 ekleyecektir. Bu, proses kaplarının çok yüksek KOİ emisyon seviyeleriyle birlikte aşırı doldurulmasını engellemek için seviye sensörleri kullanılarak önlenmektedir.

Örnek olarak alınan bir büyük sebze işleme şirketi, sebzeleri taşıyan kanal sistemine su besleme tankları üzerine seviye kontrolleri tesis ederek su maliyetleri, atıksu ücretleri ve operatör çalışma süresinin azaltılmasıyla tasarruf sağlamıştır. Önceleri bir operatör su besleme kontrollerini elle ayarlamakta bu, operatör başka bir yerde bir işle meşgul olduğunda tanklardan aşırı su taşmasına yol açmaktaydı.

Basit bir şamandıralı valfin, düşük maliyetli bir çözüm sunduğu belirlenmiştir. Bugün tanklara su akışı valf tarafından kontrol edilmekte, böylece operatör başka bir yerde bir işle meşgul olabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe, imalat prosesi veya temizlik işleminde, örneğin sıvıların tank veya kaplarda depolandığı ya da reaksiyona sokulduğu durumlarda yaygın bir şekilde uygulanabilir. Tablo 2.35'te, malzeme atıkları ve atıksu üretimini azaltmak için seviye sensörlerinin nasıl kullanılabileceğiyle ilgili bazı örnekler gösterilmektedir.

Tablo 2.35 FDM işleminde seviye sensörü kullanım örnekleri

Tesis	Kontrol nedeni
Depolama veya reaksiyon tankları	Taşma ve malzeme atıkları/atıksuları önleme
Depolama kapları	Stok kontrolü için bilgi sağlama. Tarihi geçmiş stoktan kaynaklanan atıkları veya malzemenin kullanılmamasından dolayı oluşan üretim kayıplarını en aza indirme
Otomatik transfer kontrollü kaplar	Transfer kayıpları veya hatalı parti talimatlarından kaynaklanan atıkları en aza indirme
Sıvı gıda maddeleri	Aşırı doldurma ve dren yoluyla kayıpları önlemek için depolama tanklarının seviyesini izleme
Yerinde temizlik (CIP) / yerinde dezenfeksiyon	Kullanılan su/deterjan miktarını optimize etmek ve aşırı dökülmeye karşı koruma sağlamak için kap temizliğinde bir seviye şalteri olarak
Kaynak: [192, COM 2006]	

Ekonomi

Örnek olarak alınan bira fabrikasında, proses tadilatının maliyeti 9 500 İngiliz sterlinidir (1999) ancak, bira kayıpları ve atıksu ücretlerindeki 800 000/yıl'lık azalma, amortisman süresinin 5 gün olduğunu göstermiştir.

Örnek olarak alınan sebze işleme şirketi, su maliyetleri, atıksu ücretleri ve operatör çalışma süresindeki azalma ile 15 000 İngiliz sterlini/yıl'ın üzerinde tasarruf elde etmiştir. Amortisman süresi, birkaç ay olmuştur.

Uygulamanın ana etkeni

Pahalı ürün kaybı.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanabilir.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [7, Environment Agency of England and Wales 2000], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [10, Envirowise (UK) & Entec UK Ltd 1999], [192, COM 2006]

2.3.1.5 İletkenlik ölçümü

Tanım

Su iletkenliğinin ölçümüdür.

Teknik tanım

İletkenlik ölçümleri, su saflığının veya asit ya da alkali konsantrasyonunun tayini için kullanılan, bir başka ifadeyle suyun iyonik bileşenlerinin toplamının tayini yoluyla, iletkenlik ölçümleridir. Elektrot hücreleri ve endüktif sensörler, iletkenlik ölçümünde kullanılan iki sensör tipidir.

Elektrot hücreleri, proses akışkanını iki elektrot levhası arasında geçirerek çalışan kontak tip sensörlerdir. Bu sensörlerin çok hassas olduğu bildirilmektedir. Uygulamaları arasında, yeniden kullanım için proses suyunun izlenmesi, böylece atıksu üretiminin en aza indirilmesi ve sıcak yüzeylerin üzerinde tortu birikimini en aza indirmek için kazan suyunun izlenmesi yer almaktadır.

Ayrıca, iletkenlik endüktif sensörler kullanılarak ölçülebilmektedir. Bu kontak tip olmayan sensörlerde, proses akışkanının çevresinde iki elektromanyetik serpantin kullanılmaktadır ve bu sensörler, hijyenik uygulamalar için uygundur. Endüktif sensörler, elektrot hücrelerine göre daha büyük aralığa sahiptir.

Yerinde temizlik (CIP) kaynaklı durulama suyunun iletkenliği (bakınız 2.3.3.2.4 no'lu madde), tazyikli su ile yıkamanın ne zaman yeterli olduğu ve CIP'nin ne zaman durdurulabileceğinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (bir zamanlayıcı kullanmak yerine). Durulama suyu, CIP'de ön durulama için yeniden kullanılmak üzere toplanmaktadır. Durulama suyunun iletkenliği ölçülerek CIP, tazyikli suyla yıkama yeterli olduğunda tam zamanında durdurulmaktadır. Bu, durulama suyu tüketiminin azalmasına yol açmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan su ve deterjan kullanımı ve azalan atıksu miktarı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Akışkan akışı zorunlu olmasa da, kendi kendine temizleme etkisi sağlamaktadır. Hava ceplerinden kaçınılmalıdır. Ekipman, sıcaklıkla birlikte bir akışkanın iletkenliğindeki değişimi karşılayabilmelidir.

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde (Örnek A), CIP döngüsü, artık ürünü durulamak için tazyikli su, belirlenmiş olan bir süre boyunca asit veya kostik deterjan kullanarak temizlik ve bunu izleyen su ile durulamadan oluşmaktadır. Geçmişte, bu aşamalar, kullanılan deterjan miktarını sınırlandırmak için münferit zamanlayıcılar ile kontrol edilmiştir. Her bir CIP ünitesi ile çok sayıda hat ve kap temizlenmekte, dolayısıyla temizlik döngüleri değişmektedir. Bu nedenle, dren valfinin açma-kapama zamanı bir zayıflık oluşturmuştur. Bu, önemli miktarlarda deterjanın atıksu olarak deşarj edilmesiyle sonuçlanmıştır.

İletkenlik ölçümleri, asit veya kostik temizlik çözeltileri ilavesini kontrol etmek ve temizlik çözeltisi/çözeltilerinin ve/veya suyun geri kazanılıp kazanılamayacağını belirlemek için uygulanmıştır. Bu, deterjan ve/veya suyun ne zaman geri kazanılabileceği ve doğru miktarda deterjanın kullanılıp kullanılmadığını göstermiştir. Tüm mevcut CIP üniteleri, iletkenlik problemleriyle donatılmış ve bu problemler, tüm yeni ünitelerle ilgili spesifikasyona dahil edilmiştir.

Sistem, deterjan tankı girişine yakın, proses ekipmanından gelen ana boru hattına bir iletkenlik probu yerleştirilmesiyle çalışmaktadır. Prob, bir temizlik döngüsünde hattan geçen deterjan/su konsantrasyonunu izlemektedir. Deterjanla temizlik bir zamanlayıcı ile başlatılmakta ve deterjan kademeli olarak sistemdeki yıkama suyunun yerine almakta, bu su atıksu arıtma için drene edilmektedir. Tanımlı deterjan konsantrasyonu algılandığında, iletkenlik probu bir aktüatöre dren valfini kapatma sinyali göndermektedir. Daha sonra, akış deterjan tankına geri çevrilmekte ve deşarj edilmekten ziyade sistem içinden akışın devridaimi gerçekleşmektedir. Bunu müteakip, bir zamanlayıcı tarafından durulama aşaması başlatılmaktadır. Deterjan, seyreltme oluşuncaya ve tanımlı deterjan konsantrasyonuna yeniden ulaşınca kadar deterjan tankına geri verilmektedir. Bu noktada, iletkenlik probundan gelen bir sinyal, dren valfini açmakta ve durulama suyu, prob tekrar temiz su algılayınca kadar atıksu arıtma için drene edilmektedir.

Daha sonra dren valfi kapatılmakta ve temiz su, su tankına yönlendirilmektedir. Ayrıca, iletkenlik probu, temizlik işlemi boyunca gerekli deterjan kuvvetinin sürdürülmesini sağlamaktadır. Asgari operatör ilgisi gerekmektedir. Proses ekipmanının yerinde temizliğinin gerçekleştirildiği durumlarda belli ölçüde her bir iletkenlik probunun kendisi de temizlenmektedir. Günlük deterjan kullanımı, her CIP ünitesinde bulunan bir debimetre ile izlenmektedir. Deterjan kullanımının artması halinde bu, probun ayrıca temizliğe, bir başka ifadeyle operatörlerce gerçekleştirilen 10 dakikalık bir çalışma, ihtiyacı bulunduğunu göstermektedir. Ek prob temizliği genellikle 4 - 6 haftada bir gerekmektedir.

Süt ürünleri tesisi, her bir CIP ünitesi için deterjan kullanımında tahmini %15 tasarruf, atıksu arıtma için deşarj edilen su ve deterjanda azalma, daha az ekipman arızası ve her bir temizlik döngüsü için ideal deterjan miktarı kullanımı bildirmiştir.

Bir başka süt ürünleri tesisinde (Örnek B), deterjan kullanımının azaltılmasının yardımcı olmak için iletkenlik ölçerler kurulmuştur. İletkenlik probu, su veya deterjanın hatta olup olmadığını algılamakta ve hatta deterjan varsa, akışı bir deterjan geri kazanım tankına yönlendirmektedir. Böylece, durulama suyunun geri dönüşümü, daha az deterjan kullanımı ve bunun sonucunda da atıksu KOİ içeriğinde azalma sağlanmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe işleme ve temizlik uygulamalarında yaygın bir şekilde uygulanabilir. FDM sektöründe iletkenlik ölçümü kullanım örnekleri Tablo 2.36'da verilmektedir. FDM sektöründe tipik iletkenlik ölçümü uygulamaları Tablo 2.37'de verilmektedir.

Tablo 2.36 FDM sektöründe iletkenlik ölçümü kullanım örnekleri

Faaliyet	Kontrol nedeni
Suyun yeniden kullanımı öncesinde, çözünmüş tuz seviyelerini izleme	Taze su kullanımını ve atıksu üretimini en aza indirme
İyi su izlemesi	Uygun olmayan proses suyu kullanımından dolayı düşük kalitede ürün (atığa dönüşen) üretimini en aza indirme
Kaynak: [192, COM 2006]	

Tablo 2.37 FDM sektöründe tipik iletkenlik ölçümü uygulamaları

Sektör/faaliyet	Uygulama
CIP	Bira ile su veya kostik ile asit gibi ürün farklılıklarına göre tesis valf kontrolü için iletkenlik izlemesi
Şişeleme (genel)	Şişeli temizlik çözeltilerinde kostik kullanımının iletkenlik izlemesi
Ürün izlemesi (endüktif sensörler)	İçecek sanayileri ve süt ürünlerinde
Kaynak: [192, COM 2006]	

Ekonomi

Örnek A süt ürünleri tesisindeki deterjan tasarrufu, 13 000 İngiliz sterlini/yıl olarak bildirilmektedir. Şirket, 16 aylık bir amortisman süresi bildirmektedir.

Örnek B süt ürünleri tesisi, 10 000 İngiliz sterlini/yıl tasarruf ve 4 aylık yatırım amortisman süresi bildirmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan deterjan kullanımı.

Örnek tesisler

İçecek ve süt ürünlerinde ve CIP kullanılan yerlerde çok sayıda tesis.

Referans literatür

[7, Environment Agency of England and Wales 2000], [10, Envirowise (UK) & Entec UK Ltd 1999], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.1.6 Bulanıklık ölçümü

Tanım

Su bulanıklığının ölçümüdür.

Teknik tanım

Saçılmış ışıklı bulanıklık cihazları, sıvıdaki partikül veya kabarcıklarla, doğru açıda saçılan ışığı ölçmek için bir ışık yayma yönteminden yararlanmaktadır. Bu yöntem, damıtılmış sudaki bulanıklık ölçümü dahil düşük - orta bulanıklık ölçümlerinde kullanılmaktadır. Bir proses hattına bulanıklık ölçer kurmanın zor olduğu durumlarda, örnekleme cihazları kullanılabilir. Bu, hijyenin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Askıda katı madde bulanıklık ölçerler, proses akışkanındaki maddeden iletilen ışık miktarını ölçen bir ışık absorpsiyon yöntemi ile çalışmaktadır. Bu cihazlar, orta - yüksek bulanıklık seviyelerinin ölçümünde kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

İşleme sırasında malzeme kaybında azalma, suyun yeniden kullanımında artış ve atıksu üretiminde azalma.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bulanıklık ölçerler tercihen, yukarı akışlı ve optik ünitenin maksimum kendi kendine temizlik için akış yönüne baktığı düşey borulara kurulmalıdır. Yüzen veya çöken tortulardan hatalı ölçümleri önlemek için, yatay borularda, sırasıyla birikinti ve yüzen tortularla cüruf bağlamanın önüne geçmek üzere, taban veya üstte değil yanda ölçüm cihazları kurulmuş olmalıdır. Hatalı okumaları önlemek için, akışkan hızı 2 m/sn'yi geçmemelidir. Işının sapmasını en aza indirmek için, gaz kabarcıkları ve gaz giderimi engellenmelidir.

Bildirilen bir gıda imalat prosesinde, seperasyon aşamalarında bazı ürünler drene kaybolarak, şirketin su deşarj olurunun ihlaline yol açmıştır. Bir hijyenik bulanıklık ölçer ve debimetrenin kurulmasıyla, drene ürün kayıpları azalmış, ürün verimi ve mali tasarruf artmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Bulanıklık ölçerle bağlantılı enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Ürün veriminin proses suyu geri kazanımıyla artırılabilirdi durumlarda ve temizlik suyunun yeniden kullanımı için uygulanabilir.

FDM sektöründe bulanıklık ölçümü kullanım örnekleri Tablo 2.38'de verilmektedir.

Tablo 2.38 FDM sektöründe bulanıklık ölçümü kullanım örnekleri

Faaliyet	Kontrol nedeni
Proses suyu kalitesini izleme	Spesifikasyon dışı proses suyu veya ürünlerden kaynaklanan atıksuları en aza indirme
CIP sistemlerini izleme	Temizlik suyu yeniden kullanımını optimize etme, böylece atıksu üretimini en aza indirme
Kaynak: [192, COM 2006]	

FDM sektöründeki bir tipik bulanıklık ölçümü uygulaması, prosese geri kazandırmanın uygulanabilirliğini belirlemek için proses atık akımlarının izlenmesidir.

Ekonomi

Bildirilen düşük atıksu arıtma maliyetleri ve GBP 100 000 İngiliz sterlini/yıl'ın üzerinde tasarruf, bildirilen yaklaşık 16 000 İngiliz sterlini/yıl maliyet tasarrufu ve birleşik sermaye ve tesis maliyetlerinde 8 aylık amortisman süresi.

Uygulamanın ana etkeni

- Azalan ürün kaybı.
- Atıksudaki KOİ seviyesinin ve özellikle, atıksu borularında sorunlara yol açabilecek katıyağ içeriğinin azaltılması.

Örnek tesisler

Birleşik Krallık'ta en az bir peynir üretim tesisi ve bir diğer tanımlanmamış gıda imalat tesisi.

Referans literatür

[7, Environment Agency of England and Wales 2000], [10, Envirowise (UK) & Entec UK Ltd 1999], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.1.7 Tüketim ve akım envanteri/kaydı

Tanım

Su, enerji ve hammadde tüketimi ayrıca, atıksu ve atık gaz akımlarının - her biri ayrı ayrı - bileşim ve miktarı ile ilgili temel bilgiler, bir tüketim ve akım envanteri/kaydında derlenir. Tüketim ve yayılan akımlar, kaynaklarına, bir başka ifadeyle kaynaklandıkları prosese göre listelenir. Bu, tesisin kaynak verimliliği, bulaşkanların niteliği ayrıca, kaynakta azaltma olanaklarının değerlendirilmesinde temel unsuru oluşturur.

Teknik tanım

Tüketim ve akım envanteri/kaydı, özel yerel koşullarla ilgili olması halinde, aşağıdaki yönle hitap etmektedir:

- Aşağıdakiler dahil gıda, içecek ve süt üretim prosesleri ile ilgili bilgiler,
 - Emisyonların kaynağını gösteren basitleştirilmiş proses akış şemaları,
 - Performansları dahil olmak üzere prosese entegre tekniklerin ve emisyonların önlenmesi veya azaltılmasına dönük atıksu/atık gaz işlem tekniklerinin tanımları.
- Su tüketim ve kullanımı ile ilgili bilgiler (örneğin, akış şemaları ve su kütlesi dengeleri) ve su tüketiminin ve atıksu miktarının azaltılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesi.
- Aşağıdakiler gibi atıksu akımlarının miktarı ve özellikleriyle ilgili bilgiler:
 - Debi, pH ve sıcaklığın ortalama değerleri ve değişkenlikleri
 - İlgili kirleticiler/parametrelerin ortalama konsantrasyon ve yük değerleri ve değişkenlikleri (örneğin KOİ/TOK azot türleri, fosfor, iletkenlik).
- Aşağıdakiler gibi atık gaz akımlarının özellikleriyle ilgili bilgiler:
 - Ortalama akış ve sıcaklık değerleri ve değişkenliği,
 - İlgili kirleticiler/parametrelerin ortalama konsantrasyon ve yük değerleri ve değişkenlikleri (örneğin toz, TVOC, CO, NO_x, SO_x),
 - Atık gaz işlem sistemi veya tesis güvenliğini etkileyebilecek diğer maddelerin varlığı (örneğin oksijen, su buharı, toz).
- Enerji tüketimi ve kullanımı, kullanılan hammadde miktarının yanı sıra oluşan artıkların miktarı ve özellikleriyle ilgili bilgiler ve kaynak verimliliğinin sürekli iyileştirilmesine yönelik önlemlerin belirlenmesi.
- Enerji, su ve hammadde tüketimini dikkate alarak, kaynak verimliliğini artırmak amacıyla uygun bir izleme stratejisinin belirlenmesi ve uygulanması. İzleme, doğrudan ölçümler, hesaplamalar veya uygun sıklıkta kaydetmeyi içerebilmektedir. İzleme, en uygun seviyede (örneğin proses veya tesis seviyesinde) bölümlere ayrılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Suya ve/veya havaya verilen emisyonların azaltılması. İlgili atıksu/ atık gaz akımlarının belirlenmesi, etkin bir atıksu/ atık gaz yönetimi ve teknik önlemler ve yönetim önlemleriyle emisyonların azaltılması için ön koşuldur.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Yok.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Envanterin kapsamı (örneğin ayrıntı düzeyi) ve niteliği genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığıyla ve taşıyabileceği çevresel etkilerin aralığıyla ilişkili olacaktır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Envanterler/kayıtlar, MET'in uygulanmasının değerlendirilmesi için kullanılabilen ve emisyon sınır değerleri tanımlamak üzere otoriteler için temel bilgileri oluşturabilmektedir.

Örnek tesisler

Akım envanteri, AB genelinde çok sayıda tesiste uygulanmaktadır.

Referans literatür

[168, COM 2016]

2.3.2 Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler**2.3.2.1 Genel işleme teknikleri****2.3.2.1.1 Isı geri kazanımı****Tanım**

Isı geri kazanımı için ısı eşanjörleri ve ısı pompaları kullanılmasıdır.

Teknik tanım

FDM sektöründe çok sayıda ısı geri kazanım örneği bulunmaktadır. En yaygın kullanılan ısı geri kazanım yöntemleri şunlardır:

- Doğrudan kullanım: ısı eşanjörleri, akım fazlasında olduğundan ısıdan yararlanır.
- Isı pompaları görece soğuk akımlardaki ısıyı yükseltir, böylece mevcut ısısında gerçekleştirebileceğinden daha yararlı bir çalışma gerçekleştirebilir (bir başka ifadeyle kaliteli enerji girdisi, atık/fazla ısının enerji kalitesini artırır).

Ayrıca, kazan blöfünden ısı geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir.

Isı geri kazanımının bir başka örneği, hava kompresörleriyle ilgilidir. Bir hava basınçlı sistemde kompresörlerin tükettiği mekanik enerjinin %80 - 90'ı, termal enerjiye dönüştürülür. Bu, hava sıcaklığını artırır, bu nedenle de bir kompresör soğutma sistemi gereklidir. Bu şekilde, bu ısı geri kazanılabilir ve yeniden kullanılabilir. Hava kompresörlerinden sağlanan ısı çıkışı, ısı transferi için su veya hava ile karıştırılabilmekte ve daha sonra ısı yeniden kullanılabilir. Isıtma sistemleri, kurutma prosesleri ve buhar kazanı veya fırın yakıcılarına ısı beslemesi, ısıtılan hava akımının ana uygulamalarıdır. Isıtılan su akımı uygulamaları ise çeşitlidir [193, TWG 2015].

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

FDM MET-REF veri toplama çalışması soru formlarında bildirilen suyun birden çok yeniden kullanma yolu vardır [193, TWG 2015]. Bazı örnekler, Tablo 2.39’da sunulmaktadır.

Tablo 2.39 FDM sektöründe çeşitli ısı geri kazanım örnekleri

Isı geri kazanım tekniği	Teknik tanım	Örnek tesisler	Ekonomi
<i>Bira fabrikaları</i>			
Malt (wort) kaynatılmasından ısı geri kazanımı	Buhardan ısı geri kazanımının en basit yolu buharı, örneğin üretim, temizlik işlemleri, mayalanma kazanlarının yıkanması veya oda ısıtması için olmak üzere çeşitli prosesler için sıcak su elde etmek amacıyla kullanmaktır.	#157, #159	Yatırım maliyeti olarak 1 600 000 avro ve yıllık işletme maliyeti (bakım maliyeti) olarak 30 000 avro - 4 kWh/hl ısı tüketimi azalmasında
<i>Süt ürünleri</i>			
Soğutma tesisinden, pastörizasyon için ısı geri kazanımı	Pastörizasyon sıcaklıklarını yükseltmek amacıyla soğutma döngüsünden gelen atık ısıyı kullanmak için amonyak bazlı ısı pompası eklenmektedir.	Birleşik Krallık’taki en az bir süt ürünleri tesisi	8 yıllık amortisman süresiyle birlikte yüksek yatırım ve işletme maliyetleri
Dondurma üretiminden pastörizasyondan ısı geri kazanımı	Dondurma karışımından suya yayılan ısı, başta temizlik işlemleri olmak üzere çeşitli amaçlarla suyun ön ısıtmasını sağlayabilmektedir.	İsveç’teki en az bir dondurma tesisi	-
Sıcak peyniraltı suyundan ısı geri kazanımı	Peynir sütünün ön ısıtması için sıcak peyniraltı suyu ısısının kullanımı	Danimarka ve Birleşik Krallık süt ürünleri tesisleri (#408)	Yaklaşık 500 000 avro yatırım maliyeti ve yaklaşık 20 000 avro yıllık işletme maliyeti
<i>Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu</i>			
Bitkisel yağların sertleştirilmesinden ısı geri kazanımı	Yemek pişirme, yeme ve sabun yapma amaçlı katıyağ elde etmek için bitkisel yağların sertleştirilmesi sırasında meydana gelen hidrojenasyon reaksiyonu, ekzotermik bir işlemidir. Ürünü istenen reaksiyon sıcaklığına getirmek ve daha sonra reaksiyonda buhar elde etmek için ısı kullanılabilir.	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu (OI) sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.	Ek yatırım maliyetleri gereklidir. Azalan buhar üretim girdisi nedeniyle düşük işletim maliyetleri.

Kolza kurutucusundan ısı geri kazanımı	Kolza işleme tesisinde döner kurutucudan çıkan atık buharlar, tohumların ön ısıtması ve ideal ısı geri kazanımına ulaşılması için suyun ısıtılmasında kullanılmaktadır.	#86, #466	Yatırım maliyeti: 20 000 Bm ³ işletim hava debisine sahip bir ısı eşanjörü için yaklaşık 100 000 avro. İşletme maliyeti: yaklaşık yıllık 3 900 avro (sirkülasyon pompası elektriği)
Nişasta üretimi			
Patates suyunun ön ısıtması	Patates suyunun yaklaşık 100 °C'ye ön ısıtması, proteinin ekstrakte edildiği sıcak usare yeniden kullanılarak gerçekleştirilmektedir.	#149, #150, #151, #152	Yaklaşık 1 300 000 avro yatırım maliyeti (usare bakımından 100 m ³ /s kapasite) ve yıllık 200 000 avro (doğal gaz tüketiminin azalması) bildirilmiştir.
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Source:[108,NEWPOTATOPROLIFEproject2007],[192,COM2006],[193,TWG2015],[227,UnitedKingdom2015]			

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Mevcut ve yeni FDM tesislerinde ısı geri kazanım olanakları vardır. Enerji Verimliliği (ENE) MET-REF'te [132, COM 2009] belirtildiği üzere, üretim eğrisine karşılık gelen herhangi bir talebin olmadığı durumlarda ısı geri kazanımı uygulanabilir değildir.

Ekonomi

Bakınız Tablo 2.39.

Uygulamanın ana etkeni

AB Sirküler Ekonomi Eylem Planı doğrultusunda [180, COM 2015], ısı geri kazanımı ile, FDM sektörünün kaynak verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Örnek tesisler

Isı geri kazanımı, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[108, NEWPOTATOPRO LIFE project 2007], [132, COM 2009], [180, COM 2015], [192, COM 2006], [193, TWG 2015], [227, United Kingdom 2015]

2.3.2.1.2 Üretilen biyogazın kullanımı**Tanım**

Atıksuyun anaerobik çürütme veya anaerobik arıtmasıyla elde edilen biyogaz, yakıt olarak kullanılır - örneğin gaz motorunda veya kazanda. Önceden ısıtılabilir (örneğin hidrojen sülfürü gidermek için).

Teknik tanım

Anaerobik çürütücü veya anaerobik atıksu arıtması ile elde edilen biyogaz (metan), bir yıkayıcıdan (hidrojen sülfürün giderilmesi için sodyum hidroksit) geçerek, biyogaz tutucusuna girmeden önce bir dizi kondensat kapanından akmaktadır. Biyogaz tutucusunda depolanan metan ön koşullandırmaya tabi tutulmakta (kurutulmakta), daha sonra bir gaz analizörü, bu analizörden de gaz motoruna geçmektedir. Elektrik üreten bir jeneratörü enerjilendiren gaz motorunda, gaz yakılmaktadır. Soğutma suyundan ısı geri kazanımı gerçekleştirilmekte ve egzoz, örneğin kazan besleme suyunu ısıtmak için kullanılmaktadır.

Alternatif olarak, biyogaz işleme tabi tutulmadan doğrudan kullanılabilir - örneğin, proses ısısı üreten bir kazanda veya bir DDGS kurutucusunda. Büyük tesislerde, kazanlardan gelen buhar genellikle kombine güç ve proses ısısı üretiminde (örneğin şeker sanayisi) kullanılmaktadır.

CHP tesisleri, anaerobik çürütme ile artıran büyük miktarlarda organik atığın söz konusu olduğu FDM tesisleri gibi besleme kaynağının mevcut olduğu ve ideal olarak atık veya yan ürün olarak tesiste elde edildiği tesisler için en uygun olmaktadır. CHP ile ilgili genel bilgi almak için 2.1.2.1.1 no'lu maddeye bakınız.

Elde edilen çevresel yararlar

CHP tesisi, anaerobik çürütücü tarafından üretilen metan gazının, değerli bir yenilenebilir enerji kaynağına dönüştürülmesini sağlamaktadır. Ayrıca, CHP tesisi, anaerobik çürütücünün atığı, değerli bir ürüne dönüştürmesini sağlamaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bir süt ürünleri tesisinde (#296), jeneratörde üretilen elektrik alçak - orta gerilime (400 V – 10 000 V) dönüştürülmekte ve tesiste kullanılmak üzere ana şalt odasına yönlendirilmektedir.

CHP gaz besleme hattına bir kurutucu ve ısı eşanjörü kurulmuştur. Bu, gaz kalitesini sürdürmek, böylece CHP motoruna yoğunlaşma ve diğer gazlar kaynaklı hasar verilmesini önlemek için gerekli olmuştur. Motor, hidrojen sülfür gazına duyarlıdır, bu nedenle bu bileşimin giderilmesi için öncülde bir yıkayıcı sistem sağlanmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Yanma kaynaklı havaya verilen emisyonlar.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle uygulanabiliridir.

Ekonomi

Yaklaşık 1 milyon avro toplam maliyet bildirilmiştir (600 kWh elektrik ve 600 kWh termal enerji üreten bir CHP tesisi için) [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

- Yakıt tüketiminin azaltılması.
- Yenilenebilir enerji kaynağı üretimi ve kullanımı ve atık ürünün, değerli bir varlığa dönüştürülmesi.

Örnek tesisler

Tesis #296, anaerobik çürütücüden elde edilen biyogazı kullanmaktadır. Tesis #287, elde edilen biyogazı doğrudan bir DDGS kurutucuda kullanmaktadır.

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.2.1.3 Proses kontrol sistemleri

Tanım

İhtiyaç duyulmadığında ekipmanın kapatılması için bir tesisin otomasyonudur.

Teknik tanım

Bir imalat tesisinin otomasyonu, sensör, alet ve bilgisayarlar, veri işleme uygulaması gerektiren bir proses kontrol sisteminin tasarlanması ve kurulmasını içermektedir. İmalat proseslerinin yalnızca ürün kalitesi ve işyeri güvenliğinin iyileştirilmesi değil aynı zamanda prosesin kendisinin verimliliğinin artırılması ve enerji verimliliğine katkıda bulunulması için önemli olduğu yaygın kabul gören bir husustur. Proses kontrol sistemleri hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Proses kontrol sistemleriyle, kompresör ve aydınlatma gibi ekipmanın kapatılması gibi birçok önlem alınabilmektedir. Soğuk hava, soğutulmuş su veya antifriz çözeltisinin sirkülasyonunu sağlayan pompa ve fanlar ısı üreterek, tükettikleri gücün çoğunu soğutma yüküne vermektedir, dolayısıyla ihtiyaç olmadığından bunların kapatılması enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu durum, tükettikleri gücün çoğunu soğutma yüküne verdiklerinden soğuk depo veya soğuk odadaki ışıklar için de geçerlidir.

Anahtarlama, sabit bir program veya plana göre zamanlanabilmektedir. Örneğin yüksek veya düşük sıcaklıkları tespit etmek ve ihtiyaç olmadığından motorları kapatmak için koşullar izlenebilmektedir. Rölantide olduğunda kapatılması için bir motorun yükü algılanabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

ENE MET-REF'te verilen proses kontrol sistemine bakınız [132, COM 2009].

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen proses kontrol sistemine bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanabilir.

Ekonomi

ENE MET-REF'te verilen proses kontrol sistemine bakınız [132, COM 2009].

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[39, Environment Agency of England and Wales 2001],[132, COM 2009],[193, TWG 2015]

2.3.2.1.4 Kombine ısı ve güç üretimi

Tanım

Aynı anda elektrik ve yararlı ısı üretmek amacıyla bir ısı motoru ile güç santralini kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Farklı kojenerasyon uygulamaları hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketimi ve NO_x, CO₂ ve SO₂ gibi havaya verilen emisyonlarda azalma.

Çevre performansı ve işletim verileri

CHP'nin enerji verimliliği, %90'a kadar çıkabilmektedir. Bu, fosil yakıtların kullanımını optimize etmekte ve CO₂ üretimini azaltmaktadır. Yeni CHP tesisleri, ısı ve elektriğin ayrı üretimine göre yakıttan %10 tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, gazlı CHP planları, SO₂ emisyonlarını ortadan kaldırabilmekte ve NO_x, çevre mevzuatına uygunluk sağlanacak şekilde kontrol edilebilmektedir. Otomatik kontrol ve izleme sistemlerine sahip olduğundan, eski kazan sistemlerine göre modern CHP ekipmanı olasılıkla işletim ve bakım için daha az çaba gerektirecektir.

Şeker üretimi için gereken enerjinin çoğunun, gaz, ağır fuel oil veya kömürü CHP ekipmanı ile buhar ve elektriğe dönüştüren bir kazan binasında gaz, ağır fuel oil veya kömür yakılarak elde edildiği bildirilmektedir. Bu sektörde, CHP genel yakıt kullanım faktörü %70'i aşmaktadır ve genelde yaklaşık %80'in üzerindedir. Bu yakıt dönüştürüm verimliliği, verimlilikleri %55 civarında olan en son nesil kombine çevrim gaz türbinleri dahil olmak üzere, buharı ayrıca kullanılmayan herhangi bir ticari elektrik santralini oldukça üzerindedir. Fazla elektrik diğer kullanıcılara satılabilmektedir [192, COM 2006].

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen kojenerasyona bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yaygın bir şekilde uygulanabilir. CHP'nin uygulanabilirliği büyük oranda birçok teknik boyuta bağlıdır. CHP iyi tesis edilmiş ve teknik olarak gelişmiş bir teknik olmasına rağmen, doğru tasarım kararlarının verilmesi çok önemlidir. Tesiste elektrik ve ısıtımın tüketim paterni ve elektrik/ısı tüketim oranı, dikkate alınacak temel faktörlerdir.

Tesisin sürekli çalışıp çalışmadığı ve proseslerde büyük değişikliklerin gerçekleşip gerçekleşmediği ise diğer önemli faktörlerdir. Basit bir tahminle, tesis en az 4 000 saat/yıl eş zamanlı ısı ve elektrik talebine ihtiyaç duymaktadır.

Ekonomi

Ekonomik boyutların araştırılması temelinde bir CHP uygulayıp uygulamama kararında, gaz ve elektrik fiyatları dikkate alınacaktır. Görece pahalı gaz veya diğer yakıtlar ile ucuz elektrik arasındaki denge, CHP seçimini kolaylaştırmaktadır. Öneğin, elektrik fiyatlarının düşmesi veya faz fiyatlarının yükselmesi durumunda, CHP'den elde edilen maddi getiri azalacaktır. Serbest enerji piyasasında bu mümkündür. Ara sıra uygulanan bir seçenek, CHP tesisini, fazla elektrik şebekeye satılmak üzere, ısı tüketimi temelinde tasarlamak olmaktadır. Bunun cazip bir seçenek olup olmadığı çok büyük oranda, satılan fazla elektrik için elde edilen fiyata bağlıdır.

CHP tesisinin finansmanı ile ilgili olarak eğilim, şirketlerin bu tesisin finansmanını kendilerinin karşılamaması yönündedir. Bazı zamanlar, enerji tedarikçileriyle birlikte iş ortaklıkları kurulmakta ve bazı zamanlar CHP tesisi tamamen üçüncü şahıslarca finanse edilmektedir. CHP tesisi tarafından elektrik ve ısı teslimi ile ilgili bir sözleşmenin süresi normalde 10 - 15 yıl olmaktadır.

Birleşik Krallık'ta, günümüzde CHP'nin bir tesisin toplam enerji faturalarını %20 oranında azaltabildiği tespit edilmiştir. Örnek olarak alınan bira fabrikasında, enerji maliyetlerindeki tasarruf %16,2 olmuştur.

Örnek tesisler

Şeker üretim tesisleri, süt ürünleri, bira fabrikaları ve içki fabrikalarında uygulanmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Kojenerasyon tesislerinin desteklenmesine yönelik önlem ve prosedürlerin hayata geçirilmesi, enerji verimliliği hakkında 25.10.2012 tarih ve 2012/27/EU sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktif tarafından desteklenmektedir.

Referans literatür

[53, COM 2002], [132, COM 2009], [192, COM 2006]

2.3.2.1.5 Boru, kap ve ekipmanların yalıtımı

Tanım

Etkin kaplama malzemeleri seçimiyle boru, kap ve ekipmanların yalıtımıdır.

Teknik tanım

Fırın ve dondurucular gibi boru, kap ve ekipmanların yalıtımı, enerji tüketimini en aza indirebilmektedir. Yalıtım, iletkenlik değerleri düşük, kalın etkin kaplama malzemeleri seçilerek ve montaj öncesinde yalıtımı yapılan boru, kap ve ekipmanlar kullanılarak optimize edilebilmektedir. Ön yalıtımın avantajı, boru desteklerinin, örneğin doğrudan bağlanmak yerine yalıtım kaplamasının dışına monte edilmesidir. Bu, desteklerden ısı kaybını azaltmaktadır.

Boruların yetersiz yalıtımı, çevredeki proses alanlarının aşırı ısınmasının yanı sıra yangın tehlikesine yol açabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketimi ve ilgili yakıt tüketimi ayrıca, havaya verilen emisyonlarda azalma.

Çevre performansı ve işletim verileri

Boru ve tankların yalıtımı, ısı/soğukluk kaybını %82-86 oranında azaltabilmektedir. Ayrıca, geleneksel olarak yalıtımı yapılanların yerine ön yalıtımlı borular kullanılarak %25-30 ısı tasarrufu sağlanabilmektedir.

Süt ürünlerinde, sıcak ve soğuk ürünlerin depolanması ve pompalanması söz konusu olmaktadır. Örnek olarak alınan Danimarka'daki yeni bir süt ürünleri tesisinde, sıcaklık farkı ortam sıcaklığının en az 10 °C üzerinde olan boruların tümü, 30 mm yalıtımla kaplanmıştır. Tanklar, 50 mm yalıtımla kaplanmıştır. Ön yalıtımlı borular, bir sac metale sarılı mineral yünü kaplama ile kaplanmıştır. 9 km'den uzun boru ve 53 tankın yalıtımı yapılmıştır. Hesaplanan enerji tasarrufu, 6 361 MWh/yıl ısıtma enerjisi ve 2 397 MWh/yıl soğuk enerji, bir başka ifadeyle 479 MWh/yıl elektrik eşdeğeri, olmuştur.

Örnek olarak alınan İtalya'daki bir makarna tesisinde, tüm borulardan yayılan enerji incelenmiş ve yalıtım iyileştirilmiştir. Üç örnekte, termal direnç 0,22 m².°C/W'den 0,396 m².°C/W, 0,574 m².°C/W ve 0,753 m².°C/W'ye çıkarılmıştır. Bunun sonucunda, CO₂ emisyonu sırasıyla %44,4, %61,6 ve %70,7 oranında azalmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

İster yeni ister mevcut tüm FDM tesislerine uygulanabilir. Ön yalıtımlı borular yeni tesislerde ve boru, kap ve ekipman değişiminin yapıldığı durumlarda uygulanabilir.

Ekonomi

Örnek olarak alınan Danimarka'daki yeni süt ürünleri tesisinde, yatırım maliyeti, 7,6 yıllık bir amortisman süresi ile birlikte yaklaşık 1 408 000 avro olmuştur.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

FDM sektörü ve diğer sektörlerde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001], [193, TWG 2015]

2.3.2.1.6 Motor frekans dönüştürücüleri

Tanım

Frekans dönüştürücüler (veya değişken hızlı sürücüler), gerekli motor gücü için pervane hızını düzenler.

Teknik tanım

Frekans dönüştürücüler kullanarak pompa motoru hızının kontrolü, güç tüketimi ve sıvı işlemi gibi, pervane hızının gerekli pompa gücüyle tam uyumlu olmasını sağlamaktadır. Frekans dönüştürücüler (veya değişken hızlı sürücüler) hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Güç tüketiminin azalması, pompa ve motorların kapasite ve sayısına bağlıdır. Genellikle, bir pompanın gücündeki %10'luk bir azalma, pompanın güç tüketiminde %28'lik bir azalmaya karşılık gelmektedir.

Örnek olarak alınan Almanya'daki bir hazır kahve üreticisinde, tüm elektrikli motorlar için frekans dönüştürücülerin uyumlu uygulaması motorların, devreye alma işlemleri sırasındaki güç ve elektrik tepe değerlerine uygun olacak şekilde ayarlanmasını sağlamıştır.

Danimarka'daki bir süt ürünleri tesisinde, 203 motora frekans dönüştürücü kurulmuştur. Motorların toplam gücü, 1 216 kW olmuştur. Tahmini yatırım maliyeti 311 000 avro olarak gerçekleşmiştir. Tahmini yıllık 90 000 avro (1 325 000 kWh) tasarruf sağlanmıştır.

Bir peyniraltı suyu ürünleri şirketi, peyniraltı suyunu işleyerek, farmasötik ve gıdalarda kullanmak üzere birçok hammaddeye dönüştürmektedir. Bu ürünlerden biri, üretimi, ıslak laktozun (%9 saflıkta), bir sirküler proseste sıcak suda çözündüğü bir rafinasyon prosesini içeren laktozdur. Islak laktoz, bir sarsıntılı tabla üzerinden, sıcak su ile karışımının gerçekleştirildiği bir karışım kabına taşınmaktadır. Karışım ise, karıştırıldığı ve karışım kabına geri gönderildiği bir tampon kaba pompalanmaktadır. Böylece, karışımın laktoz içeriği, kademeli olarak artmaktadır. Yaklaşık 1 saat sonra, karışım ileri işleme için karışım ünitesinden boşaltılmaktadır. Karışım kabındaki sıvı seviyesi, tampon tanklarından su/laktoz akışı düzenlenerek kontrol edilmiştir. Bu, taşıma için kullanılan santrifüj pompanın teslim tarafındaki bir kısma valfi ile gerçekleştirilmiştir. Bu kısma sisteminin birkaç dezavantajı olmuştur, örneğin etkin olmamış, elektrik enerjisinin gereksiz yayılmasına yol açmıştır ve pompanın gereksiz aşınmasına sebep olmuştur. Sistem, pompayı tahrik eden motor üzerinde bir hız kontrol sistemiyle değiştirilmiştir. Bunun sonucunda, NLG 1 638 (1994) değeriyle 12 600 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanmış, bakım maliyetlerinde NLG 10 257/yıl (1994) azalma gerçekleşmiş ve 0,3 yıllık bir amortisman süresi söz konusu olmuştur.

Örnek olarak alınan bir bira fabrikasında, basınçlı hava (6 bar), altı vida tip ve yedi adet pistonlu kompresörle üretilmektedir. Bir vida tip kompresör, frekans kontrollü makine olarak çalışmakta ve tüm kompresörler merkezi olarak kontrol edilmektedir. Bu teknolojinin avantajı, besleme sistemindeki basıncın +/-0,05 bar'dan fazla dalgalanmamasıdır. Sistem basıncı, 0,2 bar oranında azaltılabilmektedir. Kompresörün boşta çalışması önlenerek yaklaşık %20 oranında elektrik tasarrufu sağlanabildiği bildirilmektedir. Bakım maliyetleri yaklaşık %15 oranında azaltılabilmektedir. Sistem basıncındaki azalmadan elde edilen maliyet faydasını nicel olarak belirlemek mümkün olmamaktadır.

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen değişken hızlı sürücülere bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Frekans dönüştürücüler, standart trifaze motorlarla kullanılabilir. Hem manüel hem otomatik hız kontrolleri için frekans dönüştürücüler bulunmaktadır. Frekans dönüştürücüler, pompa, havalandırma ekipmanı ve taşıma sistemleri için mevcut ve yeni tesisatta uygulanabilmektedir. Frekans dönüştürücü tahrikli motorların, tesisin toplam enerji kullanımının %60'ını aşmaması gerektiği zira bu motorların, elektrik beslemesi üzerinde olumsuz etkisinin bulunabileceği ve teknik sorunlara yol açabileceği bildirilmektedir.

Ekonomi

5,5 kW'lık bir frekans dönüştürücünün fiyatı, yaklaşık 600 avrodur.

Uygulamanın ana etkeni

Ürünün daha yavaş işleme tabi tutulmasıyla birlikte elektrik gücü tüketiminin azaltılması.

Örnek tesisler

Bu teknik, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[19, German Dairy Association 2001], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [35, Germany 2002], [132, COM 2009], [143, Caddet 1999], [193, TWG 2015]

2.3.2.1.7 Enerji tasarruflu aydınlatma**Tanım**

Enerji tasarruflu lambalar, doğal ışık kullanımı veya otomatik aydınlatma kontrolü gibi önlemlerdir.

Teknik tanım

Aşağıdakilerle daha enerji tasarruflu aydınlatma [91, Giner Santonja ve ark. 2017] sağlanabilmektedir:

- i. konvansiyonel tungsten ampuller ve diğer düşük verimliliğe sahip ampullerin, flüoresan, sodyum ve LED lambalar gibi daha enerji etkin lambalarla değiştirilmesi,
- ii. Mikro yanıp sönme sıklığını ayarlayacak cihazlar, yapay aydınlatma ayarı için ışık şiddetini ayarlama anahtarları, aydınlatma kontrolü için sensörler veya oda giriş şalterleri kullanılması,
- iii. Örneğin havalandırma delikleri veya çatı pencereleri yoluyla daha fazla doğal ışık girişine izin verilmesi, doğal ışık, muhtemel ısı kayıplarıyla dengelenmek zorundadır.

Enerji tasarruflu aydınlatma hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

ENE MET-REF'te verilen enerji etkin aydınlatmaya bakınız [132, COM 2009].

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen enerji etkin aydınlatmaya bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

ENE MET-REF'te verilen enerji etkin aydınlatmaya bakınız [132, COM 2009].

Ekonomi

Bir süt ürünleri tesisinde, mevcut 72 lambada iki 58 W neon tüp, iki 22 W LED ile değiştirilmiştir. Yatırım maliyeti, 5 688 avro olarak gerçekleşmiştir. Bu, yaklaşık 10 000 kWh/yıl enerji tasarrufunu beraberinde getirmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Azalan ekonomik maliyetler.

Örnek tesisler

Bu teknik, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[91, Giner Santonja ve ark. 2017], [132, COM 2009], [193, TWG 2015]

2.3.2.1.8 Enerji verimliliği planı**Tanım**

Bir enerji verimliliği planı, faaliyetin (veya faaliyetlerin) belirli enerji tüketiminin tanımlanması ve hesaplanması, yıllık bazda kilit performans göstergelerinin belirlenmesi (örneğin belirli enerji tüketimi için) ve periyodik iyileştirme hedefleri ve ilgili işlemlerin planlanmasını kapsar. Plan, tesise özgü durumlara uyarlanır.

Teknik tanım

Enerji verimliliğinin elde edilmesine yönelik yönetim, enerji tüketiminin sürekli azaltılması ve üretim ve yardımcı servislerin verimliliğinin iyileştirilmesi ve hem şirket hem tesis seviyesinde elde edilen iyileştirmelerin sürdürülmesi hedefiyle, enerjiye yapılandırılmış bir ilginin gösterilmesini gerektirmektedir. Bu yönetim, iyileştirme olanaklarını tanımlayarak ve sürekli iyileştirmeyi temin ederek, enerji verimliliğinin belirlenmesi için yapı ve temel sunmaktadır.

Tüm etkin enerji verimliliği yönetimi (ve çevresel yönetim) standartları, programları ve rehberleri, sürekli iyileştirme fikrini içermekte ve bu, enerji yönetiminin sonu olan bir proje değil bir süreç olduğu anlamına gelmektedir.

Çeşitli proses tasarımları bulunmaktadır ancak çoğu yönetim sistemi, planla-yap-kontrol et-harekete geç döngüsü yaklaşımına (diğer şirket yönetim bağlamlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır) dayanmaktadır. ISO 50001, enerji verimliliği yönetim sistemleri ile ilgili küresel olarak daha yaygın standartlardan biridir.

Enerji verimliliği yönetim sistemleri hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Elde edilen çevresel yararlar

ENE MET-REF'te verilen enerji verimliliği yönetim sistemlerine bakınız [132, COM 2009].

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen enerji verimliliği yönetim sistemlerine bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

ENE MET-REF'te verilen enerji verimliliği yönetim sistemlerine bakınız [132, COM 2009].

Ekonomi

İzin verilen kapasitesi yaklaşık 500 ton/gün olan bir mevcut tahıl öğütme tesisinde, Uluslararası Standartla ISO 50001'e göre onaylanmış bir enerji yönetim sisteminin uygulama maliyeti, 4 000 avrodur [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Enerji yönetim sisteminin uygulanması, tesisin enerji tüketiminin izlenmesini sağlamaktadır.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektörlerinin birçoğunda yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[132, COM 2009], [193, TWG 2015]

2.3.2.1.9 Yüksek verimli motorlar

Tanım

Motor kayıplarını en aza indirmek için yüksek verimli motorların kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Motor kayıpları, uygulanabilir olduğu durumlarda daha yüksek verimliliğe sahip motorlar tanımlanarak en aza indirilebilmektedir. Enerji etkin motorlar hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009]. Motor kayıplarını en aza indirmenin diğer yolları şöyledir:

- bir motor arızasında, enerji kayıplarını en aza indirmek için onarım sürecine uygun özen ve dikkatin gösterilmesinin sağlanması,
- Aşırı büyük motorların kullanımından kaçınılması,
- Hafif yüklü motorların kayıplarını azaltmanın maliyetsiz yolu olarak, motor elektrik beslemesinin kalıcı olarak yeniden yıldız fazda bağlanmasının değerlendirilmesi,
- Gerilim dengesizliği, düşük veya yüksek besleme gerilimleri, harmonik bozulma veya zayıf güç faktörünün, aşırı kayıplara yol açmadığının kontrol edilmesi.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

ENE MET-REF'te verilen enerji etkin motorlara bakınız [132, COM 2009].

Çapraz ortam etkileri

ENE MET-REF'te verilen enerji etkin motorlara bakınız [132, COM 2009].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Motorların kullanıldığı yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi

Azalan enerji maliyetleri.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[39, Environment Agency of England and Wales 2001], [132, COM 2009],
[193, TWG 2015]

2.3.2.1.10 Yanma regülasyonu ve kontrolü**Tanım**

Yanma regülasyonu ve kontrolü, sıcak gaz ve ısı talebinde yakıt akışı, hava akışı, oksijen seviyelerini izleyerek kazan yakmasının kontrolü için kullanılabilir.

Teknik tanım

Fazla hava, yakıt debisine orantılı olarak hava debisi ayarlanarak en aza indirilebilmektedir. Buna büyük ölçüde, sıcak gazlardaki oksijen içeriğinin otomatik ölçümü yardımcı olmaktadır. Prosesin ısı talebinin ne kadar hızlı dalgalandığına bağlı olarak, fazla hava manuel olarak ayarlanabilmekte veya otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Hava seviyesinin çok düşük olması, alevin sönerek yeniden tutuşturulması ve geri tepmeye yol açmakta, tesise zarar vermektedir. Bu iyileştirme, yanmamış gazlar ve örneğin cüruf yoluyla, yanmadan kaynaklanan katı atıklar ve artıklardaki elementlerden dolayı ısı kaybını en aza indirmektedir. Yanmanın optimizasyonu ve ileri kontrol sistemleri hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009] and the LCP MET-REF [145, COM 2017].

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketimi ve havaya verilen emisyonların azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Otomatik kontrollerin periyodik yeniden kalibrasyonu ile birlikte bir ilk kurulum aşaması olacaktır.

Çapraz ortam etkileri

Fazla hava azaltıldığından, karbonlu partiküller, karbonmonoksit ve hidrokarbonlar gibi yanmamış bileşenler oluşmakta ve emisyon sınır değerlerini aşabilmektedir. Bu, fazla hava azaltılarak enerji verimliliği elde edilmesi ihtimalini sınırlandırmaktadır. Uygulamada, fazla hava, emisyonların sınır değerinin altında kaldığı değerlere ayarlanmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektörlerinin birçoğunda yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[132, COM 2009], [145, COM 2017], [193, TWG 2015]

2.3.2.2 Buhar sistemleri ile ilgili teknikler**2.3.2.2.1 Standart ve yoğunlaşmalı ekonomizör****Tanım**

Isıyı sıcak gazdan, giren besleme suyuna aktararak buhar kazanı yakıt gereksinimlerini azaltan ısı eşanjörüdür.

Teknik tanım

Ekonomizör, buhar kazanları ve diğer ısı kaynaklarında çok yaygın ve standart enerji geri kazanım çözümüdür. Çok kısaca, ekonomizör, suyun ön ısıtması gibi düşük dereceli ısı uygulamaları için yararlı olabilen sıcak yanma gazına yerleştirilen bir ısı eşanjörüdür. İki tip ekonomizör vardır: standart ve yoğunlaşmalı. Sıcak gazlar, yanma kaynaklı su buharı içermektedir. Bir standart ekonomizör, bu buharın (duyulur ısı) yoğunlaşma sıcaklığının üzerinde geriye kalan sıcak gazı kullanırken, yoğunlaşmalı ekonomizör, bu buharın yoğunlaşma sıcaklığının altındaki sıcak gazlardan ısıyı çekmektedir (böylece, aynı zamanda gizli ısının geri kazanımını gerçekleştirmektedir). Bu yoğunlaşmış buhar, yanma kaynaklı kükürt ve NO_x ile karışarak, asidik hale gelmektedir, bu nedenle, yüksek enerji geri kazanımı sağlasa da yoğunlaşmalı ekonomizör, aside dayanıklı malzeme (paslanmaz çelik) gerektirdiğinden daha pahalıdır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Ekonomizör, kazan tasarımına göre tasarlanmak ve tesis edilmek zorunda olup, maksimum verimlilik için ekonomizörün çalışma aralığı ve koşullarını bu husus belirleyecektir. Su ön ısıtması, ekonomizörden geçen akışı minimumda tutarak, kaynamayı önlemek için sınırlandırılmalıdır. Baca gazları, yoğunlaşmalı ekonomizör dışında, yoğunlaşma noktasının altında soğutulmamalıdır.

Çapraz ortam etkileri

Yalnızca yoğunlaşmalı ekonomizörde olmak üzere, yanma suyunun yoğunlaşmasından kaynaklanan az miktarda düşük pH içerikli atıksu oluşmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Toplam maliyet, kazanın büyüklüğünün yanı sıra kazan ve kazan binasının konfigürasyonuna bağlıdır. Yıllık 15 000 MWh gaz tüketen bir küçük endüstriyel kazan için, maliyet yaklaşık 50 000 avro ve yıllık tasarruf 20 000 avro olmaktadır [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektörlerinin birçoğunda yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.2.2.2 Kazan blöfünün en aza indirilmesi

Tanım

Su ön işleminin gerçekleştirilmesi, kondensat geri kazanımının en yükseğe çıkarılması, otomatik blöf kontrol sistemi kullanılması veya blöfün orta ya da alçak basınçta buharlaştırılması gibi önlemlerdir.

Teknik tanım

Kazan blöf, tuzların (klorür, alkali ve silisik asit gibi) birikmesini sınırlandırmak için kullanılmaktadır, bu nedenle, bu parametrelerin öngörülen sınırlar içinde tutulması için gereklidir. Ayrıca, kazandan şlam birikintileri (örneğin kalsiyum fosfatlar) ve korozyon ürünlerini (örneğin demir oksitler) gidermek ve suyu berrak ve renksiz olarak korumak amacıyla kullanılmaktadır. Atıksu daima, tanımlı bir süre boyunca veya sürekli olarak, yüksek basınç ve sıcaklıkta deşarj edilmektedir. Bu nedenle, blöfün mümkün olduğunca kısıtlanması tercih edilmektedir.

Kazan suyundaki toplam çözünmüş katı maddeler en iyi şekilde, maksimum izin verilen değere mümkün olduğunca yakın tutulmaktadır. Bu, kazan suyundaki bir iletkenlik probu, blöf regülatörü veya blöf reglaj valfinden oluşan bir otomatik sistem ile gerçekleştirilebilmektedir. İletkenlik sürekli ölçülmektedir. Ölçülen iletkenliğin, maksimum değeri aşması halinde, reglaj valfi daha fazla açılmaktadır.

Kontaminasyon riskinden dolayı, kondensatın rutin olarak AAT'ye tahliyesi yerine, kondensat bir ara tankta toplanarak, herhangi bir bulaşkan varlığının tespiti için analiz edilebilmektedir. Ters osmoz yoluyla ön işlem, daha düşük kazan blöf oranları, bunun sonucunda daha düşük enerji kayıplarına olanak tanımaktadır. Ters osmoz için gereken enerji yalnızca elektrik enerjisidir - bir başka ifadeyle osmoz membranından itilebilmesi için suyun basınç altına konulması için ($< 0,001 \mu\text{m}$). Ayrıca, kazan besleme suyu ön işlemi kimyasallar kullanarak indirgenebilmektedir [193, TWG 2015].

Kazan blöfünün en aza indirilmesine yönelik ek önlemler, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi. Azalan atıksu üretimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 2.40'ta, sebzelerin derin dondurulmasında buhar basıncının fonksiyonu olarak blöfün azaltılması yoluyla elde edilebilecek muhtemel yakıt tasarrufu sunulmaktadır. 10 bar'lık bir buhar basıncında, blöf miktarının %10 oranında azaltılması durumunda, %2,1'lik bir yakıt tasarrufu elde edilebilmektedir.

Tablo 2.40 Sebzelerin derin dondurulmasında kazan blöfünün azaltılmasıyla muhtemel tasarruf

Etkin kazan basıncı (bar)	Blöf azaltılması başına yakıt tasarrufu (%)
7	0,19
10	0,21
17	0,25
Kaynak: [192, COM 2006]	

Hesaplamalar, kondensat enerjisinin, tipik bir sistemin toplam buhar enerjisi içeriğinin %10 - 20'si arasında olabileceğini göstermekte bu durum, bunun geri döndürülmesinin önemli enerji tasarrufu anlamına geleceğini ifade etmektedir. Sıcak kondensatın kazana dönüşünün en yüksek seviyeye çıkarılması, kazanın/kazanların işletme maliyetlerini azaltmaktadır. En iyi çalışan tesisler, sıcak kondensat olarak üretilen buharın %80 - 90'ını geri döndürmektedir. Bir ortalama şişeleme tesisi, sıcak kondensat olarak üretilen buharın %70-80'ini geri döndürmekte, ortalamanın altındaki tesislerin geri döndürdüğü oran ise %70'in altında olmaktadır [98, TWG 2017].

Çapraz ortam etkileri

İşlem kimyasalları, iyon giderici rejenerasyonunda kullanılan kimyasallar, vb.nin deşarjları.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Kazan kullanılan yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi

Kondensat dönüşünün amortismanı, kondensat debisi ve sıcaklığına bağlı olacaktır [98, TWG 2017].

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri ve sebze-meyve tesisleri ve yağlı tohum sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001], [15, Van Bael J. 1998], [98, TWG 2017], [132, COM 2009], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.2.2.3 Kondensat dönüşü çürük buhar kayıplarının önlenmesi**Tanım**

Akustik, görsel, elektrik iletkenliği veya termal kontrollere göre buhar kapanı incelemeleridir.

Teknik tanım

Kondensat buhar kapanlarından tahliye edilerek dönüş borularından aktığında, belli miktarda çürük buhar oluşmaktadır. Genelde çürük buhar havaya verilmekte ve bu buharın içerdiği enerji kaybolmaktadır. Çürük buharı yakalamak ve kullanmak, örneğin kazanda, mümkündür.

Sızdıran buhar kapanlarında, büyük enerji kayıplarına yol açan önemli miktarlarda buhar kaybı olmaktadır. Doğru bakımla, bu kayıplar etkin bir şekilde azaltılabilmektedir. Buhar kapanlarının son üç ila beş yılda muayene edilmediği buhar sistemlerinde, bunların yaklaşık %30'u arızalanarak, buhar kaçışına izin vermiş olabilmektedir. Düzenli olarak planlanan bakım programı olan sistemlerde, kapanların toplam sayısının %5'inin altında kapanda kaçak söz konusu olmalıdır.

Çok farklı buhar kapanı tipleri ve her bir tipin kendi özellikleri ve ön koşulları vardır. Buhar kaçağı kontrolleri, akustik, görsel, elektrik iletkenliği veya termal kontrollere dayanmaktadır. Ayrıca, buhar ve basınçlı hava sistemlerinde kaçak tespiti, bir ultrason ölçüm mikrofoni kullanılarak yapılabilmektedir [193, TWG 2015].

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji ve su tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Çürük buhar genelde, orijinal basınçlı kondensattaki enerjinin yaklaşık %40'ını içermektedir. Daha işletim bilgisi, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çürük buharın üretildiği ve yeniden kullanılabilirdiği yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektörlerinin birçoğunda yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[39, Environment Agency of England and Wales 2001],[132, COM 2009],[193, TWG 2015]

2.3.2.2.4 Çok kademeli buharlaştırma**Tanım**

Buharlaştırılan buharların evaporatörün, sıcaklık ve basıncın önceki kademeye göre daha düşük olduğu sonraki kademesine uygulanmasıdır.

Teknik tanım

Evaporatörler, tek kademeli olarak çalışabilmekte veya buharlaştırma, seri çalışan birçok evaporatör kullanılan kademelerde gerçekleştirilmektedir. Her bir evaporatör bir etki olarak anılmaktadır. Çok kademeli veya çok etkili evaporatör sistemlerinde, evaporatörün bir etkisinden ürün çıkışı, sonraki etki için besleme görevi görmek ve evaporatörün bir etkisinden giderilen yüksek sıcaklıklı buhar, sonraki evaporatör etkisindeki düşük sıcaklıklı ürünü ısıtmak için kullanılmaktadır. Çok kademeli evaporatör sistemlerinin enerji verimliliği, mekanik buhar yeniden sıkıştırma (MVR) ve/veya termal buhar yeniden sıkıştırma (TVR) yoluyla iyileştirilebilmektedir. Bu teknikler hakkında daha fazla bilgi, ENE MET-REF'te verilmektedir [132, COM 2009].

Evaporatör iç yüzeyleri, evaporatör alanının üzerine enjekte edilen buharla ısıtılmaktadır. Bu, ilk kademede sıvıdan su buharını kaynatarak uzaklaştırmak için taze buhar veya diğer işlemlerden kaynaklanan egzoz buharlarını kullanmaktadır ve bir enerji geri kazanım/yeniden kullanım örneğidir.

Buharlaştırılan su, sonraki kademe, vb. için ısı kaynağı görevi görmeye yetecek kadar enerji içermeye devam etmektedir. Suyun kaynaması için bir çok etkili zincirde vakum uygulanmaktadır. İşlenen sıvı, buharlaştırmanın birden çok kademesine tabi olması için bir evaporatör serisinden geçmektedir. Bu şekilde, ilk evaporatöre enjekte edilen bir birim buhar, sıvıdan üç - altı birim suyu giderebilmektedir. Enerji tasarrufu, buharlaştırma kademelerinin sayısı ile birlikte artmaktadır. Yediye kadar kademe seri olarak çalıştırılabilir ancak, üç ila beş kademe daha yaygındır. Son kademede, soğutma suyu kullanılan soğutma, buharı yoğunlaştırabilir. Buharın bir bölümü, diğer proses gereksinimleri için ısı kaynakları olarak kullanılmak üzere evaporatörlerden çekilebilmektedir. Daha fazla buhar verimliliği elde etmek için, her bir buharlaştırma kademesinden çıkan buhar, müteakip evaporatörde ısıtma ortamı olarak kullanılmadan önce enerjisi artırılmak üzere sıkıştırılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Örneğin buharlaştırılmış buharlar, evaporatörün sıcaklığın önceki kademeye göre daha düşük olduğu sonraki kademesinde kullanılarak enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Isı, sonraki buharlaştırma kademesi için kullanılabilir olduğundan, çok kademeli evaporatörler enerji tasarrufu sağlamaktadır. Buna mukabil, tek kademeli buharlaştırma, ısı geri kazanımı sağlamamaktadır.

Tek kademeli evaporatörler için buhar gereksinimi, 1,2–1,4 t/t buharlaştırılmış sudur.

Tablo 2.41'de, TVR kullanılan farklı sayıda evaporatörler için enerji tüketim verilerinin karşılaştırması sunulmaktadır (bakınız 2.3.2.2.4.2 no'lu madde). Ayrıca, tabloda görülebileceği üzere mekanik buhar yeniden sıkıştırma (MVR, bakınız 2.3.2.2.4.1 no'lu madde) kullanılarak ilave enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Tablo 2.41 Süt ürünleri sanayisinde çok etkili evaporatörlerin verimliliklerinin karşılaştırması

Evaporatör tipi	Toplam enerji tüketimi (kWh/kg buharlaştırılan su)
TVR, 3 kademe	0,140
TVR, 4 kademe	0,110
TVR, 5 kademe	0,084
TVR, 6 kademe	0,073
TVR, 7 kademe	0,060
MVR, tek kademe	0,015
Kaynak: [192, COM 2006]	

Şeker sektöründe, saflaştırmadan kaynaklanan şeker suyu, %15 kuru madde içeriğine sahiptir ve şekerin ekstraksiyonu için bu kuru madde içeriğinin artırılması gerekmektedir. Buharlaştırma işlemi, kuru madde içeriğinin %15'ten %68'e çıkmasını sağlamaktadır. Bu işlem, şeker suyu ile kazanda üretilen buhar arasındaki ısı değişimi prensibine dayanmaktadır. Çok kademeli bir evaporatör, şeker suyu ile düşük basınçlı buhar arasında gerçekleşen ısı değişimini üretmektedir. Bu, ilk değişimden sonra usareden elde edilen buharı geri dönüştürmektedir. Uygulamada, jeneratörden gelen düşük basınçlı buhar, ısı değişiminden geçtikten sonra yoğunlaştırulmakta ve kazanı beslemek üzere geri dönmektedir. Aynı değişimi izleyerek, şeker suyunun bir bölümü buharlaşmakta ve bu şekilde üretilen buhar, suyun yeni bir bölümünün buharlaştığı ikinci etkiyi ısıtmaktadır. Etkiler bu şekilde birbirini izlemektedir. İşlem toplamda altı sefere kadar tekrarlanabilmektedir. Bir etkiden diğerine azalan basınç ve sıcaklık seviyesi, işlemin yaklaşık olarak aynı miktarda enerjiyle birçok kez tekrarlanmasını sağlamaktadır.

Örnek olarak alınan büyük bir süt ürünleri tesisi, kurutulmuş ürünler, taze ürünler, yarı sert peynir ve tereyağı üretmektedir. 2000'de işlenen toplam süt miktarı yaklaşık 321 000 litre ve toplam üretilen süt ve peyniraltı suyu tozu miktarı yaklaşık 19 000 ton olmuştur. Bu süt ürünleri tesisinde, hem tek kademeli evaporatör hem bir adet beş kademeli düşen filmli evaporatör kullanılmaktadır. Tek kademeli evaporatörün girdi kapasitesi 30 000 l/s'dir ve bu evaporatör, ön konsantrasyon için MVR, konsantrasyon için TVR kullanılmaktadır. Beş kademeli evaporatörün girdi kapasitesi 22 000 l/s'dir ve bu evaporatör, ön konsantrasyon ve konsantrasyon için TVR kullanılmaktadır. Beş kademeli evaporatör kullanımında enerji tasarrufu bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Şeker sanayisi, nişasta işleme, domates, elma ve narenciye usaresi konsantrasyonunda ve süt ve peyniraltı suyu buharlaştırmasında uygulanabilir.

Ekonomi

Bakınız 2.3.2.2.4.1 no'lu madde.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

Bu teknik esas olarak hayvan yemi, süt ürünleri, nişasta ve şeker sektöründe bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[19, German Dairy Association 2001], [31, CEFS 2001], [35, Germany 2002], [132, COM 2009], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

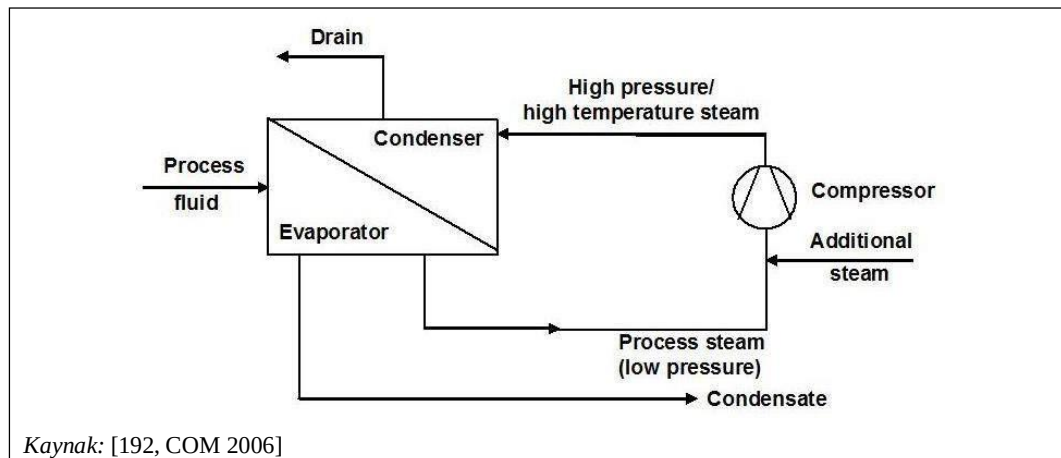
2.3.2.2.4.1 Mekanik buhar yeniden sıkıştırma (MVR)

Tanım

Buharlaştırılan buhar, bir mekanik kompresörle sıkıştırılarak bir ısı kaynağı olarak yeniden kullanılır.

Teknik tanım

MVR’de, buharlaştırılan buhar, bir mekanik kompresörle sıkıştırılarak bir ısı kaynağı olarak yeniden kullanılmaktadır. Gizli ısı, kompresörün güç girişinden yüksektir ve büyük bir COP mevcuttur. MVR’de, buharın tümü sıkıştırılmaktadır, dolayısıyla yüksek ölçüde ısı geri kazanımı sağlanmaktadır. Sistem, elektrik tahriklidir ancak, yüksek sıcaklıkları elde etmek için, buharla ısıtılmış bir bitiriciye ihtiyaç duymaktadır. İki tip, bir başka ifadeyle fanlı ve yüksek hızlı türbinli, kompresör kullanılmaktadır. Uygulamada, fanlı tip, en yaygın kullanılan kompresör tipidir ve daha iyi enerji verimliliğine sahiptir. MVR çalışma prensibi Şekil 2,7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7 MVR evaporatörü prensibi

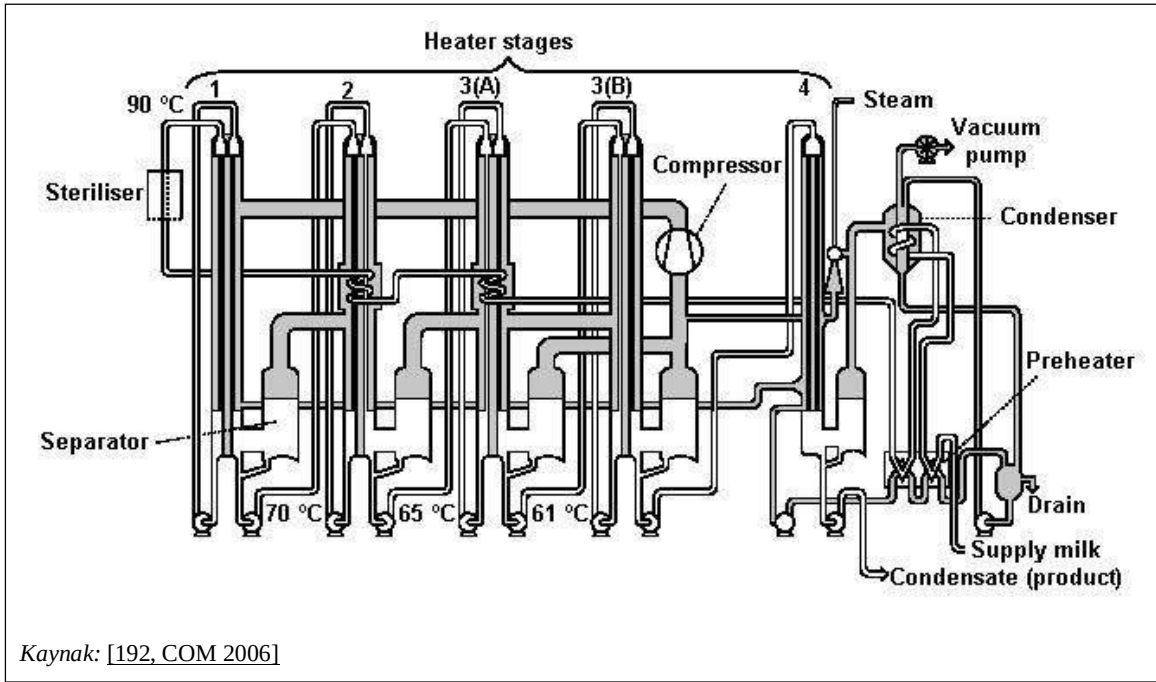
Elde edilen çevresel yararlar

Koku emisyonlarının azaltılması. TVR'ye göre azalan enerji tüketimi (bakınız 2.3.2.2.4.2 no'lu madde). Daha az yanmış ürün birikintisi nedeniyle temizlik gereksiniminin azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bir MVR evaporatörünün enerji tüketiminin, çok az miktarda buhar tüketimiyle birlikte yaklaşık 10 kWh/t buharlaştırılan su olduğu bildirilmektedir. TVR evaporatörlerinde olduğu gibi, buharın yalnızca bir bölümünden ziyade tamamı yeniden sıkıştırıldığından, daha yüksek ölçüde ısı geri kazanımı sağlanmaktadır. Ayrıca, daha düşük buharlaştırma sıcaklığına ihtiyaç duyulmakta, bunun sonucunda daha az ürün yanmaktadır. Şekil 2.9'da, TVR'ye göre MVR kullanımı ile daha yüksek enerji tasarrufu sağlanabildiği gösterilmektedir.

Örnek olarak alınan Japonya'daki bir süt ürünleri tesisi, süt tozu prosesini iyileştirerek, mevcut dört kademeli TVR evaporatörünü değiştirmek için dört kademeli MVR evaporatörü tesis etmiştir. MVR sistemi uygulandığında, hem tasarlanan buharlaştırma kapasitesinin sürdürülmesi hem sütün yanarak, evaporatörün ısı transfer borularının yüzeylerini kirletmesinin önlenmesi için gerekli olmuştur. Düşen filmli evaporatör ve debi, sıcaklık ve basınç gibi işletim parametrelerini kontrol etmek için bir otomatik kontrol sistemi tesis edilmiştir. MVR, iki yılda bir revizyonla birlikte başarılı bir şekilde çalışmıştır. Esas olarak buhar tüketimindeki azalmanın bir sonucu olarak, işletme maliyetlerinde %75'e kadar tasarruf sağlanmıştır. Şekil 2.8'de, yeni dört kademeli MVR evaporatörü gösterilmektedir.



Şekil 2.8 Dört kademeli MVR süt evaporatörü sisteminin akış şeması

Örnek olarak alınan bir Finlandiya süt ürünleri tesisinde, bir MVR sistemi, evaporatörden çıkan buharın tümünü çekmekte ve bu buharı evaporatöre geri göndermeden önce mekanik enerjiyle sıkıştırmaktadır. Devreye alma için gereken buharın dışında herhangi bir termal enerji gerekmemektedir. Yalnızca, evaporatörün çalıştırılması için elektrik gerekmektedir. Bu tesiste MVR, 1 kW enerji ile 100 - 125 kg suyu buharlaştırabilmektedir.

Örnek olarak alınan Almanya'daki bir bira fabrikasında, buhar kondensasyon sistemi, burgaç tavaşından, sıra (wort) kaynatma prosesinin ürettiği kaynama buharlarını çekerek, MVR ile sıkıştırmaktadır. Sıkıştırılan buharlar, kaynatma prosesi için ısıtma ortamı olarak yeniden kullanılmaktadır. Buharların yoğunlaştırılmasının avantajları arasında, ısı ve su kayıplarının azaltılması, işletimin sıcak su dengesindeki iyileştirmeler ve koku emisyonlarındaki azalma yer almaktadır. Bira fabrikası tarafından tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık üçte birinin, su kompresör sisteminin tahriki için kullanılmak zorunda olduğu bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

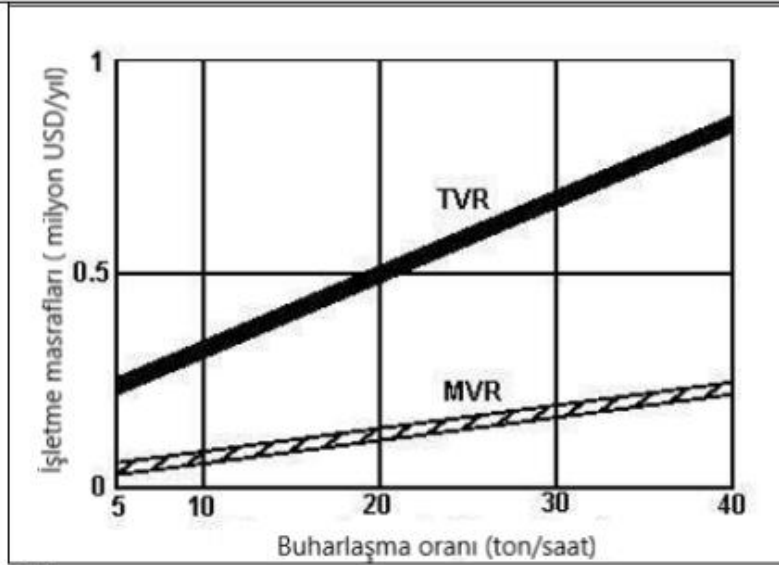
Buhar kompresörünü enerjilendirmek için elektriğe ihtiyaç duyulmaktadır. MVR, gürültü yaymakta, dolayısıyla ses yalıtımı gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Şeker üretimi, nişasta işleme, domates, elma ve narenciye usaresi konsantrasyonu, bira üretimi ve süt ve peyniraltı suyu buharlaştırmasında uygulanabilir. Birçok yeni evaporatör, MVR sistemlidir.

Ekonomi

MVR sistemlerinin tahrikinde, buhardan ziyade elektrik kullanıldığından, işletme maliyetleri TVR'ye göre büyük ölçüde düşüktür. Örneğin, üç kademeli bir MVR evaporatörünün işletme maliyetleri, bir konvansiyonel yedi kademeli TVR evaporatörünün işletme maliyetlerinin yaklaşık yarısıdır. TVR ve MVR işletme maliyetlerindeki fark, Şekil 2.9'da gösterildiği üzere, evaporatör kapasitesiyle artmaktadır.



Kaynak: [192, COM 2006]

Şekil 2.9 TVR ve MVR evaporatörlerinin işletme maliyetlerinin karşılaştırması

Örnek olarak alınan Japonya'daki bir süt ürünleri tesisinde, 1,3 milyon avro tutarındaki yeni TVR evaporatörü maliyetine göre, yeni MVR evaporatörünün maliyeti, 1,5 milyon avro olmuştur. 30 t/s buharlaştırma oranında, MVR evaporatörünün yıllık işletme maliyetleri, TVR operatörü için geçmiş yıldaki 680 000 avro tutarındaki işletme maliyetlerine göre, 175 000 avro olmuştur, bir başka ifadeyle yaklaşık %75 tasarruf sağlanmıştır.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

FDM veri toplama çalışmasına göre MVR, tesis #254, #281, #282, #341, #345, #414, #415'te uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[19, German Dairy Association 2001], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [35, Germany 2002], [40, UNEP ve ark. 2000], [70, CADDET 1992], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.2.2.4.2 Termal buhar yeniden sıkıştırma (TVR)

Tanım

Bir evaporatörden çıkan su buharı tutularak, bir termo kompresörde yüksek basınçla sıkıştırılır, dolayısıyla evaporatör ısı eşanjöründe yoğunlaştırılabilir.

Teknik tanım

TVR, buharı yoğunlaştırmak için buhar enjeksiyonlu kompresörlerden yararlanmaktadır. Buhar enjeksiyonlu kompresörlerinde sabit veya değişken enjeksiyon nozulları bulunabilmektedir. Sıkıştırma için gereken termal enerji, bir kazandan alınan taze buhardır.

Taze buhar, enjeksiyon nozulundan geçerek, alıcı buharın basınç seviyesine düşürülmektedir. Hız farkı sonucunda buhar tutulmaktadır. Buhar ve taze buhar, karışım odasında karıştırılmaktadır. Difüzördeki akış açıklığının değiştirilmesi, karıştırılan buharın buhar enjeksiyonlu kompresörden çıkış basıncını belirlemektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketimi ve koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

MVR ile karşılaştırıldığında, TVR, hiç hareketli parçaya sahip olmama ve daha büyük işletim güvenilirliği avantajlarını sunmaktadır. TVR'nin, uzun üretim döngüleri ve temizlik sıklığında azalma sağladığı bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

MRV'ye göre daha yüksek enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Şeker üretimi, nişasta işleme, domates, elma ve narenciye usaresi konsantrasyonu, bira üretimi ve süt ve peyniraltı suyu buharlaştırmasında uygulanabilir.

Ekonomi

MVR'ye göre daha düşük satın alma maliyeti ancak daha yüksek işletme maliyeti.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

FDM veri toplama çalışmasına göre, TVR, tesis #341'de uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[19, German Dairy Association 2001], [35, Germany 2002], [70, CADDET 1992], [193, TWG 2015]

2.3.2.3 Basınçlı hava ile ilgili teknikler

Hava kaçaklarının azaltılması ve basınç ayarlarının optimizasyonu

Tanım

Kaçak önleme önlemleri alınır ve periyodik kaçak testleri yapılır. Kompresörün basıncı, gereken maksimum basınca ayarlanarak, her münferit uygulamada regüle edilir.

Teknik tanım

Üretim durma süresindeki tüketim kayıpları, basıncın bölgelere ayrılmasıyla (basınç dağılımındaki birden çok değişiklik) önlenebilmektedir. Basınçlı hava üretimi ve kullanımını optimize etmek için birçok ilave teknik uygulanabilmektedir [193, TWG 2015], [203, FEFAC 2015]:

- Pnömatik tesislerin, elektrikli tesislerle değiştirilmesi,
- Değişken hızlı kompresör kullanılması,
- Basınç seviyesinin ayarlanması (ayrı bir kompresörle daha fazla basınç sağlanmaktadır),
- Kompresörün ihtiyaçla uyumlu hale getirilmesi (akış/basınç).

Basınçlı hava sistemi kaçaklarının azaltılmasıyla ilgili daha fazla önlem, ENE MET-REF'te bulunabilir [132, COM 2009].

Basınçlı hava üretmek için gereken enerjiyi en aza indirmek ve kaçakları azaltmak amacıyla, kompresörün basıncı, gereken maksimum basınca ayarlanarak, her münferit uygulamada regüle edilebilmektedir. Basınçlı hava kullanan çoğu uygulamadan daha yüksek basınç gerektiren veya daha uzun işletme saatine sahip olan uygulamalar için, özel bir kompresör tesis etmek daha enerji ve maliyet etkin olabilmektedir [39, Environment Agency of England and Wales 2001].

Gerekli basınç, herhangi bir hava kaçağının kontrol edilmesi ve azaltılması için, hava basınçlı hattın ayrıntılı muayenesinin (örneğin yıllık olarak) yapıldığı bir özel çalışma ile elde edilebilmektedir [193, TWG 2015].

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi ve kısa sürelerle büyük kompresörlerin çalıştırılması halinde azalan gürültü.

Çevre performansı ve işletim verileri

İzin verilen üretim kapasitesi yaklaşık 500 ton/gün olan bir tahıl öğütme tesisinde, enerji kayıpları %10 oranında azaltılmıştır [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

İzin verilen üretim kapasitesi yaklaşık 500 ton/gün olan bir tahıl öğütme tesisinde, uygulama maliyeti 7 000 avro olarak gerçekleşmiş ve teknik, yıllık 7 000 avro tasarruf sağlamıştır [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[39, Environment Agency of England and Wales 2001], [132, COM 2009], [193, TWG 2015], [203, FEFA 2015]

2.3.2.4 Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler**2.3.2.4.1 Soğutma sistemlerinin kondensasyon ve buharlaştırma sıcaklığının optimizasyonu****Tanım**

Kondensasyon ve buharlaştırma sıcaklıkları, soğutma sisteminin gereksinimlerine göre ayarlanır.

Teknik tanım

Kondensasyon sıcaklığının azaltılması, COP'yi yükseltmekte ve elektrik tüketimini azaltmaktadır. Bu azalma, yaz aylarında dahi yeterince düşük kondensasyon sıcaklıklarının elde edilebilmesi için, yeterli kapasitede kondenser pilleri takılarak sağlanabilmektedir.

Ayrıca, düşük sıcaklıklar, kondenserler temiz tutularak ve ağır şekilde korozyona uğramış olanlar değiştirilerek sağlanabilmektedir. Tıkalı kondenserler, kondensasyon sıcaklığının yükselmesine yol açabilmekte ayrıca, soğutma kapasitesi düşmekte, dolayısıyla gerekli sıcaklık elde edilemeyebilmektedir. Kondensere giren havanın mümkün olduğunca soğuk olmasının sağlanması da kondensasyon sıcaklığının düşürülmesine katkıda bulunmaktadır. Kondensere giren hava ısındıkça, kondensasyon sıcaklığı artmaktadır. Bu, gerekirse kondenserler ışıktan korunarak, sıcak havanın yeniden sirküle olmaması sağlanarak, hava akışını tıkayan her şey çıkarılarak ve geceleri dondurularak en aza indirilebilmektedir.

Buna ek olarak, buharlaştırma sıcaklığının yükseltilmesi, enerji performansını iyileştirmektedir. Bunu gerçekleştirmek için, Şekil 2.10'da gösterildiği üzere, çeşitli dondurma tünellerinin aynı anda optimizasyonu gerçekleştirilebilmektedir.

Bir tünel kapatıldıktan, farklı bir ürün işlendikten ve bir başka debi ayarlandıktan sonra bu optimizasyonun gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

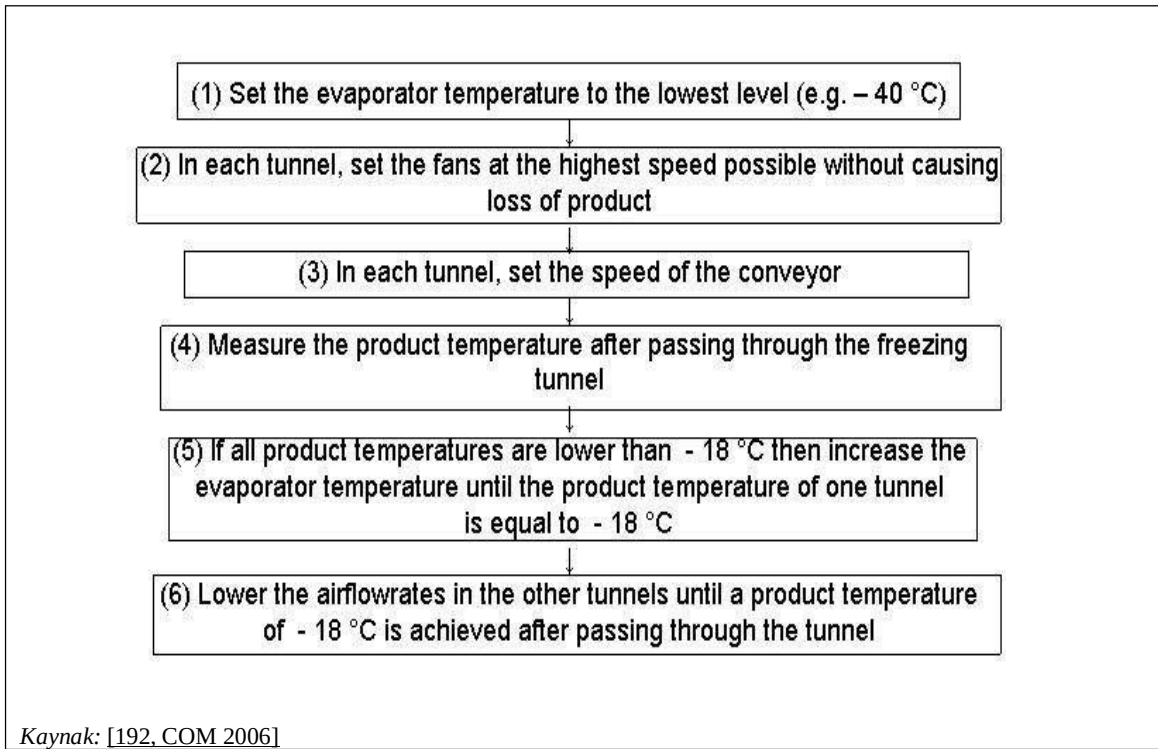
Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kondensasyon sıcaklığının 1 °C düşürülmesi, COP'yi %2 oranında yükseltmektedir Kondensasyon sıcaklığının 5 °C düşürülmesi, elektrik tüketiminin %10 oranında düşmesine yol açmaktadır.

Evaporatör sıcaklığının 1 °C artması halinde, COP'nin %4 oranında yükseldiği ve soğutma kapasitesinin %6 oranında arttığı bildirilmektedir.

Bir dondurma tüneline sebzelerin dondurulması sırasındaki enerji tüketimi ile ilgili bir Flaman çalışması, en büyük tasarrufun, evaporatör sıcaklığı, sebzelerin dondurma tüneline kalış süresi, sebze akış hızı ile ilgili hava debileri ve sebze türü ayarlanarak elde edilebildiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, kaliteli dondurma için evaporatör sıcaklığının her zaman en düşük seviyede, bir başka ifadeyle -40 °C'de ayarlanmasına gerek olmadığını göstermektedir. Ayrıca, dondurma tüneline geçtikten sonra ürün sıcaklığının izlenmesi çok önemlidir. Sebzeler nihai olarak kapalı bir alanda -18 °C'de depolanacağından, düşük sıcaklıklara, bir başka ifadeyle < -18 °C, ihtiyaç yoktur. Yüksek sıcaklıklar, bir başka ifadeyle > -16 °C, düşük dondurma kalitelerine yol açmaktadır. En kötü durum senaryosunda, sandıklarda depolama sırasında kütlenin tamamı birlikte donabilmektedir. Çalışmanın sonuçları, Şekil 2.10'da özetlenmektedir.



Şekil 2.10 Derin dondurulmuş sebzelerin üretiminde dondurma tünellerinin optimizasyonu

Şekil 2.10 ile ilgili olarak:

- 1) Dondurma ünitesinin evaporatör sıcaklığı, en düşük konuma, örneğin -40 °C, ayarlanmaktadır.
- 2) Fanlar, ürün kaybı olmaksızın izin verilebilir maksimum hava debisine ayarlanmaktadır. Hava reglaj valflerinin tamamen açılması veya dönüş hızı ayarının maksimum sıklıkta ayarlanması halinde, ürün yatağından fırlar. Bu durumda, valfler daha fazla kapatılmakta veya sıklık düşürülmektedir.
- 3) Bantta kalış süresine ters orantılı olarak, taşıyıcı bant hızını ayarlanırken, tabaka kalınlığının çok düşük olmamasına dikkat edilmektedir. Bu daima sebze yatağında tercihlili hava kanallarının oluşmasına yol açmaktadır. Bu, yatağın geri kalan bölümünün az hava akışı alması anlamına gelmektedir.

Alt tabakaların blok olarak dondurulmasına yol açtığından, tabaka kalınlığı çok yüksek ayarlanmamaktadır. Sebze yatağı üzerindeki basınç düşümü arttıkça, düşük ısı giderimiyle birlikte hava hızı düşmektedir.

- 4) Her bir dondurma tünelineki ürün sıcaklığı ölçülmektedir. Ölçüm için, yalıtımlı bir konteyner ürünle doldurulmaktadır. Sıcaklık kararlı hale geldikten hemen sonra okuma alınmaktadır. Dondurmadan hemen sonra, dış sıcaklık, merkezden düşük olmaktadır.
- 5) Tünellerin her biri için ürün sıcaklığının -18 °C'nin altında olması halinde, evaporatör sıcaklığı daha yüksek olarak ayarlanmaktadır. Bu, dondurma tünellerinin birinin ürün sıcaklığı -18 °C'ye eşit oluncaya kadar tekrarlanmaktadır. Tünellerin birinde, evaporatörün en düşük konumunda ürün sıcaklığının -18 °C'nin üzerinde olması halinde, ilgili tünelin sebze akış hızı yavaşlamaktadır.
- 6) Diğer dondurma tünellerinde, -18 °C'lik bir ürün sıcaklığına ulaşılması halinde hava debisi düşmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri, sebze-meyve ve yağlı tohum tesislerinde bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001], [15, Van Bael J. 1998], [39, Environment Agency of England and Wales 2001], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.2.5 Temizlik ile ilgili teknikler

2.3.2.5.1 Yerinde temizlikte (CIP) kimyasal dozaj ve su kullanımının optimizasyonu

Bakınız 2.3.3.2.4 no'lu madde.

2.3.2.6 Yemek pişirme ile ilgili teknikler

2.3.2.6.1 Mümkünse ön pişirme adımından kaçınılması

Tanım

Yemek daha sonra sterilizasyon adımında pişirilebiliyorsa, ön pişirme adımından kaçınılmasıdır.

Teknik tanım

Kutu, şişe ve kavanozlarda saklanmadan önce yemek, ambalaj kabına konulmadan önce pişirilebilmektedir. Bu ön pişirme için su banyosu, püskürtme, buhar, sıcak hava ve mikrodalga fırınlar kullanılmaktadır. Yemeğin daha sonra sterilizasyon sırasında pişirilebilmesi halinde, ön pişirmeden kaçınılabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su ve enerji tüketiminin azaltılması. Atıksu üretimi ve kirliliğin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Su ürünleri sektöründe, örneğin orta boy ve büyük balıklar konserveleme öncesi pişirilmektedir. Sardalya gibi küçük balıklar bütün olarak konservelemekte ve daha sonra sterilizasyon sırasında kutu içinde pişirilmektedir. Ön pişirmeden kaçınmayı ve pişirmenin sterilizasyon adımıyla gerçekleşmesini sağlayacak koşullar, gıda parçalarının büyüklüğü, kutu, şişe veya kavanozların büyüklüğü, yemek tarifi, ürün kalitesinin sağlanması ve sterilizasyon süresi gibi faktörlere bağlıdır,

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe, konservelemesi ve pişirilmesi düşünülen gıdalar için yaygın bir şekilde uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

2.3.3 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler

2.3.3.1 Genel işleme teknikleri

2.3.3.1.1 Su geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanımı

Tanım

Örneğin temizlik, yıkama, soğutma veya prosesin kendisi için su akımlarının geri dönüşümü veya yeniden kullanılmasıdır (öncesinde su arıtma ile veya su arıtma olmadan).

Teknik tanım

Suyun geri dönüşümü/yeniden kullanımından önce su arıtma gerçekleştirilebilmekte veya gerçekleştirilmeyebilmektedir. Aşağıda "Çevre performansı ve işletim verileri" maddesinde her iki seçenekle ilgili örnekler verilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

- Farklı kalitede su kaynakları kullanılarak su tüketiminin azaltılması (örneğin içme suyu kalitesinde su).
- Suyu verilen emisyonların azaltılması.
- Bu teknik ayrıca, ısının geri kazanımını sağlamaktadır (örneğin kondensat dönüşü).

Çevre performansı ve işletim verileri

FDM MET-REF veri toplama çalışması soru formlarında bildirilen suyun birden çok yeniden kullanma yolu vardır [193, TWG 2015]. Bazı örnekler aşağıda verilmektedir:

- Soğutma suyu, temizlik suyu olarak geri dönüştürülmektedir. Tesis #036'da bu durum geçerlidir.
- Soğutma sistemlerinde üretilen sıcak su, proseste geri dönüştürülmektedir. Tesis #048'de bu durum geçerlidir (bira üretiminde mayşelemede yeniden kullanılmaktadır).

- Şeker pancarı işleminde üretilen su, geri dönüştürülmektedir, örneğin soğutma ve temizlik/yıkama suyu olarak. Tesis #027, #087, #111, #125 ve #285'te bu durum geçerlidir.
- Yıkama suyu, aynı veya farklı yıkama için birçok kez yeniden kullanılmaktadır. Tesis #181, #279 ve #283'te bu durum geçerlidir.
- Soğutma suyu, yeniden soğutma için birçok kez yeniden kullanılmaktadır (kapalı devre soğutma, ayrıca bakınız 2.3.3.3.1 no'lu madde). Tesis #228 ve #291'de bu durum geçerlidir.
- Soğutma suyu, kazan besleme suyu olarak geri dönüştürülmektedir. Tesis #463'te bu durum geçerlidir.
- Soğutma suyu, elektrokimyasal arıtmadan sonra yeniden sirkülasyona sokulmaktadır. Tesis #157'de bu durum geçerlidir (ayrıca bakınız 2.3.3.3.2 no'lu madde).
- CIP döngüsünün son suyu, sonraki CIP döngüsünün ilk suyu olarak yeniden kullanılmaktadır. Tesis #228, #229, #230 ve #231'de bu durum geçerlidir.
- Hammaddelerin (örneğin peyniraltı suyu kondensatı) RO filtrasyonunda üretilen su, geri dönüştürülmektedir. Tesis #124, #125, #130, #134, #232 ve #303'te bu durum geçerlidir.
- Atıksu, biyolojik olarak arıtdıktan sonra, temizlik suyu veya soğutma suyu olarak geri dönüştürülmektedir. Tesis #035, #114 ve #305'te bu durum geçerlidir.
- Buharlaştırma ve kurutma işlemlerinde üretilen kondensatlar, RO ile filtrelendikten sonra geri dönüştürülmektedir. Tesis #051, #124, #292 ve #296'da bu durum geçerlidir.
- Atıksu, biyolojik olarak arıtdıktan ve ters osmozun izlediği ultrafiltrasyonla filtrelendikten sonra, geri dönüştürülmektedir. Tesis #035 ve #310'da bu durum geçerlidir.
- Temizlik sonrası durulama suyu, ön durulama için yeniden kullanılmaktadır. Tesis #058'de bu durum geçerlidir.
- Temizlik sonrası durulama suyu, pastörize etme cihazı için geri dönüştürülmektedir. Tesis #247'de bu durum geçerlidir.
- Temizlik sonrası durulama suyu, yardımcı servisler için geri dönüştürülmektedir. Tesis #183'te bu durum geçerlidir.
- Temizlik sonrası durulama suyu, soğutma için geri dönüştürülmektedir. Tesis #279'da bu durum geçerlidir.
- Buhar üretiminden kaynaklanan kondensat, faal kullanım sonrasında proses suyu olarak kısmen geri dönüştürülmektedir. Tesis #087'de bu durum geçerlidir.
- Fizikokimyasal arıtma sonrası atıksu, bir biyofiltre ve biyoyıkayıcıda geri dönüştürülmektedir. Tesis #466'da bu durum geçerlidir.
- Atıksu, buharlaştırılmakta ve proseste yeniden kullanılmaktadır. Tesis #086'da bu durum geçerlidir.
- Yağmur suyu geri dönüştürülmektedir. Tesis #035'te bu durum geçerlidir.
- Geri kazanılan kondensat, kazan beslemesi, ısıtılmış su veya temizlik ekipmanları ve diğer tesisler için ısıtılmış su olarak geri dönüştürülebilmektedir (bakınız 2.3.3.5.1 no'lu madde).
- Bira fabrikalarında filtre tankından (lauter tun) çıkan su geri dönüştürülmektedir (ayrıca bakınız 4.4.2.2 no'lu madde).
- Bira fabrikalarında şişe pastörizasyon suyunun yeniden kullanımı (ayrıca bakınız 4.4.2.3 no'lu madde).
- Balık ve kabuklu su ürünleri işleminde, pul ayıklama atıksuyu, balığın ön yıkaması için filtrelenmekte ve yeniden sirkülasyona sokulmaktadır (ayrıca bakınız 7.4.1.1.2 no'lu madde).
- Soyma, boylama ve konserveleme işlemlerinden çıkan su, geri dönüştürülmektedir.
- Ters akım suyu, nişasta yıkanmasında yeniden kullanılmaktadır (ayrıca bakınız 14.4.2.1 no'lu madde).
- Pancarın taşınmasında kullanılan kanal suyu, prosesin ilk aşamalarında yeniden kullanılmaktadır. Önceki yılın kampanyasından tutulan su, yeni kampanya başlatmak için yeniden kullanılmaktadır. Buharlaştırma ve kristalleştirme aşamaları kondensatları, pancarın yıkanması dahil birçok aşamada proses suyu olarak yeniden kullanılmaktadır (ayrıca bakınız 15.4.2.1 no'lu madde).

- CIP sistemlerinin optimizasyonu ile, örneğin temizlik çözeltileri (örneğin kostik soda içerenler) yeniden sirkülasyona sokularak, kullanılan temizlik ve dezenfeksiyon maddelerinin miktarı en aza indirilmektedir.
- Sebze-meyve işleminde, blanşe işleminden önceki ünite işlemleri sırasında, ara sıra filtrasyon gibi birtakım işlemlerle birlikte suyun geri dönüşümü yaygın bir uygulamadır.

Çapraz ortam etkileri

Suyun geri dönüşüm/yeniden kullanımındaki artış, geri dönüşüm öncesi suyun arıtılması için enerji ve kimyasal tüketiminde bir artışla sonuçlanabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Mevcut ve yeni FDM tesislerinde su geri dönüşüm/yeniden kullanım olanakları vardır. Hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri, başta et sektörü olmak üzere bu tekniğin uygulanabilirliğini zayıflatmaktadır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Su sıkıntısı olan bölgelerde içme suyu kalitesindeki suyun tüketiminin azalması.
- AB Sirküler Ekonomi Eylem Planı doğrultusunda [180, COM 2015], proses suyu ve atıksuyun yeniden kullanımı ile, FDM sektörünün kaynak verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Örnek tesisler

Su geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanımı, tüm FDM sektörlerinde yaygın olarak bildirilmektedir.

Referans literatür

[180, COM 2015], [193, TWG 2015], [226, EDA 2016]

2.3.3.1.2 Su akışının optimizasyonu

Tanım

Su akışını ayarlamak için fotosel, akış valfleri, termostatik valfler gibi çeşitli kontrol cihazları kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Akış ölçümü ve kontrol teknikleri, FDM işleminde atık malzeme ve atıksu üretimini azaltabilmektedir. Transfer hatlarında akış ölçüm ve kontrolünün uygulanması, malzemelerin depolama ve işleme kaplarına ve doldurma ambalajlarına doğru bir şekilde konulmasını sağlayarak, aşırı malzeme kullanımı ve spesifikasyon dışı ürün oluşumunu en aza indirmektedir.

Malzemelerin varlığını algılamak ve suyu yalnızca gerekli olduğunda beslemek için fotosel gibi sensörler takılabilmektedir. Ürünler arasında ve tüm üretim durmalarında su beslemeleri otomatik olarak kapatılabilmektedir.

Valfler en yaygın kontrol cihazıdır ve hem manüel hem otomatik kontrol sistemlerinde kapsamlı bir şekilde kullanılmaktadır. Valfler genelde, farklı bir proses parametresinin kontrolü için debinin değiştirilmesinde kullanılmaktadır, örneğin çikolata sıcaklığı ölçülebilmekte ve gerekirse, ısıtma ve soğutma suyunun debisi kontrol edilerek ayarlanabilmektedir. Akış regülatörleri ve solenoid valfler, valflerin örnekleri arasındadır. Diğer valfler mevcuttur.

Akış regülatörleri, önceden tanımlanmış bir debide sabit bir akış sağlamak için kullanılmaktadır. Regülatörden geçen akış, sınırlı bir aralıkta ayarlanabilmektedir ancak, bu cihazlar, ayarlar sık yapılmayacak şekilde tasarlanmaktadır.

Solenoid valfler, solenoidin bir kontrol sinyali alındığında bir valfi açmak/kapamak için kullanıldığı iki konumlu cihazlardır.

Akış ölçüm ve kontrolünün genel uygulanabilirliğiyle ilgili örnekler Tablo 2.42’de verilmektedir.

Tablo 2.42 FDM sektöründe akış kontrol kullanımı örnekleri

Ekipman	Durum/faaliyet	Kontrol nedeni
Transfer hatları	Malzemelerin reaksiyon kaplarına doğru ilavesi	Aşırı malzeme kullanımı ve spesifikasyon dışı ürün oluşumunun en aza indirilmesi
Buhar beslemeleri	Doğru işletim sıcaklıklarının sürdürülmesi	Yetersiz veya aşırı ısıtılan malzeme ve ürünlerden kaynaklanan atıkların en aza indirilmesi
Temizlik sistemleri	Su kullanımı	Kullanımın optimizasyonu ve atıksu üretiminin en aza indirilmesi

Kaynak: [192, COM 2006]

Bazı tipik akış ölçümü uygulamaları Tablo 2.43'te verilmektedir.

Tablo 2.43 FDM sektöründe tipik akış ölçümü uygulamaları

Ürün/faaliyet	Uygulama
Alkolsüz içecekler	Hammadde ilavesi için akış ölçümü ve geri besleme kontrolü
Dökme katılar	Örneğin doğru çeşni oranı sağlamak için çeşni tamburuna patates cipsi akışının tayini
Süt tozu	Tarifte belirtildiği gibi proseste doğru bileşen harmanı için akış ölçümü
CIP	Her bir temizlik aşaması için sabit su miktarı verilmesini sağlamak üzere akış ölçümü.

Kaynak: [192, COM 2006]

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve ilgili enerji kullanımının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir gıda imalatı şirketi, vakum pompalarının aşırı su tüketiminin, sızdırmazlık suyu için gerekenin üzerinde akış gerçekleşmesinden kaynaklandığını belirlemiştir. Servis sıvısı için maksimum debi 2,7 m³/s olması gerekirken, fiili debi neredeyse 11,5 m³/s, bir başka ifadeyle tasarım gereksinimin dört katı, olarak gerçekleşmiştir.

Su halkalı vakum pompalarının her biri için doğru debiyi sağlamak amacıyla sabit akış valfları tesis edilerek, su kullanımı yaklaşık 60 000 m³/yıl azaltılmış olup, bu miktar tesisin şebeke suyu kullanımının %7,5'ine karşılık gelmektedir. Su ve atıksu maliyetleri düşmüştür ve enerji tüketimi ve vakum pompalarının aşınmasında azalma gerçekleşmiştir.

Örnek olarak alınan bir tavuk işleme şirketinde, aşırı su tüketimi belirlenmiştir. Belirli proseslere su beslemesini, prosesin gerektirdiği debiye ayarlamak için akış regülatörleri tesis edilerek, su tüketimi tasarrufu sağlanmıştır.

Örnek olarak alınan bir su ürünleri işleme şirketi, ön yıkama sistemi su beslemesine bir solenoid sistem kurmuştur. Daha önce su akışı kesintisizdir ve taşmalara, atıksuda tortu tutulmasına yol açmıştır. Solenoid, taşıyıcı bant kullanımda olmadığı zaman su beslemesinin kapatılmasını sağlamıştır. Prosesin su kullanımı %40 azalmıştır.

Bir bira fabrikasında (#160), vakum pompasıyla doldurulmadan hemen önce şişelere vakum uygulanmaktadır. Su akışı, doldurucunun havasını almak ve pompayı soğutmak amacıyla bir ventüri etkisi oluşturmak için pompaya yönlendirilmektedir. Pompanın ürettiği vakum ile pompanın, soğutma suyu ile kontrol edilen çalışma sıcaklığı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Ham su beslemesini ayarlamak için bir termostatik valf kullanarak, vakum kontrolü ve su tasarrufu sağlanabilmektedir. 0,1 hl/hl ürüne yakın su tasarrufu sağlanmıştır [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Akış regülatörleri, tanımlı bir debide sabit akışın gerekli olduğu durumlarda yaygın olarak uygulanabilir.

FDM sektörü genelinde solenoid valf uygulanabilir ve bu valfler sık sık su beslemesini kontrol etmek için kullanılmaktadır.

Ekonomi

Anılan gıda imalatı tesisinde sabit akış valflerinin uygulamaya konulması, maliyetlerin 70 000 İngiliz sterlini/yıl oranında düşerek, bir aydan kısa süreli yatırım amortisman süresi sağlamıştır.

Tavuk işleme tesisinde, akış regülatörlerini uygulama koyma maliyeti 1 000 İngiliz sterlininden az olmuş ve 10 000 İngiliz sterlini/yıl'ın üzerinde su tasarrufu sağlamıştır.

Su ürünleri işleme tesisinde, su kullanımındaki %40'lık azalma, 2 500 İngiliz sterlini/yıl tasarruf ve 5 haftalık bir amortisman süresi sağlamıştır.

Uygulamanın ana etkeni

Su tüketiminin azaltılması ve ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır..

Referans literatür

[7, Environment Agency of England and Wales 2000], [10, Envirowise (UK) & Entec UK Ltd 1999], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.3.1.3 Su nozulları ve hortumlarının optimizasyonu

Tanım

Doğru sayı ve konumda nozul kullanımı ve su basıncının ayarlanmasıdır.

Teknik tanım

FDM sektöründe su nozulları yaygın bir şekilde, örneğin yıkama ve bazı zamanlar ürünün buzunu çözme ve işleme sırasında ekipman temizliği için, kullanılmaktadır. Nozullar doğru bir şekilde konumlandırılarak ve yönlendirilerek su tüketimi ve atıksu kirliliği en aza indirilmektedir. “Varlık etkinleştirmeli” sensörlerin kullanımı ve en önemlisi bunların yalnızca gereken durumlarda tesis edilmesi, suyun yalnızca gereken durumlarda tüketilmesini sağlayabilmektedir. Gıdanın yönlendirilmesi için suyun kullanıldığı durumlarda nozulların mekanik cihazlarla değiştirilmesi, su tüketimini ve daha sonra bir atıksu arıtma tesisinde (AAT) artıtmak zorunda olacak olan suda gıda parçalarının tutulmasını azaltabilmektedir.

Ayrıca, su nozullarının su basıncı izlenerek ve korunarak su tüketimi optimize edilebilmektedir. Su basıncı, en yüksek basıncı gerektiren ünite işlemine göre ayarlanabilmekte ve su gerektiren diğer ünite işlemlerinin her birine uygun bir basınç regülatörü tesis edilebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve atıksu üretiminin azaltılması. Örneğin gıda ile su arasındaki temas süresinin azaltılmasına bağlı olarak atıksu kirliliğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Viyana sosislere işlenirken, dumanlama işleminden sonra soğutma gereklidir. Normalde bu, dumanlama kabininde veya özel olarak belirlenmiş bir alanda sosislere su püskürtülerek yapılmaktadır. Sulama borularının kullanılması halinde genelde bu amaçla büyük miktarda su kullanılmaktadır. Su tüketimi yaygın olarak 3,5 m³/t civarındadır. Sulama boruları yerine, su tasarruflu nozullar ve bir zamanlayıcı kontrolünün kullanıldığı bildirilmektedir. Gereksiz atık oluşumunu önlemek için, suyun tamamının sosislere çarpması için nozullar doğru bir şekilde konumlandırılmak ve yönlendirilmek zorundadır. Soğutma işlemi bu amaç için özel olarak tasarlanmış dolaplarda yapıldığında, sosislere ince bir şekilde atomize edilmiş su püskürtülebilmekte, daha sonra su beslemesi durdurulmakta ve dolaptan hava çekilmektedir.

Bu, sosislerin yüzeyindeki suyun buharlaşmasına yol açmaktadır. Yüzey kurudukça, yeni bir su püskürtme ve kurutma döngüsü başlamaktadır. Bu yöntemle büyük miktarda su tasarrufu sağlanmaktadır.

Nozullar aynı zamanda, sosisler vakum paketlenme ile paketlenildiğinde kullanılmaktadır. Bir vakum paketlenme makinesi, yaklaşık 0,2 m³/t sosis oranında soğutma suyu kullanmaktadır. Su miktarı ayarlanarak ve nozulların konumu sabitlenip kilitlenerek, su tüketimi en aza indirilmektedir. Bir diğer olası alternatif, soğutma suyunu toplamak ve yeniden kullanmaktır.

Su ürünleri sektöründe, yaklaşık 0,13–0,2 m³/t hammadde oranında su tüketimi azalması bildirilmiştir.

Akbalık filetosunda, nozul tesis edilerek ve su her üç saniyede bir veya iki saniye püskürtülerek su tüketimi %90'a kadar azaltılabilmektedir. Ringa ve uskumru boylama işleminde, yalnızca gereken miktarda su beslemeleri için nozul büyüklükleri düzenlenerek su tüketiminde %50-60 azalma sağlanabilmektedir.

Balık deri yüzme ve kesme işleminde, püskürtme nozullarının sayısı ve büyüklüğünün küçültülmesinin, yaklaşık %75 su tasarrufu sağlayabildiği bildirilmektedir. Balık fileto işleminde, planlı nozul kullanımı ve diğer teknikleri birleştiren aşağıdaki yollar kullanılarak %60 - 70 oranında azaltıldığı bildirilen su tüketimi elde edilmektedir:

- Gereksiz su nozullarının çıkarılması,
- Ürünün yıkanması için su borularının yerine su nozullarının kullanılması,
- Kesilen kuyruktan balığı çıkarmak için su nozulları yerine mekanik cihazlar kullanılması,
- Fileto bölümünde hareket tekerleklerinin yıkanmasında nozulların, mekanik sıyırıcılarla değiştirilmesi,
- Mevcut nozulların, su tüketimi daha düşük nozullarla değiştirilmesi,
- Darbeli su nozulları kullanımı, bir başka ifadeyle su beslemesi açma-kapama sırasının bir otomatik valf ile değiştirilmesi,
- Atık dreninin örgü konveyörlerle değiştirilmesi ve atık drenindeki nozulların kapatılması. Atık, proses suyundan doğrudan fileto makinesinin yanında ayrılarak, daha kısa temas süresi ve örneğin katıyağın daha az tutulmasını sağlayacaktır,
- Nozulun çalışma zamanını kontrol etmek için “varlık etkinleştirmeli” sensörlerin kullanılması,
- İç organlar ve katıyağın kuru taşınması,
- Deri yüzme tamburundan deri ve katıyağın vakumla çıkarılması.

İki takım döner bıçakla, balık filetolarından iskelet kesilebilmektedir. Bıçakların, nozullardan gelen, aynı zamanda balık et ve pulunu temizlemek için kullanılabilen su ile soğutulması gerekebilmektedir, bununla beraber bu işle mekanik olarak da yapılabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM sektörlerine uygulanabilir. Su ürünleri sektöründe nozullar, pul ayıklama, deri yüzme, kesme, içini boşaltma ve fileto işleminde kullanılmaktadır. Et sektöründe, sosislerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Bira üretiminde, fiçı ve şişe temizliğinde kullanılmaktadır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Su tüketiminde sağlanan tasarrufla ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır..

Referans literatür

[13, Nordic Council of Ministers 1997], [20, Nordic Council of Ministers 2001], [71, AWARENET 2002]

2.3.3.1.4 Su akımlarının ayrılması

Tanım

Aritma istemeyen su akımları (örneğin kontamine olmamış soğutma suyu veya kontamine olmamış yüzeysel akış), arıtılması gereken atıksudan ayrılarak, kontamine olmamış suyun geri dönüşümü sağlanır.

Teknik tanım

Atıksu toplama ve ayırma sisteminin ayrıntılı teknik tanımı, Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF'te bulunabilir [168, COM 2016].

Kontamine atıksu, atıksuyun özelliklerine göre uygun arıtma almak için ayrılabilir. Daha sonra, miktarı yüksek kirliliği düşük akımlar uygun arıtma ile geri dönüştürülebilmekte veya arıtma olmadan doğrudan AAT'ye verilebilmektedir. Bazı durumlarda, proste veya hayvan yemi gibi diğer amaçlarla kullanım için proses suyundan malzemelerin geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir.

Herhangi bir geri kullanım olanağı bulunmayan kontamine olmamış su, alıcı ortam kalitesi ile ilgili gerekliliklerin karşılanması koşuluyla, arıtma yapılmadan deşarj edilmelidir. Bu mümkün değilse, belirli bir su akımının arıtılmasının bir seçenek olarak durup durmadığı değerlendirilmeli, böylece AAT üzerine gereksiz yük binmesi engellenmelidir.

Elde edilen çevresel yararlar

Tekniğin temel yararları arasında, arıtma gerektiren atıksu miktarının azaltılması ve kirlitici yükünün artırılması, dolayısıyla daha etkin arıtma (enerji tüketiminin azalması dahil) sağlanması ayrıca, su ve malzeme geri dönüşümü/yeniden kullanımına olanak tanınması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Arıtılan atıksuyun seyreltme etkisini önlemek için, ayrı deşarj önerilmektedir. Seperasyondan kaynaklanan çıkış sularının konsantrasyonu arttıkça, genellikle bu suların ardıl arıtmasının etkinliği daha yüksek olmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Mevcut tesisler için, bir atıksu seperasyon sisteminin kurulmasıyla ilgili teknik ve ekonomik zorluklar olabilmektedir (bakınız aşağıda Ekonomi maddesi).

Ekonomi

Mevcut tesislerde, atıksuyun ayrılması, yüksek sermaye maliyeti içerebilmektedir. Bununla beraber, bu maliyet, tesiste, kentsel atıksu arıtma tesisinde veya bu ikisinde birlikte daha az atıksu arıtma ihtiyacına (örneğin su tutma kapasitesi, enerji tüketimi) bağlı olarak işletme maliyetlerindeki azalma ile dengelenebilmektedir. Yeni tesislerde, atıksu seperasyon sistemleri verimli bir şekilde kurulabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

- Atıksu arıtma ile ilgili uzun süreli giderlerin azaltılması.
- Su ve malzeme geri kazanımının sağlanması.
- Bazı ülkelerde, kontamine olmamış yağmur suyunun diğer çıkış suları ile karıştırılmasına izin verilmemektedir.

Örnek tesisler

FDM sektöründe ve atıksu üretiminin söz konusu olduğu diğer endüstriyel faaliyetlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[168, COM 2016], [226, EDA 2016]

2.3.3.2 Temizlik ile ilgili teknikler

2.3.3.2.1 Kuru temizlik

Tanım

Sıvılarla temizlenmeden önce hammadde ve ekipmanlardan artık malzemenin örneğin basınçlı hava, vakum sistemleri veya örgü kapaklı sepet (catchpot) kullanarak mümkün olduğunca giderilmesidir.

Teknik tanım

Islak temizliğinden önce hammadde, kap ve ekipmanlardan mümkün olduğunca fazla malzeme giderilebilmektedir. Bu işlem, çalışma süresince ve çalışma süresi sonunda uygulanabilmektedir. Dökülen malzemelerin tamamı, hortumla drene verilmekten ziyade, ıslak temizlik öncesinde, örneğin dökülen malzeme kürekle veya elektrikli süpürgeyle ya da bir sıyırıcı kullanarak temizlenebilmektedir. Bu işlem malzemenin, daha sonra bir AAT'de arıtmak zorunda olacak suda daha az tutulmasını sağlamaktadır. İçerik, yan ürünler ve işleme atıkları gibi malzemeler mümkün olduğunca kuru taşınarak bu daha da artırılabilir.

Tesise girmeden önce ham sebzelerin kuru temizliği için birçok teknik kullanılabilir. Bu adım, taş, toprak, yaprak, vb. gibi sebze üzerindeki kuru malzemelerin temizlenmesine izin vermektedir. Bitki, bitkinin yüzeyine hafif bir şekilde temas eden ızgaralı çarktan geçirilmektedir. Izgaralar arasındaki delikler, toprak ve taşların giderilmesini sağlamaktadır. Hafif malzeme (yapraklar, çiçekler, saplar), havalandırma ile temizlenebilmektedir: ürünü taşıyan konveyöre hava üflenmekte ve bu hafif parçalar yukarı kaldırılarak davlumbaza emilmektedir.

Kuru temizlik, örneğin örgü kapaklı sepetler temin edilerek ve kullanılarak, uygun, kuru temizlik ekipmanının daima kullanıma hazır tutulması sağlanarak ve toplanan atık için uygun, sağlam hazneler sağlayarak kolaylaştırılmaktadır. Sepetler, temizlik sırasında yerlerinde durmalarını sağlamak için yerlerine kilitlenebilmektedir. Ekipman ve tesislerin manuel kuru temizliğinin yanı sıra malzemelerin, uygun bir şekilde konumlandırılmış haznelere doğal olarak, cazibeyle drene olmasına izin verme ve PIG gibi diğer önlemler kullanılabilir (bakınız 2.3.3.2.2 no'lu madde).

Temizlik işlemi, ıslak temizlik en aza indirilecek ve gerekli hijyen standartları sürdürülecek şekilde yönetilebilmektedir. Örneğin, kuru temizlikten sonra hortum kullanımı yasaklanabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve atıksu miktarının azaltılması. Atıksuda malzeme tutulmasının, bu nedenle örneğin KOİ ve BOİ emisyon seviyelerinin azaltılması. Proseste üretilen maddelerin geri kazanım ve geri dönüşüm potansiyelinin artması. Temizlik suyunu ısıtmak için gereken enerji kullanımının azaltılması. Deterjan kullanımının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu tekniğin uygulanan örnekleri şöyledir:

- Sosis üretiminde, kaseli kesme makineleri (bowl chopper), sosis doldurma makineleri gibi ekipmanlar ile döşemelerdeki et kıyma artıkları, temizlik öncesinde mümkün olan maksimum ölçüde manüel olarak giderilebilmekte ve AAT'ye taşınmak yerine, örneğin bir rendering tesisine gönderilebilmektedir.
- Balık işlemede, taşıyıcı bantların kuru temizliği yapılabilmekte, bunun sonucunda daha az atık ve su kirliliği oluşmaktadır.
- Sebze-meyve işlemede, proses boyunca gerçekleşen ürün kayıpları kürekle temizlenerek, hayvan yemi olarak kullanılmak üzere gönderilebilmektedir.
- Üzüm sapları, cibrelere, tortular gibi şarap işleme artıkları, ekipmanın suyla yıkanmasından önce ayrı olarak toplanabilmektedir.
- Tane ve meyve kabukları gibi artıkların drenaj sistemi dışında tutulması için yer süzgeçleri üzerinde sepetler (catchpot) kullanılabilmektedir.
- Örneğin un değirmenleri, hayvan yemi değirmenleri, bira fabrikaları ve içki fabrikalarında tahıl tozu, elektrikli süpürge sistemleriyle toplanabilmektedir.
- Temizlikten önce kirin gevşetilmesi için döşeme ve ağıdaki ekipmanlar önceden ıslatılabilmektedir.
- Borulardan gelen artık malzemeler, basınçlı hava ile temizlenebilmektedir (bakınız 2.3.3.2.2 no'lu madde).
- PET ambalajların, su kullanmadan, örneğin basınçlı hava, iyonize hava, azot peroksit kullanarak temizlik ve dezenfeksiyonu (bakınız 2.3.3.4.1 no'lu madde).

Tozlu malzemeler temizlenirken, yangın ve patlama ve iş sağlığıyla ilgili tehlikelerin dikkate alınması önemlidir. Hijyeni korumak ve mikrobiyolojik tehlikeleri önlemek için anlık giderim gerekebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Katı atık artışı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji ve su kullanımının azaltılması, atıksu arıtma ihtiyacının azaltılması, daha az deterjan kullanımı ve harcaması.

Örnek tesisler

Islak temizlik öncesinde bazı tesisler belli ölçüde kuru temizlik uygulamaktadır.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [14, VITO ve ark. 2001], [20, Nordic Council of Ministers 2001], [71, AWARENET 2002]

2.3.3.2.2 Borular için PIG sistemleri

Tanım

Boruları temizlemek için PIG atıcı, PIG alıcı, basınçlı hava ekipmanı ve bir fırlatılan cisimden (plastik veya buz bulamacından üretilen PIG olarak da anılmaktadır) oluşan bir sistem kullanılmasıdır. PIG'in boru hattı sisteminden geçmesi ve ürün ile durulama suyunu ayırmak için hat valfleri yerleştirilir.

Teknik tanım

PIG, mevcut boru sistemine yapılan bir sistemdir (bakınız Şekil 2.11). Bu sistem, boruları PIG yerleştirmeyi ve ürünün farklı partilerinde ürün ile durulama suyunu ayırmayı mümkün kılmaktadır. Böylece, son ürün toplanarak, aynı veya benzer bir ürünün üretiminde kullanılabilir. Böylece, son ürün toplanarak, aynı veya benzer bir ürünün üretiminde kullanılabilir.



Kaynak: [193, TWG 2015]

Şekil 2.11 PIG sistemi

Sistem, PIG atıcı, PIG alıcı, basınçlı hava ekipmanından ve PIG'in sistemden geçmesini sağlamak için hat valflerinden oluşmaktadır. Bir adet gıda sınıfı kauçuk PIG, bir PIG atıcıdan basınçlı hava ile atılmakta ve borunun diğer ucunda, PIG'i durduran ancak ürünün geçmesine izin veren bir ızgara ile durdurulmaktadır. PIG, basınçlı havanın yönünü değiştiren bir valf kullanarak PIG atıcıya geri gönderilmektedir. Borunun her bir ucunda bulunan bir pencereden operatör PIG'i görebilmektedir. PIG her parti arasında kullanılmakta, renk veya aroma çapraz bulaşması söz konusu olduğunda ek sistem durulamaları gerçekleştirilmektedir. Hijyen nedeniyle, örneğin kostik kullanarak ara sıra CIP temizliği yapılmaktadır.

Önemli çevresel ve verimlilik yararlarıyla birlikte, buz bulamacının kullanıldığı bir yenilikçi yöntem uygulamayı konulmuştur. Bu yöntem, boruları temizlemek için yarı katı cisim olarak, ezilmiş pompalanabilir buzun kullanılmasını içermektedir. Gıda boruları ve tanklarının sıvı suyla yıkanmasından ziyade (kostik soda gibi deterjanların kullanımından önce), sistemden buz bulamacı sürülmekte, artık ürünlerin mekanik geri kazanımı için çok daha etkin bir araç olmaktadır [107, COM 2017].

Elde edilen çevresel yararlar

Parti değişimleri ve temizlik sırasında ürün kayıplarının azaltılması, temizlik için su tüketiminin azaltılması ve daha az miktarda ve daha az kontamine atıksu.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir usare tesisinde (#153) bu tekniğin uygulanmasıyla birlikte, temizlik için su tüketiminde ve müteakip atıksu üretiminde önemli azalmalar elde edilmiştir.

Örnek olarak alınan bir reçel tesisi normalde 2,5 tonluk partilerle dökme satış için reçel üretmektedir [27, Envirowise (UK) 2000]. PIG sistemi uygulanmadan önce, tüm sistem durulaması, pulp ile evaporatör kapları ve kazanlar arasındaki borulardan vakumla temizlik suyunun emilmesi ve daha sonra, tanker alanına giden boru içinden temizlik suyunu pompalamak için reçel pompasının kullanımını içermiştir. Reçel pompası, suyu pompalamak için tasarlanmadığından, her bir yıkama belli bir zaman almıştır.

Bölüm 2

Ayrıca, genelde günde iki kez olmak üzere, büyük miktarda su (5,4 m³/temizlik) kullanılmıştır. Boruda kalan satılabilir ürün, yıkama suyuyla drene edilmiştir. Tesis atıksuları yüksek TAKM ve KOİ emisyonu seviyelerine sahip olmuştur.

Dökme hat üzerindeki partiler arasında reçel kaybı olmuştur. PIG sistemi kurulduktan sonra, reçel parti verimi artmıştır. Bunun sonucunda, yıllık olarak yaklaşık 173 ton satılabilir ürünün geri kazanımı gerçekleşmiştir. Dökme ürün boru hattını yıkamak için kullanılan şebeke suyu miktarı 2 020 m³/yıldan 310 m³/yıla inmiştir. Dökme ürün hattı atıksu miktarı, aynı miktarda azalmıştır. Tesis atıksuları ortalama KOİ emisyonu seviyeleri yaklaşık 25 000 mg/l tepe seviyeden yaklaşık 5 000 mg/l'ye gerilemiş, birim maliyetler %76 düşerek 12 avro/m³'ten 2,83 avro/m³'e inmiştir. İlave ekonomik bilgiler Tablo 2.44'te verilmektedir.

PIG sistemi ilk yıl neredeyse hiç bakım gerektirmemiş ve herhangi bir yeni PIG'e ihtiyaç duyulmamıştır. PIG'lerin aşınma ve yıpranmasına bağlı olarak şirket maksimum iki yılda bir değişim beklemektedir. Basınçlı hava mekanizması, eski pompa düzenlemelerine göre daha az enerji gerektirdiğinden enerji tüketimi yaklaşık 680 kWh/yıl oranında düşmüştür.

Eski sisteme göre PIG sisteminde hat temizliği biraz daha kısa sürmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Usare veya süt ürünleri gibi ağırlı maddelerin boru hattı ile taşındığı durumlarda uygulanabilir.

Ekonomi

Yıllık 66 000 avroluk tasarrufla (daha az miktarda atık üretilmesinden dolayı), 130 000 avroluk yatırım maliyeti bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Örnek olarak alınan reçel üretim tesisinde PIG ile bağlantılı yıllık maliyet ve tasarruf Tablo 2.44'te sunulmaktadır.

Tablo 2.44 PIG sistemi kullanımının çevresel yararları ve ilgili maliyet azalmaları

Madde	Tasarruf	Yıllık tasarruf (avro)		Yıllık maliyet (avro)
Atıksu KOİ ve miktarının azaltılması	%76	167 000	-	-
Ürün geri kazanımı	173 t/yıl	217 000	-	-
Su kullanımının azaltılması	1 710 m ³ /yıl	2 000	-	-
Enerji tüketiminin azaltılması	-	48	-	-
Oluk temizliği, vb.	-	-	-	6 200
PIG değişimi (2/yıl)	-	-	-	180
Toplam	-	386 048	-	6 380
Net maliyeti tasarrufu	-	-	379 668	-
Toplam sermaye maliyeti	-	-	30 800	-
Amortisman süresi	-	-	4,2 hafta	-
Kaynak: [27, Envirowise (UK) 2000]				

Uygulamanın ana etkeni

Değerli ürün geri kazanımı ve su ve atıksu arıtma maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [27, Envirowise (UK) 2000], [107, COM 2017], [193, TWG 2015]

2.3.3.2.3 Yüksek basınçlı temizlik

Tanım

Temizlenecek yüzeye, 15 - 150 bar basınçla su püskürtülmesidir.

Teknik tanım

Yüksek basınçlı temizlikte, temizlenecek yüzeye, düşük basınç olarak kabul edilen 15 bar'dan yüksek basınç olarak kabul edilen 150 bar'a kadar değişen basınç aralığında su püskürtülmektedir. Yaklaşık 40 - 65 bar'lık basınç da yüksek olarak tanımlanmıştır.

Gezer basınçlı temizlik makineleri, bir halka şebekeden beslenenlere göre daha uzun arıza süreleri gerektirmektedir. Dizelle çalışan basınçlı temizlik makineleri, duman yaymakta, bu özellikleri bu makinelerin FDM tesisi içinde kullanım için uygun olmamalarına yol açmaktadır. Elektrikle çalışan basınçlı temizlik makineleri, artık cihaz ve yüksek bakım dahil ek operatör güvenliği önlemleri gerektirmektedir. Ayrıca, gezer makinelerin daha fazla su tükettiği bildirilmektedir.

Temizlik maddeleri, 60 °C'ye kadar çıkan ortam sıcaklıklarında suya enjekte edilmektedir. Temizlik işleminin önemli bir bölümü, mekanik etkilere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Basınçlı temizlik, şebeke hortumlarına göre su ve kimyasal tüketimini azaltmaktadır. Bununla beraber, hem güvenli hem etkin olan bir basıncın kullanılması önemlidir. Gıda sanayisinde, yüksek basınçlı hortumların kullanımıyla bağlantılı sıçrama ve areosollerin hijyenle ilgili sonuçları konusunda bulunmaktadır.

Yüksek ve orta basınçlı temizlik makineleri, düşük basınçlı makinelere göre aşağıdaki avantajlara sahiptir: su jetinin mekanik temizlik etkisinden dolayı su kullanımı düşüktür; su jetinin etkisi ile ağır tortular giderildiğinden kimyasal kullanımı düşüktür; su tüketim miktarındaki azalma, bakteriler için daha az üreme zemini anlamına gelmektedir. Bununla beraber, yüksek su basınçlarında artan aerosol tehlikeleri ile ilgili sorunlar söz konusu olabilmektedir.

Araştırma, düşük basınçlı sistemlerin dahi 1 m'nin üzerinde ciddi seviyede aerosole yol açabildiği, bu nedenle, hijyen bakımından hassas alanlarda üretim periyotlarında kullanılmaması gerektiğini ortaya koymuştur. Kuru "bitir-temizle" (clean-as-you-go) sistemleri kullanılabilen, bu sistemler su tüketimini azaltmakla kalmayıp, su berraklığını optimize etmekte ve kayma kazası tehlikelerini azaltmaktadır. Üretim periyotlarının dışında, hem yüksek hem düşük basınçlı sistemler güvenli bir şekilde kullanılabilen ancak, daha verimli olması nedeniyle, yüksek basınçlı sistem daha maliyet etkindir. Yüksek basınçlı temizliğin, hızlı, kullanımı kolay, verimli ve maliyet etkin olduğu bildirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Geleneksel hortumlar ve düşük basınçlı yüksek miktarlı basınçlı temizliğe göre su ve kimyasal tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Halka şebeke, daima kullanılabilir olma avantajına sahiptir. Yüksek basınçlı temizlik yapılırken, basınç, suyun püskürtüldüğü su miktarı, su sıcaklığı ve her bir uygulama için kimyasal dozaj arasında doğru dengenin yakalanması önemlidir. Yetersiz basınç, zayıf temizlikle sonuçlanabilmekte, aşırı basınç ise, yüzeylere ve ekipmanlara zarar verme, hatta yaralanma tehlikesini artırabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanabilir.

Ekonomi

Düşük basınçlı yüksek miktarlı sistemlere göre, yüksek basınçlı düşük miktarlı sistemlerde, buhar, su ve atıksuda maliyet tasarrufu yaklaşık %85 olarak bildirilmektedir. Ayrıca, kimyasal tüketimindeki azalmayla bağlantılı maliyetlerde azalma söz konusudur.

Uygulamanın ana etkeni

Su ve enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır..

Referans literatür

[9, Envirowise (UK) 1998]

2.3.3.2.4 Yerinde temizlikte kimyasal dozaj ve su kullanımının optimizasyonu

Tanım

Sıcak su ve kimyasalları ideal miktarlarda dozlamak için yerinde temizlik (CIP) tasarımı ve bulanıklık, iletkenlik, sıcaklık ve/veya pH'nin optimizasyonudur.

Teknik tanım

CIP sisteminin verimliliğini artıran tasarım ve işletim özellikler şunları içermektedir:

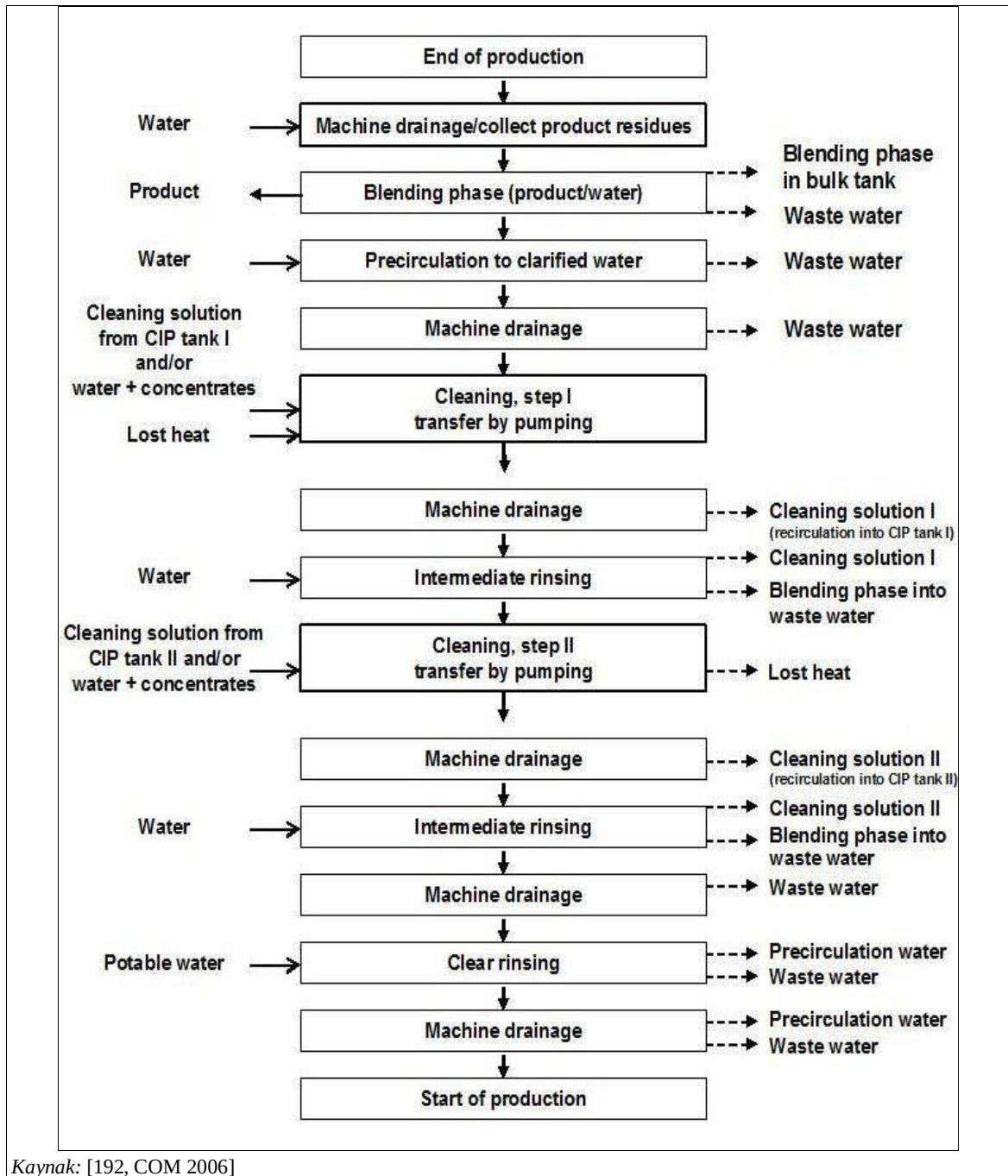
- Sudan malzeme/ürün geri kazanımı ve ön durulama sırasında temizlik suyunun yeniden kullanımını optimize etmek için bir bulanıklık veya iletkenlik dedektörü kullanılması (bakınız 2.3.1.5 ve 2.3.1.6 no'lu madde),
- Kimyasal tüketimini optimize etmek için pH ölçümü.

CIP optimizasyonu için ek özellikler şöyledir:

- Örneğin cazibeyle drenaj, PIG (bakınız 2.3.3.2.2 no'lu madde) veya basınçlı hava kullanarak, ıslak döngünün başlamasından önce kuru ürün giderimi.
- Bazı durumlarda, ön durulama suyunun yeniden kullanım için prosese geri verilmesi veya bertaraf için geri kazanımı ile birleştirilebilen, az miktarda su ile ön durulama.
- Su ve kimyasalların dahili geri dönüşümü.
- Su etkin püskürtme cihazları.
- Doğru CIP deterjanları seçimi.
- CIP deterjanlarının toplanması ve yeniden kullanımı: her CIP sonrasında atıksuya deşarj edilmek yerine, deterjanlar yeniden kullanılmak üzere tanklarda toplanmaktadır; doğru konsantrasyona ulaşıncaya kadar sürekli yeni deterjan beslenmektedir.
- CIP'te kullanılan kostik sodanın rejenerasyonu. Boru ve tanklar, organik madde miktarı çok yüksek bir sıvı ile sonuçlanan ilk adım olarak, sıcak alkali ile yıkanmaktadır. Daha sonra, kullanılan kostik soda, şlam oluşturan katı maddelerden alkaliyi ayırmak için bir kil bazlı ayırıcın kullanıldığı bir işlemde geçirilmektedir.

Yaygın uygulama olarak son durulama suyu ya ön durulama, ara durulama ya da temizlik çözeltilerinin hazırlanması için yeniden kullanılmaktadır. Son durulamanın amacı, temizlenen ekipmandan temizlik çözeltilerinin son kalıntılarını temizlemektir. Temiz su kullanılmaktadır ve merkezi CIP ünitesine dönen durulama suyu, drene deşarj edilmek yerine, yeniden kullanım için yeterince temiz olmaktadır. Son durulama suyunun geri kazanımı, CIP dönüş borusu - ön durulama tankı arasında bir bağlantı gerektirmektedir. Suyu, örneğin ön durulama tankına yöneltmek için bir iletkenlik ileticisi kullanılmaktadır.

CIP sisteminin bir örneği Şekil 2.12'de gösterilmektedir.



Şekil 2.12 Yerinde temizlik sistemi akış şeması

Tankların paralel veya seri temizliği ve boru sistemlerinin paralel bağlantısından kaçınılması gerektiği bildirilmektedir. Tankların paralel ve seri temizliği, ön durulama ile temizlik çözeltisi ve temizlik çözeltisi ile son durulamanın aşırı karışımına yol açmaktadır. Bu, temizlik çözeltisinin yeniden kullanımını ve enerjiyi sınırlandırmaktadır. Paralel konfigürasyonda, birden fazla tanktan akışın gereken dağılımının sağlanması zor olabilmektedir ve tanklardan CIP dönüşü, farklı bir kalış süresi gerektirmektedir. Ön durulamadan temizlik çözeltisi veya temizlik çözeltisinden son durulamaya geçişte bu, uzun bir karışım bölgesiyle sonuçlanmaktadır. Seri konfigürasyonda, içeriğin drene edilmemesi halinde ayrıca, I. tank ile II. tank arasındaki boruların içeriği, uzun karışım bölgesiyle sonuçlanacaktır. Temizlik çözeltisi I. tanka (drene edilen) ulaştığında, boruların ön durulama içeriği, II. tanktaki (dana önce drene edilen) temizlik çözeltisiyle karışabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

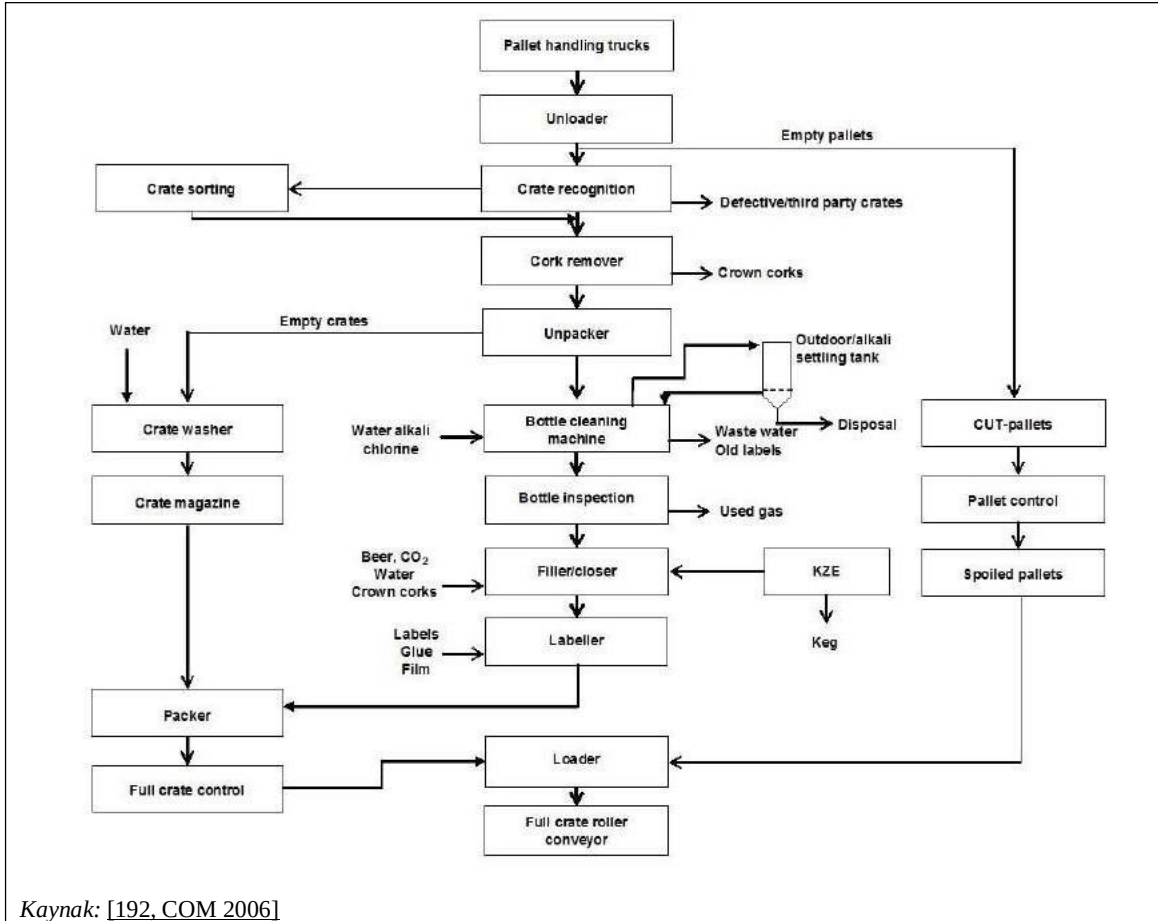
Sıcak su, temizlik maddeleri ve suyu ısıtmak için gereken enerji tüketimi azaltılabilmektedir. Ürün geri kazanımı ve sistem içinde suyun ve kimyasalların yeniden kullanımı en yüksek seviyeye çıkarılabilmektedir. Daha sonra, üretilen atıksu miktarında azalma söz konusu olmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

CIP sistemlerinin optimizasyonu ile, örneğin temizlik çözeltileri yeniden sirkülasyona sokularak, kullanılan temizlik ve dezenfeksiyon maddelerinin miktarı en aza indirilmektedir. Kontamine su ve çözeltilerde yine de bazı kayıplar olacaktır, bu nedenle bunların yeniden şarjı gerekmektedir. Örneğin, temizlik çözeltilerinin partikül içeriği, belirli bir seviyeye ulaştığında, bu partiküllerin bertaraf edilmesi gerekecektir. Çözeltilerin yeniden sirkülasyona sokulmasının ilave bir etkisi, termal enerjinin kısmi geri kazanımının mümkün olmasıdır.

Örnek olarak alınan Almanya'daki bir tesiste, temizlik çözeltisi, bir başka ifadeyle %2 kostik soda, haftanın beş veya altı iş günü yeniden kullanılmaktadır. Bir depolama tankı kurulması halinde bu çözelti daha uzun süre, örneğin haftalarca, kullanılabilecektir.

Şekil 2.13'te bir bira fabrikasında şişeleme işlemi CIP sistemi gösterilmektedir.



Kaynak: [192, COM 2006]

Şekil 2.13 Bira fabrikası şişeleme işlemi CIP sistemi

Ürün ile su arasındaki faz değişimleri için CIP’de bulanıklık ölçerler kullanılabilmektedir. Süt ürünleri ve kremanın iletkenliği, suyun iletkenliğine çok benzerdir. Bulanıklık ölçerleri kullanarak, süt ürünleri ile su arasındaki faz değişimlerini kontrol etmek daha kolay olmaktadır. Bu, atıksudaki ürün kalıntılarının miktarını azaltacaktır.

Kül suyu ile su ve asit ile su arasındaki faz değişimlerini kontrol etmek için iletkenlik ölçerler kullanılmaktadır. Bu nedenle, temizlik çözeltisi tanklarına neyin geri gitmesi gerektiği, atıksuya neyin gitmesi gerektiği ve durulama suyu olarak neyin kullanılması gerektiği daha kolay kontrol edilmektedir. Bu şekilde, su miktarı ile atıksu olarak deşarj edilen temizlik çözeltisi miktarı azaltılmaktadır.

Ayrıca, önceden tanımlanmış miktarlarla birlikte debimetrelerin kullanılması, gereken su miktarını azaltmaktadır.

Bir süt ürünleri tesisinde (#127) altı yıllık CIP optimizasyonu uygulamasında (deterjanların toplanması ve yeniden kullanımı), su tüketimi %55, deterjan tüketimi ise %34'e inmiştir. Bir bira fabrikasında (#400), CIP'nin tek fazının uygulanması, temizlik suyu tüketiminde %30 azalma sağlamıştır [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Su ve temizlik maddelerinin pompalanmasıyla bağlantılı muhtemel enerji kullanımı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Örneğin borular ve kaplar dahil olmak üzere, sıvıların sirkülasyona sokulabildiği kapalı ekipmanlar için uygulanabilir. Üretici tarafından ekipman tasarım aşamasında bir CIP sisteminin uygulanması değerlendirilebilir ve CIP sistemi kurulabilir. CIP sisteminin yenilenmesi mümkündür ancak olasılıkla daha zor ve pahalı olmaktadır.

Boruların birçok dala ayrıldığı büyük tesislerde, bir merkezi CIP sistemi uygun olmayabilmektedir. Genelde, mesafeler çok uzun olmakta ve bu durum, önemli miktarda ısı, deterjan ve su kaybının yanı sıra aşırı pompa kapasitesine yol açmaktadır. Bu tür durumlarda, birkaç küçük CIP sistemi kullanılabilir. Bu CIP sistemleri, kapalı boru hattı aracılığıyla bir merkezi CIP sisteminden gerekli temizlik çözeltileriyle beslenebilir.

Bazı küçük veya nadiren kullanılan tesisler gibi ya da UHT tesisleri, membran seperasyon tesisleri gibi temizlik çözeltisinin aşırı kirlendiği bazı uygulamalar ve evaporatör ve püskürtmeli kurutucuların ön temizliğinde, tek kullanımlık sistemler kullanılmaktadır.. Bu sistemlerde, diğer tesislerdeki temizlik etkisini engelleyebildiğinden temizlik maddeleri yeniden kullanılmamaktadır.

Ekonomi

Sermaye maliyeti yüksek olabilmektedir ancak, sıcak su ve kimyasal tüketimi azaltıldığından yıllık tasarruf sağlanmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

- Su, enerji ve kimyasalların maliyetlerinin azalması.
- Otomasyon ve işletim kolaylığı.

Örnek tesisler

CIP, FDM sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, bir süt ürünleri tesisinde (#341), CIP'den ürün geri kazanımı için, ürün ile su fazları arasındaki geçiş noktalarının çevrimiçi tespiti uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [5, German Dairy Association 1999], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [107, COM 2017], [130, Portugal-FIPA 2003], [134, German Dairy Association 1997], [144, CIAA-EDA 2003], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.3.2.5 Düşük basınçlı köpüklü ve/veya jelli temizlik**Tanım**

Duvar, döşeme ve/veya ekipman yüzeylerinin temizliği için su yerine düşük basınçlı köpük ve/veya jel kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Su hortumu, fırça ve elle dozlanan deterjanlarla yapılan geleneksel elle temizlik yerine düşük basınçlı köpüklü temizlik kullanılabilir. Düşük basınçlı köpüklü temizlik, duvar, döşeme ve ekipman yüzeylerinin temizliğinde kullanılabilir. Temizlenecek yüzeye, bir alkali çözeltisi gibi köpük temizleyici püskürtülmektedir. Köpük yüzeye tutunmaktadır. Köpük yaklaşık 10 - 20 dakika kalmakta, daha sonra suyla durulanmaktadır.

Düşük basınçlı köpüklü temizlikte bir merkezi halka şebeke veya dağıtık münferit üniteler kullanılabilir. Merkezi sistemler, bir merkezi üniteden ön karışımli temizlik çözeltileri ile basınçlı su sağlamaktadır ve bu sistemler temizlik sırasında otomatik olarak köpük yayma ve durulama arasında geçiş yapmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Geleneksel su hortumu, fırça ve elle dozlanan deterjan kullanımına göre, su, kimyasal ve enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Danimarka'daki, yılda 25 000 ton peynir üreten bir süt ürünleri tesisi, farklı proses alanlarında bulunan yaklaşık 50 uydü üniteden oluşan bir merkezi sisteme sahiptir. Su tüketimi, geleneksel elle temizlikteki tüketimin yaklaşık %40'ı olarak hesaplanmıştır. Köpüklü temizlik sisteminin ısısı 10 °C olan soğuk su kullanırken, su hortumlarıyla yapılan elle temizliğin en 40 °C'lik ısı gerektirdiği bildirilmektedir. Bu durumda, 19 800 m³ su/yıl ve 1 160 MWh/yıl tasarruf hesaplanmaktadır.

Köpük kullanımının bildirilen avantajları arasında, kirlenmiş yüzeylerle, daha az güçlü kimyasallar kullanılsa dahi daha iyi temizlik sonuçlarının elde edilmesini sağlayan daha uzun temas süresi yer almaktadır. Kimyasal bileşenler kiri yumuşatarak, daha iyi durulama verimliliği ve temizlik sağlamaktadır. Köpüğün nerede uygulandığı kolayca görülmekte ve köpük kolayca durulanmaktadır. Böylece, daha az su kullanılmaktadır. Ayrıca, geleneksel yöntemlere göre, temizlik daha kısa sürdüğünden işgücü maliyetleri azalmaktadır. Daha az güçlü kimyasalların kullanılmasından dolayı, makinelerdeki aşınma ve yıpranma azalmakta ve operatör için daha az tehlike söz konusu olmaktadır. Köpük kullanımının muhtemel bir dezavantajı, hacimli yapısının köpüğün kendi ağırlığı altında yüzeylerden kopmasına yol açabilmesi, dolayısıyla temas süresini azaltmasıdır.

Jeller genelde duvar, tavan, döşeme, ekipman ve konteynerlerin temizliğinde kullanılmaktadır. Kimyasal, temizlenecek yüzeye püskürtülmektedir. Jellerle temizlik, jellerin yüzeylere daha iyi tutunması ve girişler hava kabarcıkları ile kapatılmadığından boşluklara erişimin daha iyi olmasından dolayı kir ile aktif deterjan arasında köpüklere göre daha uzun temas süresi sağlamaktadır. Bununla beraber, jeller şeffaf ve görülmesi zordur ve yüksek sıcaklıklarda kıvamlı olmayabilmektedir.

Jel kullanımının bildirilen avantajları arasında, kirlenmiş yüzeylerle, daha az güçlü kimyasallar kullanılsa dahi daha iyi temizlik sonuçlarının elde edilmesini sağlayan daha uzun temas süresi yer almaktadır. Kimyasal bileşenler kiri yumuşatarak, daha iyi durulama verimliliği ve temizlik sağlamaktadır. Jeller çok kolay durulandığından, daha az su kullanılmaktadır. Ayrıca, geleneksel yöntemlere göre, temizlik daha kısa sürdüğünden işgücü maliyetleri azalmaktadır. Daha az güçlü kimyasalların kullanılmasından dolayı, makinelerdeki aşınma ve yıpranma azalmakta ve operatör için daha az tehlike söz konusu olmaktadır.

Bu teknik, şeker sektöründeki gibi temizliğin sık olmadığı durumlarda çok az ilgili olmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yeni ve mevcut tesislerde döşeme, duvar, kap, konteyner, açık ekipman ve konveyörlerin temizliğinde uygulanabilir.

Ekonomi

Örnek olarak alınan Danimarka'daki bir peynir tesisinde köpüklü temizlik sisteminin yatırım maliyeti, 3,2 yıllık bir amortisman süresiyle yaklaşık 188 000 avro olmuştur (2000).

Uygulamanın ana etkeni

Daha iyi temizlik ve kir partikülleri ve bakteri içeren aerosollerin yayılması gibi yüksek basınçlı temizlikle bağlantılı sorunların ortadan kaldırılması.

Örnek tesis

Danimarka'daki en az bir peynir tesisi.

Referans literatür

[9, Envirowise (UK) 1998], [21, Nordic Council of Ministers 2001]

2.3.3.2.6 Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı

Tanım

Ekipman ve proses alanları, temizliği kolaylaştıracak şekilde tasarlanır ve yapılır. Tasarım ve yapımın optimizasyonunda, hijyen gereklilikleri dikkate alınır.

Teknik tanım

Hijyenik tasarım, ürünün kalmış olabileceği ve standart sterilizasyon (temizlik ve/veya dezenfeksiyon) ile uygun bir şekilde giderilemeyeceği kritik noktalar ve ölü bölgeler önlenerek, ekipman ve tesislerin temizlenebilirliğini iyileştiren tasarım ve yapım kriterleri setidir. "Eko" öneki, sterilizasyon sırasında çevresel etkinin azaltılmasına yönelik ek tasarım kriterlerini (bir başka ifadeyle dökülen malzemenin toplanması, boru hatlarının azaltılması, kapalı devrelerde temizlik suyunun yeniden kullanılması, vb.) ifade etmektedir.

Ekipman ve tesislerin hijyenik tasarımının ana hedefi, hijyendir ancak aynı zamanda bu tasarım, aynı hijyen seviyesini yakalamak için daha az su, enerji ve kimyasal girdisi gerektirerek, temizlik ve dezenfeksiyonun çevresel etkisinin azaltılmasıyla ilgilidir. Bir başka ifadeyle, hijyen bakımından, işlenmekte olan gıdanın kontaminasyon tehlikesini en aza indirmeleri halinde ekipman ve tesisler hijyenik olarak tasarlanmakta ve yapılmaktadır.

Çevre bakımından ise, hijyenik olarak tasarlanan ve yapılan ekipman ve tesisler, kendi sterilizasyonlarının çevresel etkisini azaltmaktadır. Ekipman ve tesislerin eko-hijyenik tasarımı, sterilizasyonun hijyenik sonuçlarını sürdürürken, gıda üretim ekipmanı sterilizasyonunun çevresel etkisini azaltacak önleyici teknik olarak sunulmaktadır.

Küresel seviyede, hijyenik tasarım kriterleri ve standartları üzerinde çalışan iki tanınmış grup vardır:

- Avrupa Hijyenik Mühendislik ve Dizayn Grubu (EHEDG), hijyenik tasarım kriterleri ile ilgili, hem ekipman üreticileri hem gıda sanayisi için bir başvuru kaynağına dönüşen birçok kural yayınlamıştır. Bu kurallar, çevrimiçidir ve düzenli olarak güncellenmekte ve çeşitli dillerde yeni dokümanlarla tamamlanmaktadır.
- 3-A SSI, eğitim ve gıda, içecek ve farmasötik sanayilerinde hijyenik ekipman tasarımı yoluyla gıda güvenliğini destekleme misyonuna kendini adanmış bir Amerikan kuruluşudur (<http://www.techstreet.com/3a>).

Elde edilen çevresel yararlar

Su, enerji ve kimyasalların tüketiminin azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu bölümde sunulan veriler, Calidad Pascual (süt ürünleri) ve Pescanova (deniz ürünleri işleme) adlı iki İspanya şirketindeki ECODHYBAT projesinde geliştirilen demonstrasyon denemelerinden alınmıştır. Tablo 2.45'te, konvansiyonel ekipmanın sterilizasyonu sırasındaki tüketim seviyelerine göre, hijyenik olarak tasarlanan ekipmanın sterilizasyonu sırasında tüketilen su ve enerji azaltım değerleri sunulmaktadır.

Tablo 2.45 Konvansiyonel ekipmana göre, hijyenik olarak tasarlanan ekipmanın sterilizasyonu sırasında su ve enerji tüketimi azaltımı

Gösterge	Calidad Pascual (süt ürünleri)	Pescanova (deniz ürünleri işleme)
Sterilizasyon sırasında doğrudan su tüketimi azaltımı	%41	%33
Sterilizasyon sırasında doğrudan enerji tüketimi azaltımı	%14	%33
Kaynak: [113, AINIA 2016]		

Eko-hijyenik tasarım kriterlerine göre tasarlanan 14 adet gıda sanayisi ekipmanının sterilizasyonu, eşdeğer konvansiyonel ekipmanın sterilizasyonu ile tek tek karşılaştırılmıştır. Bu demonstrasyon denemelerindeki su tasarrufu ile ilgili sonuçlar, Tablo 2.46'da sunulmaktadır.

Değerlendirilecek endüstriyel ekipman, tam süt, fluoresin, etanol ve tutkallama katkı maddesi karışımından oluşan kirletici çözelti kullanılarak yapay olarak kirletilmiştir. Hem hijyenik olarak tasarlanan hem konvansiyonel olarak tasarlanan ekipmanda sterilizasyon performansı, fluoresin konsantrasyonu ölçülerek belirlenmiştir. Fluoresin konsantrasyonunun zaman içindeki gelişimi, ekipmanın temizlendiği anda ölçüm yapılmasına ve hijyenik olarak tasarlanan ekipman ile konvansiyonel olarak tasarlanan ekipman arasında su ve enerji tüketiminin karşılaştırılmasına izin vermiştir.

Tablo 2.46 Hijyenik olarak tasarlanan ekipman - konvansiyonel ekipman sterilizasyon su tasarrufu

Tesis	Su tasarrufu aralığı (%)	Ortalama su tasarrufu (%)
Calidad Pascual (süt ürünleri)	9 - 75	41
Pescanova (deniz ürünleri işleme)	0 - 96	33
Kaynak: [113, AINIA 2016]		

Çapraz ortam etkileri

Bazı hijyenik olarak tasarlanan ekipmanın yapım aşaması, konvansiyonel ekipmanın yapımına göre malzeme, enerji veya su kullanımında artış içerebilmektedir (bir başka ifadeyle yüzeyin pürüzlülüğünü azaltmak için fazla parlatma). Bununla beraber, gereken herhangi bir fazla tüketim, gıda işleme ekipmanının toplam hizmet ömrü (10 - 20 yıllık hizmet ömrü) boyunca neredeyse günlük sterilizasyonun tüketimi ile karşılaştırıldığında net bir şekilde çok az olacaktır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Çoğu örnekte, konvansiyonel eşdeğerlerine göre, eko-hijyenik sertifikalı ekipmanın (EHEDG sertifikasyonu) piyasa fiyatındaki artış < %5'in altındadır (veriler, ECODHYBAT projesi kapsamında gerçekleştirilen makine üreticileri araştırmasından alınmıştır).

İlgili bilgiler Tablo 2.47’de verilmektedir.

Tablo 2.47 Eko-hijyenik sertifikalı ekipmanın piyasa fiyatı

Ekipman	Fiyat, konvansiyonel (avro)	Fiyat, eko-hijyenik sertifikalı (avro)	Fiyat artışı (%)
Pompa HCP 40-150	1 670	1 690	1,20
Küresel vana DN 2’	198	208	5,05
Kısma valfi, döküm GGG40 + PTFE 2"	4,75 - 241,91	10 - 300	24 - 110
Tek yuvalı valf Aseptik	511 - 1902	530–1 930	1,5 - 3,9
Esnek boru (avro/m)	7 - 27	11 - 35	30 - 57
2" metal bağlantı, kelepçeli	5	14	180
Sensör VEGABAR 64	1 580	1 619	2,5
Elektromanyetik debimetre	670 - 775	69 - 785	1,3 - 3,1
Kaynak: [113, AINIA 2016]			

Uygulamanın ana etkeni

Su ve enerji tüketiminde sağlanan tasarrufla ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

İspanya Calidad Pascual (süt ürünleri) ve Pescanova (deniz ürünleri işleme).

Referans literatür

[113, AINIA 2016]

2.3.3.2.7 Ekipmanın bekletmeden temizlenmesi

Tanım

Atıkların sertleşmesini önlemek için ekipman kullanıldıktan hemen sonra temizlik uygulanır.

Teknik tanım

Daha fazla bilgi için, gıda ve içecek imalat sektörü En İyi Çevresel Yönetim Uygulamaları Sektörel Referans Dokümanı’na bakınız [107, COM 2017].

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve atıksu kirliliğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Elle temizlik yapılan tüm tesisler için uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Su ve atıksu arıtma maliyetinin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[107, COM 2017]

2.3.3.2.8 Temizlik hortumlarına elle çalıştırılmalı tetik takılması

Tanım

Temizlik hortumlarına elle çalıştırılmalı tetik takılmasıdır.

Teknik tanım

Sıcak su temin etmek için bir su ısıtıcısının kullanılması halinde, herhangi bir başka değişiklik yapılmadan, temizlik hortumlarına tetik kontrollü kesme valfleri takılabilmektedir. Sıcak su temin etmek için buhar ve su harmanlama valfi kullanılması halinde, buhar veya suyun yanlış hata girmesini önlemek için çekvalf tesis edilmesi gerekmektedir. Otomatik kesme valfleri genelde nozullar takılı olarak satılmaktadır. Nozullar, su darbesini artırmakta ve su debisini düşürmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su ve enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir tesiste, su ısı 71 °C olmak üzere, otomatik kesme valf ve nozullu bir hortumun çalıştırılmasında tasarruf edilen enerji hesaplanmıştır. Kesme valfi ve nozul montajından önce debi 76 l/dakika, montajdan sonra ise 57 l/dakika olmuştur. Hortum çalıştırma süresi, montajdan önce 8 saat/gün, montajdan sonra 4 saat/gündür. 21 ABD doları/m³ su bedeli için, su maliyetinden yıllık tasarruf 4 987 ABD doları (2000 yılı maliyetleriyle) hesaplanmıştır. Ayrıca, yıllık 919 GJ enerji tasarrufu hesaplanmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Otomatik kesme valfleri olmadan nozul takılması halinde, ekipman maliyetleri 10 ABD dolarının altında olmaktadır. Nozullu otomatik tetik kontrollü kesme valfinin maliyeti ise yaklaşık 90 ABD dolarıdır. (2000 yılı maliyetleriyle) Amortisman süresi, anlık olarak bildirilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Su ve enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır..

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [133, Ockerman ve ark. 2000]

2.3.3.3 Soğutma/dondurma ile ilgili teknikler

2.3.3.3.1 Kapalı devre soğutma

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Bir merkezi soğutma tesisine bağlı bir soğutma kulesi veya soğutucu aracılığıyla soğutma suyu resirkülasyonudur.

Teknik tanım

Su, bir merkezi soğutma tesisine bağlı soğutma kulesi veya soğutucu aracılığıyla yeniden sirkülasyona sokulmaktadır, bir başka ifadeyle yeniden soğutulmakta ve soğutulan ekipmana geri verilmektedir. Alg veya bakteri üremesinin engellenmesinin gerekmesi halinde, yeniden sirkülasyona sokulan suya kimyasallar eklenebilmektedir. Bunun dışında, soğutma suyu temizlik amacıyla yeniden kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve atıksu arıtmasının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kapalı devre soğutmanın, açık sisteme göre %80 su tüketimi tasarrufu sağlayabildiği bildirilmektedir. Bu, suyun hazır şekilde mevcut olmadığı alanlarda önemli olabilmektedir. FDM malzemelerine temas etmeyen açık devre soğutma suyu, bulaşkan içermeyecektir ve bu suyun bir alıcı su ortamına doğrudan deşarjı değerlendirilebilmektedir ancak, açık devre soğutma suyu bir termal yük taşıyacaktır. Açık devre kontamine olmamış soğutma suyunun bir atıksu arıtma tesisinden (AAT) geçirilmesi hem enerji tüketimini artırmakta hem toplam yükü azaltmadan seyreltmeye yol açmaktadır, dolayısıyla bu suyun doğrudan deşarjı avantajlı olmaktadır.

Örnek olarak alınan, 500 000 hl/yıl kapasiteli bir bira fabrikasında, taze su kullanarak soğutma gerçekleştiren açık sistemin yerine, bir tünel pastörizasyon ünitesinde kapalı devre soğutma sistemi uygulamaya konulmuştur. Su tüketimindeki azalma, 50 000 m³/yıl olarak tahmin edilmiştir.

Fermantasyon ünitesi (fermenter) soğutması için, bir soğutucu ve resirkülasyon pompası kullanarak kapalı devre soğutmanın, soğutmayı iyileştirdiği bildirilmektedir.

Şeker üretiminde, soğutma suyu tesiste elektrik üretim türbinlerinde kullanılmaktadır. Genelde, soğutma suyu bir nehirten çekilecek ve nehre tekrar verilmeden önce bir türbinden geçirilecektir.

Çapraz ortam etkileri

Soğutma suyunu soğutmak için enerji tüketimi söz konusu olabilmektedir. Bu ısının bir bölümü geri kazanılabilmektedir.

Resirkülasyon soğutma kulesi sistemlerinde, soğutma suyu sürekli bir soğutma kulesi aracılığıyla geri dönüştürülmektedir. Bununla beraber, suyun soğutma kulesi üzerinden verilmesi, sistemde korozyona yol açabilen yüksek çözünmüş oksijen seviyesi sürdürmekte ve kulede suyun buharlaştırılması, askıda katı maddelerin birikmesine yol açabilmektedir. Bu nedenle, resirkülasyon suyu, korozyonu önlemek için arıtma gerektirmekte ve çözünmüş katı maddelerin fazla miktarda birikmesini önlemek için suyun bir bölümünün periyodik olarak deşarj edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, soğutma kulelerinden gerçekleştirilen püskürtmeyi lejyoner hastalığının muhtemel kaynağına dönüştürebilecek *Legionella* bakterilerinin üreme koşullarının kontrolü için önlemler alınması gerekmektedir. Kapalı devre sistemler, korozyonu en aza indirmektedir ve çözünmüş katı birikimi olmamaktadır.

Büyük debili bir nehir gibi büyük bir su kaynağının bulunması halinde, kapalı devre soğutma ile ilişkili çapraz ortam etkileri daha büyük olabilmektedir. Nehrin gereken miktarı sağlayabilmesi ve sucul yaşama önemli bir zarar vermeden veya alıcı yüzey suyunun diğer kullanıcılarına müdahale etmeden termal yükü kabul edebilmesi ve suyun kontamine olmaması halinde, açık devre soğutma, çevre bakımından daha iyi bir seçenek olabilmektedir. Ayrıca, açık devre soğutma suyu, kaynağından ve tesis dışına pompalanmak için enerji gerektirecektir.

Soğutulan sistemden kaçakları önlemek için dikkatli olunmaması halinde, kontamine su deşarj edilmeyebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Yukarıda belirtilen bira fabrikası örneğinde, soğutma suyu tesisi ve diğer gerekli ekipmanın yatırım maliyeti 45 000 ABD doları (1996'dan önce) ve amortisman süresi yaklaşık 1 yıl olmuştur.

Uygulamanın ana etkeni

Su tüketiminin azaltılması ve bunu müteakip atıksuyun azaltılması ve mali tasarruf sağlanması.

Örnek tesisler

Süt ürünleri, bira fabrikaları, alkolsüz içecek üretimi ve şeker pancarından şeker üretiminde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [11, Envirowise (UK) 1998], [29, Danbrew Ltd 1996], [128, CIAA-Federalimentare 2003], [129, Italy M. Frey 2003]

2.3.3.3.2 Elektrokimyasal arıtma sonrası soğutma suyunun resirkülasyonu

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Yükseltgeyici iyonların suda oluşturulduğu, anot görevi gören metal oksitlerin bir kombinasyonundan yapılan elektrotları içeren bir kap aracılığıyla, soğutma suyu havuzundan suyun resirkülasyonudur.

Teknik tanım

Teknik, yükseltgeyici iyonların sudan üretildiği, anot olarak hareket eden metal oksitlerin bir kombinasyonundan yapılan elektrotları içeren bir kap aracılığıyla, soğutma suyu havuzundan suyun resirkülasyonunu içermektedir. Ayrıca, kap duvarı, kalsiyum tuzlarının kap duvarında çökmesine yol açarak, tuzların kule havuzunda konsantrasyonunu önleyen, dolayısıyla havuzdan suyun temizlenmesi ihtiyacını ortadan kaldıran pH 13 değerine ulaşan katot görevi görmektedir. Kap duvarındaki tuzlu çökelti, programlı bir şekilde periyodik olarak yıkanmakta ve drene edilmektedir. Odalardaki elektrotlara doğru akım gerilimi uygulanarak, suyun kısmi eletrolizi yoluyla OH⁻ iyonları oluşturulmaktadır. OH⁻ iyonlarının ilavesi, odalardaki Ca⁺² ve CO₃⁻² iyonları fazlasıyla birlikte tufal oluşumunu desteklemektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketiminin azaltılması ve kimyasal kullanımının önlenmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir bira fabrikasında (#157), soğutma kulelerinin su tüketimi %80'i, kimyasal tüketimi ise %100'ü azaltılmakta, sürekli kimyasal işlem gerçekleştirilmesi önlenmektedir. Ekipmanın bakım ve temizliği, yaklaşık ayda yarım saat sürmektedir.

Su temin şebekesinin özelliklerinin sürekli olarak dalgalanmaması koşuluyla, bu teknik genelde etkin olmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

28 000 avro yıllık tasarrufla (10 buharlaştırma kondenserinin işleme tabi tutulması için 9 adet ekipmanda) birlikte 40 000 avro yatırım maliyeti ve 2 400 avro işletme maliyeti bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

İşletme ruhsatlarında kimyasalların kullanımıyla ilgili kısıtlamalar.

Örnek tesisler

En az bir bira fabrikası (#157).

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.3.4 Şişeleme ile ilgili teknikler**2.3.3.4.1 Kuru dezenfeksiyon****Tanım**

PET ambalajların, su kullanmadan, örneğin basınçlı hava, iyonize hava veya azot peroksit kullanarak dezenfeksiyonudur.

Teknik tanım

Klasik dezenfeksiyon tekniğinde, şişeyi durulamak ve dezenfekte etmek için su ve perasetik asit kullanılmaktadır. Dezenfeksiyon çözeltisi birkaç kez yeniden kullanılsa da bu teknik, çok büyük miktarda atıksu üretmektedir. Kuru dezenfeksiyonda, su kullanılmamaktadır. Bunun yerine, basınçlı hava, iyonize hava veya azot peroksit, ısıtılmadan önce ön kalıplara doğrudan enjekte edilmekte, daha sonra ısıtma ve üfleme sırasında buharlaşarak, bir aseptik boş şişe vermektedir. Şişeler su kullanılmadan doğrudan doldurulup kapatılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji ve su tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bir alkolsüz içecek tesisinde (#279), kuru şişeleme teknolojisinin kullanımı, tesiste geri dönüştürülen toplam sudaki artışa katkıda bulunmuştur.

Çapraz ortam etkileri

Hava veya azot peroksit tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

İzin verilen üretim kapasitesi 1 000 ton/gün bir alkolsüz içecek ve nektar/usare tesisi için 6 milyon avro yatırım maliyeti bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma ve su tüketiminin azaltılması.

Örnek tesisler

Tesis #279.

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.3.5 Buhar sistemleri ile ilgili teknikler**2.3.3.5.1 Kondensat dönüşünün en yüksek seviyeye çıkarılması**

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Geri kazanılan kondensat, kazan beslemesi, diğer ekipman için veya diğer tesislerin temizliğinde ısıtılmış su olarak yeniden kullanılabilir.

Teknik tanım

Bu teknikte, deşarj kondensatının su ve ısı içeriğinden yararlanılmaktadır. Bu geri kazanılan kondensat, kazan beslemesi, diğer ekipman için veya diğer tesislerin temizliğinde ısıtılmış su olarak yeniden kullanılabilir. Kondensat geri kazanım ünitesi, kondensatın üretildiği tüm uygulama noktalarından kondensatı alan bir kaptır. Bu kap, kondensatı depolayarak, kazan besleme suyu olarak kullanılmadan önce taze katma suyu ile karıştırmaktadır.

Sıcak kondensatın kazana geri döndürülmemesi halinde, bu kondensat, arıtılan soğuk katma suyu ile değiştirilmek zorundadır. Ayrıca, ilave katma suyu, su arıtma maliyetlerini artırmaktadır. Kontaminasyon riskinden dolayı, kondensatın rutin olarak AAT'ye tahliyesi yerine, kondensat bir ara tankta toplanarak, herhangi bir bulaşkan varlığının tespiti için analiz edilebilmektedir. Bu aynı zamanda, kazan besleme suyunun arıtılması için kimyasal kullanımında tasarrufa yol açmaktadır. Buna ek olarak veya alternatif olarak, kontaminasyon nedeniyle kondensatın kazana geri döndürülememesi halinde, avlu temizliği gibi düşük dereceli temizlik faaliyetlerinde kullanılmadan önce, kontamine kondensattan ısı geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir. Farklı cihazlarla (örneğin bulanıklık ölçer) kirlilik tespiti yapılabilmektedir. Genelde, geri kazanım kondensatlarının sıcaklığı 100 °C - 180 °C'dir. Üretilen kondensatların, besleme tankına geri döndürmeye yeterli olacak basınca sahip olmadığı tüm durumlarda, mekanik pompalar kullanılabilir.

Prosesle doğrudan enjeksiyon için kullanılan herhangi bir buhardaki enerji, tamamen kullanılmış olarak kabul edilebilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji ve su tüketimi ve atıksu üretiminin azaltılması. Kazan besleme suyu arıtma kimyasallarının tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Sıcak kondensatın kazana geri döndürülmemesi halinde, bu kondensat, arıtılan soğuk katma suyu ile değiştirilmek zorundadır ve kondensatın elde edildiği buharın üretiminde absorbe edilen enerjinin yaklaşık %20'sini harcamaktadır. Bu, buhar kullanımındaki tek seferdeki en büyük enerji kaybıdır.

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde (#311), her kullanıcı basınç indirgeme sisteminden önce monte edilen kondensasyon kapları tarafından drene edilen yüksek basınçlı buhar kondensasyon suyu, kazanların besleme suyu tankına geri yönlendirilmektedir. Toplam yıllık su ihtiyacı %3 oranında azaltılmaktadır. Örnek olarak alınan bir şeker üretim tesisinde (#413), kampanya sırasında üretilen kondensat tesiste depolanmakta ve işletme dışı dönemlerde, sondaj kuyusu kalitesinde suya ihtiyaç olmadığı durumlarda bu suyun yerine yeniden kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Kazanda buhar üretilen durumlarda uygulanabilir.

Ekonomi

50 000 avro yatırım maliyeti (boru hattı dönüş sistemi için 45 000 avro ve proje ve tasarım için 5 000 avro) ve 1 - 4 yıllık amortisman süreleri bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji tüketiminin azaltılması ve ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

Çeşitli FDM sektörlerinde kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[39, Environment Agency of England and Wales 2001], [193, TWG 2015]

2.3.4 Zararlı maddelerin kullanımının önlenmesine yönelik teknikler

2.3.4.1 Temizlik kimyasalları ve/veya dezenfektanların doğru seçimi

Tanım

Su Çerçeve Direktifi kapsamında dikkate alınan öncelikli maddeler başta olmak üzere, sucul ortam için zararlı olan temizlik kimyasalları ve/veya dezenfektanların kullanımının önlenmesi veya en aza indirilmesidir. Maddeler seçilirken, hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri dikkate alınır.

Teknik tanım

Klor, dörtlü amonyum bileşikler, bromin veya iyodin bazlı ürünler gibi kimyasallar, gıda imalatı tesislerinin hijyenini sürdürmek için rutin olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber, bu kimyasallar genelde, organik kalıntılarla birlikte tehlikeli olabilmektedir. Ayrıca, güvenli ve etkin bir şekilde çalışmak için, bu kimyasallar genellikle, büyük miktarlarda su ve genelde yüksek sıcaklıklar gerektirmektedir. Bu durumda, temizlik tamamlandığında genelde, herhangi bir atığı temizlemek için önemli çevresel etki ile birlikte ileri işlem gerekmektedir.

Zararlı kalıntıların üretiminin önlenmesi veya en aza indirilmesi aşağıdaki önlemleri içerebilmektedir:

- Daha az zararlı temizlik kimyasallarının (örneğin ozon) kullanılması,
- Temizlik kimyasalları (örneğin EDTA, halojen biyositler, asitler) kullanımının azaltılması.

Su çözültisinde bulunan ozon (O_3), fosfolipitleri ve lipoproteinleri yükseltgeyerek patojenlerin hücre zarlarını imha edebilmektedir ve kendisi hızlı bir şekilde zararsız oksijene parçalanma avantajı sunmaktadır. Ozon, bakteri, maya, küf, virüs ve spor gibi geniş yelpazede mikroplara karşı etkilidir. Yerinde temizlik (CIP) ve diğer temizlik işlemlerinde ozon bakımından zengin suyun kullanılması, herhangi bir kalıntı kalmaması ve ozonun soğuk uygulanmasıyla geleneksel dezenfektanlardan avantajlıdır. Bu, tesisten deterjanların yıkanması için gereken su miktarını ve suyun ısıtılmasıyla bağlantılı enerji kullanımını azaltmaktadır. Ayrıca, ozon kuru ortamlarda kullanılabilir. Ayrıca, ozon kuru ortamlarda kullanılabilir.

AB Eko-etiketli ürünlerin kullanılması, sürdürülebilir bir çevre için gönüllü bir taahhüdün oluşturmaktadır. Hammaddeden üretim, ambalajlama, dağıtım ve bertarafı kadar, AB Eko-etiketli ürünler, çevresel etkilerini azaltan kriterleri karşılamalarını sağlamak üzere bağımsız uzmanlarca değerlendirilmiştir. Avrupa Eko-etiketi kriterlerini karşılayan deterjanlar kolayca biyobozunur deterjanlardır ve çevre için toksik değildir.

Elde edilen çevresel yararlar

Temizleme maddeleri ve deterjanların tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bu teknik birçok FDM tesisinde uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[107, COM 2017], [193, TWG 2015]

2.3.4.2 Temizlik kimyasallarının yerinde temizlikte yeniden kullanılması

Temizlik kimyasallarının toplanması ve yerinde temizlikte (CIP) yeniden kullanılmasıdır. Temizlik kimyasalları yeniden kullanılırken, hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri dikkate alınır.

Ayrıca bakınız 2.3.3.2.4 no'lu madde.

2.3.4.3 Kuru temizlik

Bakınız 2.3.3.2.1 no'lu madde.

2.3.4.4 Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı

Bakınız 2.3.3.2.6 no'lu madde.

2.3.4.5 Ozon tabakasını inceltme potansiyeli taşımayan ve düşük küresel ısınma potansiyelli soğutucuların kullanılması

Tanım

Su, karbon dioksit veya amonyak gibi alternatif soğutucular kullanarak, ozon tabakasını incelten veya yüksek küresel ısınma potansiyeli sunan maddelerin emisyonlarının önlenmesidir.

Teknik tanım

FDM sektöründe, soğutma ve dondurma işlemlerinde soğutucular yaygın olarak kullanılmaktadır. Halojen soğutucuların havada ozonla etkileşimi, ozon tabakasını incelten maddeler ile bu maddeleri içeren ürün ve ekipmanların piyasaya arzı ve kullanımının kademeli olarak yasaklanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu bileşiklerin yerini, karbon dioksit, amonyak, glikol veya bazı durumlarda, soğutulmuş su gibi diğer soğutucular almaktadır.

Endüstriyel HFC soğutma sistemleri kaçak oranı, HCFC içeren ekipmanların >%20'lik kaçak oranına göre, %8 civarında tahmin edilmiştir.. Yeni ekipmanların ilk dolumu ve mevcut ekipmanların tekrar dolumunda HFC soğutucuların toplam tüketiminin gelecekte büyük ölçüde artacağı tahmin edilmektedir [25, COM 2011].

Sıcaklıkların -10 °C olması halinde sıklıkla hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), klor ve amonyak kullanılmaktadır. HCFC'lerin dezavantajı, atmosfere verildiklerinde ozon tabakasını inceltmeleridir. Aynı zamanda önemli küresel ısınma potansiyeli (GWP) sunmaktadır. HCFC'lerin kullanımı genellikle yasaktır [140, EC 2009]. HFC'lerin dezavantajı, amonyak, karbon dioksit, klor ve suya gibi alternatif soğutuculardan çok daha yüksek küresel ısınma potansiyeline (GWP) sahip olmalarıdır. HFC emisyonlarının sınırlandırılması, önlenmesi, böylece azaltılmasını hedefleyen hükümler bulunmaktadır [137, EC 2014].

Elde edilen çevresel yararlar

Ozon tabakasının incilmesi ve küresel ısınma tehlikesinin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Sağlık ve güvenlik sorunlarına yol açabilecek amonyak ve glikol kaçağı riski.

Çevre performansı ve işletim verileri

Ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımı aşağıdaki yollarla önlenebilmekte veya en aza indirilebilmektedir [35, Germany 2002]:

- Bu maddeleri ikame edecek maddelerin kullanılması,
- Ozon tabakasını incelten maddeler kullanıldığında, kapalı devre sistemler kullanılması,
- Sistemlerin binalara yerleştirilmesi,
- Sistem parçalarının mahfaza içine alınması,
- Mahfaza içine alınan alanda kısmi vakum oluşturulması ve sistemlerdeki kaçakların önlenmesi,
- Atık işlemi sırasında maddelerin toplanması,
- İdeal atık gaz arıtma tekniklerinin kullanılması,
- Geri kazanılan maddelerin ve atıkların uygun yönetimi.

Uzun süredir endüstriyel soğutmada amonyak (R717) kullanılmaktadır. Amonyaklı soğutma sistemleri, özellikle düşük kapasite aralığında daha pahalıdır. 2000'den bu yana, diğer gelişmiş ülkelere göre ilk kez Avrupa'da olmak üzere, yeni ekipmanlarda HCFC-22 yerini, HFC soğutucu R404A'ya bırakmıştır. Son yıllarda, gıda sanayisinde amonyak ve CO₂ içeren çok sayıda kaskad sistem kurulmuştur [25, COM 2011].

Örneğin Norveç'teki bir dondurma tesisi, ısı geri kazanım ve sıcak gazlı buz çözme yetenekleri olan bir trans kritik CO₂ soğutma ve dondurma sistemi kullanmaktadır [107, COM 2017].

Ekonomi

Endüstriyel soğutma sistemleri için, soğutucuların ikamesi enerji etkindir. Alternatif seçenek amonyak (R717) ile ilgili münferit azaltım tekniklerinin örnekleri, belli florlanmış sera gazları (GHG) hakkında (EC) 842/2006 sayılı Tüzük gözden geçirme hazırlık çalışmasında verilmektedir [25, COM 2011].

Üç sıcaklık seviyesinde 270 kW soğutma kapasiteli bir küçük sistem için:

- HFC sisteminin maliyeti: 425 000 avro.
- Benzer NH₃ sisteminin ek maliyeti: 132 000 avro (+%31).
- Elektrik tüketimi: 1 800 000 kWh/yıl.
- NH₃: -%27 elektrik tüketimi.
- F-gaz sistemi işletme maliyeti: 100 000 avro/yıl.

5 MW soğutma kapasiteli büyük sistem için:

- HFC sisteminin maliyeti: 6 milyon avro.
- Benzer NH₃ sistemi ek maliyetleri: %0 - 20 arası
- Elektrik tüketimi: -%10 ila -%30
- Büyük sistem işletme maliyeti: 1 milyon avro/yıl.

Uygulamanın ana etkeni

FDM sektöründe mevcut olan ve (EU) 517/2014 sayılı Tüzük ile desteklenen düşük etkili alternatifler bulunmaktadır. Hidrofloroolefinler (HFO'lar) gibi bazı gazlar için, (EU) 517/2014 sayılı Tüzük herhangi bir yasak getirmemekte yalnızca, bildirim yükümlülüğü getirmektedir. Ayrıca, anılan Tüzükün ekipmanla ilgili kuralları, bu gazların kullanımını önlemeyi değil, kaçakların en aza indirilmesini hedeflemektedir. Ayrıca, kota sistemi, toplam CO₂ eşdeğeri ton değerlerini ifade etmekte, belirli gazlardan bahsetmemektedir [137, EC 2014].

Örnek tesisler

Bu teknik birçok FDM tesisinde uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[25, COM 2011], [35, Germany 2002], [107, COM 2017], [137, EC 2014], [140, EC 2009], [193, TWG 2015]

2.3.5 Kaynak verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler

2.3.5.1 Anaerobik çürütme

Tanım

Biyobozunur kalıntıların, oksijensiz ortamda mikroorganizmalar ile işleme tabi tutulması ve bunun sonucunda biyogaz ve çürütme ürünü (digestate) elde edilmesidir. Biyogaz, yakıt olarak kullanılır - örneğin gaz motorunda veya kazanda. Çürütme ürünü kullanılabilir - örneğin toprak iyileştirici olarak.

Teknik tanım

Biyobozunur katı maddelerin anaerobik çürütme ile işlemi, kalıntıların içerdiği organik maddeyi, biyogaz (%70 metan içerir) ve çürütme ürününe dönüştürmek için kullanılmaktadır. Anaerobik çürütme, KOİ seviyesi çok yüksek olan biyobozunur katı maddeleri ele almak için ve aerobik atıksu arıtma sonrasında kanalizasyon çamuruna yönelik işlem prosesi olarak kullanılmaktadır. Biyogazın yakıt olarak kullanımı için bakınız 2.3.2.1.2 no'lu madde.

Bu teknik, genellikle aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- Anaerobik çürütme: kalıntılar, anaerobik çürütmenin gerçekleştiği bir kapalı çürütme tankına yönlendirilmektedir. Bu, oksijensiz ortamda mikroorganizmaların biyobozunur maddeyi parçaladığı ve bunun sonucunda biyogaz ve çürütme ürünü (digestate) elde edilen bir prosestir.
- Biyogaz hattı: üretilen biyogaz depolanmakta, sonraki bir aşamada biyogazın nemi giderilmekte ve biyogaz, örneğin bir kojeneratörde kullanılmaktadır. Ayrıca, biyogaz ısı, bir başka ifadeyle bir kazanda sıcak su, bir CHP ünitesinde kombine elektrik ve ısı üretmek, araçlarda alternatif yakıt olarak veya biyometana yükseltme sonrasında doğal gaz ikamesi olarak kullanılabilir. Üretilen ısının bir bölümü, FDM prosesinde geri dönüştürülebilmektedir.
- Ayırma: çürütme ürünü, santrifüjleme yoluyla katı ve sıvı bölümlere ayrılmaktadır.
- Çürütme ürününün katı bölümünün depolanması: çürütme ürününün katı bölümü , tarımsal amaçlarla (araziye yayma) depolanmaktadır.

Proses tanımı, besleme ve çıktı akımları, biyogaz ön işlem teknikleri ve çürütme ürününün özellikleri hakkında daha ayrıntılı bilgi, Atık İşleme Sanayileri (WT) MET-REF'te verilmektedir [154, COM 2015]. Atıkların anaerobik çürütmesiyle ilgili kanıtlanmış iyileştirme tekniklerinin listesi (örneğin mikro anaerobik çürütme, düşey akışlı kuru), "Atıktan Enerji Üretimi Teknik Potansiyelinden Daha İyi Yararlanmaya Doğru" başlıklı EC raporunda açıklanmaktadır [155, COM 2016].

Anaerobik eş çürütme operatöre, atığın bileşiminin tamamlayıcı niteliğinden yararlanma olanağı sunmaktadır. Bunun en iyi örneğini, hayvan gübresi ve gıda atıklarının eş çürütmesi oluşturmaktadır. Her iki atık türünün karışımı, daha kararlı proseslere ve biyogaz üretiminde önemli bir artışa yol açmaktadır. Eş çürütme, belli bir coğrafi alanda organik atık istihsalinin bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Tarımsal-endüstriyel atıkların eş çürütmesi için yaygın olarak kullanılan anaerobik çürütme sistemleri, sürekli karıştırılmalı tank reaktörler olarak adlandırılmaktadır [152, AINIA 2016].

Elde edilen çevresel yararlar

Atık üretimi ve havaya verilen emisyonların azaltılması (biyogazın, fosil yakıtlar yerine enerji amaçlı kullanılması). Tarımsal amaçlı çürütme ürünü (digestate) elde etmek için yan ürünlerin geri kazanımı, besin maddelerini korumakta ve geri dönüştürmekte ve atık deşarjı ile kimyasal gübre kullanımını azaltmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Çürütme ürününün genellikle AAT'de alındığı dikkate alındığında, FDM tesislerinde anaerobik çürütme kaynaklı suya verilen emisyonlar bir çevre konusu oluşturmamaktadır.

Gıda atıklarının anaerobik çürütmesi genellikle toplam katı madde içeriği %15'in altında olduğunda gerçekleştirilmektedir. Gıda atıklarının su içeriği, biyogaz üretmemekte ve çürütme tankı hacminin bir bölümünü kaplamaktadır. Bununla beraber, fermentasyon için su gerekmektedir. Uçucu katı içerik, toplam katı içeriğin yaklaşık %70-95'idir. Bir anaerobik çürütme tesisinin enerji çıktısı büyük ölçüde, hammaddenin biyometan potansiyeline bağlı olmaktadır. Yıllık potansiyel 0,15 m³ - 0,90 m³ biyogaz/kg uçucu katı içerik arasındadır [152, AINIA 2016].

Bir et tesisinde (#331), bir çürütücü yaklaşık 28 000 t/yıl protein ile beslenmiştir ve AAT'deki DAF adımı katıyağların geri kazanımı gerçekleştirilmiştir. Üretilen biyogaz, elektrik ve ısı kojenerasyonu için yanmalı motorun enerjilendirilmesinde kullanılmış, söz konusu elektrik ve ısı ise daha sonra et üretim proseslerinde kullanılmıştır. Altı aylık dönemde çürütme ürününün katı bölümünün miktarı yaklaşık 1 361 ton olmuştur. Atık üretimi yaklaşık %95 oranında azaltılmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Anaerobik çürütme sonrasında, kalıntıların azot içeriği azalmamaktadır. Genellikle sıvı çürütme ürününün ayrıca atıksu arıtma işleminden getirilmesi gerekmektedir (örneğin membran filtrasyonu).

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Kalıntıların miktarı ve/veya niteliğine bağlı olarak teknik uygulanabilir olmayabilmektedir. Çürütücülerin doğru çalışması için sabit bir hızda beslenmesi gerekmektedir. Yatırım maliyetlerinden dolayı, kalıntı miktarı düşük tesislerde çürütücü uygulanabilir olmayabilmektedir. Tesis #133 tarafından bildirildiğine göre bir çürütücü tarafından işleme tabi tutulan en düşük kalıntı miktarı 396 ton/yıl olmuştur.

Ekonomi

Anaerobik biyoçürütücü tesisi, biyogaz kojeneratörü, santrifüj, azaltım sistemi olarak yıkayıcı dahil olmak üzere, 3 500 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir. Altı aylık dönemde biyogaz kojeneratörü tarafından üretilen elektrik miktarı yaklaşık 40 000 MWe olmuştur. Çürütme ürününün katı bölümünün miktarı yaklaşık 3 500 ton/yıl'dır. Atık olarak kabul edilen çamurunu azalmasına bağlı olarak 50 000 avro/yıl tasarruf bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Eneji tüketimi ve atık üretiminin azaltılmasından dolayı, ekonomik nedenler uygulamanın arkasındaki ana etkenlerdir.

Örnek tesisler

Bu teknik birçok FDM sektöründe kullanılmaktadır [193, TWG 2015]. Örnek tesisler arasında #048, #133, #144, #250 ve #331 bulunmaktadır.

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [91, Giner Santonja ve ark. 2017], [152, AINIA 2016], [154, COM 2015], [155, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.5.2 Kalıntıların kullanımı

Tanım

Kalıntılar kullanılır - örneğin hayvan yemi olarak.

Teknik tanım

FDM sektöründe, başlangıçta insan tüketimi amaçlı veya insan tüketimi amaçlı kısmın çıkarıldığı hammadde, kısmen işlenmiş gıda ve son ürünlerin hayvan yemi olarak kullanılabilirdiği çok sayıda örnek vardır. Örneğin, müşteri spesifikasyonunun biraz dışında kalan veya fazla üretilmiş olan gıdalar, hayvan yemi olarak kullanıma uygun olabilmektedir. İnsan tüketimi amaçlı FDM imalatı hayvan yemi kaynaklarının örnekleri Tablo 2.48'de verilmektedir.

Yem maddeleri kataloğu hakkında 16.01.2013 tarih ve (EU) 68/2013 sayılı Komisyon Tüzüğünde daha fazla bilgi bulunabilir.

Tablo 2.48 İnsan tüketimi amaçlı FDM imalatı hayvan yemi kaynaklarının örnekleri

Hayvan yemi kaynağı	Örnek endüstri kaynağı
Kemikler ve yağ	Et işleme (hijyen düzenlemelerine tabi)
Reddedilmiş balık	Balık işleme
Sap, kavuz ve yapraklar	Sebze-meyve işleme
Sebze-meyve - soyma, çekirdek ve kesme kalıntıları	Sebze-meyve işleme
İşlem yapılmadan veya işlemden sonra elma ve domates cibresi ve turuncgiller pulp peletleri	Sebze-meyve işleme
Ham zeytin küspesi (pirina olarak da adlandırılır)	Zeytinin ilk kez sıkılmasından kalan
Zeytin küspesi	Pirina yağı çıkarılmasından kalan (zeytin)
Geri kazanılan FFA	Bitkisel yağ rafinasyonu
Kızartılmış ezme (meal)	Yağlı tohum işleme
Ham kek ve kullanılmış un/kek	Yağlı tohum işleme
Fosfolipitler	Bitkisel yağ rafinasyonu
Entegre ezme/rafinasyonda kullanılmış ağartma toprağı (nikel katalizörsüz ortamda)	Yağlı tohum işleme
Örneğin ambalaj yumuşamasıyla hatalı bir şekilde doldurulan kaplardan alınan ürün	Süt ürünleri ancak, hayvan yeminde kullanıma uygun gıda üreten tüm FDM sektörleri için geçerli
Sızan ve dökülen bileşenler ve kısmi ve tam işlenmiş maddeler	Süt ürünleri ancak, hayvan yeminde kullanıma uygun gıda üreten tüm FDM sektörleri için geçerli
Yoğurt teknesi tortuları (rinsings)	Süt ürünleri
Mizithra peyniri, çocuk maması veya diğer ürünlerin yapımı için düşünülmeyen peyniraltı suyu	Süt ürünleri
Pastörize etme cihazlarının devreye alınmasında oluşan sütlü atıksu	Süt ürünleri
Hububat, lif, sebze protein ve yağı alınmış un (meal)	Hububat işleme
Pancar diliminin preslenmesinden kaynaklanan ıslak pulp, preslenmiş veya kurutulmuş pulp	Şeker pancarından şeker ekstraksiyonu
Şeker pancarı alış su yolu ile taşınması ve yıkanmasından ayrılan pancar başları ve sapları	Şeker pancarından şeker ekstraksiyonu
Melas	Şeker ekstraksiyonu
Şeker usaresi, şuruplar ve melastan alkol işleminde üretilen şilempe	Etanol üretimi
Kurutulmuş damıtma çözünürlü taneler (DDGS)	Etanol üretimi
Kondense stilaj (CDS)	Etanol üretimi
Gluten, kepek	Etanol ve nişasta üretimi
Malt	Bira, lager ve viski üretimi (filizlenmiş fırında kurutulmuş tahıldan)
Bira tahıl ve trub'una karıştırılabilen kavuz ve malt grit'leri	Bira fabrikaları
Konsantre veya kurutulmuş stilaj, ilk damıtma sonrası kalan sıvı (pot ale), tortu ve kalıntı sıvı atık (spent wash)	Viski fabrikaları
Hammadde ve fermente ürün kalıntılarını içeren fermentasyon kabı soğutma suyu	Viski fabrikaları
Fermentasyon mayası	Bira fabrikaları, etanol üretimi
Hammadde ve ürün kalıntıları ve toz gibi katı organikler	Dehidrasyon
Ayrılmış atıksu akımlarından giderilen katı maddeler ve yağlar	Atıştırmalık üretimi

Kaynak: [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

Alternatif olarak, kalıntılar sirküler ekonomi prensiplerini uygulamak üzere yan ürünler için kullanılabilir. Yan ürünler, Atık Direktifi'nde tanımlanmaktadır [59, WFD 98/EC 2008].

Elde edilen çevresel yararlar

Malzeme kullanımının artması ve atık üretiminin azaltılması. Sonuç olarak, örneğin atıksu arıtma tesislerinde atık arıtma ve bertarafı için daha az enerji tüketimi ve FDM atıklarının düzenli depolamasının azaltılması söz konusu olmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bazı maddelerin, hayvan yemi olarak kullanılmadan önce kontrollü sıcaklık koşullarında saklanması gerekebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, yasal gerekliliklerden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir. Hammaddeler ile kısmi işlenmiş bileşenleri kullanan ve doğrudan veya ileri işlemeden sonra hayvan tüketimine uygun olan ve hayvan yemini düzenleyen ilgili mevzuatla uyumlu ürünler üreten FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Malzeme satın alım ve atık arıtma ve bertaraf maliyetlerinin azalması.

Uygulamanın ana etkeni

Diğer türlü atık olarak bertaraf edilecek yan ürünler, spesifikasyon dışı ürünler ile fazla malzemelerin ekonomik kullanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik FDM tesislerinde yaygın olarak uygulanmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [6, Environment Agency of England and Wales 2000], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [14, VITO ve ark. 2001], [35, Germany 2002], [48, European Starch Association 2001], [59, WFD 98/EC 2008], [71, AWARENET 2002], [75, FEDIOL 2002], [90, Verband Deutscher Oelmuehlen 2003], [175, ePURE 2015], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.5.3 Kalıntıların ayrılması

Tanım

Örneğin yerleştirilmiş sıçrama koruyucular, elekler, kapaklar, sepetler, damlama tavaları ve kanallar kullanarak kalıntıların ayrılmasıdır.

Teknik tanım

Üründe kullanılmaları amaçlansın veya amaçlanmasın çıktılar ideal ve daha kolay kullanım, yeniden kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm ve bertaraf için ayrılabilir. Bu aynı zamanda, su tüketimini ve kontaminasyonunu azaltmaktadır. İşlem, elle veya makine ile yapılabilir. Bu çıktılar, reddedilen hammaddeler, kırıntılar ve spesifikasyon dışı ürünü içerebilir.

Doğru bir şekilde yerleştirilmiş sıçrama koruyucular, elekler, kapaklar, damlama tavaları ve kanallar, münferit maddeleri ayrı bir şekilde sınırlandırmak için kullanılabilir. Bunlar, işleme, dolum/paketleme ve transfer hatlarına yerleştirilebildiği gibi, soyma, kesme ve kırma tezgahları gibi iş istasyonlarının yanına yerleştirilebilir. Örneğin bir tepsi veya kanalın konumu ve tasarımı, su ile karışmayı önleyen araçlar, sıvı ve katı maddelerin taşınması, ünite işlemine, istenen veya gereken farklı maddelerin ayırma derecesine ve bunların nihai kullanım amacına veya bertaraf yoluna bağlıdır.

Sepet (catchpot), katı maddelerin drenaj sistemi ve atıksu arıtma tesisine (AAT) girmesini önlemek için yer süzgeçlerine yerleştirilen bir ince örgülü sepettir. Sepetler, temizlik sırasında katı maddelerin AAT'ye girmemesini sağlamak için yerlerine sabitlenebilmektedir. Kuru temizlikten sonra boşaltılmaları ve ıslak temizlikten önce yeniden yerlerine sabitlenmeleri halinde, çözünür maddelerin ve partiküllerin tutulması önlenebilmektedir.

Kemikler ile kemiğin çıkarılması ve etin kesilmesinden çıkan yağ, toplanabilen ve kuru olarak taşınabilen maddelerin örnekleri arasındadır. Bunlar insani tüketim amaçlı olabilmekte veya olmayabilmektedir. İnsani tüketim amaçlı maddelerde, sıcaklık kontrolü özellikle önemlidir ve madde hızlı bir şekilde soğuk depolara aktararak bozulma önlenebilmektedir.

Diğer örnekler arasında, sınıflandırılan, işleme tabi tutulmayan veya kısmen işleme tabi tutulan sebze-meyve kalıntıları ile soyma ve kesme kalıntılarının temizlenmesi ve sedimantasyon ve filtrasyon adımlarında kullanılmış toprağın, AAT'ye gönderilmesi yerine toplanması yer almaktadır.

Potansiyel atık miktarının yüksek olduğu durumlarda, örneğin hayvan yeminde bozulmayı en aza indirmek ve potansiyel kullanımı en yükseğe çıkarmak için dren, pompa veya emme cihazları gibi manüel ya da otomatik toplama sistemleri tesis edilebilmektedir. Bu aynı zamanda, aralıklı temizlik sırasında maddelerin AAT'ye gitme olasılığını azaltmaktadır.

Süt ürünleri sanayisinde, ideal kullanım veya bertaraf için ayrı olarak toplanabilen maddelerin örnekleri arasında, süt ürünleri tesisi genelinde drene olan yoğurt ve meyve parçaları (drainings), düşük yağlı sürülebilir ürünler ve örneğin mizithra peyniri üretimi için peyniraltı suyu gibi diğer proseslerde kullanılmak üzere yayık ayranı ilk yağları (rinse) ve yayık tereyağı işlemlerinde artık yağ yer almaktadır (bakınız 5.4.4.1 no'lu madde). Bitkisel yağ rafinasyonunda, desolventize unun kurutulması sırasında oluşan toz, tekrar una eklenebilmektedir (bakınız 11.4.2.2.1 no'lu madde).

“Çevre performansı ve işletim verileri” maddesinde açıklandığı üzere, suyun toplanması halinde, bazı su ile seyreltilen maddeler geri kazanılabilmektedir, örneğin nişasta suyundan patates nişastası geri kazanılabilmektedir ve peyniraltı suyu/su karışımlarında peyniraltı suyu çıkarılabilmektedir. Bu işlem, bulanıklık ölçerler kullanılarak optimize edilebilmektedir. Ayrıca, kuru temizlik yöntemleri kullanılarak maddeler kullanım veya bertaraf edilmek üzere geri kazanılabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Yararlar arasında, su tüketiminin azaltılması ve suda daha az madde tutulması, dolayısıyla daha az atıksu oluşumu yer almaktadır. Maddelerin etkin bir şekilde toplanması halinde, temizlik için gereken su miktarı azalmakta ve sonuç olarak, temizlik suyunu ısıtmak için daha az enerji kullanılmaktadır. Ayrıca, daha az deterjan gerekmektedir. Örneğin atıksu BOİ, KOİ, besin maddesi yükü ve deterjan emisyonu seviyeleri tümüyle, üretim ünitesi başına azaltılmaktadır.

Kullanım amaçlı veya imha edilecek sıvı ve katı maddelerin ayrılmasının birçok avantajı bulunmaktadır. Yeterli ayrı toplama sistemlerinin sağlanması halinde, farklı yan ürünler arasındaki çapraz bulaşma azalmaktadır. Yan ürünlerin ayrılması, bir başka ifadeyle, daha büyük miktarda karışık yan ürünleri kontrol etme zorunluluğu yerine bu ürünlerin kontrollü koşullarda ayrı olarak depolanması/giderilmesi, tazeyken dahi en kötü kokuları yayan maddelerden kaynaklanan muhtemel koku sorunlarını azaltmaktadır.

Ayrıca, çapraz bulaşmayı en aza indirerek, ayırma, kullanılabilecek münferit yan ürünlerin, kullanılabilir olmayan maddelerle karışmalarından dolayı bertaraf edilmek yerine kullanılabilmelerini sağlamaktadır. Bu nedenle, tüm maddeler kendileri için en uygun yolla kullanılabilmekte veya bertaraf edilebilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Aşağıdaki örnekler, ayırmanın nasıl daha temiz atıksu, daha az su tüketimi ve daha az atıkla sonuçlanabildiğini göstermektedir.

Balık işlemede, kesme, içini boşaltma, deri yüzme ve fileto işleminde sepet veya tepsilerin kullanılması, katı atıkların döşemeye ve daha sonra atıksuya ulaşmasını önleyebilmektedir. Kesme ve içini boşaltma istasyonlarında atıkları ve suyu ayırmak için ince örgülü taşıyıcı bantlar kullanılabilir ve bildirildiğine göre, KOİ emisyon seviyelerini yaklaşık %40 oranında düşürebilmektedir. Toplanan katı maddeler, balık unu yapımında kullanılabilir.

Kabuklular ve yumuşakça katı atıklarının toplanması için kuru sistemler geliştirilmiştir. Katıların geri kazanımına yönelik elekler ve etkin sistemler, katıların AAT'ye girmesini önlemektedir ve bildirildiğine göre, BOİ'si %35'e kadar azaltabilir.

Örnek olarak alınan bir atıştırmalık üretim tesisinde, atıksu akımları, tesisiçi arıtmadan önce ayrılarak, katı madde ve yağların giderilmesi için arıtılmış, söz konusu katı maddeler ve yağlar ise hayvan yemi keki olarak işlenmiştir. Bu, yöneticiler, vardiya operatörleri ve tesis danışmanından oluşan, her bir ekipman parçası için ideal debileri incelemek üzere kova-kronometre yaklaşımı kullanan bir su eylem grubunun çalışmasının sonucu olmuştur. Bu su denetiminin sonuçları, önemli miktarda tasarruf yapılabileceğini göstermiştir. Üç ana atık akımı, bir başka ifadeyle patates yıkama suyu, soğuk nişasta suyu ve yağ içeren sıcak nişasta suyu.

Sebze-meyve işlemede, soyma işlemi ile blanşe işleminden kaynaklanan katı organik maddeler, bu maddelerin AAT'ye girmesini önlemek için örneğin elek, filtre veya santrifüjlerle ayrılabilir. Normalde bu katı maddeler, kostik soyma sonrası hariç olmak üzere, hayvan yemi olarak kullanılabilir.

Çapraz ortam etkileri

Ayrılan katı maddelerin periyodik olarak toplanmaması ve müteakip alıcılarına gönderilmemesi halinde muhtemel koku oluşumu.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Örnek olarak alınan atıştırmalık tesisinde su tüketiminde 165 000 m³/yıl'lık azalma, su temin maliyetlerinde 145 000 avro tasarruf sağlamıştır.

Uygulamanın ana etkeni

- Geri kazanılan maddeler kullanılabildiği için atıkların azaltılması.
- Atıksu arıtma ve atık bertarafının azaltılması ve ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

Birleşik Krallık'ta ki en az bir atıştırmalık tesisi. Birleşik Krallık'ta süt ürünleri tesisi ve Belçika'da sebze-meyve işleme tesisleri. İçki üretiminde, örneğin şarap üretimi, yaygın olarak uygulanmaktadır.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [9, Envirowise (UK) 1998], [14, VITO ve ark. 2001], [23, Envirowise (UK) and Ashact 2001], [43, Italian contribution 2002], [71, AWARENET 2002]

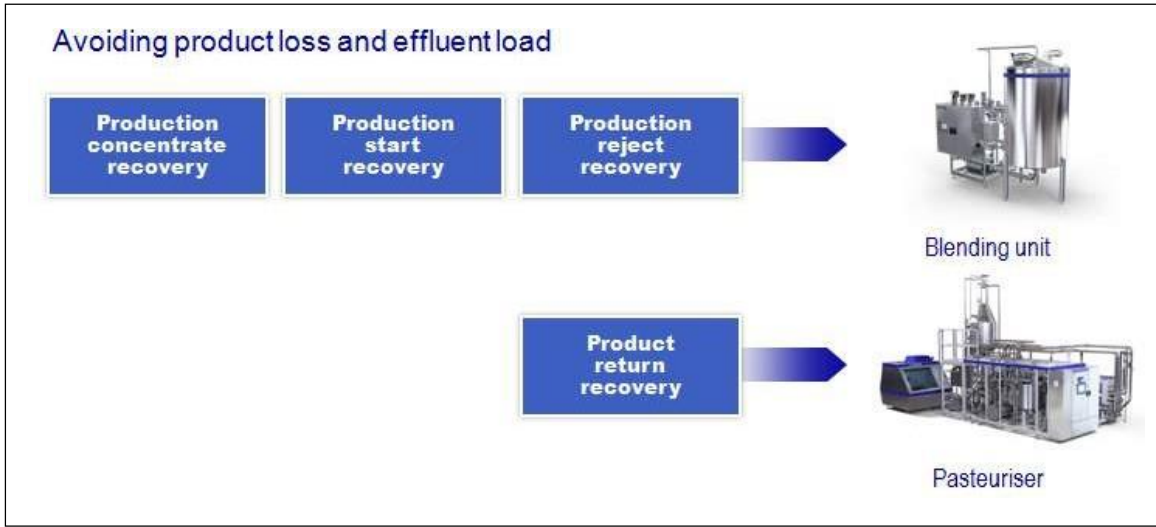
2.3.5.4 Pastörize etme cihazı kalıntılarının geri kazanımı ve yeniden kullanımı

Tanım

Pastörize etme cihazı kalıntıları, harmanlama ünitesine geri beslenerek, hammadde olarak yeniden kullanılabilir.

Teknik tanım

Hatta harmanlama ve pastörizasyonun birleştirilmesi, pastörize etme cihazından kaynaklanan su içeren karışık fazların geri kazanımını mümkün kılmaktadır. Seyreltilen ürün, üretim hattında yeniden kullanılmaktadır. Şekil 2.14'te, geri kazanım olanakları gösterilmektedir.



Şekil 2.14 Hatta harmanlama ve geri kazanım işlevleriyle birlikte içecek işleme planı

Şekil 2.14’te kullanılan terimler aşağıda tanımlanmaktadır:

- Üretim konsantresi geri kazanımı: Harmanlama ünitesi öncesindeki ön karışım tankları, geri kazanılan fazları yoğunlaştırmak ve harmanlama ünitesinde sıfır ürün kaybı sağlamak için boşaltılır.
- Üretim başlangıç maddesi geri kazanımı: Pastörize etme cihazındaki karışım fazı, bu fazı gerçek ürün seviyelerine kadar yoğunlaştıran harmanlama ünitesine geri gönderilir. %100 geri kazanım oranı sağlanabilmektedir. Fazın ne kadarının ürün ne kadarının sudan oluştuğunu belirlemek için bu akımın üzerinde bir yoğunluk ölçer kullanılır. Harmanlama ünitesi ve pastörize etme cihazı, ürün ve su fazlarının nerede olduğunu öğrenmek için birbiriyle haberleşir.
- Üretim ıskartası (reject) geri kazanımı: Bazı nedenlerden dolayı üretim hattının durması ve pastörize etme cihazının boşaltılarak uyku moduna geçmesi gerekirse, pastörize etme cihazındaki ürünün tamamı geri kazanılır ve harmanlama ünitesinin tampon tankına yönlendirilir. Bu seçenekte kayıp oluşmaz ve fazla ıskarta tankına gerek yoktur.
- Ürün dönüş geri kazanımı: Pastörize etme cihazı ile ambalajlama makinesi arasındaki bir ürün dönüş geri kazanım işlevi, kayıpları en aza indirir.

Elde edilen çevresel yararlar

Hatta üretim, kesikli tanklara yatırım yapma ihtiyacını azaltmaktadır. Üretimin daha az sayıda tankla yürütülmesi:

- Temizlenecek tank sayısı az olduğundan su ve yerinde temizlik (CIP) çözeltisi tasarrufu sağlayacaktır.
- Elektrikli ekipman sayısı azaldığından enerji tasarrufu sağlayacaktır.
- Makinenin geri kazanım işlevleri ve hassasiyetinden dolayı daha iyi verim sağlayacaktır.
- Geri kazanım işlevlerinden dolayı atık miktarı ve KOİ yükünü azaltacaktır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik, yeni ve mevcut sıvı gıda işleme tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Verimin artması.
- Ürün kalitesinin iyileştirilmesi.
- Operatörler daha az sayıda tank hazırladığından harmanlama alanında zaman tasarrufu.
- Kapasitenin artması.

Örnek tesisler

Bu teknik, dünya genelinde uygulanmıştır.

Kaynakça

[186, Tetra Pak 2015]

2.3.5.5 Strüvit olarak fosfor geri kazanımı

Bu teknikle ilgili bilgiler, 2.3.6.4.1 no'lu maddede verilmektedir.

2.3.5.6 Atıksuyun araziye yayma için kullanılması**Tanım**

Uygun arıtmadan sonra, besin maddesi içeriğinden yararlanmak ve/veya suyu kullanmak için atıksu araziye yayma amacıyla kullanılır.

Teknik tanım

FDM sanayileri çıkış suları, su ve esas olarak hammaddelerden gelen gübre besin maddeleri içermektedir. Ürünlerin ihtiyaçlarına göre araziye yayma gerçekleştirildiğinde ikame edilen büyük miktarlardaki gübre dikkate alınarak, bu suların tarımda yeniden kullanılması bir seçenek olmaktadır. Atıksuyun araziye yayılması, organik madde ve gübre elementlerinin tarım toprağı olarak geri dönüştürülmesini sağlamaktadır. Atıksuyun araziye yayılmasının aşağıdakiler bakımından yararları bulunmaktadır:

- Bazı zamanlar çok önemli miktarları söz konusu olan kimyasal gübrelerin (N, P, K) ikamesi, bunun sonucu olarak olumlu ekonomik etki,
- Organik madde katkısının sonucu olarak, toprak koşullarının iyileşmesi,
- Ürün yönetimine ve çiftçilik faaliyetlerinin verimliliğine (su temininin güvenilir bir şekilde sürekli olmasına bağlı olabilmektedir) katkıda bulunma,
- Su kullanımı ve toprak erozyonunun azalması.

Araziye yayma öncesi, farklı nedenlerle atıksu arıtması gerçekleştirilebilmektedir, örneğin:

- Atıksudaki artık enerjiyi (biyogaz) geri kazanmak,
- Depolama sırasında koku emisyonlarını azaltmak (havalandırılmalı havuzlar, daha kısa depolama süresi, vb.),
- Katı fazı ayrıca kullanmak, örneğin maddelerin araziye yayılması, için ayırmak.

Elde edilen çevresel yararlar

Atıksu arıtma tesisine (AAT) giren atıksuyun önlenmesi veya azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Fransa'daki bir patates nişastası tesisinde, çıkış suyu yüzlerce kilometrelik yeraltı borusu şebekesiyle tarlalara yayılmaktadır. Gübre elementleri (N, CaO, P ve K₂O dahil) ve mikro kirleticiler izlenmektedir. Piyezometrelerle veya içme suyu sondaj kuyularının analiziyle, yeraltı suyu kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, artık azot testi ile birleştirilen bir agronomik analizle birlikte, toprak analizi yapılmakta, bunu gübreleme konusundaki tavsiyeler izlemektedir. Her bir parsel, yaşam döngüsü boyunca izlenmektedir. Rotasyonlar, aşırı gübrelemeyi önlemektedir, bunun sonucunda izin verilen yüzey, yaymanın fiili olarak gerçekleştirildiği yıllık yüzeyin beş katı olmaktadır. Ayrıca, araziye yayma, yetkili kurumlarca kontrol edilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Sistemi çalıştırmak için enerjiye ihtiyaç vardır. Yayma için yeterli arazinin bulunması gerekmektedir. Yayma sırasında koku yayılabilmektedir ve hava ve toprak koşulları dikkate alınmalıdır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik yalnızca, kanıtlanmış agronomik yarar, kanıtlanmış düşük kontaminasyon seviyesi söz konusu olduğunda ve çevre (örneğin toprak, yeraltı suyu ve yüzeysel su) üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmadığında uygulanabilir. Uygulanabilirlik, tesise komşu uygun arazinin sınırlı olmasıyla sınırlanabilmektedir. Ayrıca, uygulanabilirlik, toprak koşulları ve yerel iklimsel koşullar (örneğin ıslak veya donmuş tarlalar) veya mevzuatla sınırlanabilmektedir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

Çıkış suyu araziye yayılması, bazı Üye Devletler’de (örneğin Almanya, Danimarka, İspanya, Fransa) uygulanan bir uygulamadır. Fransız IED FDM tesislerinin yaklaşık %10’unun, atıksu araziye yayılmasını uyguladığı tahmin edilmektedir. Araziye yayma atıksuyu farklı FDM tesislerinde üretilebilmektedir, örneğin:

- Nişasta reaktörü: patates suyu, nişasta arıtması,
- Sebze-meyve sektörü: yıkama suyu (sebze yıkama) ve blanşe suyu,
- Şeker sektörü: topraklı su (pancar köklerinin yıkanması) ve dekantasyon suyu.

Kaynakça

[222, France 2015]

2.3.6 Atıksu arıtma teknikleri

2.3.6.1 Ön, birincil ve genel arıtma

Bu dokümanda, birincil arıtma terimi, birincil arıtma veya ön arıtma olarak da tanımlanan işlemi tanımlamak için kullanılmaktadır.

2.3.6.1.1 Denkleştirme

Tanım

Havuz veya diğer yönetim tekniklerini kullanarak akış ve kirletici yüklerinin dengelenmesi.

Teknik tanım

Denkleştirme havuzları veya tampon depolar normalde, atıksuyun akış ve bileşimindeki genel değişkenliği ele almak veya pH kontrolü ve kimyasal koşullandırma gibi düzeltici arıtma sağlamak için temin edilmektedir. Atıksuyun akış ve bileşiminin atıksu arıtma tesisinin (AAT) tasarım parametreleri dahilinde kalmasını sağlamak için atıksu deşarjlarının denkleştirilmesinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

İdeal verimlilikte çalıştırmak için ardıl arıtma tekniklerinin mümkün kılınması. Aşırı sıcaklık veya pH değerlerini dengelemek için karıştırma etkilerinden yararlanılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Denkleştirme havuzu yüzeyinde köpük oluşumunu en aza indirmek ve içeriğin anaerobik hale gelerek asidite ve kokuya yol açmaması için yeterli çözünmüş oksijen seviyesi sürdürmek için yeterli karıştırma ve havalandırma gereklidir. Bununla beraber, gereken durumlarda, köpük giderme ekipmanı tesis edilmektedir.

Genelde, denkleştirme havuzları, 6 - 12 saat kalış süresine sahiptir. Ancak, İskandinav ülkelerinde, kalış süresi birkaç aya kadar çıkabilmektedir. Örneğin, Finlandiya'daki birçok FDM tesisi, sonbahar ve kış aylarında oluşan atıksuları, bu aylarda biyolojik atıksu arıtma gerçekleştirmenin zorluklarından dolayı büyük havuzlarda depolamaktadır [166, COM 2015].

Çapraz ortam etkileri

Denkleştirme havuzunda atıksuyun kalış süresinin aşırı uzun olması, asidite ve kokuya yol açabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanabilir.

Ekonomi

Bir denkleştirme tankının yapım ve işletme maliyeti, ardıl arıtma tekniklerinin sorunsuz işletimiyle bağlantılı maliyet tasarrufuyla karşılaştırılmalıdır.

Uygulamanın ana etkeni

Ardıl AAT proseslerine hemen hemen homojen besleme sunmak.

Örnek tesisler

Denkleştirme havuzları FDM sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [166, COM 2015], [193, TWG 2015]

2.3.6.1.2 Nötralizasyon

Tanım

Atıksuyun pH değerinin kimyasalların eklenmesiyle nötr bir seviyeye (yaklaşık 7) getirilmesidir. Genellikle pH'yi arttırmak için sodyum hidroksit (NaOH) veya kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) kullanılırken, pH'yi düşürmek için genellikle sülfürik asit (H_2SO_4), hidroklorik asit (HCl) veya karbondioksit (CO_2) kullanılır. Nötralizasyon sırasında bazı kirleticiler çökebilir.

Teknik tanım

Nötralizasyonun amacı, güçlü asidik veya alkali içeren atıksuyun deşarjını önlemektir. Ayrıca nötralizasyon, ardıl atıksu arıtma proseslerini koruyabilmektedir. Normalde, düşük pH'li atıksuyu nötralize etmek için aşağıdaki maddeler kullanılmaktadır:

- Kireçtaşı, kireçtaşı şlamı veya kireçsütü (sönmüş kireç $\text{Ca}(\text{OH})_2$),
- Kostik soda (NaOH) veya sodyum karbonat (Na_2CO_3),
- İyon değiştiriciler (katyonik).

Normalde, yüksek pH'li atıksuyu nötralize etmek için aşağıdaki maddeler kullanılmaktadır:

- CO_2 - örneğin, fermentasyon proseslerinden kaynaklanan sıcak gaz ve gaz,
- Sülfürik asit (H_2SO_4), nitrik asit (HNO_3) veya hidroklorik asit (HCl),
- İyon değiştiriciler (anionik).

Bazı durumlarda, atıksu akımlarının pH değerlerindeki uygun değişimlerle birlikte, denkleştirme havuzunun büyüklüğünden herhangi bir kimyasal eklenmesine gerek olmadığı anlaşıldığında, "kendi kendine nötralizasyon" terimi kullanılmaktadır. Bu örneğin, hem asidik hem alkali temizlik çözeltilerinin kullanıldığı ve her ikisinin nötralizasyon havuzuna verildiği bazı süt ürünleri tesislerinde gerçekleşebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Güçlü alkali içeren atıksuyun etkileri, bir başka ifadeyle korozyon, biyolojik arıtmaların verimliliğinin azalması ve/veya göl ve nehirlerin kendi kendine arıtma özelliklerinin zayıflaması ve olasılıklı diğer su kullanıcıları için işletme sorunlarının önlenmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bira sektöründe, nötralizasyon, üretim alanlarında veya asit ya da kostik içeren merkezi nötralizasyon havuzlarında gerçekleştirilmektedir. Proses atıksuyunun nötralizasyonu, yaklaşık 20 dakikalık hidrolik kalış süresine sahip bir havuz gerektirmektedir. Karıştırma kapasitesi, havuzun tamamen karıştırılmış halde tutulması için yeterli olmalıdır. Bira fabrikalarında hem kostik hem asidik temizlik maddeleri kullanıldığından, nötralizasyon havuzunda hidrolik kalış süresini artırarak, nötralizasyon için kimyasal kullanımı azaltılabilmektedir. Nötralizasyon havuzları sık sık, 3 - 6 saatlik hidrolik kalış süresine sahip denkleştirme havuzları (bakınız 2.3.6.1.1 no'lu madde) olarak da kullanılabilmektedir [72, Brewers Europe 2002].

Ayrıca, biyolojik dönüştürüm yoluyla kısmi nötralizasyon normalde bira sektöründen kaynaklanan proses atıksuyunda gerçekleşecektir. Denkleştirme havuzlarındaki pH değerinin, organik maddenin hidrolizinden dolayı, asit eklenmeden düşebildiği gözlemlenmiştir. Etki zor kontrol edilmektedir, kostik proses atıksuyuna asit dozlama gereksinimini azaltmaktadır. Biyolojik asitleşme sağlamak için, 3 - 4 saatlik bir hidrolik kalış süresi gereklidir.

Çapraz ortam etkileri

Atıksuya kimyasal eklenmesinden dolayı, arıtılan suda, çözünmüş katı maddeler/tuz büyük oranda artabilmektedir ve oluşan katı atığın bertarafı zor olabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Yasal gereklilikler, AAT'de atıksuların biyolojik arıtılabilirliğinin iyileştirilmesi.

Örnek tesisler

Nötralizasyon, FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[5, German Dairy Association 1999], [35, Germany 2002], [72, Brewers Europe 2002], [193, TWG 2015]

2.3.6.1.3 İzgaradan geçirme

Tanım

Atıksudaki kaba katı maddeleri tutmak için, genellikle üniform boyda açıklıkları olan bir cihaz kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Katı maddeler, prosese entegre tekniklerle giderildikten ve örneğin, tesis içindeki drenaj noktalarına yerleştirilen sepetlerle (catchpot) bu maddelerin atıksuya karışması önlendikten sonra, kalan katı maddeler atıksudan izgaradan geçirme yoluyla giderilebilmektedir. İzgaradan geçirme işleminin, tıkanmayı önlemek için teknik önlemler ve işletim önlemleriyle birlikte gerçekleştirilmesi halinde, emülsifiye olmayan FOG büyük miktarlarda giderilebilmektedir.

Izgara, atıksudaki kaba katı maddeleri tutmak için kullanılan, genellikle üniform boyda açıklıkları olan bir cihazdır. Izgara, paralel barlar, çubuklar veya teller, ızgara ya da tel kafes veya delikli levhadan oluşmaktadır. Açıklıklar herhangi bir şekilde olabilmektedir ancak genellikle, yuvarlak veya dikdörtgen yuvalar şeklindedir. İnce ızgaradan geçirme öncesinde çok kaba maddelerin giderilmesi için barlar arasındaki açıklık, 20 - 60 mm olabilmektedir. Sebze parçaları, örneğin bir konserve fabrikasında bezelye ve fasulye, gibi küçük parçaları gidermek için, barlar arasındaki açıklık genellikle 5 mm'yi geçmemektedir. Otomatik ızgaralardaki açıklıklar, yaygın olarak 1 - 3 mm açıklıklar kullanılmak üzere, 0,5 mm - 5 mm arasındadır.

Küçük açıklıkların (1 - 1,5 mm), büyük açıklıklara (2 -3 mm) göre tıkanmaya daha açık olduğu bildirilmektedir.

Kullanılan ana ızgara tipleri statik (kaba veya ince), titreşimli ve döner ızgaralardır.

Statik ızgaralar, fırçalı veya yavaşlamalı, düşey barlar veya delikli levhadan oluşabilmektedir. Bu ızgara tipi, manüel veya otomatik temizlik gerektirmektedir.

Titreşimli ızgaralar, etkinlik için hızlı hareket gerektirmektedir. Normalde bu ızgaralar, başta düşük nem içeriğine sahip katı maddeler olmak üzere yan ürün geri kazanımıyla ilişkili birincil arıtma için ve tercihen atıksuyun gres içermediği durumlarda kullanılmaktadır. Titreşimli ızgaraların çalışma devri 900 d/d - 1800 d/d arasındadır; hareket dairesel, dikdörtgen şeklinde olabildiği gibi kare şeklinde de olabilmekte ve 0,8 mm - 12,8 mm arasında değişmektedir. Hız ve hareket, özel uygulamaya göre seçilebilmektedir. Uygun ince titreşimli ızgara seçiminde en önemli şey, tel dayanımı ve açık alan yüzdesinin doğru kombinasyonunun uygulanmasıdır. Titreşimli ızgaraların kapasitelerinde, ızgara ortamının açık alan yüzdesi esas alınmaktadır.

Döner veya tamburlu ızgaralar, atıksuyu bir uçtan alıp, diğer uca deşarj etmektedir. Sıvı, ızgaradan dışarıya doğru, ileri aktarılmak üzere bir alış kutusuna geçmektedir. Genellikle ızgara, katı madde deşarj ucuna doğru eğimli harici püskürtme nozulları ile gerçekleşen sürekli püskürtme ile temizlenmektedir. Bu ızgara tipi, görece yüksek katı madde içeriğine sahip akımlarda etkindir. Mikroızgaralar, mikroskopik incelikte kumaşlar ile atıksudan katı partikülleri mekanik olarak ayırmaktadır. En önemli işletim parametresi, yük kaybı, bir başka ifadeyle işletim basıncı kaybıdır. En iyi seperasyon sonuçları, 5 mbar - 10 mbar arasında bildirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Askıda katı madde, FOG ve BOİ/KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması. Ürünlerin geri kazanımı - örneğin sebze-meyve sektöründe pulp. AAT'de ileri ardılda koku emisyonları riskinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Su ürünleri sektöründe, döner kama tel ızgaralar kullanıldığında kirlilik yükündeki tahmini azalma, akbalık çıkış sularında yaklaşık %10 - 20 ve yağlı balık çıkış sularında yaklaşık %30 - 40'tır [71, [AWARENET 2002](#)].

Su ürünleri sektöründe, küçük katı maddelerin, bir filtrasyon bandı ve 0,1 mm veya altı filtre ağı titreşimli ızgara ile giderildiği bildirilmiştir.

Izgaraların tıkanması yaygın bir sorun olup, sık temizlik ihtiyacını doğurmaktadır. Tıkanmaların önüne geçmek için eğri ızgara kullanılabilir. Bu ızgara, bir besleme cihazı ve bir içbükey yüzeyden oluşmaktadır ve işletim sırasında kendi kendini temizlemektedir. Kama şekilli profil çubuklar, suyun akış yönüne dik düzenlenmektedir. Görece sabit bir taşma, ızgaranın kendi kendini yıkamasını sağlamaktadır. Çeşitli ızgara bölümlerinin tamamı birbiriyle değiştirilebilir. Tipik aralık genişlikleri, 0,1 – 3,0 m² ızgara alanında 0,02 – 2 mm'dir (maksimum ürün geçişi 300 m³/m²/s). Eğri ızgaralar sık sık sebze-meyve fabrikalarında kullanılmaktadır. Alternatif olarak, kendi kendine temizlik özellikli döner ızgaralar kullanılabilir. Tıkanma, örneğin et, süt ürünleri ve su ürünleri sektörlerinde yağlı birikintilerden kaynaklandığında, düzenli kimyasal temizlik ve/veya sıcak su ile temizlik uygulanabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Örneğin, ızgaradan geçen katı maddelerin türü ve büyüklüğüne bağlı olarak, koku emisyonları oluşabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma gereksiniminin azaltılması. Izgaradan geçirme ile, ek atıksu arıtma ihtiyacı, bu nedenle ek atıksu arıtma maliyetinin ortadan kalkması. Izgaradan geçirme, diğer türlü bertarafı için ek gider gerektirecek olan, üretilen çamur miktarını azaltmaktadır.

Örnek tesisler

Tablo 2.4'te belirtildiği üzere çoğu FDM sektöründe kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[13, Nordic Council of Ministers 1997], [35, Germany 2002], [71, AWARENET 2002], [193, TWG 2015]

2.3.6.1.4 Katıyağ, yağ ve gresler (FOG) ile hafif hidrokarbonların giderimi için yağ kapağı ve yağ separatörü

Tanım

Yağ kapağı (veya yağ separatörü), biyolojik atıksu arıtmaya girmeden önce greslerin çoğunu tutmak için tasarlanan bir sıhhi tesisat cihazıdır.

Teknik tanım

Atıksu FOG içeriği, atıksu arıtma performansı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, FOG'nin ön arıtmada giderilmesi önemlidir. Aerobik biyolojik arıtma öncesinde FOG gideriminin gerçekleşmemesi halinde, FOG bakterilerle kolayca bozunmadığı için AAT işletimini engelleyebilmektedir. Serbest FOG, bir yağ kapağı (gres kesici) kullanılarak sudan ayrılabilir. Hafif hidrokarbonları ayırmak için benzer bir ekipman kullanılmaktadır.

Yağ kapağının daha gelişmiş bir hali, paralel plakalı separatördür. Bu separatörde, ayırıcı odası, 45 ° açıyla eğimli plakaları içermektedir. Ayrıca, FOG giderimi için burgu ve yüzdürme tankı kombinasyonları kullanılmıştır.

Elde edilen çevresel yararlar

Serbest FOG'nin atıksudan giderilmesi. Genellikle sistem, herhangi bir kimyasal eklenmesini gerektirmemektedir, dolayısıyla geri kazanılan yağlar yeniden kullanılabilir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Su sıcaklığının düşük olması halinde, seperasyon verimliliği artmaktadır. Ayrıca, emülsiyonlaştırıcıların varlığı, seperasyon verimliliğini azaltabilmektedir. Serbest yağ/katıyağ içeriğiyle ilgili olarak %95 verimlilik elde edilebildiği bildirilmiştir [35, Germany 2002]. Paralel plakalı separatörler, bitkisel yağların işlenmesinde tıkanmaya çok duyarlıdır.

Bir süt ürünleri tesisinin (#405) birincil kademesinde katı maddeler, ikiz sıkıştırma burguları kullanılarak giderilmektedir. Bu, katı madde miktarını yaklaşık %90 oranında azaltmaktadır. Burgular, geri kazanım için donmuş FOG'yi filtre ağ içinden sıkıştırır. Birincil tank, tüm FOG içeriğinin sıvılaşmasını sağlamak için ısıtılmaktadır. Daha sonra, hidrolik separatör, yüzdürme yoluyla FOG'yi atık çıkış suyundan gidermektedir. Bu işlemde genelde FOG 100 ppm, sık sık 30 ppm'nin altına giderilecektir. Katıyağ katılaşmamalıdır, dolayısıyla borular ve tank sıcak tutulmalıdır.

Uygun seperasyon sağlamak ve yüksek veya anormal akışlar sırasında boşaltım tehlikesini önlemek için odaların doğru büyüklükte olması çok önemlidir. Giren akımlarda dalgalanmanın fazla olması halinde, akışın saptırılması gerekebilmektedir. Boşaltma kolaylığı ve düzenli bakım, koku sorunlarını önlemek için elzemdir.

Çapraz ortam etkileri

Ekipman, enerji tüketimi gerektirmektedir. Yağ kapanının tipine, örneğin sürekli yağ giderimi, bağlı olarak, özellikle boşaltma sırasında koku emisyonları oluşabilmektedir.

Yağ kapanlarının işleme alanlarına tesis edilmesi, gıda güvenliği sorunlarına yol açabilmektedir. Aşırı sıcak su, yağların taşınmasına yol açabilmekte ve önceden toplanan yağı eritebilmektedir, dolayısıyla aşırı sıcak sudan kaçınılmalıdır. Saptırıcı ve temizlik kolaylığı değerlendirilmelidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Hayvansal ve bitkisel FOG içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bir süt ürünleri tesisinde bir entegre yağ separatörü (arıtma, yaklaşık 480 000 m³/yıl) tesis edilmesi için 500 000 avro yatırım maliyeti ve 8 000 avro işletme maliyeti bildirilmiştir. İşletme maliyetinin yaklaşık %70'i ısıtma için elektrik, %30'u ise bakım sözleşmesine aittir. Yıllık 400 000 avro atıksu arıtma tasarrufu, 5 000 avro/yıl çamur arıtma tasarrufu ve 3 000 avro/yıl taşıma maliyeti tasarrufu, gereken yatırımın üzerine çıkmıştır [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu boruları ve AAT'de yağın yol açtığı sorunların azaltılması.

Örnek tesisler

FDM sektörlerinin çoğunda kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [94, Germany 2003], [97, CIAA-FEDIOL 2004], [193, TWG 2015]

2.3.6.1.5 Atıksu için tampon depo

Tanım

Genelde 2 -3 saatlik tepe atıksu akımını alabilen tampon havuzdur.

Teknik tanım

Proseslerden kaza sonucu oluşan deşarjların atıksu arıtma tesisi ve/veya kentsel atıksu arıtma tesisi işletimine, aniden yüksek yüke maruz bırakarak zarar vermesini önlemek için ihtiyat tedbirleri alınabilmektedir. Tampon (veya derivasyon) havuzu, genelde 2 -3 saatlik tepe atıksu akımını alabilmektedir. Atıksu akımları, ATT öncülünde izlenmektedir, böylece bu akımlar gerekirse otomatik olarak tampon sisteme yönlendirilebilmektedir. Tampon havuz, spesifikasyon dışı çözeltilerin kademeli olarak atıksu akımına geri verilebilmesi için denkleştirme havuzu (bakınız 2.3.6.1.1 no'lu madde) veya birincil arıtma kademesine geri bağlanmaktadır. Alternatif olarak, derivasyon havuzu içeriğinin saha dışına bertarafına izin verecek düzenleme yapılabilmektedir. Ayrıca, tampon havuzlar, yüzeysel sular için ayrı bir drenaj sisteminin bulunmadığı ve bu suların tesis AAT'sine girebildiği yerlerde uygulanmaktadır. Tampon depo hakkında daha fazla bilgi, CWW MET-REF'te verilmektedir [168, COM 2016].

Elde edilen çevresel yararlar

Atıksuların kontrolsüz ve arıtılmadan deşarjının önlenmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu teknik, atıksuyun pH değerinin normalde 5'ten büyük olduğu şarap üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. pH tepe değerleriyle yüksek yüklü atıksu bölümleri tespit edilebilmektedir. Düşük pH değeri, seyreltilmemiş şarap veya usare ürün kaybının güçlü bir göstergesidir. Seyreltilmemiş şarap veya usare, bir tampon havuza yönlendirilmekte ve kademeli olarak, denkleştirme havuzuna verilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Ekonomi

Ölçüm ve kontrol sistemi dahil olmak üzere, iki tampon havuzun (2 x 90 m³) tesisi için 150 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Alıcı su ortamı kirliliğinin sınırlandırılmasıyla ilgili yasal gerekliliklere uygunluk.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Alan eksikliği ve/veya mevcut tesislerde atıksu toplama sisteminin yerleşimi, uygulanabilirliği sınırlayabilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.2 İkincil arıtma

2.3.6.2.1 Aerobik arıtma

2.3.6.2.1.1 Aktif çamur prosesi

Tanım

Mikroorganizmaların atıksuda askıda tutulduğu ve tüm karışımın mekanik olarak havalandırıldığı bir biyolojik prosestir. Aktif çamur karışımı, çamurun havalandırma havuzuna geri verildiği bir seperasyon tesisine gönderilir.

Teknik tanım

Aktif çamur tekniğinde, bir atığı aerobik olarak kararlı hale getirebilen aktif mikroorganizma kütlesi üretilmektedir. Karbonlu maddenin giderimine yönelik aktif çamur prosesinin genel düzenlemesi aşağıdaki parçaları içermektedir:

- Havanın (veya oksijen ya da bu ikisinin kombinasyonunun), karışık çözeltiye enjekte edildiği havalandırma havuzu,
- Biyolojik yumakların çökmesini, bunun sonucunda biyolojik çamurun temiz arıtılmış sudan ayrılmasını sağlayan çökeltme havuzu (son durultucu veya ikincil çökeltme havuzu olarak anılır).

Azotlu madde arıtması, karışık çözeltinin anoksik durumda kaldığı ek adımlar içermektedir (bakınız 2.3.6.3.1 no'lu madde).

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Organik yükleme oranı veya yaklaşık 0,1–0,15 kg BOİ/kg MLSS / gün'lük F/M oranı temelinde, birkaç saatten 10 günü aşan süreler kadar değişebilen belli bir kalış süresinden sonra, karışık mikroorganizma asıltısı, bir sedimantasyon tesisine verilmektedir (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde). Hidrolik kalış süresi veya çamur yaşı ve F/M oranı, bileşim, kullanılabilirlik ve organik maddelerin bozunabilirliği gibi ham atıksu özellikleri ve gereken nihai atıksu kalitesinin bir fonksiyonu olarak değişebilmektedir. Örneğin, düşük (< 0,1 kg BOD/kg MLSS / gün) F/M oranlarında, nitrifikasyon oluşmaktadır. Sedimantasyon tesisinde, mikrobiyel yumaklar çökelmekte ve temiz atıksu, bir savak üzerinden akarsuya verilmektedir. Çöken çamur elde edilmekte ve çoğunlukla havalandırma havuzuna geri verilmektedir. Bununla beraber, MLSS'yi uygun bir seviyede, örneğin 3 000 mg/l, sürdürmek için çamurun bir bölümü, bir başka ifadeyle fazla çamur, kullanılmaktadır [78, Metcalf & Eddy 1991].

Bira sektöründe aktif çamur ATT performans verileri, Tablo 2.49’da verilmektedir.

Tablo 2.49 Bira sektörü için bildirilen aktif çamur AAT performans verileri

Başlangıç yükü (kg KOİ/m³ /gün)	1,2 - 1,8
Nihai BOİ seviyesi (mg/l)	15 - 25
Giderilen kg BOİ başına üretilen çamur (TAKM/kg)	0,45 - 0,55
Not: Bu performans rakamları, 25–35 °C sıcaklık aralığında geçerlidir, bu nedenle kış aylarında geçerli değildir. Kaynak: [72, Brewers Europe 2002]	

Aktif çamur kullanarak %20 – 30 fosfor giderim verimlilikleri bildirilmiştir [146, Desmidt ve ark. 2015].

Şeker sektöründe, kış aylarındaki düşük hava ve su sıcaklıklarının, bakteriyel aktivite azaldığından arıtma kapasitesini düşürdüğü bildirilmiştir. Bununla beraber genellikle, şeker prosesinden elde edilen düşük dereceli atık ısı, sistem sıcaklıklarının yükseltilmesi ve bakteriyel aktivitenin artırılması için kullanılabilir.

Aktif çamur ile bağlantılı en yaygın sorun, kabarma sorunudur. Bu terim, zayıf çökme özelliklerine sahip biyolojik çamuru tanımlamak için kullanılmaktadır. Genellikle, lifli bakterilerin varlığı ve/veya biyolojik yumaklara aşırı su bağlanmasından kaynaklanmaktadır. Kabarma, örneğin eklenen besin maddelerinin ideal dengesinin sürdürülmesi sağlanarak, besin maddelerinin salımının ve lifli bakterilerin aşırı üremesi en aza indirilerek önlenmektedir. Ayrıca, ayrı bir bölme veya ayırıcı kullanımının, lifli bakterilerin üremesinin önlenmesi ve kontrolünde iyi bir araç olduğu kabul edilmiştir. Bu, birincil atıksu ve dönen çamurun birleştirildiği ilk temas bölgesidir.

Süt ürünleri sektöründe, dalgalı yük ve düşük F/M oranları, örneğin yetersiz BOİ, olan aktif çamur sistemlerinde çamur kabarması bildirilmiştir. Bir ayırıcının kullanılmaması halinde, son sedimantasyonun, daha düşük çamur çökme özelliklerine göre tasarlanması gerekmektedir.

Aktif çamurun yeterli besin maddesine sahip olmasını sağlamak için, TP ve/veya TN konsantrasyonunun çok düşük olması halinde, giren akıma fosforik asit ve/veya üre eklenebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bunlar, havalandırma havuzunda karıştırma ile birlikte havalandırma için yüksek enerji tüketimini içermektedir. Tesis #466, yaklaşık 2,2 kWh/kg KOİ enerji kullanımı bildirmiştir [193, TWG 2015]. Uçucu atıksu içeriği atmosfere verilerek, kokuya yol açabilmektedir. Aerobik biyolojik arıtma ile, bertaraf edilmesi gereken görece büyük miktarda aktif çamur fazlası elde edilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

FDM sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Teknik, yüksek veya düşük BOİ seviyesine sahip atıksuyun arıtılması için kullanılabilir ancak, düşük BOİ seviyesine sahip suyu oldukça verimli ve maliyet etkin bir şekilde arıtacaktır.

Ekonomi

Aktif çamur tekniği, çözünür organik maddenin maliyet etkin arıtmasını sağlamaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Alıcı su ortamı kirliliğinin sınırlandırılmasıyla ilgili yasal gerekliliklere uygunluk.

Örnek tesisler

Bu teknik FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [72, Brewers Europe 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [109, Finland 2003], [146, Desmidt ve ark. 2015], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.1.2 Aerobik havuz

Tanım

Atıksuların biyolojik arıtması için, atmosferik yayılma yoluyla oksijenin sıvıya geçmesini sağlamak için içeriği periyodik olarak karıştırılan sığ toprak havuzlardır.

Teknik tanım

Aerobik havuzlar, atıksuların doğal proseslerle arıtılması için kullanılan büyük, soğu toprak havuzlardır. Aerobik havuzlar, algler, bakteriler, güneş ve rüzgarın kullanımını içermektedir. Algler tarafından üretilene ek olarak, oksijen sıvıya atmosferik yayılma ile geçmektedir. Havuzların içeriğin normalde pompa veya yüzeysel havalandırıcılar kullanılarak periyodik olarak karıştırılmaktadır.

Stabilizasyonun, aerobik, anaerobik ve fakültatif bakterilerin bir birleşimiyle meydana getirildiği fakültatif havuz, bir aerobik havuz türüdür. Oksijen, bir fakültatif havuzun üst katmanında yüzeysel yeniden havalandırma ile korunabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel koku rahatsızlığı, toprak bozulması ve yeraltı suyu kontaminasyonu. Havuzda karıştırma ile birlikte havalandırma için enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Büyük alan ve hacimler, mevsimsel işletimlerde hacim ve konsantrasyon denkleştirmesinden dolayı, havuzların tampon kapasite sağladığı ve çok uzun kalış süreleri dikkate alındığında, adapte olmuş diril-ortam oluşturduğu bildirilmiştir. Toprak özelliklerine bağlı olarak, yeraltı suyu kontaminasyonunu önlemek için havuzların sızdırmazlığının sağlanması gerekebilmektedir.

Şeker sektöründe, yüzey alanı ve derinliğin, BOİ bozunma oranındaki ana unsurlar olduğu bildirilmiştir. BOİ bozunması, karbon, azot ve kükürt döngüleri gibi doğal süreçlere ve bakterilerin faaliyetine bağlı olmaktadır. Ayrıca, bu sektörde, gerektiğinde, örneğin düşük sıcaklıklarda, aerobik bakteriyel faaliyet oranını artırmak için yüzeysel havalandırma kullanılmaktadır. Elektrik tahrikli serbest veya sabit yüzer havalandırıcılar ile suya ilave oksijen yayılmaktadır. Ara sıra, hava koşullarının uygun olduğu durumlarda, rüzgarla çalışan havalandırıcılar kullanılmaktadır. Karma rüzgarlı ve elektrikli sistemler mevcuttur.

Şarap üretim tesislerinde ve zeytinyağı yağhanelerinde havalandırma havuzlarının kullanımı bildirilmiştir. Atıksular, aylarca açık havuzlarda havalandırmaya bırakılmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu tekniğin uygulanabilirliği, alan gereksiniminden dolayı kısıtlı olabilmektedir. Bu teknik, yüksek veya düşük BOİ seviyesine sahip atıksuyun arıtılması için kullanılabilir ancak, düşük BOİ seviyesine sahip suyu oldukça verimli ve maliyet etkin bir şekilde artacaktır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Teknik, atıksu mevzuatına uygunluk ve atıksu ücretlerini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır.

Örnek tesisler

Havuzlar, FDM sektörlerinin çoğunda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [88, CIAA-CEFS 2003], [109, Finland 2003], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.1.3 Saf oksijen sistemleri

Tanım

Mevcut konvansiyonel havalandırma tesisine, saf oksijen enjeksiyonudur.

Teknik tanım

Saf oksijen sistemleri esas olarak, aktif çamur prosesinin yoğunlaştırılmasıdır, bir başka ifadeyle mevcut konvansiyonel havalandırma tesisine, saf oksijen enjeksiyonudur. Bu genellikle, tesis üretimindeki, tesisin işletme ömrünün en az bir bölümünde havalandırma tesisini etkisiz hale getiren bir artış veya değişiklikten sonra gerçekleştirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması. Aktif çamur sistemlerine göre, havalandırma havuzunun yüzeyi esas olarak tek parça olduğundan koku, gürültü ve TUOK(toplam uçucu organik karbon) emisyonları azaltılmaktadır. Ayrıca, enerji kullanımı azaltılmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Konvansiyonel aktif çamur prosesine göre, saf oksijen sistemleri, daha yüksek MLSS seviyesinde çalıştırarak prosesi yoğunlaştırabilmektedir. Ayrıca, bu teknik, daha az enerji kullanmaktadır zira konvansiyonel aktif çamurda enerjinin %70'i, hacmen havanın %70'ini kaplayan azottan dolayı israf edilmektedir [78, Metcalf & Eddy 1991].

Çapraz ortam etkileri

Bunlar, havalandırma havuzunda karıştırma ile birlikte havalandırma için enerji tüketimini içermektedir. Aerobik biyolojik artıma ile, bertaraf edilmesi gereken görece büyük miktarda aktif çamur fazlası elde edilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur. Yeni tesislerin yanı sıra, FDM sektöründe çok sayıda saf oksijen sistemi yeniden donatılmıştır.

Ekonomi

Sistem aşırı derecede uzun çamur yaşları ile çalıştığı ve biyokütlenin kendini yuttuğu endojen respirasyonu desteklediği için, çamur bertaraf maliyetlerinde önemli bir azalma söz konusu olmaktadır. Bununla beraber, hava yerine oksijen kullanan tesisler, daha yüksek işletme maliyetlerine sahip olmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Saf oksijen kullanımı, kontrol ve performansı iyileştirmektedir ve mevcut tesislerde yeniden donatılabilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira, nişasta, süt ürünleri, et ve sebze-meyve sektörlerinde birçok tesiste bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.1.4 Ardışık kesikli reaktörler (SBR)**Tanım**

Aktif çamur prosesinin çeşitli aşamaları tümüyle aynı reaktörde gerçekleştirilir.

Teknik tanım

SBR, aktif çamur prosesinin bir türüdür. Doldur-çek esasıyla çalışmaktadır ve normalde iki aynı reaksiyon tankından oluşmaktadır. Aktif çamur prosesinin çeşitli aşamaları tümüyle aynı reaktörde gerçekleştirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

İşletim döngüsünde çok sayıda proses değişikliği, örneğin boşta çalışma fazında denitrifikasyon artırılması, mümkün olduğundan proses çok esnektir. Tipik toplam döngü süresi yaklaşık 6 saattir. Prosesin her bir aşamasının süresi, yerel koşullara uyum için ayarlanabilmektedir. Son olarak, proses sırası, hidrolik girdi dalgalanmalarının yol açtığı herhangi bir etkiden bağımsızdır. Bu bakımdan, SBR, yeterli kapasitenin, bir başka ifadeyle konvansiyonel aktif çamur prosesinden ziyade doldur-çek sistemi, tesis edilmesi halinde, daha basit ve daha sağlam işletim sunmaktadır.

Kesikli doldurma, kolayca çöken aktif çamur oluşumuna yol açtığından, bu proses, çamur kabarması eğilimi gösteren endüstriyel atıksular için uygundur. Tipik bir ardışık kesikli reaktörün (SBR) normal işletimi Tablo 2.50’de verilmektedir.

Tablo 2.50 Tipik SBR karakterizasyonu

Aşama	Amacı	İşlem (havalandırma)	Maksimum miktar (%)	Döngü süresi (%)
Doldurma	Altılık eklenmesi	Hava açık/kapalı	25 - 100	25
Reaksiyon	Biyolojik bozunma	Hava açık/döngü	100	35
Çökeltme	Durultma	Hava kapalı	100	20
Çekme	Atıksu giderilmesi	Hava kapalı	35 - 100	15
Boşta çalışma*	Atık çamur	Hava açık/kapalı	25 - 35	5
Not:* Diğer adımlarda da atık çamur oluşabilmektedir. Çoklu tank sistemlerinde, boşta çalışma fazı, ikinci tankın dolması için süre tanımak amacıyla kullanılmaktadır. Bu aşama atlanabilir.				
Kaynak: [192, COM 2006]				

Çapraz ortam etkileri

Bunlar, havalandırma havuzunda karıştırma ile birlikte havalandırma için enerji tüketimini içermektedir. Aerobik biyolojik arıtma ile, bertaraf edilmesi gereken görece büyük miktarda aktif çamur fazlası elde edilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur. Bu teknik, yüksek veya düşük BOİ seviyesine sahip atıksuyun arıtılması için kullanılabilir ancak, düşük BOİ seviyesine sahip atıksuyu çok verimli ve maliyet etkin bir şekilde arıtacaktır.

Ekonomi

Konvansiyonel aktif çamur prosesine göre düşük sermaye ve yüksek işletme maliyeti.

Uygulamanın ana etkeni

Teknik, atıksu mevzuatına uygunluk ve atıksu ücretlerini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri, bira, et, yağlı tohum ve sebze-meyve sektörlerinde birçok tesiste bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [35, Germany 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [192, COM 2006], [193, TWG 2015], [226, EDA 2016]

2.3.6.2.1.5

Damlatmalı filtreler

Tanım

Atıksu, biyokütlenin film olarak büyüdüğü bir filtre ortamına dağıtılır.

Teknik tanım

Damlatmalı filtreler gibi sabit filmli aerobik sistemlerde biyokütle, dolgu ortamının yüzeyinde film olarak gelişmekte ve atıksu bu film üzerinde eşit bir şekilde akacak şekilde dağıtılmaktadır. Damlatmalı filtre ortamı normalde, kaya veya çeşitli plastik tiplerinden oluşmaktadır. Arıtılan sıvı, ortamın altında toplanarak, çökeltme havuzuna verilmekte, bu havuzda sıvının bir bölümü, giren atıksuyun kirletici yükünü seyreltmek için geri dönüştürülebilmektedir. Türleri arasında, sıralı çift filtrasyon veya kalıcı çift filtrasyon bulunmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Süt ürünleri sektöründe, %50-60 BOİ giderimi için genellikle yüksek hızlı damlatmalı filtreler tasarlandığı bildirilmektedir. Etkin işletim için, FOG emisyon seviyelerinin, yüksek hızlı filtreye beslenmeden önce en aza indirilmesi zorunludur. Yüksek hızlı filtrasyondan sonra, deşarj koşullarına uyuma bağlı olarak, ikincil sedimentasyon gerekebilmektedir. Alkolsüz ve alkollü içecek sektöründe, bu tekniğin %70 oranında etkin olduğu bildirilmektedir, dolayısıyla normalde ileri iyileştirme adımına ihtiyaç vardır. Damlatmalı filtreler kullanarak %8 – 12 fosfor giderim verimlilikleri bildirilmiştir [192, COM 2006].

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel koku rahatsızlığı. Atıksu dağıtımı için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, görece düşük BOİ seviyesine sahip atıksular için veya aktif çamur prosesi ya da yüksek hızlı filtrasyon sonrası iyileştirme adımı olarak uygulanabilir. Görece büyük alan gereksinimi ve tıkanma nedeniyle işletim sorunlarından dolayı tekniğin FDM sektöründe kullanımı gerilemiştir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Teknik, atıksu mevzuatına uygunluk ve atıksu ücretlerini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır.

Örnek tesisler

Su ürünleri, süt ürünleri, alkolsüz ve alkollü içecek, bitkisel yağ ve katıyağ sektöründe kullanılmaktadır. Yüksek hızlı damlatmalı filtreler, Birleşik Krallık'ta bazı süt ürünleri tesislerinde kullanılmıştır. FDM veri toplama çalışması, bu tekniğin yağlı tohum işleme ve rafinasyon sektöründe bir tesiste (#471) kullanımda olduğunu göstermiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[192, COM 2006], [193, TWG 2015]

Tanım

Mikrobiyel filmin, var olan plastik ortamlara tutunduğu ve organik madde ile beslendiği tanklardır. Atıksu genelde biyokule aracılığıyla geri dönüştürülür.

Teknik tanım

FDM işlemlerinden kaynaklanan atıksular genelde, konvansiyonel aerobik arıtma için çok yüksek olan bir organik yüke sahiptir. Sonuç olarak, ileri arıtma, örneğin kentsel atıksu arıtma tesis, öncesinde BOİ'nin kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi için arıtma gerekmektedir. Biyokuleler veya kaba (roughing) filtreler, yüksek BOİ giderim seviyeleri sağlayabilen yüksek organik yükleme oranlarında çalıştırılan özel olarak tasarlanmış damlatmalı filtrelerdir (bakınız 2.3.6.2.1.5 no'lu madde).

Bu teknikte, yüksek yüzey alanına sahip plastik ortamları içeren yer üstü tanklar kullanılmaktadır. Mikrobiyel film ortamlara tutunmakta ve organik madde ile beslenmektedir. Atıksu genelde ileri arıtma için biyokule aracılığıyla geri dönüştürülmektedir. Bu ünitelerden gelen atıksu daha sonra, konvansiyonel biyolojik prosese verilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Biyokulelerde kullanılan tip plastik ortamların yüzey alanı oranı 100–240 m²/m³'tür. %90'ın üzerinde giderim için 0,5 kg BOİ/m³/gün yükleme oranları bildirilmiştir; 2,5 kg BOİ/m³/gün yükleme ile %60'a kadar giderim mümkündür. Tıkanma ve stabil olmayan çamur oluşabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel koku rahatsızlığı. Biyokuleye üfleme kaynaklı olarak gürültü emisyonları oluşabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Atıksuda yüksek organik yük bulunan tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Biyokuleler, BOİ seviyesinin evsel pissu BOİ seviyesine yakın bir seviyeye indirilmesinde etkin bir yöntemdir.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri, bira ve nişasta sektörlerinde birçok tesiste bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.1.7

Döner biyolojik kontaktörler (RBC)

Tanım

Döner biyolojik reaktör (RBC), dar aralıklarla yerleştirilmiş bir dizi yuvarlak polistiren veya polivinil klorür diskten oluşur. Diskler, atıksuya daldırılır ve atıksu içinde yavaş bir şekilde döndürülür.

Teknik tanım

İşletim sırasında, yüzey disklerine tutunarak biyolojik üreme söz konusu olmakta ve disklerin ıslak yüzey alanının tamamı üzerinde yapışkan bir tabaka oluşturmaktadır. Diskler döndükçe biyokütle sırasıyla atıksudaki organik madde ve oksijen adsorpsiyonu için atmosferle temas etmektedir. Ayrıca, dönüş, disklerden fazla katı maddelerin temizlenmesi için bir araç görevi görmektedir, böylece bu katı maddeler üniteden sedimantasyon havuzuna taşınabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Büyük miktarda biyolojik kütle varlığından (zayıf etkinlik gösteren F/M oranı) dolayı, doğru tasarlanmış RBC'ler güvenilir olmaktadır. Söz konusu büyük miktardaki biyokütle aynı zamanda RBC'lerin hidrolik ve organik dalgalanmalara daha etkin bir şekilde karşı koymalarına izin vermektedir. Bu darbeli akış (plug-flow) sistemindeki kademelendirme, kısa devreyi ortadan kaldırmakta ve darbe yüklerini zayıflatmaktadır. Disklerde tıkanma meydana gelebildiği bildirilmektedir. RBC'leri kullanarak %8 – 12 fosfor giderim verimlilikleri bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel koku rahatsızlığı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Teknik, atıksu mevzuatına uygunluk ve atıksu ücretlerini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır.

Örnek tesisler

Su ürünleri, bitkisel yağ ve katıyağ sektöründe kullanılmaktadır. FDM veri toplama çalışması, bu tekniğin sürt ürünleri sektöründe bir tesiste (#406) kullanımda olduğunu göstermiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.1.8

Yüksek ve ultra yüksek hızlı filtreler

Tanım

Havanın nozuldan verilerek, bakteri üzerinde büyük bir kesme kuvveti ve yoğun bir türbülans/oksijenasyon sağladığı biyolojik atıksu arıtmasıdır.

Teknik tanım

Yüksek ve ultra yüksek hızlı filtreler, aerobik sistemlere normalden yüksek yükleme hızı potansiyeli sağlamaktadır. Proseste, bir dahili nozul tertibatı aracılığıyla yönlendirilen yüksek atıksu geri dönüşüm hızı uygulanmaktadır. Hava nozuldan verilerek, bakteri üzerinde büyük bir kesme kuvveti ve yoğun bir türbülans/oksijenasyon sağlamaktadır. Bakterilerin maruz kaldığı bu yüksek kesme kuvveti, bu prosesi diğer aerobik tekniklerden oldukça farklı yapmaktadır, bir başka ifadeyle mikroorganizmalar nozuldan geçmekte böylece, bakterilerin bu tür kesme kuvvetine maruz bırakılmadığı ve daha yüksek canlı formlarının da bulunduğu diğer sistemlerden farklı olan sistemde yalnızca çok az miktarda bakteri bulunmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ, TOK veya KOİ, fosfor ve azot emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Yüksek enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Ultra yüksek hızlı aerobik sistemler, aerobik sistemlerin, konvansiyonel aerobik arıtmanın 50 - 100 katı kadar daha fazla yüklenmesi potansiyelini taşımaktadır. Bununla beraber, bu sistemler nehir deşarjı için uygun kalitede atıksu vermediğinden, daha konzervatif bir şekilde yüklenen ikinci bir aerobik aşama gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Sermaye yatırımının azalması.

Uygulamanın ana etkeni

Tesis büyüklüğünün küçülmesi ve sermaye yatırımının azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, nişasta üretim sektöründeki iki FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.6.2.2 Anaerobik arıtma

Normalde, yüksek yüklü atık akımları (yüksek KOİ), bir anaerobik atıksu arıtma tesisinde arıtılmaktadır. Organik katı maddeler genellikle bir çürütücüde arıtılmaktadır. Yeterli organik katı atıkları bulunmayan şirketler genelde bir çürütücü tesis edememektedir. Bu şirketlerden bazıları söz konusu katı atıkları kendi anaerobik atıksu arıtma ünitesine vermektedir. Bu, yüksek miktarda biyogaz ve aynı zamanda, daha yüksek inatçı KOİ konsantrasyonuyla sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, anaerobik atıksu arıtma tesisine gönderilen katı madde yükü genellikle azaltılmaktadır. Bu işlem, örneğin anaerobik arıtma tesisi girişine uygun bir ızgara kurarak veya bir sedimantasyon ünitesi tesis ederek yapılabilmektedir. Toplanan tüm katı maddeler bir çürütücüye gönderilebilmektedir.

2.3.6.2.2.1 Yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı (UASB) prosesi

Tanım

Atıksuların, biyolojik olarak oluşmuş granül ve partiküllerden oluşan bir çamur yatağı aracılığıyla yukarıya doğru aktığı reaktörün tabanından verildiği bir anaerobik prosestir. Atıksu fazı, katı içeriğin ayrıldığı bir çökeltme odasına geçer. Gazlar, reaktörün tepesindeki kubbelerde toplanır.

Teknik tanım

Yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı (UASB) sisteminde, atıksular, üniform dağılım için reaktörün tabanından yönlendirilmektedir. Atıksular, sistemden kolayca giderilmemeleri için, iyi çökeltme özelliklerine sahip doğal olarak oluşmuş bir bakteriyel granül yatağından geçmektedir. Bakteriler, reaksiyonları taşımakta, daha sonra doğal konveksiyon yoluyla, gaz, arıtılmış atıksu ve çamur granülleri karışımı reaktörün tepesine yükselmektedir. Katı maddeler (biyokütle) ve biyogazdan nihai atıksuyu ayırmak için patentli üç fazlı separatör düzenlemeleri kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

60 kg KOİ/m³ /gün'e kadar yükler bildirilmiştir ancak, daha tipik yük oranı, 4 saatlik hidrolik kalış süresiyle birlikte 10 kg KOİ/m³ /gün'dür [8, Environment Agency of England and Wales 2000]. Tablo 2.51'de, bira sektöründe bir UASB reaktörünün bildirilen performansı sunulmaktadır.

Tablo 2.51 Bira sektöründe bir UASB reaktörünün bildirilen performansı

Başlangıç yükü (kg KOİ/m³ / gün)	5 - 10
Nihai KOİ seviyesi (mg/l)	100 - 500
Giderilen kg KOİ başına üretilen çamur (TAKM/kg)	0,04 - 0,08
Not: Bu konsantrasyonlara sahip atıksuyun bir alıcı su ortamına deşarjı için ileri arıtma gereklidir. Kaynak: [72, Brewers Europe 2002]	

UASB reaktörünün bir dezavantajı, tekniğin FOG hassasiyetidir. Atıksudaki katıyağ seviyeleri 50 mg/l'nin altında olmak zorundadır. Aksi takdirde, katıyağlar prosese zarar veren bir etki doğurabilmektedir. Diğer taraftan, prosesin özellikle sunduğu bir avantaj, topak oluşumudur. Bu, yalnızca aylarca süren geçici devre dışı bırakılma sonrası hızla devreye alınmasına değil aynı zamanda, örneğin yeni sistemlerin inokülasyonu için olmak üzere fazla çamurun satılmasına izin vermektedir.

Bu proses, düşük katı madde içerikli ve görece düşük giren KOİ seviyelerine (< 2 000 mg/l) sahip atıksular için ve küçük bir yüzey alanı bulunduğuyla özellikle uygundur.

Çapraz ortam etkileri

Ek ardıl biyolojik (aerobik) arıtmaya ihtiyaç vardır. Koku azaltımı gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Denkleştirme havuzu, UASB reaktörü, sıcak su üretimi için biyogaz kullanımı ile ilgili ekipman dahil 850 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir (yaklaşık 200 m³/gün atıksu arıtması yapılmaktadır ve KOİ yükü yaklaşık 2,5 t KOİ/gün'dür).

Yaklaşık 1 000 m³/gün atıksu arıtması ve yaklaşık 4,5 t KOİ/gün KOİ yükü için, ön arıtma (denkleştirme havuzu, çözünmüş hava flotasyonu (DAF)), UASB reaktörü, mevcut aerobik biyolojik arıtmanın optimizasyonu, biyogaz koşullandırması (kurutma, sıkıştırma) dahil 2 milyon avro yatırım maliyeti bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri, sebze-meyve, bira, nişasta ve şeker sektörlerinde birçok tesiste bildirilmiştir [193, TWG 2015]. Çamur yataklı reaktörler, FDM sektöründe en yaygın kullanılan reaktörlerdir.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [72, Brewers Europe 2002], [116, CIAA-AAC-UFE 2003], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.2 Anaerobik temas prosesi

Tanım

Atıksuların, geri dönüştürülmüş çamur katı maddeleri ile karıştırıldığı, daha sonra bir yalıtılmış reaktörde yürütüldüğü anaerobik prosestir. Su/çamur karışımı harici olarak ayrılır.

Teknik tanım

Arıtılmamış atıksular, geri dönüştürülmüş çamurla karıştırılmakta, daha sonra, hava girişine karşı yalıtılmış bir reaktörde yürütülmektedir. Atıksu/çamur karışımı harici olarak (örneğin sedimantasyon veya DAF yoluyla) ayrılmaktadır. Anaerobik temas prosesi, biyokütlenin ayrılması ve resirkülasyonu tasarımının bir parçası olduğundan, aktif çamur prosesi ile bağlantılı olabilmektedir. Anaerobik bozunma prosesi sonucunda, 1/1 - 3/1 oranında metan ve karbon dioksit karışımı oluşmakta, bu nedenle, normalde yakıt ikamesi veya diğer enerji temin tesisleri için kullanılan enerji içeriği yüksek yanıcı gaz elde edilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu. Aerobik proseslere göre çamur üretiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Yüksek performanslı UASB prosesleri (bakınız 2.3.6.2.2.1 no'lu madde) ve genişletilmiş ve akışkan yataklı reaktörlere (bakınız 2.3.6.2.2.6 no'lu madde) göre, temas stabilizasyon prosesleri reaktörde bu tür yüksek biyokütle konsantrasyonları üretmemekte, bu nedenle, görece küçük hacimli yüklerde (genellikle 5 kg KOİ/m³ / gün) çalışmaktadır. Bununla beraber bu proseslerin temel avantajı, görece sorunsuz çalıştırılmaları ve özellikle tıkanma sorunu yaşamamalarıdır.

Anaerobik çamur, reaktör dışında gaz oluşturduğundan ve gaz hacmi yükselmeye devam ettiğinden, metan reaktörü ile ayırıcı ünite arasında sık sık bir gaz giderme ünitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Gaz giderimi, vakumda gaz giderme, ayırma, soğutma veya yavaş dönüşlü karıştırıcılar yoluyla yapılabilmektedir. Bu özellik, prosesin 6 - 14 saatlik kalış sürelerinde çalıştırılmasına izin vermektedir.

Bir sebze-meyve tesisinde (#030), mevcut atıksu arıtma tesisine ilk kademe olarak bir anaerobik kademenin ilavesi, organik yükte %60'ın üzerinde azalmayı beraberinde getirmiştir. Bir bira tesisinde (#360), atıksular 8 000 m³/gün ve 40 000 kg KOİ/gün kapasiteli bir anaerobik reaktörle artırılarak, KOİ emisyon seviyelerinde %80 azalma sağlanmıştır [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Normalde, anaerobik prosesler, ek ardıl biyolojik (aerobik) arıtma gerektiren biyolojik yüksek yüklü kademeler olarak çalışmaktadır. Aerobik proseslere göre, enerji tüketimi büyük ölçüde daha azdır zira enerji, reaktöre hava veya oksijen temini için gerekmemekte yalnızca etkin karıştırma için gerekmektedir.

Yanıcı gazların artması ve kısa zincirli karbosiklik asitler gibi metabolitlerin oluşumu, koku yayılmasını önlemek için kapalı ekipman kullanılmasını gerektirmektedir. Koku azaltımı gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

2 500 m³/gün kapasiteli bir atıksu arıtma tesisi (AAT) ile bağlantılı anaerobik arıtma kademesi için, 1 600 000 avro yatırım maliyeti ve 50 000 avro yıllık işletme maliyeti bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik, çeşitli FDM sektörlerinde bildirilmektedir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.3 Anaerobik havuzlar

Tanım

İçerikleri karıştırılmayan atıksuların anaerobik arıtması için sık toprak havuzlardır.

Teknik tanım

Anaerobik havuzlar, aerobik havuzlara (bakınız 2.3.6.2.1.2 no'lu madde) benzer olup, farkları anaerobik havuzların içeriklerinin karıştırılmamasıdır [78, Metcalf & Eddy 1991]. Bu havuzlar, H₂S emisyonlarından dolayı koku sorunlarına yol açabilmektedir [116, CIAA-AAC-UFE 2003]. Alkolsüz ve alkollü içecek sektöründe, anaerobik havuzların 2 m'den daha derin oldukları bildirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel koku rahatsızlığı, toprak bozulması ve yeraltı suyu kontaminasyonu.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.

Örnek tesisler

Bu teknik, şeker üretim sektöründeki birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[78, Metcalf & Eddy 1991], [116, CIAA-AAC-UFE 2003], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.4 Anaerobik filtreler

Tanım

Dolgu malzemesi üzerinde anaerobik bakteri üremesi sağlanır.

Teknik tanım

Bir anaerobik filtrede, dolgu malzemesi üzerinde anaerobik bakteri üremesi sağlanmaktadır. Dolgu, reaktördeki biyokütleyi tutmakta ayrıca, sıvı fazdan gazın ayrılmasına yardımcı olmaktadır. Sistem, yukarı akış veya aşağı akış modunda çalıştırılabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bakteriler ortam üzerinde tutuldukları ve atıksudan yıkanmadıkları için, yaklaşık 100 gün'lük ortalama hücre kalış süreleri elde edilebilmektedir. Teknik, KOİ konsantrasyonu 10 000 - 70 000 mg/l olan aşırı kirli atıksuların arıtılması için uygundur.

Bir süt ürünleri tesisinde(#296), 4 500 m³ çıkış suyunu arıtmak ve KOİ'de %80 - 90 arasında azaltma elde etmek amacıyla bir anaerobik filtre tesis edilmekte ve tasarlanmaktadır. Sistem, uyumlu bir şekilde KOİ'de %80 oranında azaltma sağlamaktadır. Filtre kabına rastgele, sabit biyofilmlerin üremesi için bir ortam sağlayan plastik halkalar yerleştirilmektedir. Sistem, çıkış suyunun, suyu yatak üzerine yayan bir dizi sprinklere yönlendirildiği kabın tepesine pompalandığı bir aşağı akışlı sistem olarak tasarlanmaktadır. Çıkış suyu, yataktan cazibeyle düşmekte ve tabanda toplanmaktadır. Akışın yaklaşık %50'sinin yatak tepesine yeniden sirkülasyonu için, anaerobik sisteme bir resirkülasyon devresinin dahil edildiği belirtilmektedir. Sistemde üretilen biyogaz, havuz tepesinde toplanarak, elektrik üretimi için bir CHP tesisine yönlendirilmektedir. Anaerobik tesis günlük yaklaşık 680 kWh elektrik tüketmektedir. Genelde, sistem 1 kg KOİ başına üretilen 350 litre metan ile net bir elektrik üreticisidir [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Ek ardıl biyolojik (aerobik) arıtmaya ihtiyaç vardır. Koku azaltımı gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri sektöründeki iki FDM tesisinde (#296, #378) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.5 İç sirkülasyon (IC) reaktörleri

Tanım

Bir yüksek biri düşük yüklü iki UASB reaktörü bölmesi üst üste konulabilmektedir.

Teknik tanım

UASB prosesinin (bakınız 2.3.6.2.2.1 no'lu madde) özel bir konfigürasyonu, bir başka ifadeyle bir yüksek biri düşük yüklü iki UASB reaktörü bölmesinin üst üste konulabildiği IC reaktörü, bulunmaktadır. Birinci kademede toplanan biyogaz, gazla kaldırmayı (gas-lift) tahrik etmekte, atıksu ve çamurun dahili resirkülasyonu, bunun sonucunda iç sirkülasyon oluşmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

İç sirkülasyon (IC) reaktörünün temel avantajlarından biri, bu reaktörün, giren akım ve yüklerdeki değişimlerden bağımsız olarak belli miktarda kendi kendine regülasyona girebilmesidir. Yük arttıkça, üretilen metan miktarı da artarak, resirkülasyon derecesini artırmakta, bunun sonucunda, giren yükün seyreltilmesini artırmaktadır. Bu prosese ilişkin tipik yükleme oranları 15–35 kg KOİ/m³/gün'dür [8, Environment Agency of England and Wales 2000].

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira, yağlı tohum işleme ve rafinasyon, nişasta ve süt ürünleri sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.6 Akışkan ve genişletilmiş yataklı reaktörler

Tanım

Partiküller ve biyokütlenin tamamen karıştırıldığı, anaerobik filtredir.

Teknik tanım

Bu reaktörler, anaerobik filtrelere (bakınız 2.3.6.2.2.4 no'lu madde) benzerdir. Partiküller ve biyokütlenin tamamen karıştırılması halinde, proses akışkan yatak adını alırken, karışık sistem, genişletilmiş yatak adını almaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

15–35 kg KOİ/m³/gün'lük yüksek miktar-zaman sonuçları almak için, metan reaktörlerinin mutlaka mümkün olduğunca sabit miktarda yeterince asitleşmiş katı madde-serbest atıksu ile doldurulması zorunludur. Bu nedenle, tüm büyük ölçekli sistemler, iki kademeli sistem, bir başka ifadeyle ayrı asitleştirme kademeli sistem olarak yapılmıştır.

Büyük ölçekli sistemlerde, arıtma için giren atıksu görece, 1 500 mg/l - 3 600 mg/l arasında ortalama KOİ seviyesi olan düşük kirlilik yüklerine sahiptir [35, Germany 2002].

Akışkan yataklı reaktörde, taşıyıcı malzeme, %50 veya üzeri yatak genişletmesi ile birlikte sabit bir şekilde hareket halindedir. Taşıyıcı malzeme (genellikle kum ve bazı zamanlar pomza veya plastik topak), yüksek resirkülasyon oranlarında askıda tutulmaktadır. Resirkülasyon, taşıyıcı malzemeyi askıda tutacak kadar güçlüdür ancak, aşırı sirkülasyonun biyokütleinin taşıyıcı malzemeden ayrılmasına yol açmamasını sağlamak için dikkat edilmelidir.

Genişletilmiş yataklı reaktör aynı zamanda, genelde kum veya sentetik plastik malzeme olmak üzere destek ortamı içermektedir. Yatakları akışkanlaştırmak için gereken yukarı akış hızlarını en aza indirmek amacıyla hafif malzemeler kullanılmaktadır ve tane boyları genelde 0,3–1,0 mm arasındadır [8, Environment Agency of England and Wales 2000].

Çapraz ortam etkileri

Ek ardıl biyolojik (aerobik) arıtmaya ihtiyaç vardır. Koku azaltımı gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Şeker sektöründe kullanılmaktadır. Ayrıca, bu teknik, yağlı tohum sektöründeki bir FDM tesisinde (#096) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.2.7 Genişletilmiş granüler çamur yataklı reaktörler (EGSB)

Tanım

Daha derin granüler çamur ve daha yüksek su yükselme hızıyla çalıştırılan bir UASB reaktörüdür.

Teknik tanım

Genişletilmiş granüler çamur yataklı reaktörlerde (EGSB), UASB reaktörlerindeki (bakınız 2.3.6.2.2.1 no'lu madde) benzer tipte granüler çamur kullanılmaktadır ancak EGSB reaktörleri daha derin granüler çamur ve daha yüksek su yükselme hızıyla çalıştırılmaktadır. Çürütücüde, yeniden sirkülasyona sokulan artılmış su kullanılmaktadır ve üç fazlı (katı, sıvı, gaz) bir separatör bulunmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması ve çamur stabilizasyonu.

Çevre performansı ve işletim verileri

35 kg KOİ/m³/gün'e kadar yükleme oranları bildirilmiştir [8, Environment Agency of England and Wales 2000]. Su yükselme hızı, UASB'deki 1 m³/s'ye göre, 3 m³/s'dir. İlk işletmeye alma/alıştırma aşaması, EGSB reaktörlerde uzun değildir. Tablo 2.52'de, bira sektöründe bir EGSB reaktörünün bildirilen performansı sunulmaktadır.

Tablo 2.52 Bira sektöründe bir EGSB reaktörünün bildirilen performansı

Başlangıç yükü (kg KOİ/m³ / gün)	15 - 25
Nihai KOİ seviyesi (mg/l)	100 - 500
Giderilen kg KOİ başına üretilen çamur (Askıda katı madde (AKM)/kg)	0,04 - 0,08
Not: Bu konsantrasyonlara sahip atıksuyun bir alıcı su ortamına deşarjı için ileri arıtma gereklidir. Kaynak: [72, Brewers Europe 2002]	

Örnek olarak alınan bir melas fabrikasında, bir EGSB reaktörü, kondensasyon ünitesindeki yoğunlaşmış buharları ve seyreltme/rektifikasyon sıvılarını (singling) arıtmaktadır. Reaktör, ardıl aktif çamur ünitesindeki KOİ yükünü azaltmaktadır. Elde edilen metan gazı, elektrik ve ısı üretmek için bir CHP tesisinde yakılmaktadır. Reaktörün yüksek verimliliği sonucunda, yalnızca küçük miktarlarda fazla aerobik çamur oluşmaktadır. Bu örnekte, çamur bir durultucuda yoğunlaştırılarak tarımsal amaçlı kullanılmakta veya bir kentsel atıksu arıtma tesisine bertaraf edilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Ek ardıl biyolojik (aerobik) arıtmaya ihtiyaç vardır. Koku azaltımı gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek çözünür atık yükü içeren atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Ön arıtma (ızgara, denkleştirme havuzu, çözünmüş hava flotasyonu (DAF)), EGSB reaktörü, aerobik arıtma adımı (nitrifikasyon, denitrifikasyon), filtre, sıcak su üretimi için biyogaz koşullandırması ve kullanımı dahil 3 900 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir (yaklaşık 1 500 m³/gün atıksu arıtması yapılmaktadır ve KOİ yükü yaklaşık 3,5 t KOİ/gün'dür).

Uygulamanın ana etkeni

- Aerobik arıtma öncesi yüksek TOK veya KOİ ve BOİ içeren atıksuların ön arıtması.
- Metanlaşmadan enerji geri kazanımı.

Örnek tesisler

Bu teknik, şeker, etanol, bira, yağlı tohum işleme ve rafinasyon, nişasta ve süt ürünleri sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002],
[72, Brewers Europe 2002], [193, TWG 2015]

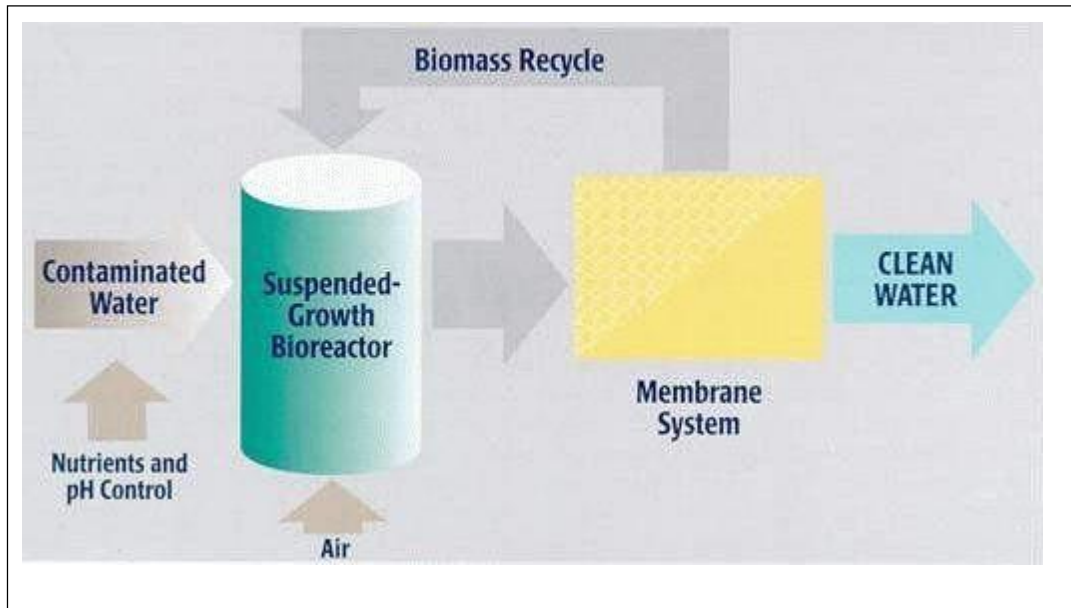
2.3.6.2.3 Aerobik/anaerobik arıtma**2.3.6.2.3.1 Membran biyoreaktör (MBR)****Tanım**

Aktif çamur arıtma ve membran filtrasyonu kombinasyonudur. İki türü kullanılmaktadır: a) aktif çamur havuzu ile membran modülü arasında harici resirkülasyon devresi ve b) çıkış suyunun, biyokütle havuzda kalmak üzere boşluklu lifli membran ile filtrelendiği havalandırmalı aktif çamur havuzuna membranın daldırılması.

Teknik tanım

Membran biyoreaktör (MBR), konvansiyonel aktif çamur arıtmasının, çok sayıda membran modülü veya kartuşun, ikincil durultucu ve üçüncül filtrasyon adımının yerini aldığı bir türüdür (bakınız Şekil 2.15). Biyolojik arıtma sonrası, karışık çözelti statik yük basıncı altında, katı maddeleri ile sıvıların ayrıldığı, temiz atıksuyun deşarj edildiği ve yoğunlaştırılmış karışık çözeltinin biyoreaktöre geri pompalandığı membran ünitesine pompalanmaktadır.

MBR, aerobik veya anaerobik modda çalıştırılmakta, böylece örneğin biyolojik arıtmada membran temizliğinde kullanılan uygun kimyasal aralığını artırmaktadır. Tipik düzenlemeler, biyoreaktörün havalandırmalı bölümüne daldırılan vakum tahrikli membran üniteleri veya biyoreaktör dışında yerleştirilen basınç tahrikli membran sistemlerinden oluşmaktadır. Membranlar, genelde konfigüre edilmiş boşluklu tüp lifler veya düz paneller şeklindedir ve gözenek boyları 0,1 - 0,4 mikron arasındadır.



Şekil 2.15 MBR sisteminin basitleştirilmiş akış şeması

Elde edilen çevresel yararlar

Membran biyoreaktör kullanımının elde edilen çevresel yararları şunlardır [168, COM 2016]:

- Askıda katı madde, KOİ veya TOK, BOİ ve TP yükünün %95 - 99 oranında azaltılması,
- Mikrobiyolojik sağlık riskinin, yıkanma suyu kalitesi yönetimi hakkında 2006/7/EC sayılı Direktif'e uygun seviyelere indirilmesi.
- Konvansiyonel havalandırmalı çamur arıtmaya göre, çamur miktarının azaltılması,
- Özellikle benzer bir ürün kalitesi elde etmek için üçüncül filtrasyon ve UV dezenfeksiyon ünitesinin gerekmesi halinde, konvansiyonel havalandırmalı çamur arıtmaya göre tesis ayakizinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Membran biyoreaktör (MBR), muhtelif yükleme oranlarında çalışmaktadır ancak, birçok yolla daha yüksek arıtma oranı elde etmektedir, bir başka ifadeyle artan statik basınç, çözünmüş oksijen miktarını artırarak, kütle transferine yardımcı olmaktadır, hava yerine oksijen kullanılmaktadır, prosesin optimizasyonu için çok kademeli sistem kullanılmaktadır. Yağ ve gres uygulamalarında, atıksu BOİ konsantrasyonları, 15 mg/l'nin altına indirilebilmektedir.

MBR, öncül reaktördeki biyokütle konsantrasyonunun, normalde bir konvansiyonel askıda üreme sisteminde elde edilebilen konsantrasyonun 10 katına kadar çıkmasını sağlayarak, oldukça etkin biyokütle ayrılması sağlamaktadır. MBR kullanırken, ikincil sedimantasyon gerekmemektedir ve:

- Biyoreaktörde çok geniş MLSS seviyeleri, bir başka ifadeyle 12-17 000 mg/l, elde edilebilmektedir,
- Arıtma sonrasında çok düşük KOİ ve TAKM emisyon seviyeleri elde edilebilmektedir. Bir süt ürünleri tesisi#409, yıllık ortalama olarak 2 - 4 mg KOİ/l ve 4,6 – 11 mg TAKM/l bildirmiştir [193, TWG 2015].

Enerji tüketimi, pompalama için, konvansiyonel aktif çamur proseslerinden büyük ölçüde yüksek olabilmektedir ancak, atıksuda cazibeli besleme uygulanarak en aza indirilebilmektedir. Örnek olarak alınan İrlanda'daki bir süt ürünleri tesisi, prosesi düşük enerji yoğun hale getirmek için cazibeli besleme uygulayarak, yerel akarsuya deşarj için yüksek standartlarda günde 9 000 m³ atıksu arıtmaktadır. Süt ürünleri tesisi #409, neredeyse sürekli olarak ultrafiltrasyon ve gerektiğinde yerinde temizlik (CIP) işlemi atıksuyunu yeniden kullanmak için ters osmoz uygulayarak, 2,6–3,2 kWh/m³ arıtılmış atıksu oranında enerji tüketimi bildirmiştir.

Membranların cüruf bağlaması, büyük bir sorun olabilmektedir. Bu sorunu kontrol etmek için havalandırma ve geri yıkama kullanılmakta, bunun sonucunda, ek atıksu oluşumu söz konusu olabilmektedir. Biyocüruf bağlamayı önlemek için membran yüzeylerinin temizliğinde çözünmüş hava flotasyonu (DAF) (bakınız 2.3.6.5.4 no'lu madde) kullanılmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Çapraz ortam etkileri arasında enerji tüketimi (esas olarak pompalama ve havalandırma için) ve kimyasal tüketimi (membran temizliği için) ayrıca membran değişimi yer almaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Membran biyoreaktör, tüm FDM tesislerine uygulanabilir. Bu teknik, küçük alan gereksinimi avantajı sunmaktadır. Bu sistem, yüksek kirletici yüklü, düşük miktartlı atıksu için idealdir. Özellikle, kirleticilerin gerekli biyolojik bozunmasını sağlamak için uzun katı madde kalış süresine ihtiyaç olan durumlarda caziptir. Ayrıca, fenol, pestisit, herbisit ve klorlanmış çözücüler gibi kolay bozunabilir bileşikler ve yüksek organik kirlilik içeren atıksular, MBR ile arıtılabilir. Konvansiyonel aktif çamur prosesine göre avantajları ve dezavantajları, Tablo 2.53'te verilmektedir.

Tablo 2.53 Membran biyoreaktörler ile ilgili avantajlar ve dezavantajlar

Avantajları	Dezavantajları
- Benzer alan gereksinimi - Çamur miktarının azaltılması (konvansiyonel aktif çamur sistemine göre) - Orta - yüksek yüklü giriş sularında (3–30 g/l KOİ), MBR arıtma tesislerinin önemli bir yararı, giriş KOİ değişimlerinde iyi bir verimlilik sürdürebilme yeteneğidir, bununla beraber bir konvansiyonel aktif çamur tesisinde aynı performansın sürdürülmesi, MBR'lere göre daha büyük denkleştirme havuzları gerektirmektedir. - Konvansiyonel durultucunun aksine, MBR sistemi, arıza koşullarında fiziksel bariyer görevi görebilmektedir. - Konvansiyonel aktif çamur sistemine (genelde 3 000 – 6 000 mg/l) göre, çok daha yüksek katı madde konsantrasyonlarında (genelde 3 000 – 6 000 mg/l) çalışabilmektedir. - Aşınma ve basınç değişimleri kontrol altında alındığında, seramik membranlar, eskime kaybı olmadan sabit performans göstermektedir.	- Bu işlem için gereken yüksek basınç düşümü ve yüksek hava akımı gerektiğinden yüksek enerji maliyetleri - Membranlar aşınmaya hassastır dolayısıyla, bir mevcut atıksu arıtma tesisini (AAT) MBR ünitesi ile yenilerken, aşınma oluşmayacağı doğrulanmalıdır (örneğin havuzların beton kalitesi kontrol edilmelidir). - Membranları çok hızlı bir şekilde tıkayabildiklerinden giriş suyunda silikonlar yasaklanmalıdır. - Membranlar hassas olduğu ve kırılabilirliğinden, basınç değişimleri kontrol edilmelidir.

Kaynak: [168, COM 2016]

Ekonomi

İşletme maliyetleri, MBR ile elde edilen emisyon seviyelerine benzer seviyelere sahip bir alternatif aerobik atıksu arıtmasına benzer veya bunun altında olsa da yüksek enerji maliyetleri.

Uygulamanın ana etkeni

Suyu yeniden kullanma olanağı, bu nedenle, maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri, sebze-meyve ve yağlı tohum işleme ve rafinasyon sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015]. Örnek tesisler arasında #401, #406 ve #409 bulunmaktadır.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [86, UBC Civil Engineering 2003], [153, UK TWG 2004], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.2.3.2 Çok kademeli sistemler

Tanım

Atıksu arıtma için çeşitli aerobik ve anaerobik tekniklerin kombinasyonudur.

Teknik tanım

Çeşitli aerobik ve anaerobik atıksu arıtma prosesleri, tek başına veya birlikte uygulanabilmektedir. Seri olarak düzenlenen kombinasyon olarak uygulandıklarında teknik, çok kademeli sistemler adını almaktadır. Atıksu arıtma, ayrı çamur devreleriyle birbirinden ayrı tutulan münferit kademelerde arka arkaya gerçekleşmektedir.

Genellikle aşağıdaki proses kombinasyonları kullanılmaktadır:

- Aktif çamur/aktif çamur,
- Damlatmalı filtre/damlatmalı filtre,
- Aktif çamur/damlatmalı filtre.
- Aktif çamur/damlatmalı filtre,
- Havuz/aktif çamur,
- Havuz/damlatmalı filtre,
- Aktif çamur/UASB reaktörü.

Elde edilen çevresel yararlar

BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Çeşitli FDM sektörlerinde, yeniden kullanım ve akarsuya doğrudan deşarj için uygun kalitede bir atıksu elde etmek için, iki kademeli bir biyolojik sistem, anaerobik ve onu izleyen aerobik, kullanılabilir.

Kolza ve soya işleme ve kolza, soya ve palm yağı rafinasyonu yağlı tohum tesisi (#086) atıksuları, diğerleri arasında vakum sistemleri (vakumlu ejektörler kullanılarak), su ve asit reçine giderme, hekzan geri kazanım teknikleri ve hava temizleme için ıslak yıkayıcılar gibi birçok ünite işleminden kaynaklanmaktadır. Atıksuyun, esas olarak uzun zincirli yağ asitleri ve uçucu yağ asitlerinin karışımından oluşan KOİ konsantrasyonu, 1 000 mg/ - 5 000 mg/ arasındadır. Atıksu iki ardıl kademe artırmaktadır: yüksek hızlı UASB reaktörü kullanarak anaerobik arıtma ve yüksek yük ve düşük yük fazına ayrılan aktif çamur prosesi. Fosforik asit (0,5 m³/ay), anaerobik reaktörde fosfor kaynağı olarak kullanılmaktadır. Her bir kademe, çamur seperasyonu için havalandırma havuzları ve DAF üniteleri içermektedir. Atıksu arıtma tesisinin elektrik tüketimi, 187 000 - 212 000 kWh/ay'dır. Toplam KOİ (yıllık ortalama olarak 49 mg/l) için genel giderim verimliliği %96 - 98'dir. Toplam azot giderimi normalde %65 - 85 aralığındadır. Fosfor giderimi, %15 - 40 arasındadır. Biyogaz, 0,27–0,7 Nm³/kg anaerobik reaktörde giderilen KOİ oranında üretilmektedir. Biyogaz, doğal gaz tüketimini azaltmak için kojenerasyon tesisinde kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Bir şeker üretim tesisinde (#412), şeker pancarını fabrikaya taşımak için kullanılan su, titreşimli eleklerle pancardan ayrılmaktadır. Pancardan yıkanan toprağı (pancarın su yolu ile taşınması sırasında) içeren su, toprak konsantrasyonunun artırıldığı durultucuya verilmektedir. Durultucu üst akımı, su yolu ile taşıma sistemine geri verilirken, alt akımı çökeltme havuzlarına verilmektedir. Bu havuzlarda, toprak çökeltirken suda belli ölçüde doğal BOİ arıtması gerçekleşmektedir. Daha sonra, bu havuzlardan gelen su, anaerobik/aerobik arıtmaya verilmektedir. Arıtma için su fazlası bulunması durumunda, belli bir miktar su arıtma için depolanacaktır. Anaerobik arıtma kademesi çıkış suyu, ayrılmaktadır. Bir bölümü, pH ve koku kontrolü için su yolu ile taşıma sistemine geri verilirken, geri kalanı, amonyak içeren kondensat birlikte eş işlemeye tabi tutulduğu anoksik ve aerobik arıtmaya verilmektedir. Aerobik arıtma, 300 m³/gün'de 1 000 mg/l giriş suyu ve 150 mg/l çıkış suyu KOİ konsantrasyonu ile yaklaşık 7 ton KOİ giderim kapasitesine sahiptir [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri ve Uygulamanın ana etkeni

İlgili teknikler için belirtilenler birleştirilmiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Aşırı kirli atıksuların söz konusu olduğu FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bir aktif çamur/UASB reaktörü sistemi için, 2 - 3 avro/m³ arıtılan atıksu işletme maliyeti bildirilmiştir.

Yaklaşık 1 300 000 m³/yıl kapasiteli kombine aerobik ve anaerobik atıksu arıtma sistemi için, yaklaşık 650 000 avro yıllık işletme maliyeti (yakıt, elektrik, sarf malzemeleri, işçilik ve bakım maliyeti) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Örnek tesisler

Bu teknik, şeker, süt ürünleri, alkolsüz içecekler ve meyve suları nişasta sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

2.3.6.3 Azot giderimi

2.3.6.3.1 Nitrifikasyon ve denitrifikasyon

Tanım

Genelde biyolojik atıksu arıtma tesislerine dahil edilen iki adımlı prosestir. Birinci adım, mikroorganizmaların amonyumu (NH₄⁺), kendisi de nitrata (NO₃⁻) yükseltgenen ara nitrite (NO₂⁻) yükseltgediği aerobik nitrifikasyondur. Müteakip anoksik denitrifikasyon adımı, mikroorganizmalar kimyasal olarak nitrati, azot gazına indirger.

Teknik tanım

Biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyonun daha ayrıntılı teknik tanımı, Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF'te bulunabilir [168, COM 2016].

Elde edilen çevresel yararlar

Azot emisyonu seviyeleri azaltılmaktadır ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu teknik, yüksek giderim verimliliği, yüksek proses kararlılığı ve güvenilirliği, görece kolay proses kontrolü ve alan gereksinimi elde etme potansiyeli sunmaktadır.

Nişasta sektöründe, nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonlarının, aktif çamur havuzunun ardışık havalandırması ile veya ayrı bir anoksik bölgede elde edilebildiği bir anoksik ortamda gerçekleştiği bildirilmektedir. Azot giderimi, önceki denitrifikasyon kullanarak gerçekleştirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyon, enerji tüketimi sonucunu doğurabilmektedir. Bazı durumlarda, bir harici karbon kaynağının ilavesi gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yüksek klorür konsantrasyonları (örneğin 10 g/l üzeri) durumunda ve nitrifikasyon öncesi klorür konsantrasyonunun indirgenmesinin çevresel yararının söz konusu olmadığı durumlarda uygulanabilir olmayabilmektedir. Ayrıca, nitrifikasyon prosesi, atıksu sıcaklığı düşük (örneğin 12 °C'nin altında) olduğunda uygulanabilir olmayabilmektedir. Bu teknik, nihai arıtmanın, biyolojik arıtma içermediği durumlarda uygulanabilir değildir.

Ekonomi

Nitrifikasyon ve denitrifikasyon aerobik arıtma adımı için 1 300 000 avro yatırım maliyeti bildirilmektedir (yaklaşık 1 500 m³/gün atıksu arıtılmaktadır, KOİ yükü yaklaşık 1,0 t KOİ/gün'dür ve toplam azot yükü, 150 t TN/gün'dür).

Uygulamanın ana etkeni

Üye Devletler'in, tatlı su ötrofikasyonunun azaltılmasına yönelik mevzuatları.

Örnek tesisler

Bu teknik FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [14, VITO et al. 2001], [78, Metcalf & Eddy 1991], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.3.2 Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgemesi

Tanım

Anaerobik koşullarda amonyum ve nitritin azot gazına dönüştürüldüğü bir biyolojik prosestir.

Atıksu arıtmada, anaerobik amonyum yükseltgemesinden önce, amonyum yaklaşık yarısının (NH_4^+) nitrite (NO_2^-) dönüştürüldüğü kısmi nitrifikasyon (bir başka ifadeyle nitritasyon) gerçekleşir.

Teknik tanım

Anaerobik amonyum yükseltgeme prosesi azot giderimi için, klasik nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi yerine kullanılmaktadır. Bu dönüşüm, amonyum ve nitritin, azot gazına dönüştürüldüğü doğal azot döngüsünde kestirme yolu oluşturmaktadır. Bir ilk havalandırmalı adımda (nitrat oluşum koşullarını önlemektedir) amonyum, nitrite yükseltgenmektedir. Daha sonra, ilgili bakterilerin bulunduğu bir anaerobik ikinci adım, nitrit-azot gazı dönüşümü gerçekleşmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Azot emisyonu seviyeleri azaltılmaktadır ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Hollanda'daki bir patates işleme tesisinde (#453) konvansiyonel aktif çamur arıtmasına, 2011'de kısmi nitritasyon-anaerobik amonyum yükseltgeme prosesi eklenmiştir. Prosesin uygulanması için bir ilave tank yapılmıştır. Uygulanan prosesin toplam azot (TN) giderim verimliliği yaklaşık %90'dır. Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgeme prosesi uygulanarak bir yükseltgeme adımına (nitrit-->nitrat) gerek kalmadığından, daha az oksijen/hava kullanılmaktadır. Ayrıca, klasik nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesine göre daha az çamur üretilmektedir. Amonyum ve nitrat, oksijen beslemesini optimize etmek için havalandırmalı tankta izlenmektedir. Ayrıca, organik yük izlenmekte ve atıksu resirkülasyonu yoluyla ayarlanmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Amonyum yükseltgemesi, enerji tüketimini beraberinde getirmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, nihai arıtmanın, biyolojik arıtma içermediği durumlarda uygulanabilir değildir. Teknik, atıksu sıcaklığı düşük olduğunda uygulanabilir olmayabilmektedir.

Ekonomi

Konvansiyonel nitrifikasyon/denitrifikasyon adımına göre atıksu arıtma tesisinin (AAT) işletme maliyeti yaklaşık %60 oranında azaltılabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Üye Devletler'in, tatlı su ötrofikasyonunun azaltılmasına yönelik mevzuatları.

Örnek tesisler

Teknik, çeşitli FDM tesislerinde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[55, COM 2017]

2.3.6.3.3 Amonyak sıyırma

Tanım

Amonyaklı su fazından gaz fazına geçirmek için atıksuyun yüksek akışlı hava akımı ile teması sağlanır.

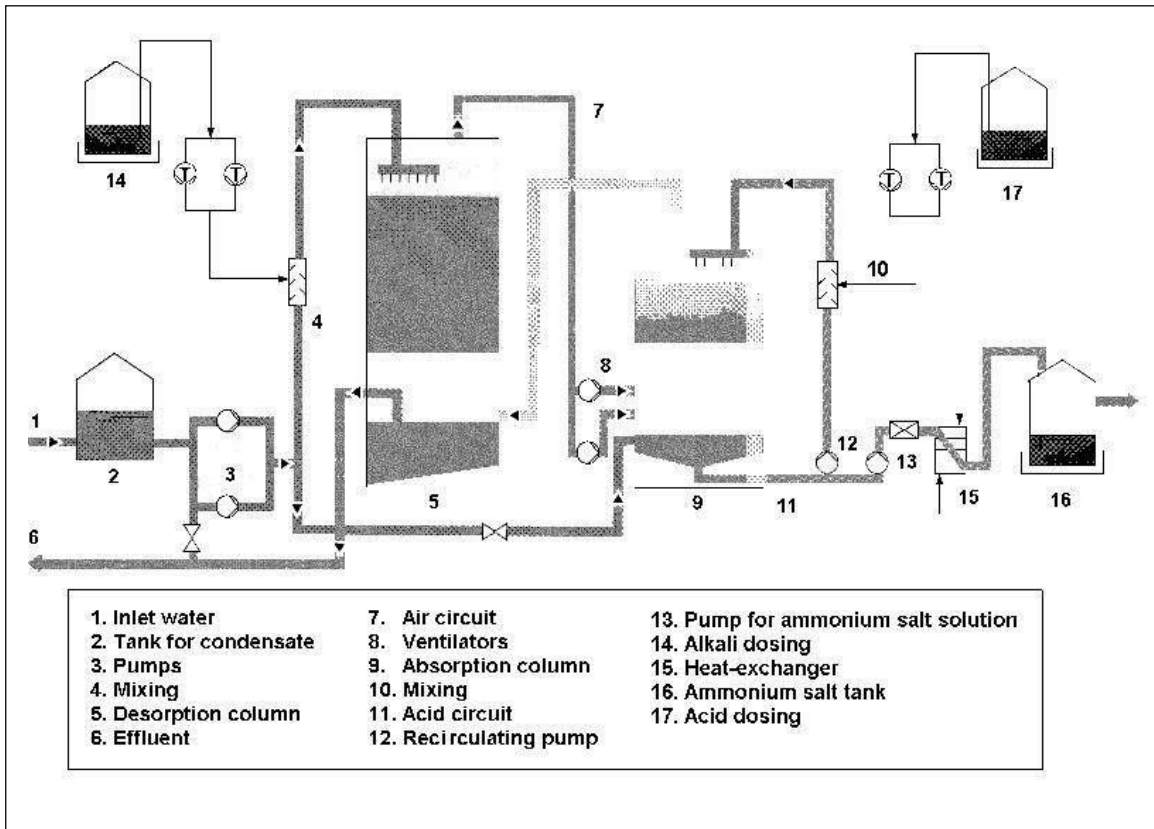
Teknik tanım

FDM sektöründe, yüksek amonyum konsantrasyonları içeren kondensat, iki aşamalı bir sistemde amonyaktan sıyrılabilir. Sistem, her ikisi de su-hava arayüzünü artırmak için dolgu malzemesi ile doldurulan desorpsiyon ve absorpsiyon kolonundan oluşmaktadır.

Desorpsiyon kolonu, daha sonra kolonda aşağıya doğru inen NH_3 yönünde $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$ dengesini değiştirmek amacıyla üstten alkali kondensat ile doldurulmaktadır. Aynı zamanda, kolon tabanından hava enjekte edilmektedir. Bu nedenle, ters akımlı proseste, su fazından gaz fazına amonyak geçişi gerçekleşmektedir.

Daha sonra, amonyakla zenginleştirilen hava, desorpsiyon kolonunda sirkülasyonu gerçekleşen, yaklaşık %40 amonyum sülfattan oluşan bir asidik çözelti ile, sıyırma havasından amonyak giderimi gerçekleştirilmektedir. Amonyaktan temizlenen hava nihai olarak sıyırma için yeniden kullanılmaktadır.

Sıyırma sonrasında düşük amonyum içeriğine sahip kondensat kısmen kullanım suyu olarak yeniden kullanılmakta, geriye kalan kondensat fazlası, aerobik biyolojik arıtma prosesine verilmektedir. Teknik, Şekil 2.16'da özetlenmektedir.



Şekil 2.16 Amonyak sıyırma prosesi

Elde edilen çevresel yararlar

Bu yararlar arasında, azot emisyon seviyelerinin azaltılması yer almaktadır. Daha az atık üretilmektedir, bir başka ifadeyle bu proses sırasında oluşan amonyum sülfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ çözeltisi, sıvı gübre veya geviş getiren hayvanların beslenmesinde proteinsiz azot kaynağı olarak kullanılabilir. Temizlenen su, kullanım suyu olarak yeniden kullanılabilir - bir başka ifadeyle, amonyum içeriği düşük kondensatın yeniden kullanımı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Çıkan akımda, < 2 mg/l amonyum konsantrasyonları elde edilebilmektedir. Bu, yaklaşık %99'luk bir verimliliğe karşılık gelmektedir. Şeker sektöründe üretilen kondensattan amonyak sıyırma ile ilgili örnek tasarım parametreleri, Tablo 2.54'te sunulmaktadır.

Tablo 2.54 Şeker sektöründe endüstriyel atıksudan (kondensat) amonyak sıyırma ile ilgili tasarım parametreleri

Parametre	Birim	Değer
Su geçişi	m ³ /s	400
Kondensat amonyak konsantrasyonu	mg/l	150
Çıkan akım amonyum konsantrasyonu (55 °C'de)	mg/l	1,7
Hava tüketimi	Nm ³ /s	320 000
Enerji tüketimi	kW	300
Kaynak: [192, COM 2006]		

Çapraz ortam etkileri

Atıksuyun adsorpsiyon kolonuna dökülmesi için enerji tüketimi gereklidir. Kondensatın, AAT'de arıtılması gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik olarak, amonyak sıyırma prosesi, yüksek amonyak konsantrasyonlarına sahip atıksu akımlarında kendini kanıtlamıştır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Düşük amonyum içerikli kondensat ve amonyum sülfat çözeltisinin her ikisi de yeniden kullanılabilir.

Örnek tesisler

Bu teknik, süt ürünleri sektöründeki bir FDM tesisinde (#295) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.6.4 Fosfor geri kazanımı ve/veya giderimi

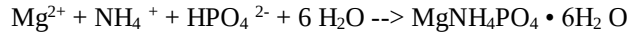
2.3.6.4.1 Strüvit olarak fosfor geri kazanımı

Tanım

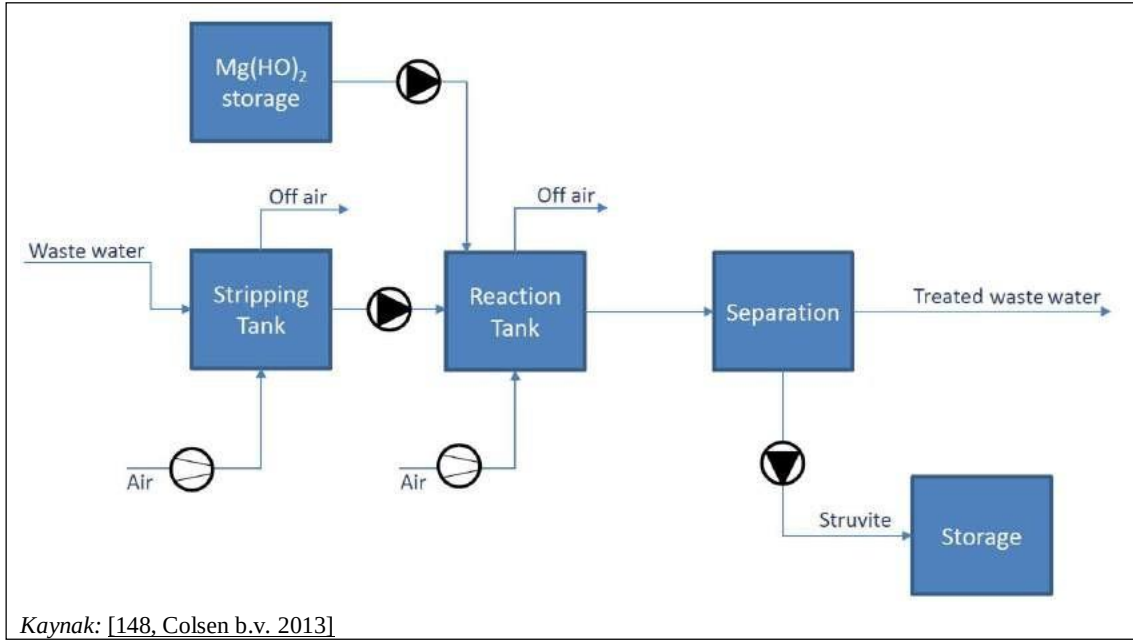
Fosfor, strüvit (magnezyum amonyum fosfat) formunda çökeltilerek geri kazanılır.

Teknik tanım

Yüksek fosfat konsantrasyonları içeren atıksu durumunda, strüvit çökeltilerek fosfor geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir. Reaksiyon, 7,5 - 10 pH seviyelerinde magnezyum ilavesiyle gerçekleşmektedir. Sonuç olarak, strüvit (magnezyum amonyum fosfat) oluşumu gerçekleşmektedir:



FDM sektöründe strüvit olarak fosfor geri kazanımına ilişkin en yaygın teknik, anaerobik çürütme sonrasında, karıştırmalı tank reaktörlerde atıksu kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Atıksu genellikle birinci tankta havalandırılmakta (bakınız Şekil 2.18), bunun sonucunda, CO₂ ayırmaya bağlı olarak pH artışı gerçekleşmektedir. Proses, ikinci reaktörde (bu reaktörde, magnezyum klorür veya magnezyum oksit, atıksu ile karıştırılmaktadır) ve strüvitin atıksudan giderildiği, susuzlaştırıldığı ve kurutulduğu bir seperasyon ünitesinde devam etmektedir. Geri kazanılan strüvit, saf kristal yapıdadır ve gübre olarak yeniden kullanılabilir.



Şekil 2.17 Strüvit olarak fosfor geri kazanım örneği akış şeması

FDM dışındaki sektörlerde strüvit geri kazanımı, dünya genelinde tam ölçekte faaliyet gösteren onlarca tesis ile pisu çözeltileri veya kanalizasyon çamuru çürütme ürününden veya hayvan gübresi çürütme ürün ya da belli sanayi atıksularından (yarı iletken sanayisi, gübre sanayisi, vb.) gerçekleştirilmektedir. Kentsel atıksular veya hayvan gübrelerine yönelik, sanayide kullanılabilen veya fosfat gübresi ürünlerine dönüştürülen diğer fosfat tuzları (örneğin potasyum strüvit, bruşit) veya fosforik asit geri kazanımının gerçekleştirildiği, geliştirme aşamasında olan veya tam ölçekli olarak faaliyet gösteren başka benzer teknikler bulunmaktadır. Bu teknikler de FDM sektöründe kullanılabilir [2, IED Forum 2018]. Kimyasal çökeltmenin genel tanımı için 2.3.6.4.2 no'lu maddeye bakınız.

Elde edilen çevresel yararlar

Toplam fosfor emisyon seviyelerinin azaltılması. Kimyasal fosfor çökmesine göre, AAT çamur üretiminin azaltılması. Diğer kullanımlar (örneğin gübre olarak) için fosfor geri kazanımı.

AB, fosforun %90'ından fazlası için ithalata bağımlıdır. Fosfat kayası ve beyaz fosfor P₄, AB Kritik Hammaddeler Listesi'ndedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Strüvit çökmesi, birçok patates işleme tesisinde tam ölçekte gerçekleştirilmektedir. Örneğin Belçika'da, iki patates işleme tesisinde UASB ile aerobik arıtma arasındaki baypasa, strüvit geri kazanım sistemi kurulmuştur.

Hollanda'da, bir patates işleme tesisi, günde 5 000 m³ atıksudan günde 1,8 ton strüvit üretmektedir; ortalama TP konsantrasyonu, giriş suyunda 50 mg/l, çıkış suyunda ise 10 mg/l'dir. Bir başka patates işleme tesisi, günde 2 880 m³ atıksudan günde 1,8 ton strüvit üretmektedir; ortalama TP konsantrasyonu, giriş suyunda 90 mg/l, çıkış suyunda ise 15 mg/l'dir [148, Colsen b.v. 2013].

Özetle, ortalama %80- 90 giderim verimliliği bildirilmiştir. Ulaşılabilecek çıkış suyu konsantrasyonu, en az 10 – 20 mg P-PO₄/l'dir. Doğrudan anaerobik çürütme sonrasında kanalizasyon çamurundan fosfat geri kazanımı gerçekleştirildiğinde, çamur hattının geri kalan kısmında cüruf bağlama riski büyük ölçüde azaltılabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik yalnızca yüksek toplam fosfor içeriği (örneğin 50 mg/l'nin üzerinde) olan ve güçlü akışa sahip atıksu akımları için uygulanabilir. Atıksuları yüksek fosfat konsantrasyonları içerdiğinden patates işleme tesisleri, fosfat geri kazanımı için uygun olabilir. Süt ürünleri, bira ve nişasta üretim sanayilerinin atıksularında fosfor azdır, bu nedenle, strüvit olarak fosfat geri kazanımının işletme maliyeti daha pahalı olabilmektedir.

Ekonomi

20 ppm çıkış P-PO₄ konsantrasyonu (giriş P-PO₄ konsantrasyonu yaklaşık 150 ppm) elde etmek için, 120 m³/s atıksu arıtması için yaklaşık 983 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir [193, TWG 2015]. Geri kazanım maliyeti, örneğin FeCl₃ kullanarak kimyasal çökeltme yoluyla fosfor giderimine göre düşüktür.

Ayrıca, strüvit olarak fosfor geri kazanımı, çamur arıtma ve bertaraf maliyetlerinin azalmasıyla sonuçlanabilmektedir. Geri kazanılan strüvitin satışından elde edilen muhtemel gelirler söz konusudur.

Uygulamanın ana etkeni

Konvansiyonel atıksu arıtma tesislerinde, geriye kalan fosfor esas olarak, metal tuzlarla kimyasal çökeltme yoluyla giderilmektedir. Bununla beraber, düşük emisyon seviyeleri (1 mg/l veya 2 mg/l TP) elde etmek için büyük miktarda kimyasal gerekmektedir ve büyük miktarda çamur üretilmektedir. Ayrıca, demir veya alüminyum gibi metal fosfat tuzları tarımda yeniden kullanılamamaktadır zira demir veya alüminyum fosfatları, normal pH koşullarında bitkiler için kullanılabilir değildir. Demir veya alüminyum (fosfatları çöktirmek için eklenmektedir) varlığı ve atıksu çamurunun ağır metaller ve toksik organik maddelerle kontaminasyonunun artmasından dolayı, tarımda kullanımı gittikçe popülerliğini yitirmekte veya tamamen terk edilmektedir [146, Desmidt ve ark. 2015].

Geri kazanılan fosfat, doğrudan veya ileri işlemeden sonra gübre olarak yeniden kullanılabilen, yatırımın ekonomik uygulanabilirliğini artırmaktadır. Gübre olarak doğrudan kullanım için, strüvit onaylanmak ve tanınmak zorundadır. Strüvit olarak fosfor geri kazanımı, AAT'de cüruf bağlama sorunlarının önlenmesine yardımcı olabilmektedir.

Örnek tesisler

- Belçika’da (#031) ve Hollanda’da (#453 ve #461) olmak üzere patates işleme ile ilgili üç FDM tesisi [193, TWG 2015].
- Belçika’daki üç patates işleme tesisi [141, NuReSys 2016]:
 - Agristo: 60 m³ atıksu/saat’ten 750 kg strüvit/gün üretimi, 2008’de devreye alınmıştır.
 - Clarebout potatoes (iki tesis): 120 m³ atıksu/saat’ten 1 800 kg strüvit/gün üretimi, 2012’de devreye alınmıştır; 80 m³ atıksu/saat’ten 1 100 kg strüvit/gün üretilmiştir, 2012’de devreye alınmıştır.
- Almanya’daki bir süt ürünleri tesisi 2006’dan bu yana işletimde olan, 125 m³ atıksu/saat’ten 1 580 kg strüvit/gün üretim kapasiteli bir strüvit tesisine sahiptir [141, NuReSys 2016].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [55, COM 2017], [141, NuReSys 2016], [146, Desmidt ve ark. 2015], [148, Colsen b.v. 2013], [193, TWG 2015], [228, Belgium-VITO 2015]

2.3.6.4.2 Çökeltme

Tanım

Çözünmüş kirleticilerin, kimyasal çökeltici eklenmesiyle çözünmez bileşiklere dönüştürülmesini ifade eder. Oluşan katı çökelti daha sonra sedimentasyon, hava flotasyonu veya filtrasyon yoluyla ayrılır. Fosfor çökeltmesi için, çok değerlikli metal iyonları (örneğin kalsiyum, alüminyum, demir) kullanılır.

Teknik tanım

Kimyasal fosfor çökeltmesi, bir biyolojik atıksu arıtma tesisinin (AAT) farklı aşamalarında gerçekleştirilebilen, sık kullanılan bir fosfor giderim yöntemidir. Fosfor çökeltmesi, atıksuda bulunan çözünür fosfatların çözünmez kimyasal bileşiklere (tuzlara) dönüştürülmesi ve bunu, söz konusu çözünmez çökelti sedimantasyon veya filtrasyon yoluyla gideriminin izlemesidir. En yaygın kullanılan kimyasallar kireç, alüminyum (esas olarak alüminyum sülfat) ve demirden (esas olarak demir üçklorür) oluşmaktadır.

Çökeltici tüketimi, reaktör giriş suyunun çevrimiçi fosfor izlemesiyle optimize edilebilmektedir [156, Belgium-VITO 2015]. Çökeltmenin genel tanımı için 2.3.6.4.2 no’lu maddeye bakınız.

Elde edilen çevresel yararlar

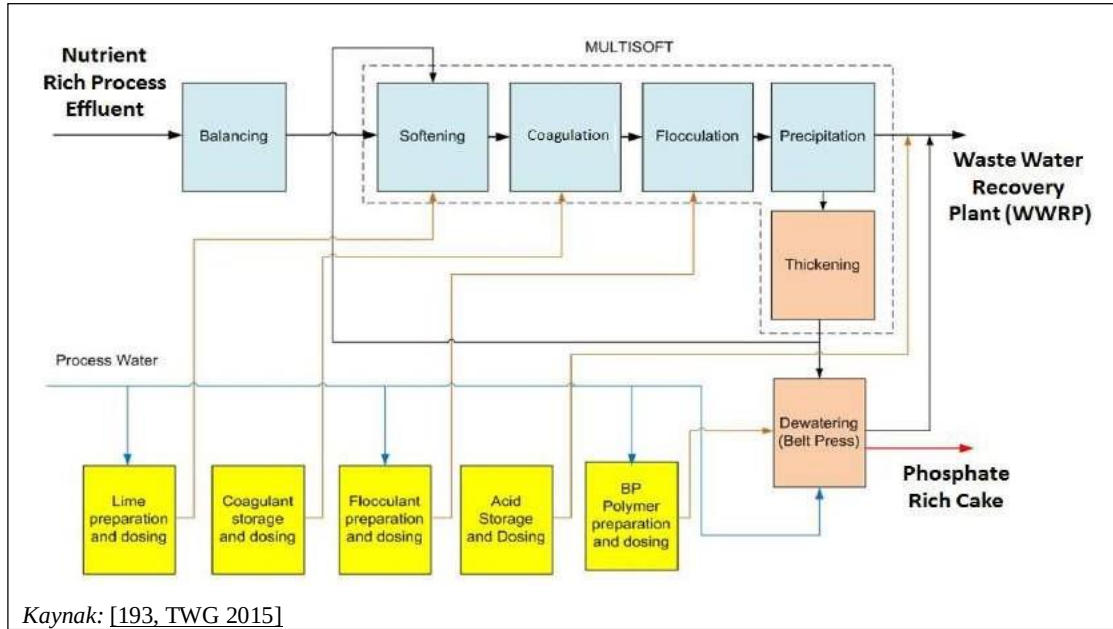
Fosfor emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde (#296), fosfor giderimine yönelik bir çökeltme sistemi dört tanktan oluşmaktadır: yumuşatma tankı, koagülasyon tankı (bu tankta kireç eklenmektedir), flokülasyon tankı (bu tankta mikro kum eklenmektedir) ve ince levhalar ile kazıyıcının bulunduğu çökeltme tankı. Katı maddeler çökeldikçe, mikro kumu çamurdan ayıran hidro siklona aktarılmaktadır. Mikro kum, kaybı en aza indirmek için flokülasyon tankına geri verilmektedir. 2016’da yaklaşık toplam 2 750 000 m³ atıksu miktarı için, 516 ton kireç kullanılmıştır; susuzlaştırma polielektrolit tüketimi, 9 000 kg ve flokülasyon polielektrolit tüketimi, 5 000 kg olmuştur. Ortofosfat yükü, %84 oranında azaltılarak, yıllık ortalama olarak 0,36 mg/l TP konsantrasyonu elde edilmiştir [193, TWG 2015].

Bir başka süt ürünleri tesisinde (#406), minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozu üretiminden kaynaklanan besin maddesi bakımından zengin proses suyu, fosfat giderim tesisine yönlendirilmektedir (bakınız Şekil 2.17). Proses suyu, fosfatı stokiometrik bileşimli Ca₅(PO₄)₃(OH) (ağırlıkça %19 P) olarak kimyasal olarak birleştirmek için, çözünürleştirilebilir sönmüş kireçle karıştırılmaktadır. İnce levhalı separatörde, kalsiyum fosfat çökeltisinin fiziksel olarak ayrılmasını desteklemek için bir koagülan (demir üçklorür) eklenmektedir. Kalsiyum fosfat çökeltisi, yıkama suyu ve düşük konsantrasyonlu flokülün (sentetik aniyonik polimer) ilavesiyle desteklenen bir bant preste susuzlaştırılmaktadır.

Ağırlıkça %19 fosfor (P) içeren kalsiyum fosfat keki, günde yaklaşık 6 ton olmak üzere, ıslak kek (%40'a kadar kuru katı maddeler) olarak tesisten ihraç edilmek üzere bant prestan bir konteynere aktarılmaktadır. Minerali giderilmiş peyniraltı suyu üretiminden kaynaklanan, besin maddesi bakımından zengin akım, yaklaşık 360 kg/gün toplam fosfor (P) içeren yaklaşık 460 m³/gün'dür. Toplam fosforun %90'ı azaltılarak, yıllık ortalama olarak çıkış suyunda 1,8 mg/l TP konsantrasyonu elde edilmektedir [193, TWG 2015].



Şekil 2.18 Kimyasal çökelme ile fosfor giderimi

Yemelik yağlar yağhane atıksularından fosfor giderimi, organik olarak bağlı fosfor, inorganik çöktelticilerle reaksiyona girmediğinden bu fosforun inorganik formlara dönüştürülmesi için biyolojik atıksu arıtması gerektirmektedir. Daha sonra, örneğin alüminyum tuzları ile gerçekleştirilen çökelme, rafine edilmemiş yağın 4,5 g/t'nin altında nihai emisyon seviyelerini sağlayabilmektedir [35, Germany 2002].

Finlandiya'daki aktif çamur prosesi ve eş zamanlı çökelme uygulayan beş patates nişastası tesisi toplam fosfor emisyonu seviyeleri Tablo 2.55'te verilmektedir.

Tablo 2.55 Finlandiya'daki aktif çamur prosesi ve eş zamanlı çökelme uygulayan beş patates nişastası tesisi toplam fosfor emisyonu seviyeleri

	Toplam fosfor seviyesi (mg/l)
Giriş suyu	30 - 90
Çıkış suyu	1 - 2
Not: Aktif çamur yükü 0,1 – 0,3 kg BOİ/m ³ /gün.	
Kaynak: [192, COM 2006]	

Çapraz ortam etkileri

Çamur üretimi ve kimyasal çökteltici tüketimi. Demir veya alüminyum gibi metal fosfat tuzları tarımda gübre olarak yeniden kullanılmayabilmektedir zira demir veya alüminyum fosfatları, normal pH koşullarında bitkiler için kullanılabilir değildir [146, Desmidt ve ark. 2015].

Ekonomi

Yılda yaklaşık 100 000 ton hammadde işleyen bir mevcut süt ürünleri işleme tesisi fosfor çökeltme tesisi için yaklaşık 2 700 000 avro toplam maliyet ve yaklaşık 0,45 avro/m³/arıtılan atıksu ortalama işletme maliyeti bildirilmiştir. Toplam fosforun izlenmesi için çevrimiçi aracın maliyeti yaklaşık 15 000 avrodur [193, TWG 2015].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Uygulamanın ana etkeni

Fosfor giderimi, biyolojik arıtma öncesinde uygulandığında, AAT enerji maliyetleri azaltılabilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM tesislerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örnek tesisler arasında tesis #296 ve #406 bulunmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [146, Desmidt ve ark. 2015], [156, Belgium-VITO 2015], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.6.4.3 Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi

Tanım

Aktif çamur bakteriyel topluluğunda fosfat birikten mikroorganizmaları seçici bir şekilde zenginleştirmek için aerobik ve anaerobik arıtma kombinasyonudur. Bu mikroorganizmalar, normal büyüme için gerekenden fazla fosfor alır.

Teknik tanım

FDM atıksuları, kullanılan temizlik maddelerinin fosfat içeriği bulunması halinde önemli miktarlarda fosfor içerebilmektedir. Sisteme giren fosforun toplam %10 - 25'i, birincil veya ikincil arıtma sırasında giderilebilmektedir. Ayrıca, ileri giderimin gerekmesi halinde, biyolojik arıtma yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler, normal hücre büyümesi için gerekenden daha fazla fosfor alımı yapmaları için çamurdaki mikroorganizmaların strese sokulmasına dayanmaktadır. Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi (EBPR) için kullanılan iki tür proses tanımlanmaktadır:

- Ana akım fosfor giderimine yönelik patentli A/O prosesi, kombine karbon yükseltgenmesi ve atıksu fosfor giderimi için kullanılmaktadır. Bu proses, sırasıyla anaerobik ve aerobik bölümleri birleştiren tek çamur askıda üreme sistemidir.
- Yan akım fosfor giderimine yönelik patentli Phostrip prosesinde, geri dönen aktif çamurun bir bölümü, anaerobik fosfor sıyırma tankına yönlendirilmektedir.

Belli işletim koşullarında, mikroorganizmalar tarafından, "lüks alım" olarak bilinen, gerekenden daha fazla fosfor alımı gerçekleştirilebilmektedir. Anaerobik koşullarda, mikroorganizmalar, dahili olarak biriken polifosfattaki yüksek enerjili bağları kırmakta, bunun sonucunda fosfat salımı ve uçucu yağ asitleri (VFA'lar) veya diğer kolayca biyobozunur organik bileşikler formunda organik madde tüketimi gerçekleşmektedir. Daha sonra mikroorganizmalar aerobik koşullar altına konulduğunda, fosfat alımı gerçekleştirerek, dahili polifosfat molekülleri oluşturmaktadır. Bu "lüks alım", hücrelerce anaerobik bölgede serbest bırakıldan daha fazla fosfatın içerilmesiyle sonuçlanmakta, böylece çözeltideki toplam fosfat konsantrasyonu azaltılmaktadır. Mikroorganizmalar imha edildiğinde, içerilen fosfat da giderilmektedir. Yeterli VFA beslemesi, fosforun biyolojik olarak gideriminde anahtardır [168, COM 2016].

Gelişmiş biyolojik fosfor giderimi (EBPR), birincil sedimantasyon ile veya birincil sedimantasyon olmadan nitrifikasyon ve/veya denitrifikasyon gerçekleştiren arıtma tesislerinde gerçekleştirilebilmektedir. Hem azot hem fosforun giderileceği durumlarda, en yaygın olarak kombine prosesler kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Fosfor, BOİ ve TOK veya KOİ emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Çeşitli atıksu arıtma yöntemlerinin fosfor giderim verimlilikleri Tablo 2.56’da verilmektedir.

Tablo 2.56 Çeşitli atıksu arıtma tekniklerinin fosfor giderim verimlilikleri

Atıksu arıtma tekniği	Fosfor giderim verimliliği (%)
Birincil arıtma (bakınız 2.3.6.1 no’lu madde)	10 - 20
Çökeltme (bakınız 2.3.6.5 no’lu madde)	70 - 90
Aktif çamur (bakınız 2.3.6.2.1.1 no’lu madde)	10 - 25
Damlatmalı filtre (bakınız 2.3.6.2.1.5 no’lu filtre)	8 - 12
RBC (bakınız 2.3.6.2.1.7 no’lu madde)	8 - 12
EBPR (bakınız 2.3.6.4.3 no’lu madde)	70 - 90
Filtrasyon (bakınız 2.3.6.5.3 no’lu madde)	20 - 50
RO-Ters Ozmoz (bakınız 2.3.6.5.4 no’lu madde)	90 - 100
Kaynak: [192, COM 2006]	

Bira fabrikasında #157, anaerobik reaktör atıksuları, atıksuların aerobik çamur (ikinci sedimantasyondan kaynaklanan) ve arıtılmamış nötrale atıksu (anaerobik çürütme öncesi alınan) ile karıştırıldığı bir rezervuara yönlendirilmektedir. Tüm bu akışlar resirkülasyona girmektedir ve bu koşullarda, aerobik çamur, fosfor özümleyen bakterilerin üremesini desteklemektedir. Bu teknik uygulandıktan sonra yaklaşık 2 - 3 mg/l fosfor konsantrasyonu (yaklaşık %80 azaltım verimliliği) bildirilmiştir.

EBPR’nin sevkini, çökeltmeden daha zor olduğu bildirilmektedir. Çamur yaşı, 7 günün altında tutulmalıdır. Kalış süresi, 1 saatten kısa olmalıdır.

Çapraz ortam etkileri

İleri aerobik arıtmaya atıksu sevki için pompalama gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bir bira fabrikasında 300 m³/s atıksu debisi için yaklaşık 160 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir. Bu rakam, daha önce fosfor çökeltmesi için kullanılan kimyasallara gerek kalmaması nedeniyle yıllık 170 000 avroluk tasarrufla dengelenmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Tatlı su ötrofikasyonu ihtimalinin azaltılması.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira üretimi, sebze-meyve, et, nişasta ve süt ürünleri sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir. Örnek tesisler arasında tesis #024, #157 ve #442 bulunmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001], [78, Metcalf & Eddy 1991], [168, COM 2016], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.6.5 Son katı madde giderimi

2.3.6.5.1 Koagülasyon ve flokülasyon

Tanım

Koagülasyon ve flokülasyon, askıda katı maddeleri atıksudan ayırmak için kullanılır ve genelde ardışık adımlarda gerçekleştirilir. Koagülasyon, askıda katı maddelerin tersi yüklerle koagülan eklenmesiyle gerçekleştirilir. Flokülasyon, polimer eklenmesiyle gerçekleştirilir, böylece mikro topak partiküllerin çarpışmaları, daha büyük topaklar üretecek şekilde bağlanmalarına neden olur.

Teknik tanım

Katı partiküller, basit yerçekimli yollarla ayırlamadığında, örneğin çok küçük olduklarında, bu partiküllerin yoğunluğu, suyun yoğunluğuna çok yakın olmaktadır ve partiküller asıltı/emülsiyon oluşturduğunda, koagülasyon ve flokülasyon kullanılabilir. Bu teknik ile, kimyasal reaksiyon yoluyla, suda çözünen maddeler, çözünmez partiküllere dönüştürülmektedir.

Bu proses, üç büyük bölümden oluşmaktadır. Birinci aşama, sistem kararlılığından sorumlu kimyasal potansiyelini azaltarak koloidal/emülsiyon sistemini kararsız hale getirmek amacıyla gerçekleştirilen koagülasyondur. Bu genellikle, alüminyum sülfat, demir üçklorür veya kireç gibi inorganik kimyasallarla dozlama yaparak gerçekleştirilmektedir. Sonraki aşama, atıksuyu karıştırarak, küçük partiküllerin, çökelmiş veya yüzer durumda bulunabilen büyük partiküllere flokülasyonudur. Bu, büyük topaklar elde etmek için köprü oluşturmak üzere polielektrotların ilavesini içerebilmektedir. Koagülasyon-flokülasyon dışında, belli ölçüde metal hidroksit çökmesi gerçekleşmekte ve bu hidroksitler, katıyağ partiküllerini adsorbe etmektedir. Çökeltme sonrasında, çamurlar, sedimantasyon (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde) veya DAF (bakınız 2.3.6.5.4 no'lu madde) yoluyla, biyolojik arıtma öncesinde giderilmektedir.

Ayrıca, bu teknik, ikinci arıtma sırasında, örneğin aktif çamur prosesinde eş zamanlı olarak uygulanabilmektedir. Fosfor giderimi için üçüncül arıtma olarak çökeltmenin uygulandığı örnekler için bakınız 2.3.6.5 no'lu madde.

Elde edilen çevresel yararlar

TAKM, FOG ve fosfor emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Koagülasyon ve flokülasyonun etkinliği ile koagülanların seçimi, ayrılacak partiküllerin yük, boy, şekil ve yoğunluğu arasındaki etkileşimin anlaşılmasına bağlı olmaktadır. Nihai koagülan seçimi, kapsamlı kavanoz testi ve tesis ölçekli değerlendirme sonrasında yapılmalıdır. Gerekli çıkış suyu kalitesi, ardıl arıtma prosesi performansı üzerindeki etki, maliyet, çamur taşıma ve bertaraf maliyet ve yöntemi ile etkin arıtma için gereken dozda toplam net maliyet hususları göz önünde bulundurulmalıdır.

Performansları değişen atıksu özelliklerine çok duyarlı olduğundan kimyasal arıtma tesislerinin işletimi zordur, dolayısıyla bu tesislerin otomasyonu zordur ve tesisler önemli operatör işgücü gerektirmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Atıksuya kimyasalların ilavesinden dolayı, çözünen katı madde/tuz içeriği büyük ölçüde artabilmektedir ve oluşan katı atığın yeniden kullanımı veya bertarafı zordur olmaktadır. Bir başka çapraz ortam etkisi, karıştırma için enerji tüketimidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bu teknik, bertarafı pahalı katı atık üretmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bu teknik aşağıdaki birçok FDM sektöründe uygulanmıştır: süt ürünleri, yağlı tohum işleme ve rafinasyonu, bira üretimi, şeker üretimi, nişasta üretimi, sebze-meyve [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [109, Finland 2003], [193, TWG 2015]

2.3.6.5.2 Sedimentasyon**Tanım**

Askıdaki partiküllerin yerçekimli çökeltme yoluyla ayrılmasıdır.

Teknik tanım

Sedimentasyonun ayrıntılı teknik tanımı, Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF'te bulunabilir [168, COM 2016].

Elde edilen çevresel yararlar

Yararlar arasında, TAKM emisyon seviyelerinin azaltılması yer almaktadır. Oluşan çamurlar, örneğin muhtemel hayvan yemi için yan ürün olarak geri kazanılabilmektedir. TAKM aynı zamanda, partikül organikleri içerebilmektedir, bir başka ifadeyle sedimentasyon, çözünmez katı madde olarak bulundukları sürece TOK veya KOİ, TN ve TP emisyon seviyelerini azaltacaktır. Bununla beraber, giderim verimliliği, toplam TOK içindeki katı TOK oranına bağlıdır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Su ürünleri sektöründe, katı maddelerin %35'e kadarlık bölümünün sedimentasyon yoluyla giderilebildiği bildirilmiştir. Tablo 2.57'de, sedimentasyon sonrası bira sektörü tipik performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 2.57 Sedimentasyon sonrası bira sektörü tipik performans verileri

Başlangıç yükü (m ³ /m ² /s)	Nihai TAKM (mg/l)
0,5 - 1,0	20 - 30
Not: Kabul edilebilir yük, çamurun sedimentasyon özelliklerine bağlı olacaktır. Kaynak: [72, Brewers Europe 2002]	

Sedimentasyonun avantajları ve dezavantajları, Tablo 2.58'de verilmektedir.

Tablo 2.58 Sedimentasyonun avantajları ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Tesisin basitliği, arıza olasılığı olmaması	Dikdörtgen veya yuvarlak havuzlar, büyük yüzey alanları kaplayabilir.
	İnce yayılmış madde için uygun değil
	İnce levhalı separatörler, katıyağ ile tıkanmaya maruz kalabilir.
Kaynak: [192, COM 2006]	

Şeker sektöründe, su yolu ve taşıma suyu, çamur, taş ve atık bitki ayrıca zarar görmüş şeker pancarı kaynaklı yüksek KOİ içermektedir. Ağır toz, sedimentasyon gerektirmektedir. Büyük sedimentasyon havuzları kullanımı bildirilmiştir. Çökeltme havuzlarından gelen çamur ilave susuzlaştırmaya tabi tutulmakta ve susuzlaştırma işleminden geri kazanılan çözeltiler, difüzörler veya su yolu ile fabrikaya geri verilebilmektedir.

Sedimentasyon sırasında birincil çamur ile, giren fosfor yükünün ortalama yaklaşık %11'i giderilmektedir [146, Desmidt ve ark. 2015].

Çapraz ortam etkileri

Çökelen çamur, geri dönüşüm veya yeniden kullanım için uygun değilse, atık olarak bertaraf edilmelidir. Pompalar, mahfaza içinde olabilmektedir, ve çamur/köpük giderme sistemi gürültü kaynaklarıdır. Atıksu kokulu maddeler içerdiğinde, sedimentasyon havuzunun üzerinin kapatılması ve gerekirse ortaya çıkan atık gazın bir işlem sistemine verilmesi gerekebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Atıksu arıtma ücretleri genellikle, IED kapsamındaki çoğu tesis için TAKM ayırmayı maliyet etkin kılmaktadır. DAF'ye göre, sedimentasyonun sermaye maliyetleri yüksek, işletme maliyetleri ise düşüktür.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [72, Brewers Europe 2002], [146, Desmidt ve ark.. 2015], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.5.3 Filtrasyon

Tanım

Kum filtrasyonu, mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyon gibi gözenekli bir ortamdan geçirerek katı maddelerin atıksudan ayrılmasıdır.

Teknik tanım

Sedimentasyon (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde) ve DAF'nin (bakınız 2.3.6.5.4 no'lu madde) aksine, filtrasyon partiküller ile sıvı arasında herhangi bir yoğunluk farkı gerektirmemektedir. Partiküller ve sıvının ayrılması, filtrenin iki tarafı arasındaki basınç farkı ile gerçekleştirilerek, suyun filtreden geçmesine izin verilmektedir. Böylece, partiküller filtre ortamı ile geride tutulmaktadır. Filtrasyonun ayrıntılı teknik tanımı, Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF'te bulunabilir [168, COM 2016]. Membran filtrasyonu ile ilgili bilgiler açık bir şekilde 2.3.6.5.4 no'lu maddede verilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

TAKM emisyon seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bira sektöründe, 15 mg/l BOİ ve 20 - 30 mg/l TAKM'den daha sıkı atıksu gerekliliklerine uygunluk için kum filtre kullanımı bildirilmiştir. Uzun aerobik arıtma sonrasında çözünür BOİ çok düşük olduğundan, TAKM'nin giderilmesinde kum filtreler kullanılmaktadır. Filtrasyonu kullanarak %20 - 50 fosfor giderim verimlilikleri bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Uygulamanın ana etkeni, nihai atıksu çıkış sularındaki askıda katı madde miktarının azaltılması ve yasal deşarj standartlarına uygunluğun sağlanmasıdır. Filtrasyonun çamur arıtma amacıyla kullanılması halinde ise, uygulamanın ana etkeni, su içeriğinin ve müteakiben üretilen çamur miktarının azaltılmasıdır.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira, süt ürünleri, alkolsüz içecekler, yağlı tohum, et ve sebze-meyve sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [72, Brewers Europe 2002], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.5.4 Flotasyon**Tanım**

Katı veya sıvı partiküllerin, genellikle hava olmak üzere ince gaz kabarcıklarına bağlanarak atıksudan ayrılması. Yüzer partiküller, su yüzeyinde birikir ve sıyrıcılar ile toplanır.

Teknik tanım

Yemelik yağ/katıyağ gibi sudan hafif olan maddelerin ayrılması, flotasyonla artırılabilir. Bu teknik, kalış süresini azaltmaktadır ancak, emülsifiye FOG'nin sudan ayrılmasını sağlamamaktadır. Bu nedenle, FDM sektöründe, serbest FOG giderimi için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çözünmüş hava flotasyonu (DAF) olarak da bilinen flotasyonun temel mekanizması, yüzdürülecek askıda katı maddeleri içeren atıksuya küçük hava kabarcıkları eklenmesidir. İnce hava kabarcıkları, kimyasal olarak koşullandırılmış partiküllere tutunmakta ve bu kabarcıklar yüzeye yükseldikçe, onlarla birlikte katı maddeler de yüzeye doğru yüzmektedir.

Hava, basınç altında, bir başka ifadeyle 300 - 600 kPa (3 - 6 bar), çözünmektedir. Normalde hava, bir DAF ünitesinden geçmiş olan arıtılmış atıksuyun geri dönüşüm akımına verilmektedir. Bu aşırı doymun hava ve atıksu karışımı, basıncın serbest bırakılarak çok sayıda küçük hava kabarcıklarının oluşturulduğu büyük bir flotasyon havuzuna akmaktadır. Burada, birikmekte, koyulaşmakta ve mekanik sıyırma veya emme çekme ile giderilmektedir. Flokülasyonu, dolayısıyla kabarcıkların tutunmasını artırmak için polimerler, alüminyum sülfat veya demir üçklorür gibi kimyasallar kullanılmaktadır. DAF ekipmanı, sedimantasyon için kullanılan ekipmana benzerdir (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde).

Elde edilen çevresel yararlar

Serbest FOG, BOİ/KOİ, TAKM, azot ve fosfor emisyon seviyeleri azaltılmaktadır. Çamur aynı zamanda, biyogaz üretimi için kullanılabilir. Sistem, aerobik olarak tutulmaktadır, böylece koku sorunları riski düşüktür.

Çevre performansı ve işletim verileri

DAF üniteleri, deniz ürünleri işleme atıksularının arıtılmasında belli ölçüde başarılı olmuştur. Koagülan ve flokülanlarla birlikte kullanıldığında, DAF üniteleri askıda katı maddeleri %50 ve FOG'yi %80'e kadar giderebilmektedir. Koagülan ve flokülanların ilavesi, seperasyon verimliliklerini %80 - 95 arasına çıkarabilmektedir. KOİ/TOK ve BOİ giderimi, çözünen malzeme miktarına bağlıdır ve seperasyon verimlilikleri, %15 - 65 arasında değişebilmektedir. Sıkı çevre kurallarını karşılamak için katıyağ ve yağ gideriminin iyileştirilmesi amacıyla kimyasallar kullanıldığında, katıyağ ve yağ geri kazanımı kolay olmamaktadır. Deniz ürünleri atıksularının arıtılmasında kullanılan DAF üniteleri genellikle, protein çözünürlüğünü en aza indirmek için yaklaşık pH 5'te çalıştırılmaktadır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

DAF sırasında, basınçlandırma sistemi, tıkanma sorunlarına açık olabilmektedir. Genelde, bir DAF hücresinden geri kazanılan çamur, yaklaşık %3 - 4 kuru katı madde içeriğinde olacaktır. Geri kazanılacak çamurlar için, koagülan ve flokülanlar önlenmek veya uygun maddeler seçilmek zorundadır.

Çapraz ortam etkileri

Teknik, basınçlı hava için enerji tüketimi ve atıksudaki protein miktarına bağlı olarak, flokülan ilavesini gerektirmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Sedimentasyona göre, DAF'nin sermaye maliyetleri düşük, işletme maliyetleri ise yüksektir.

Uygulamanın ana etkeni

- Ardıl atıksu arıtma ücretleri maliyetini azaltmak için deşarjdaki TAKM'nin azaltılması yararlı olmaktadır.
- Sedimentasyona göre, DAF, daha az alan istemektedir, daha yüksek ayırma verimliliğine sahiptir ve belli ölçüde, darbe yüklerini absorbe edebilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik FDM tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [13, Nordic Council of Ministers 1997], [35, Germany 2002], [193, TWG 2015], [205, Nordic Council of Ministers 2015], [226, EDA 2016]

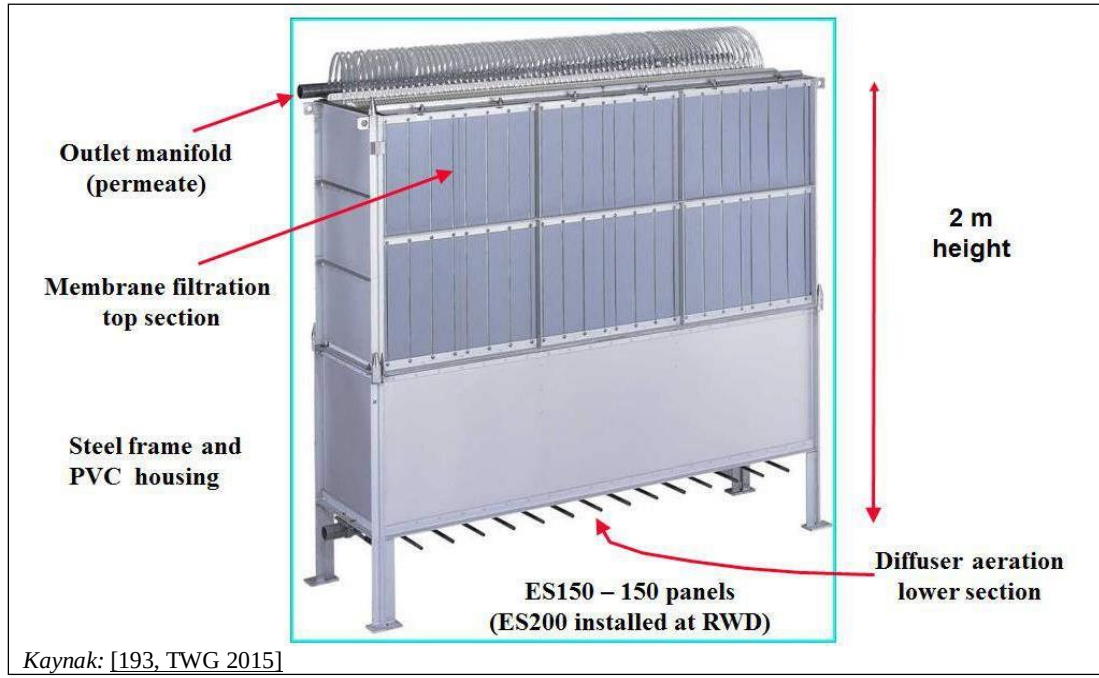
2.3.6.5.5 Membran filtrasyonu

Tanım

Maddelerin seçimli seperasyonunu gerçekleştirmek için basınç tahrikli yarı geçirgen bir membran (örneğin ultrafiltrasyon, ters osmoz) kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Membran filtrasyonu proseslerinde, atıksudaki maddelerin seçimli seperasyonu için basınç tahrikli yarı geçirgen bir membran kullanılmaktadır. Seçilebilirliğin büyük bölümü, gözenek boyuna göre belirtilmelerle oluşturulmaktadır. Membranın gözenek boyu, çöktürler veya askıda katı maddelerin giderimi durumunda görece büyük, inorganik tuzlar veya organik moleküllerin giderimi içinse çok küçüktür. İşletim sırasında, besleme çözeltisi, membran yüzeyinden akmakta, temiz su membrandan geçmekte ve bulaşkanlar ve beslemenin bir bölümü, çözeltide kalmaktadır. Temiz veya arıtılmış atıksu, permeat veya ürün su akımı olarak anılırken, bulaşkanları içeren akım, konsantre, tuzlu su veya ıskarta olarak anılmaktadır. Bir membran ünitesi örneği Şekil 2.19'da gösterilmektedir.



Şekil 2.19 Bir süt ürünleri tesisinde uygulanan membran ünitesi örneği

Membran filtrasyonunun biyolojik atıksu arıtması ile birleştirildiği örnekler için bakınız 2.3.6.2.3.1 no'lu maddede verilen membran biyoreaktör tekniği (MBR).

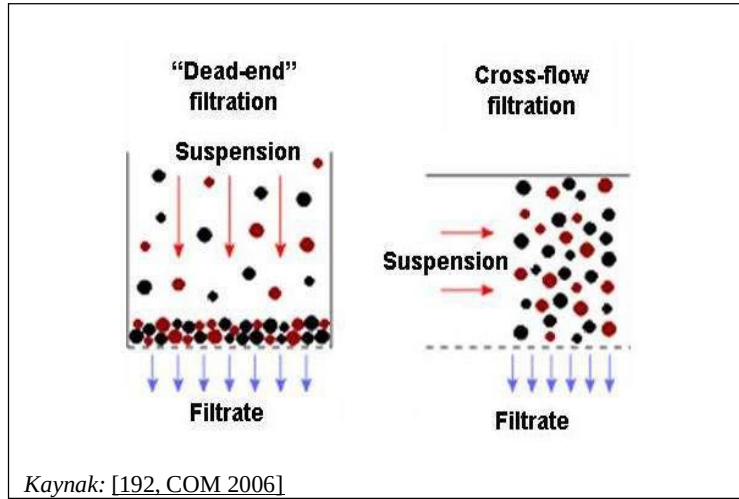
Ultrafiltrasyon (UF) membranlarının gözenekleri küçüktür, $0,001 - 0,02 \mu\text{m}$. En küçük gözenek boylu UF membran, çapı 1 nm 'den büyük molekülleri veya $2\,000$ atomik kütle birimlerinden büyük nominal moleküler ağırlıkları ret kapasitesine sahiptir. Membranın cüruf bağlamasını önlemek için belli ölçüde birincil arıtma gerekebilmektedir. Çoğu UF tasarımlarında, membran modülünü tıkayabildiklerinden besleme akımına adsorban veya flokülün ilavesi önerilmemektedir. Ultrafiltrasyonun (UF) uygulamaları arasında, atıksudan yağ giderimi ile renkli asıtlardan bulanıklık giderimi yer almaktadır.

Ters osmoz filtrasyonu (RO), çözünmüş organik ve inorganik molekülleri reddetme yeteneğine sahiptir. Suyun çözünmüş tuzlardan ayrılması, tuzların yol açtığı ozmotik basınçtan büyük bir basınçta yarı geçirgen membran ile filtreleme yoluyla gerçekleştirilmektedir. RO'nun avantajı, çözünmüş organiklerin, diğer proseslere göre daha az seçimli olarak ayrılmasıdır. Arıtılmış çözelti membrandan geçmektedir.

Nanofiltrasyon (NF), ultrafiltrasyon (UF) ve ters osmoz filtrasyonu (RO) özelliklerini yüksek seçicilikle birleştiren görece yeni bir tekniktir. Adını, bazı nanometrelerin yaklaşık kesme boyu veya daha net ifadeyle, $200 - 1\,000 \text{ g/mol}$ 'lük molar kütlelerden almaktadır. Bu, tanımlı boyda gözenekleri bulunan ancak tutulmaları, ayrılacak olan moleküllerin elektrostatik yüküne bağlı olan özel nanofiltrasyon membranlarla gerçekleştirilmektedir. Membranlar, minerallerle ilgili seçimli geçirgenliğe, bir başka ifadeyle tek değerlikli katyonlar ve anyonlar için güçlü, çift değerlikli katyonlar için zayıf geçirgenliğe sahiptir. Nanofiltrasyon sistemleri, $1 - 5 \text{ MPa}$ aralığında orta basınçlarda çalıştırılmaktadır.

Elektroliz, hidrolik kuvvetin aksine itici güç olarak bir elektrik alanını kullanarak iyonik seperasyon sağlamaktadır. Kullanılan membranlar, iyon seçimli (katyon ve anyonlar için) olacak şekilde adapte edilebilmektedir. Komple elektroliz birimini oluşturmak için çok sayıda hücre gereklidir. Tuzların membran yüzeyi üzerinde kimyasal çökmesi ve artık organik asıtlarla tıkanma, atıksu aktif karbon veya kimyasal çökeltme ya da bir tür çok ortamlı filtrasyon ile ön arıtmaya tabi tutularak önlenmektedir.

Çapraz akış filtrasyonu bazı durumlarda kör uç filtrasyonuna alternatif olmaktadır. Çapraz akış filtrasyonu, akışın membran yüzeyine paralel olduğu filtrasyondur. Akışın tamamının basınç altına getirilmesi gerekmektedir. Bunun prensibi Şekil 2.20’de gösterilmektedir. Besleme akımı, kapsamlı birincil arıtma gerektirmese de membran cüruf bağlamaya karşı görece dirençlidir ve kolayca temizlenebilmektedir. Bu teknik, besleme akımlarından bakteri ve bulaşkanların giderilmesi için uygulanabilmektedir ancak, aktif bileşenler görece çözünmez olmadığı veya askıdaki maddeye tutunmadığı sürece pestisit artması için etkin değildir. Çapraz akış filtrasyonunda, suyun tümü basınç altına konulduğundan yüksek enerji tüketimi söz konusudur. Bira fabrikaları, şarap fabrikaları, süt ürünleri tesisleri ve atıksu arıtma tesislerinde (AAT) uygulanmaktadır [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [11, Envirowise (UK) 1998], [142, Ellis L. 2002].



Şekil 2.20 Kör uç filtrasyonuna göre çapraz akış filtrasyonu prensibi

Elde edilen çevresel yararlar

Askıda, koloidal ve çözünmüş katı madde emisyon seviyeleri azaltılmaktadır. Fosfor emisyon seviyeleri azaltılabilmektedir - ters osmoz filtrasyonu kullanarak. Ayrıca, bu tekniğin uygulanması aşağıdaki durumlara yol açabilmektedir:

- İleri arıtma/bertaraf öncesinde miktarları azaltmak için atıksu akımları konsantrasyonu, örneğin yeniden kullanım için uygun konsantrasyonlar için seyreltik atığın muhtemel konsantrasyonu,
- Tesiste veya başka yerde pahalı bileşenlerin yeniden kullanım veya tedarikçilere iade/satış için geri kazanımı,
- Yeniden kullanım için suyun geri kazanımı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Membranların cüruf bağlaması ve jel polarizasyonu kaynaklı sorunlar oluşabilmektedir. Membranlardan akım oranları görece düşük olduğundan, malzeme geri kazanımı için büyük bir membran alanı gerekmektedir.

Ultrafiltrasyon (UF) kullanarak, beslemenin %90-95’i, ürün suyu olarak geri kazanılabilmektedir. Ters osmoz filtrasyonu (RO) kullanarak %90 - 100 fosfor giderim verimlilikleri bildirilmiştir.

RO membranları, cüruf bağlamaya çok hassastır ve kapsamlı birincil arıtma gerektirebilmektedir. Bir nişasta tesisinde (#419), sondaj kuyusu suyunda doğal olarak üreyen bakterilerin giderimi, soğutma suyu devresinde kullanılmadan önce suyun arıtılması için özel RO tesisindeki filtrelerin hizmet ömrünü büyük ölçüde azaltmıştır [193, TWG 2015]. Membran ve partiküllere saldırabilecek yükseltgeyiciler, örneğin yağ, gres ve bir film veya tufal oluşmasına yol açabilecek diğer maddeler, birincil arıtma ile giderilmelidir veya membranın sık temizlik döngülerine tabi tutulması gerekecektir. RO ürün akımları normalde çok kalitelidir ve imalat prosesinde yeniden kullanım için uygundur. Standart uygulama, reddedilen akımın bertaraf edilmesi veya konsantre tuzlu su için uygun bir arıtma uygulanmasıdır.

Elde edilebilecek geri kazanım ayrıca, gereken işletme basıncı, çözünmüş katı maddelerin türü ve konsantrasyonlarına bağlı olacaktır. RO, aktif içerik moleküler ağırlıkları 200 atomik kütle birimlerinden büyük olan ağır metaller ve pestisitleri gidermek için kullanılmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Ek atıksu oluşabilmektedir. Membranların temizliği için kimyasal kullanımı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Membranların kullanım ve temizliğiyle bağlantılı işletme maliyeti çok yüksek olabilmektedir. Ayrıca, yüksek enerji maliyetleri söz konusudur.

Bir süt ürünleri tesisinde, yaklaşık yılda 130 000 m³ atıksu geri dönüşümü RO tesisi için toplam 3 600 000 avro maliyet bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira, süt ürünleri, yağlı tohum ve sebze-meyve sektörlerinde birçok FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [11, Envirowise (UK) 1998], [51, Ullmann 2001], [71, AWARENET 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [142, Ellis L. 2002], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.6.5.6 UV ışıını

Tanım

UV ışığı, bakteri ve virüslerdeki hücresel genetik madde tarafından kolayca soğurulur ve hücrenin çoğalmasını önler.

Teknik tanım

2254 nm'de UV ışığı, bakteri ve virüslerdeki hücresel genetik madde tarafından kolayca soğurulmakta ve hücrenin çoğalmasını önlemektedir. Doz oranı, saniye cinsinden temas süresi ile çarpılan miliwatt/santimetrekare olarak ölçülmektedir. Fiili doz, atıksu akımının geçirgenliğine bağlıdır, bir başka ifadeyle UV ışığını soğurabilecek ve UV ışığı etkinliğini zayıflatabilecek diğer bileşiklerin varlığıyla bağlantılıdır.

Elde edilen çevresel yararlar

İnsanlar veya sucul yaşam için zararlı olabilecek herhangi bir artık etki yoktur.

Çevre performansı ve işletim verileri

UV dezenfeksiyonunun diğer tekniklere göre temel avantajları arasında, depolamaya ihtiyaç olmaması ve kimyasal kullanımının gerekmemesi, zararlı yan ürünlerin (örneğin organik halojen maddeler) bulunmaması yer almaktadır. Diğer taraftan, UV dezenfeksiyonunun başlıca dezavantajı, lamba ile bakteri/virüs arasında bir doğrudan görüş hattının korunması gerektiğidir. Herhangi bir önemli askıda katı madde veya bulanıklık (iletkenliği zayıflatmaktadır) seviyesi, bakterileri koruyacak ve bakterilerin dezenfeksiyonunu engelleyecektir. Yüksek geçirgenlik değerlerine sahip bileşikler içeren atıksular, yüksek UV ışıını dozları gerektirmektedir. UV ışıını, kararsızdır ve kullanıldığı gibi üretilmelidir.

Çapraz ortam etkileri

UV dalgaları oluşturmak için enerji tüketimi gereklidir. UV ışınımı ile arıtılan su, yeniden enfekte olabilmektedir, dolayısıyla bu suyun hızlı ve hijyenik bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Görece düşük sermaye ve işletme maliyetleri.

Uygulamanın ana etkeni

- İçme suyu olarak dahi atıksu geri dönüşümü.
- Kimyasal kullanımı ihtiyacının ortadan kalkması.

Örnek tesisler

Bu teknik bira (#079) ve süt ürünleri (#406) sektöründe iki FDM tesisinde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [71, AWARENET 2002], [193, TWG 2015]

2.3.6.6 Doğal arıtma

2.3.6.6.1 Entegre yapay sulak alanlar

Tanım

Atıksuların arıtılmasını sağlayan, çok çeşitli sucul bitki türü dikilen birbiriyle bağlantılı havza veya lagünlerdir.

Teknik tanım

Entegre yapay sulak alanlar (ICW), doğal sulak alanlarda bulunanlar gibi, toprak, su, bitki ve hayvan ekolojisi dahil mümkün olan en geniş aralıkta ekolojik koşulları kolaylaştıracak şekilde tasarlanmaları temelinde, diğer yapay sulak alan tekniklerinden ayrılmaktadır. Ayrıca, ICW kavramı ile, ICW tasarımlarına peyzaj uygunluğu ve habitat restorasyonu/yaratılması hususları dahil edilmektedir. Sulak alan ve çevre araziler ile akarsulardaki su kalitesinin izlenmesine ağırlık verilmektedir. Ayrıca, stratejik olarak yerleştirilmiş kuyular düzenli olarak izlenmektedir.

ICW tasarımı ile, eş zamanlı olarak, kendi serbest yüzeysel su akışında birincil, ikincil ve müteakip arıtma seviyeleri uygulanmaktadır. Bu, çok çeşitli sucul bitki türleri dikili, birbiriyle bağlantılı bir dizi sığ havza veya lagün yapılarak sağlanmaktadır. Bu lagünlerde, atıksu en yüksek noktada verilmekte ve cazibeyle lagünlerin içinden beslenmektedir. Bu sıralı olarak düzenlenen lagünler, kendi kendine sınırlandırılmalı münferit ekosistemlerdir. Her bir adımda, daha temiz bir atıksu seviyesi elde edilmektedir. Genel ICW tasarımı, atıksu miktarının sulak alanla ilişkisi, çıkış suyunun kalitesini tayin etmektedir.

ICW tasarımı, kullanılan makrofitik bitki, çeşitli görevleri yerine getirmektedir. Bu bitkinin birinci görevi, sulak alanın ana temizleme işlevlerini gerçekleştiren biyofilmleri (yapışkan tabaka) desteklemektir. Ayrıca, besin maddelerinin sorpsiyonunu kolaylaştırmakta, bir filtre ortamı görevi görmektedir ve uygun su bitkisinin kullanımı yoluyla, koku ve patojenleri kontrol edebilmektedir. Bitkiler, askıda katı maddeleri filtreleme kapasitesine sahip olsa da aynı zamanda hidrolik direnci artırmakta, bunun sonucunda kalış süresini uzatmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

TSS, BOİ ve TOK veya KOİ, azot ve fosfor emisyon seviyeleri azaltılmaktadır. Konvansiyonel arıtmaya göre enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Sera gazı emisyonları azaltılmaktadır. Kimyasal kullanılmamaktadır. Çamur bertarafı gerekmemektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan İrlanda'daki bir süt ürünleri tesisi, 800 000 litre sütte günde 85 ton peynir üretimi gerçekleştirmekte ve 1 300 m³'e kadar atıksu üretmektedir. Tesis, 20 hektarlık alana yayılan 8 hektarlık lagünlerden oluşan, günde 1,1 milyon litre atıksuyu arıtan bir entegre yapay sulak alana (ICW) sahiptir. Atıksu süt ürünlerine yaklaşık yarım mil mesafeden pompalanmakta ve en yüksek noktada beslenmektedir. Lagün sistemi arazinin sınırları boyunca aşağıya doğru ilerlemekte ve arıtma, atıksu sistemden geçtikçe kademeli olarak gerçekleştirilmektedir. Bu ICW'nin performans seviyeleri, Tablo 2.59'da verilmektedir.

Tablo 2.59 ICW için bildirilen performans seviyeleri

Numune alım yeri	KOİ (mg/l)	Topla m P (mg/l)	Amonyak (mg/l)	Nitrat (mg/l)
Giren atıksu	3 167	212	12	102
Son izleme havuzu	36,5	0,5	0,05	< 1
Kaynak: [112, Ireland 2003]				

Örnek olarak alınan bir başka süt ürünleri tesisinde (#388), maksimum giren BOİ konsantrasyonu 100 mg/l olmak üzere, hafif bir şekilde kontamine olmuş atıksuyun arıtılması için 600 m³/gün kapasiteli bir yapay sulak alan kullanılmaktadır. ICW çıkış suyuyla ilgili olarak, ortalama KOİ konsantrasyonu, 75,6 – 108,9 mg/l, ortalama TN konsantrasyonu, 39,3–53,3 mg/l ve ortalama TP konsantrasyonu, 0,4–1,0 mg/l aralığındadır. Suyu temizlemek için yalnızca çok az elektrik kullanılmaktadır ve hiç kimyasal gerekmemektedir [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Sulak alanların altındaki yeraltı suları, çevredeki karasal sahalardan daha düşük besin maddesi seviyelerine sahiptir. Fosfor, toprakta tutulmaktadır. ICW, tarım ürünleri ve meraların sulanmasında kullanılacak uygun çıkış suyu sağlayabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

ICW tekniği, yüksek veya düşük bulaşkan konsantrasyonları ve zaman içinde değişebilen hidrolik yükleme oranları gibi çok çeşitli koşullarda uygulanabilmektedir. ICW, tamamen yeni bir tesis olarak yapılabilmekte veya mevcut bir sulak alan, sucul peyzaj özelliği veya AAT'nin bir parçasını oluşturabilmektedir. ICW ile ilişkili arazi gereksinimi, ICW'nin uygulanmasını kısıtlayabilmektedir, örneğin arazi gereksinimleri, üretilen atıksu miktarı ve bu atıksuyun kirlilik özelliklerine bağlı olarak 10 m²'den hektarlarca alana kadar değişebilmektedir.

Ekonomi

Bir konvansiyonel AAT'ye göre, ICW yaklaşımının 1 kg KOİ başına sırasıyla 0,03 avro, 0,49 avro ve 0,46 avro işletme, amortisman ve sermaye maliyeti tasarrufu sağladığı bildirilmiştir. Düşüş, esas olarak, azalan enerji maliyetleri, kimyasal kullanımı olmaması, çamur üretimi olmaması ve depolamadan kaynaklanmaktadır.

Örnek olarak alınan İrlanda'daki süt ürünleri tesisi kendi ICW sisteminin maliyetinin 120 000 avro olduğu, bunun bir konvansiyonel AAT için bildirilen 3,175 milyon avroya eşdeğer olduğunu bildirmiştir [112, Ireland 2003].

Uygulamanın ana etkeni

- Ekonomik tasarruf.
- ICW, çok çeşitli bitki ve hayvanlar için bir habitat sağlamaktadır. Yerel rekreasyon alanı ve eğitim kaynağı olabilmektedir.
- Geri kazanılan biyokütle için çok çeşitli uygulamaları (örneğin biyogaz veya biyoetanol üretimi için altlık) olabilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik, İsveç'teki bir süt ürünleri tesisinde (#388) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[91, Giner Santonja ve ark. 2017], [112, Ireland 2003], [193, TWG 2015]

2.3.6.7 Çamur ve atık işleme**2.3.6.7.1.1 Çamur koşullandırma****Tanım**

Çamur katı maddeleri, çamuru susuzlaştırma işlemlerine hazırlamak, bir başka ifadeyle çamurun susuzlaştırma özelliklerini iyileştirmek için kimyasallar veya çeşitli diğer araçlarla işleme tabi tutulur.

Teknik tanım

Koşullandırmanın amacı, koyulaşması ve/veya susuzlaştırılmasının kolay olması için çamurun özelliklerini iyileştirmektir. Genellikle kullanılan teknikler, kimyasal veya termaldir. Kimyasal koşullandırma (örneğin demir üçklorür, kireç, alüminyum sülfat ve organik polimerleri (koagülan ve flokülanlar) kullanarak), çamurda bağlı ve tutulan suyun ayrılmasına yardımcı olmaktadır. Termal koşullandırma, çamurun kısa sürelerle basınç altında ısıtılmasını içermektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Kokulu bileşenlerin azaltılması. Biyobozunur çamur katı maddelerinin miktarının azaltılması. Mineralleşmiş azot/organik maddeyi, humus bakımından zengin maddeye dönüştürerek, biyobozunur çözünür madde miktarının azaltılması. Patojenlerin azaltılması. Kokuşma olasılığının azaltılması. Susuzlaştırmanın iyileştirilmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Kimyasal koşullandırma sonucunda, bertaraf edilecek katı madde içeriği büyük ölçüde artmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

Bağılantılı kimyasal maliyetleri genellikle yüksektir.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Çamur koşullandırma, Avrupa’da yaygın olarak uygulanmaktadır,

Referans literatür

[78, Metcalf & Eddy 1991], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.7.1.2 Çamur stabilizasyonu**Tanım**

Çamurun doğal fermentasyonunu durduran kimyasal veya biyolojik prosestir.

Teknik tanım

Çamurlar, çamurun koyulaştırılması ve/veya susuzlaştırılmasının iyileştirilmesi ve koku ve patojenlerin azaltılması için kimyasal, termal, anaerobik ve aerobik proseslerle kararlı hale getirilmektedir. Çamur stabilizasyonunun ayrıntılı teknik tanımı, Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW) MET-REF’te bulunabilir [168, COM 2016].

Elde edilen çevresel yararlar

Kokulu bileşenlerin azaltılması. Biyobozunur çamur katı maddelerinin miktarının azaltılması. Mineralleşmiş azot/organik maddeyi, humus bakımından zengin maddeye dönüştürerek, biyobozunur çözünür madde miktarının azaltılması. Patojenlerin azaltılması. Kokuşma olasılığının azaltılması. Susuzlaştırmanın iyileştirilmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kimyasal stabilizasyon prosesinin teknik gereksinimleri azdır ve bu proses, ardıl susuzlaştırmayı iyileştirebilmekte ve koku ve patojenleri azaltabilmektedir. Ancak, bu proses, çamurun katı madde içeriğini artırabilmektedir.

Termal stabilizasyon prosesinin alan gereksinimleri azdır ve bu proses, çamurun susuzlaştırılması ve bakterilerin imhası için etkin bir işlemdir. Bu prosesin seçimi, ısının doğal olup olmadığı, tesisteki aktif proseslerin yan ürünü olarak geri kazanılıp kazanılmadığı veya doğrudan enerji tüketiminin gerekli olup olmadığına bağlı olabilmektedir.

Aerobik stabilizasyon prosesi, uzun bir kalış süresine sahiptir, kokusuz çamur üretmektedir ayrıca, enerji kaynağı olan gaz üretmektedir. Bununla beraber, proses büyük ölçüde sıcaklıktan etkilenmektedir ve çamurun mekanik susuzlaştırma özellikleri zayıftır.

Çapraz ortam etkileri

Termal stabilizasyon yüksek enerji gereksinimine sahiptir ve koku yayabilmektedir. Ayrıca, aerobik stabilizasyon karıştırma ve oksijen beslemesi için yüksek enerji gereksinimine sahiptir. Kireç (kimyasal) stabilizasyonu, bakteri üremesi için gereken organikleri imha etmediğinden çamurun, kireç fazlasıyla artırılması veya büyük ölçüde pH düşüşünden önce bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çamur üreten tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Termal ve anaerobik stabilizasyonun sermaye maliyetleri yüksektir. Aerobik stabilizasyonun sermaye maliyetleri düşüktür.

Uygulamanın ana etkeni

Kokulu emisyonların azaltılması ve müteakip arıtma işlemlerinin iyileştirilmesi.

Örnek tesisler

Çamur stabilizasyonu, Avrupa'da yaygın olarak uygulanmaktadır,

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.6.7.1.3 Çamur koyulaştırma

Tanım

Çamurun katı madde içeriği, sıvı kısmın bir bölümü uzaklaştırılarak artırılır.

Teknik tanım

Koyulaştırma, sıvının bir bölümünü uzaklaştırmak suretiyle çamur içindeki katı madde içeriğini artırmak için kullanılan bir yöntemdir. Çamur koyulaştırma için genellikle kullanılan teknikler, sedimentasyon, santrifüjleme ve çözünmüş hava flotasyonudur (DAF). En basit koyulaştırma tekniği, çamurun çamur sedimentasyon havuzlarında konsolide olmasına izin vermektir.

Çamur koyulaştırma, hem birincil hem ikincil arıtma çamuru için uygulanabilmektedir. Birincil arıtma çamuru esas olarak inorganik madde ve/veya birincil organik katı maddelerden oluşmaktadır. Bu çamur, çamurda tutulan su aşırı miktarda olmadığından genellikle, kimyasal eklemesi yapılmadan çökelebilmekte ve kompakt hale gelebilmektedir. İkincil arıtma çamurundaki su, topraklarda bağlıdır ve genellikle uzaklaştırılması daha zordur.

Elde edilen çevresel yararlar

Çamur miktarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Birincil ve ikincil sedimantasyon havuzlarının tabanından alınan çamurlar genellikle %0,5 - 1,0 kuru katı madde içeriği, DAF çamurları içinse %4'e kadar kuru katı madde içeriğine sahip olacaktır. DAF kullanırken, sistem aerobik olarak tutulmaktadır. Bu durumda, tıkanma bildirilmiştir.

Sedimantasyon prosesinin koyulaştırma verimliliği, üstteki süpernatant miktarından değil, çamur tabakasının yüksekliğinden etkilenmektedir. Bu nedenle, uzun, dar bir havuz, geniş yüzey alanına sahip sık bir havuzdan daha etkindir. Bu tekniğin enerji tüketimi azdır.

Birincil çamur giderim paternine bağlı olarak, bir havuzda durgun sedimantasyon gerçekleşirken, diğer havuz dolum döngüsünde olacak şekilde iki havuzun kullanılması değerlendirilebilir. Bu mümkün değilse, hidrolik bozulmayı en aza indirmek için, çamur girişi, havuz tepesine yakın, olasılıkla bir ayırma plakasının üzerinde düzenlenmektedir. Havuzda kalış süresi, çamurların niteliğine bağlı olacaktır. Koku ve korozyon sorunlarını beraberinde getiren anaerobik koşulların oluşma olasılığını en aza indirmek için, aşırı uzun kalış süresinden kaçınılmaktadır.

Havuz içinde hafif karıştırmaya izin verilmektedir. Havuz içinde, çamurun tabakalanmasının azaltılmasına ve çamurla taşınan herhangi bir gaz ve suyun serbest kalmasına yardımcı olmak için en yaygın olarak kazıklı tikiner kullanılmaktadır. Bir konvansiyonel cazibeli/kazıklı tikiner, ham çamurun niteliği, özellikle birincil çamurun görelî içeriğine bağlı olarak, çamuru %4 - 8 kuru katı maddeye kadar koyulaştırabilmektedir. Tikinere ekleme oranları, günde 1 m² yüzey alanı başına 20 – 30 m³ besleme aralığındadır.

Santrifüjleme, filtrelenmesi zor olan katı maddelerin iyi yakalanmasını sağlamaktadır, düşük alan gereksinimine ve kolay kurulumu sahiptir ancak, ekte düşük katı madde konsantrasyonu sağlamaktadır. Santrifüjlemenin enerji tüketimi yüksektir ve vasıflı bakım personeli gerektirmektedir.

Birçok tesiste, çamur miktarının yeterince maliyet etkin bir şekilde tesis dışı bertarafa izin verecek seviyeye indirilmesinde çamur koyulaştırma tek başına yeterli olmaktadır. Büyük tesislerde, koyulaştırma prosesi, sonraki susuzlaştırma prosesinden önceki ilk aşamayı oluşturmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

DAF kullanımında muhtemel koku yayılması. Santrifüjlemede yüksek enerji tüketimi ve gürültü ve titreşim oluşumu.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çamur üreten tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Büyük AAT'lerde pompalama maliyetlerinin azalması. Sedimantasyon koyulaştırmasının işletme maliyetleri düşüktür.

Uygulamanın ana etkeni

Büyük AAT'lerde boru boyutu ve pompalama maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, Avrupa'da yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, Environment Agency of England and Wales 2000], [35, Germany 2002], [78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.7.1.4

Çamur susuzlaştırma

Tanım

Çamurun sıvı ve katı bileşenlerine ayrılmasıdır.

Teknik tanım

Çamur susuzlaştırmanın amacı, koyulaştırmayla (bakınız 2.3.6.7.1.3 no'lu madde) aynı olup, aralarındaki fark, susuzlaştırmada katı madde içeriği daha büyüktür. Çok sayıda çamur susuzlaştırma prosesi mevcuttur ve seçim, üretilen katı maddelerin niteliği ve bunların üretim sıklığına ve gereken çamur kekine bağlı olacaktır. Genellikle kullanılan susuzlaştırma teknikleri, santrifüjleme, bant filtreli pres, filtreli pres ve vakum filtrelerdir.

Elde edilen çevresel yararlar

Çamur miktarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Santrifüjler, belli çamurlar için %40'a kadar kuru katı madde keki üreten sürekli proseslerdir. Santrifüjün kapalı niteliğinden dolayı, ilgili koku sorunları asgari olmaktadır. Ayrıca, santrifüjleme, filtrelenmesi zor olan katı maddelerin iyi yakalanmasını sağlamaktadır, düşük alan gereksinimine ve kolay kuruluma sahiptir. Bununla beraber, bu proses, yüksek enerji tüketimi gerektirmektedir, kekte düşük katı madde konsantrasyonu sağlamaktadır ve vasıflı bakım personeli gerektirmektedir.

Filtreli presler, kesikli proseslerdir ve yoğun bir şekilde manüel olarak gerçekleştirilebilmektedir. Uygulamaya bağlı olarak, plakalar uygun filtre bezi ile kaplıdır ve çamur, plaka boşluğuna beslenmektedir. Çamur, basınç altında susuzlaştırılmakta, filtre atıksuyu, filtre bezinden geçmektedir. Basınç serbest bırakıldığında ve plakalar ayrıldığında, kek manüel olarak sıyırılmaktadır veya prosesi otomatikleştirmek için titreşim mekanizmaları kullanılmaktadır. Filtreli pres, %40'a kadar kuru katı madde keki üretebilmekte ve düşük TAKM içerikli filtre atıksuyu sağlayabilmektedir. Bu tekniğin kullanımının dezavantajları, tekniğin esas olarak kesikli işletim ve sınırlı filtre bezi ömrüne sahip olmasıdır.

Ayrıca, normalde küme oluşturma maddeleri (örneğin toz) kullanılmaktadır. Örneğin, sebze-meyve işleme tesisi #035 için, santrifüjlemede ve 7 600 m³/yıl oranında geri dönüştürülmüş su elde edilmesinde, yaklaşık 4 500 kg/yıl tüketim bildirilmiştir. Prosesin verimliliği kısmen, kullanılan küme oluşturma maddesinin kalitesine bağlıdır [193, TWG 2015].

Bant pres ve vakum filtreler, filtre bezinin kesintisiz bir şekilde, çamuru cebri olarak susuzlaştıran merdanelerin içinden geçtiği sürekli proseslerdir. Performans optimizasyonu, düzenli ve ihtisaslaşmış bakım gerektirmektedir.

Bir bant pres, %35'e kadar kuru katı madde keki üretebilmektedir. Ayrıca, bant presler, yüksek susuzlaştırma verimliliğine sahiptir ve bu preslerin bakımı görece kolaydır. Bant pres kullanımının dezavantajları, hidrolik sınırlamalar, kısa ömür ve çamur besleme özelliklerine hassasiyettir.

Vakum filtreler, maksimum fark basıncı 1 bar olan karmaşık sistemlerdir. Filtre atıksuyu yüksek TAKM içerebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Münferit işletimin hızı ve yoğunluğuna bağlı olarak değişse de santrifüjlemede yüksek enerji tüketimi ve gürültü ve titreşim oluşumu.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çamur üreten tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

%10'un üzerinde kuru katı maddeye sahip çamurun pompalanması zor ve pahalıdır. Susuzlaştırma ile, %20 - 50 katı madde arasında olabilen bir çamur keki elde edilmektedir. Su içeriği azaldığından, bertaraf maliyetleri düşmektedir.

Filtreli presler yüksek işgücü maliyetine sahiptir. Vakum filtreler, yüksek işletme ve bakım maliyetlerine sahiptir.

Yaklaşık 5 000 ton çamur/yıl için santrifüj susuzlaştırma uygulayan bir tesiste, azalan çamur taşıma maliyetlerinden dolayı yıllık 88 000 avro tasarrufla birlikte, 120 000 avro yatırım maliyeti ve 38 000 avro yıllık işletme maliyeti bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Bertaraf maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, Avrupa'da yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [35, Germany 2002], [109, Finland 2003], [193, TWG 2015]

2.3.6.7.1.5 Çamur kurutma

Tanım

Suyun buharlaştırılması yoluyla çamurun su içeriğinin azaltılmasıdır.

Teknik tanım

Çamur kurutma, suyun buharlaştırılması yoluyla su içeriğinin azaltılmasını içeren bir tekniktir. Kurutmanın amacı, kullanılabilirliği veya etkin bir şekilde bertaraf edilebilmesi için ıslak çamurun nemini gidermektir.

Elde edilen çevresel yararlar

Çamur miktarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kuru çamurun nem içeriği, %10'a kadar inebilmektedir. Kurutma, yerel iklim koşullarının mümkün kıldığı doğal buharlaştırma. tesiste üretilen ısıнын geri kazanımı veya tesis dışı enerji kaynağı kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Tesis dışı enerji kaynağı kullanımında yüksek enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çamur üreten tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Bertaraf maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik, bira, süt ürünleri, sebze-meyve ve nişasta sektörlerindeki tesislerde bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[78, Metcalf & Eddy 1991], [193, TWG 2015]

2.3.6.8 Temel parametrelerin analizi

Bu bölümde, çeşitli parametreler için 353 FDM tesisinin (bakınız Tablo 19.1) bildirilen performansı ele alınmaktadır. Bu bölümde verilen grafikler, FDM tesislerinden deşarj edilen (doğrudan deşarj) atıksuları belirtmektedir. Giriş ve çıkış suyu verileri, 2012 - 2014 referans yılları için toplanmıştır. Genelde, önceki yılın daha eksiksiz bir veri kümesi içerdiği ve emisyon seviyeleri bakımından herhangi bir önemli farklılığın gözlemlenmediği bazı soru formları dışında, her bir tahliye noktasının en son veri kümesi gösterilmektedir.

Aşağıdaki parametreleri için ayrı grafikler hazırlanmıştır: beş gün biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon (TOK), toplam askıda katı madde (TAKM), toplam azot (TN), amonyum azotu (NH₄-N), toplam fosfor (TP) ve klorür (Cl⁻).

Konsantrasyon ve özgül yük değerleri, ayrı grafiklerde gösterilmektedir. Bu bölümde kullanılan simgeler, Tablo 2.60'ta verilmektedir. Bu bölümde kullanılan kısaltmalar, Tablo 2.61'de verilmektedir.

Tablo 2.60 2.3.6.8 no'lu maddede verilen grafiklerde kullanılan simgeler

Simge	Anlamı	İzleme rejimi türü
	2012-2014 dönemi emisyon seviyeleri ortalaması	Sık izleme (en az 1 ölçüm/ay) - kampanya dönemi
		Sık izleme (en az 1 ölçüm/ay) - kampanya dışı dönem
		Daha az sık izleme (yılda 12 ölçümden az) - kampanya dönemi
		Daha az sık izleme (yılda 12 ölçümden az) - kampanya dışı dönem
	Bildirilen her yıl için emisyon seviyelerinin 95. yüzdeliği	-
	2012-2014 dönemi emisyon seviyeleri üst/alt değeri	Kampanya dönemi
		Kampanya dışı dönem

Tablo 2.61 2.3.6.8 no'lu maddede verilen grafiklerde kullanılan kısaltmalar (1/2)

Grafiklerde kullanılan kısaltmalar	Atıksu arıtma tekniği
Aero	Aerobik biyolojik arıtma
Anaer	Anaerobik biyolojik arıtma
An+aer	Aerobik ve anaerobik biyolojik arıtma
Enh	Geliştirilmiş fosfor giderimi
Flot	Flotasyon
Ni+De	Nitrifikasyon/denitrifikasyon
-	Bilgi verilmemiştir
NT	İşlem yok
PC	Fizikokimyasal arıtma
Prec	Çökeltme
Sed	Sedimentasyon
Str	Strüvit olarak fosfor geri kazanımı

Tablo 2.62 2.3.6.8 no’lu maddede verilen grafiklerde kullanılan kısaltmalar (2/2)

Grafiklerde kullanılan kısaltmalar	FDM veri toplama çalışması kapsamındaki sektör
AN	Hayvan yemi
BR	Bira üretimi
DA	Süt ürünleri
FR	Sebze-meyve
ET	Etanol üretimi
ME	Et işleme
OI	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu
SO	Konsantreden üretilen alkolsüz içecekler ve nektar/usare
ST	Nişasta üretimi
SU	Şeker üretimi

Atıksu arıtma genellikle münferit arıtma aşamalarının bir birleşimidir. Genellikle, en yaygın kullanılan aktif çamur prosesinde önce ve sonra katı madde giderim aşaması gelmektedir. Aktif çamur prosesi, atıksuyun bileşimine bağlı olarak biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyon ve/veya kimyasal fosfor çökeltmesi ile birleştirilebilmektedir. Diğer tesisler, biyolojik arıtma uygulamamakta, yalnızca bir fizikokimyasal arıtma uygulamaktadır.

Aşağıdaki grafiklerde, her bir ortalama çıkış suyu değeri (toplam askıda katı madde grafikleri dışında), atıksu arıtmasının biyolojik (Bio) veya yalnızca fizikokimyasal (PC) olduğunu belirtmek için “Bio” veya “PC” ile etiketlenmektedir. Uygulanan teknikler hakkında herhangi bir bilgi bulunmadığında, emisyon verileriyle birlikte “-” etiketi gösterilmektedir. Uygulanan tekniğin/tekniklerin, belirli bir grafikte gösterilen kirleticiyi azaltmaması halinde veya herhangi bir teknik uygulanmadığında, emisyon verileriyle birlikte “NT” etiketi gösterilmektedir.

Çok miktarda veri bildirilmesinden dolayı, okunabilirliklerini artırmak için grafiklerin bazıları bölünmüştür.

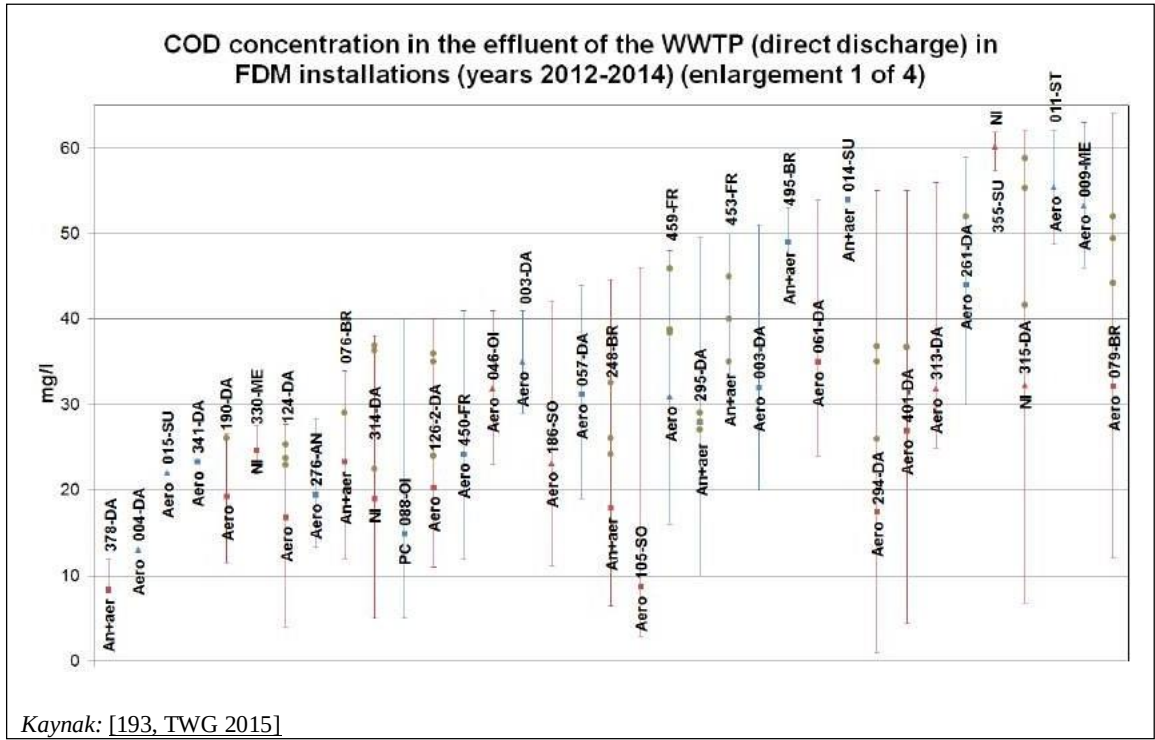
2.3.6.8.1 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

KOİ yaygın olarak, sudaki organik bileşiklerin karbon dioksitide toplam yükseltgenmesi için ihtiyaç duyduğu oksijen kütlesi ölçülerek bu bileşiklerin miktarının dolaylı olarak ölçülmesi için kullanılmaktadır. En yaygın KOİ izleme yöntemlerinde, yükseltgen madde olarak dikromat ve inorganik klorürün etkisini bastırmak için cıva tuzları kullanılmaktadır. KOİ, toplam askıda katı madde (TAKM) giderim verimliliği, KOİ açısından elde edilen performansı etkilediğinden TAKM açısından değerlendirilmek zorundadır. Ekonomik ve çevresel nedenlerle, KOİ’nin yerini belli ölçüde TOK almaktadır.

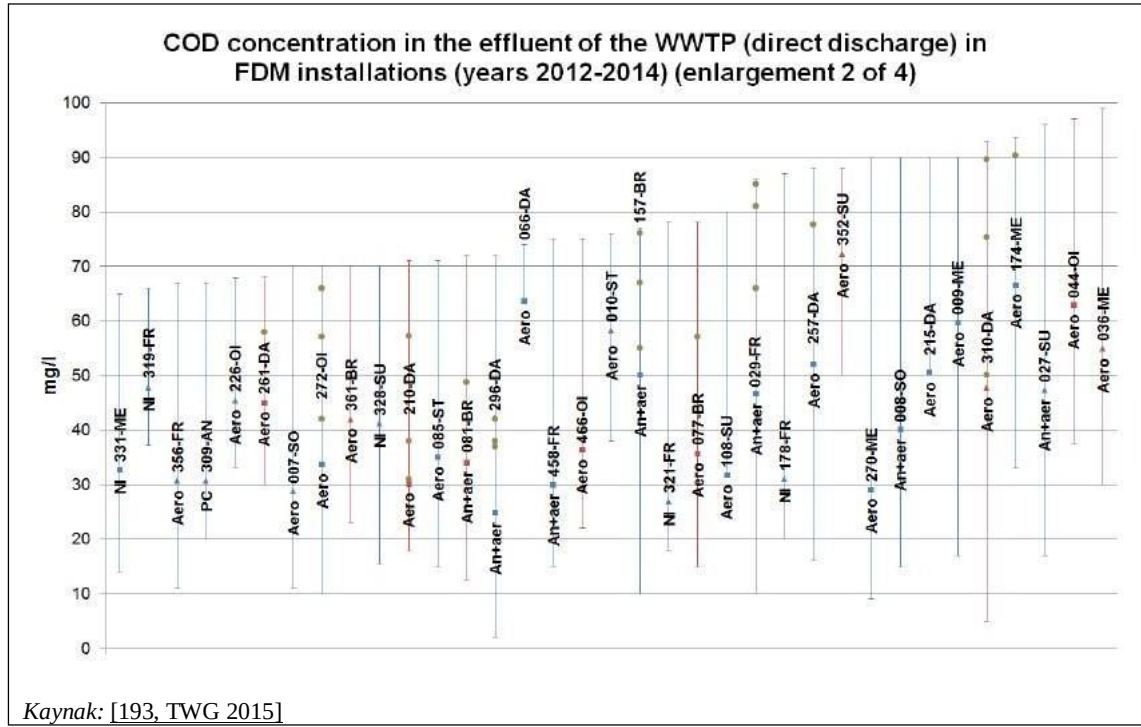
Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, günlük, haftalık veya aylık olarak 24-saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

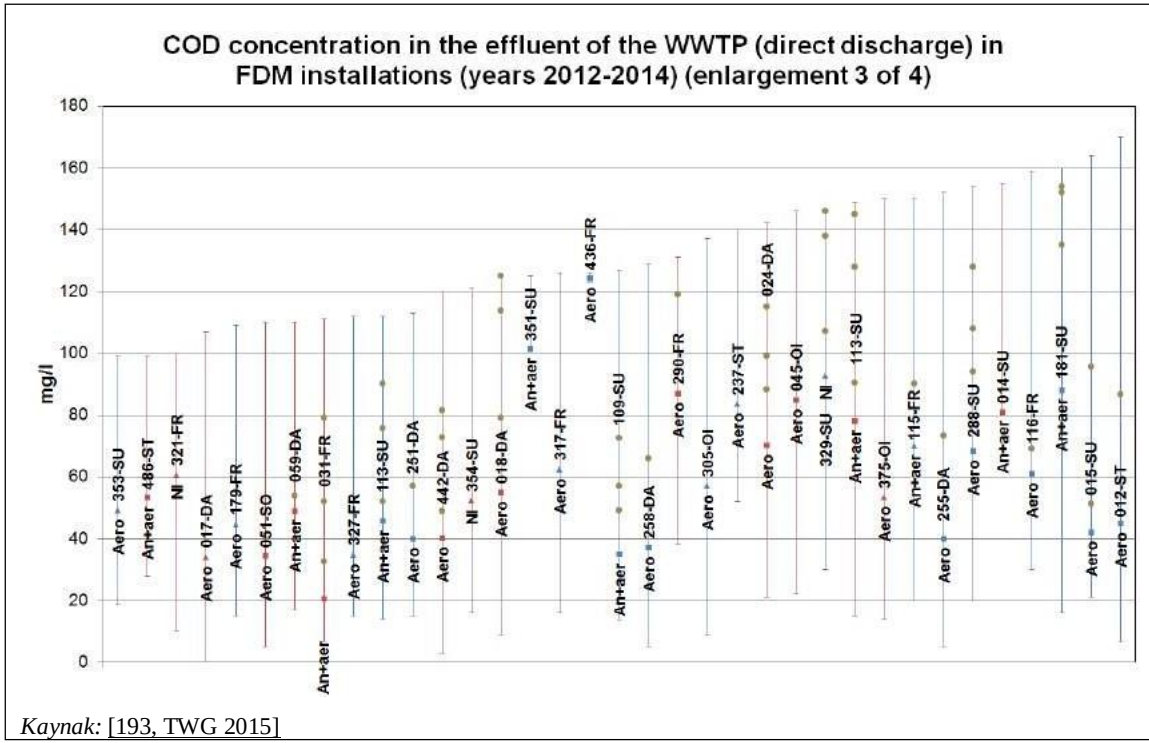
Şekil 2.21, Şekil 2.22, Şekil 2.23 ve Şekil 2.24’te, veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen KOİ emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalama) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.



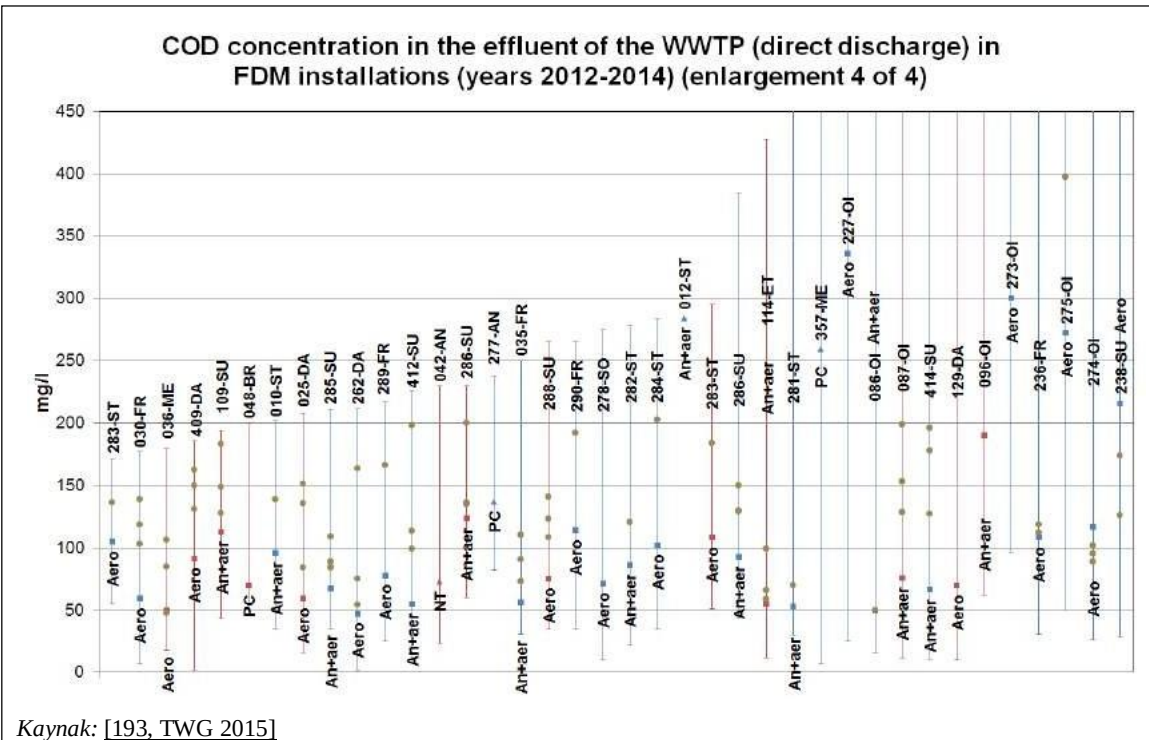
Şekil 2.21 FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/4)



Şekil 2.22 FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/4)

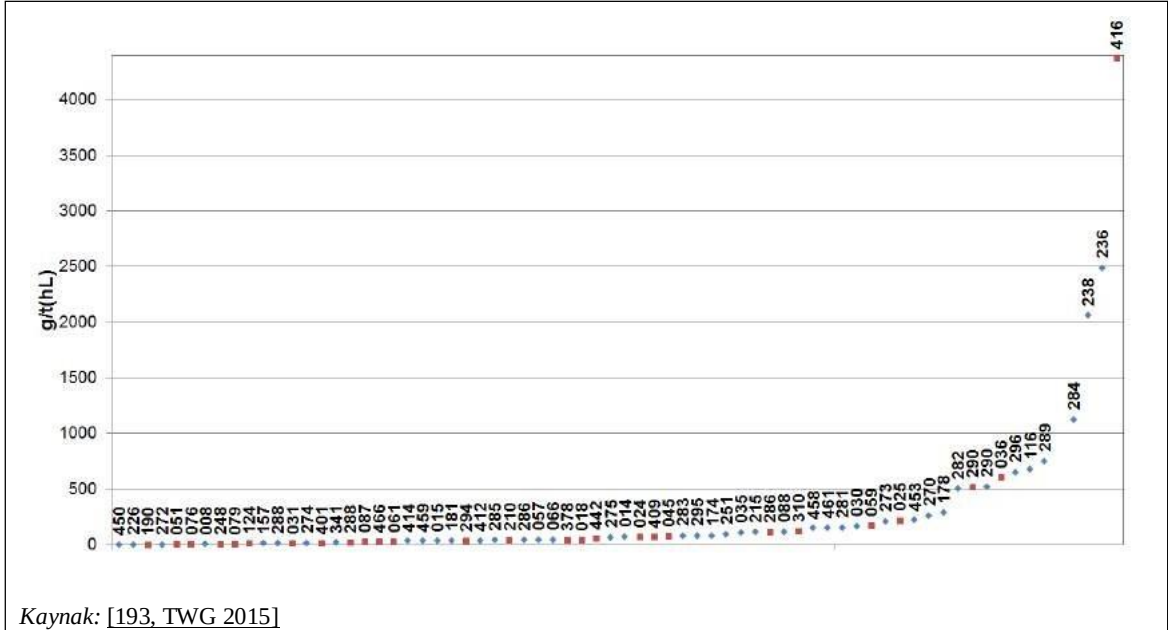


Şekil 2.23 FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3/4)



Şekil 2.24 FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (4/4)

Şekil 2.25'te, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen KOİ emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.25 FDM tesisleri AAT çıkış suyu KOİ özgül yükü (doğrudan deşarj)

COİ emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler

Tüm tesislerde uygulanan, birincil ve/veya ikincil arıtmaya (bakınız 2.3.6 no'lu madde) ait KOİ emisyon seviyelerinin azaltılmasına yönelik birçok teknik bulunmaktadır.

Belli teknolojiler veya bunların kombinasyonlarının kullanımıyla ilişkili herhangi bir net performans trendi yoktur. Nihai çıkış suyu konsantrasyonu çok büyük oranda, atıksu arıtma tesisinin (AAT) tasarlanma, bakım ve işletiminin gerçekleştirilme şekline bağlıdır. Seçilen arıtma sistemi tipine bakılmaksızın, etkin biyolojik arıtmının anahtarlarından biri, işleme tabi tutulacak maksimum akış ve organik yükün sevkine sağlanmasına yetecek miktarda yeni bir iklime alışmış, sağlıklı bir biyokütle geliştirmek ve sürdürmektir.

2.3.6.8.2 Toplam organik karbon (TOK)

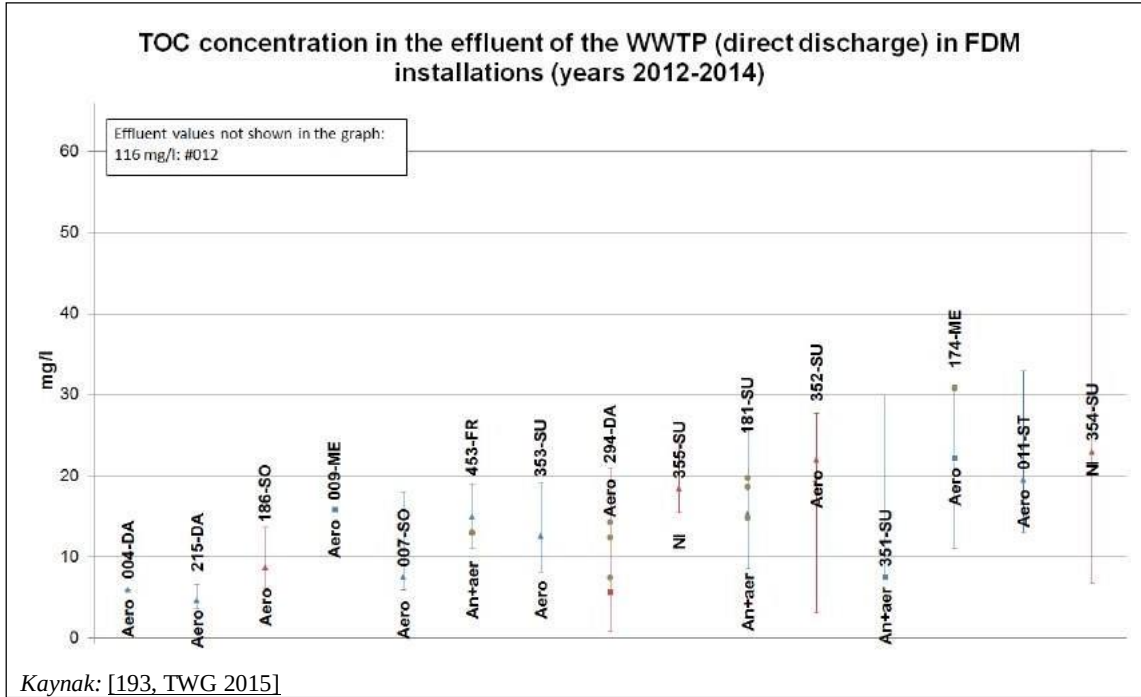
Toplam organik karbon (TOK) analizi, sudaki organik bileşiklerin miktarının doğrudan ölçülmesi için kullanılmaktadır. En yaygın yöntemlerde, organik maddelerin tamamen karbon dioksit yükseltgenmesi için bir yanma odası kullanılmaktadır. Daha sonra, karbon dioksit, spektrometri ile ölçülmektedir. İnorganik karbon, TOK'ye dahil edilmemektedir. Normal/beklenen TOK konsantrasyonlarındaki değişimlerin belirlenmesi, atıksu arıtma sistemi için potansiyel tehlikelerin iyi bir göstergesi olabilmektedir. Çeşitli çevrimiçi TOK analizörleri mevcuttur. Ekonomik ve ekolojik nedenlerle KOİ'nin TOK ile değiştirilmesi yönünde bir eğilim vardır.

Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, günlük veya aylık olarak 24-saatlik kompozit ya da zamana orantılı numuneler alınmaktadır.

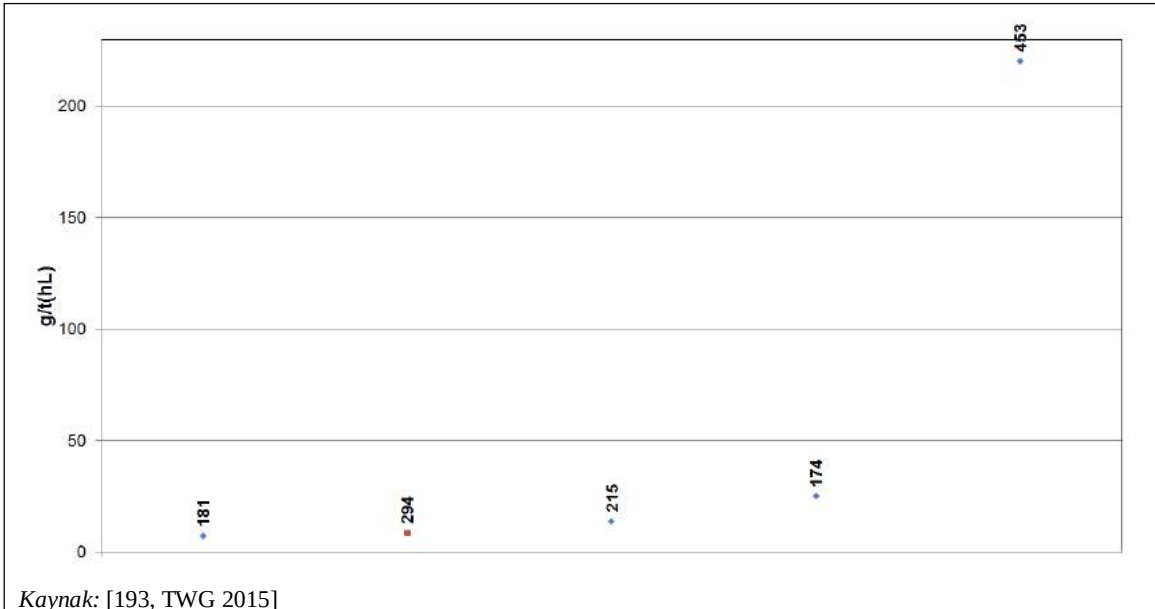
Bölüm 2

Şekil 2.26’da, veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen TOK emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalamalar) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 2.26 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TOK konsantrasyonu (doğrudan deşarj)

Şekil 2.27’de, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen TOK emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.27 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TOK özgül yükü (doğrudan deşarj)

TOK emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler
Teknikler, KOİ bölümünde belirtilenlerle aynıdır (bakınız 2.3.6.8.1 no’lu madde).

2.3.6.8.3 Beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

BOİ₅, sudaki organik maddenin mikrobiyolojik ayrışması (yükseltgenme) için sabit sıcaklıkta beş günde gereken veya harcanan çözünmüş oksijen miktarını ölçmektedir. Çıkış suyundaki konsantrasyon genellikle, azaltım verimliliğine göre daha ilgili bir parametre olmaktadır.

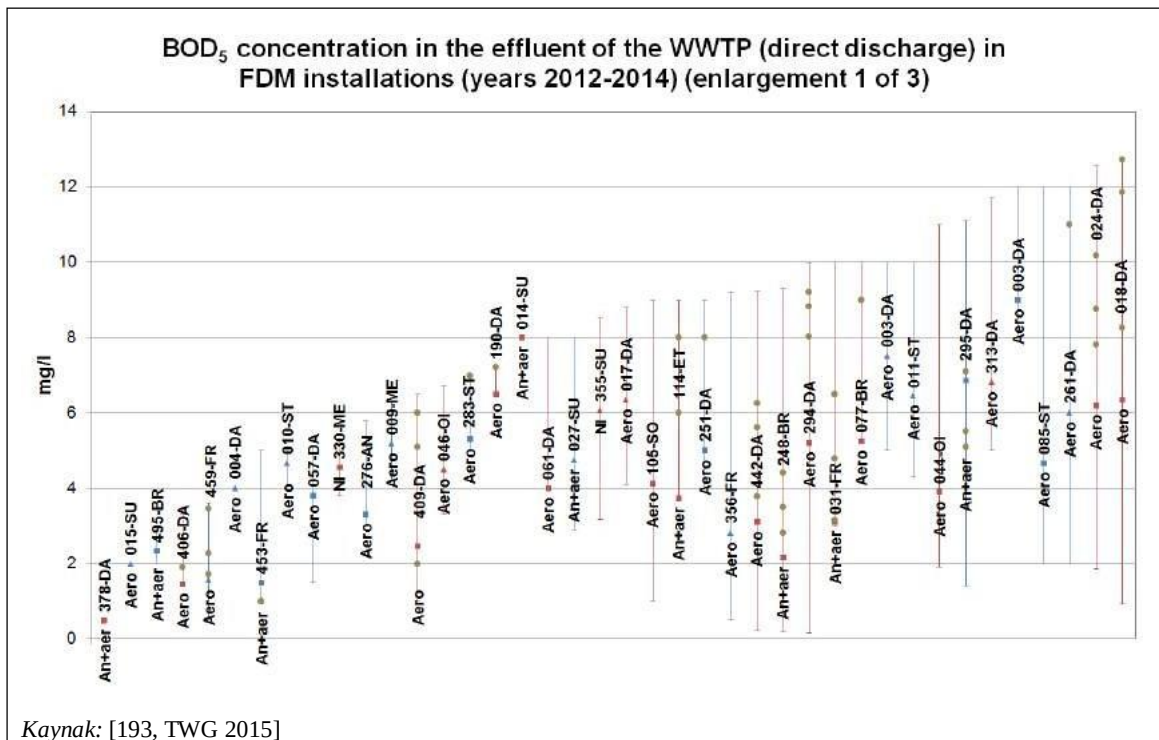
KOI ve TOK parametreleri, BOİ₅'ten daha hızlı bir şekilde tayin edilebilmektedir. Ayrıca, biyolojik arıtma verimliliğini tanımlamak için bir parametre olarak BOİ₅'in kullanılmasının aşağıdaki gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır:

- Yeniden üretilebilirlik ve metodolojiye bağımlılık (örneğin respirometreye karşı seyreltme yöntemi) göz önüne alındığında çok hassas olmamaktadır.
- Analitik sonuç, test için kullanılan aşı gibi, laboratuvarın yerel koşullarına bağlıdır.
- BOİ₅ ölçümü, AAT'deki performansın tahminine izin vermemekte yalnızca, atıksuyun belli oranda kolayca bozunur olup olmadığı konusunda bir gösterge sunmaktadır.

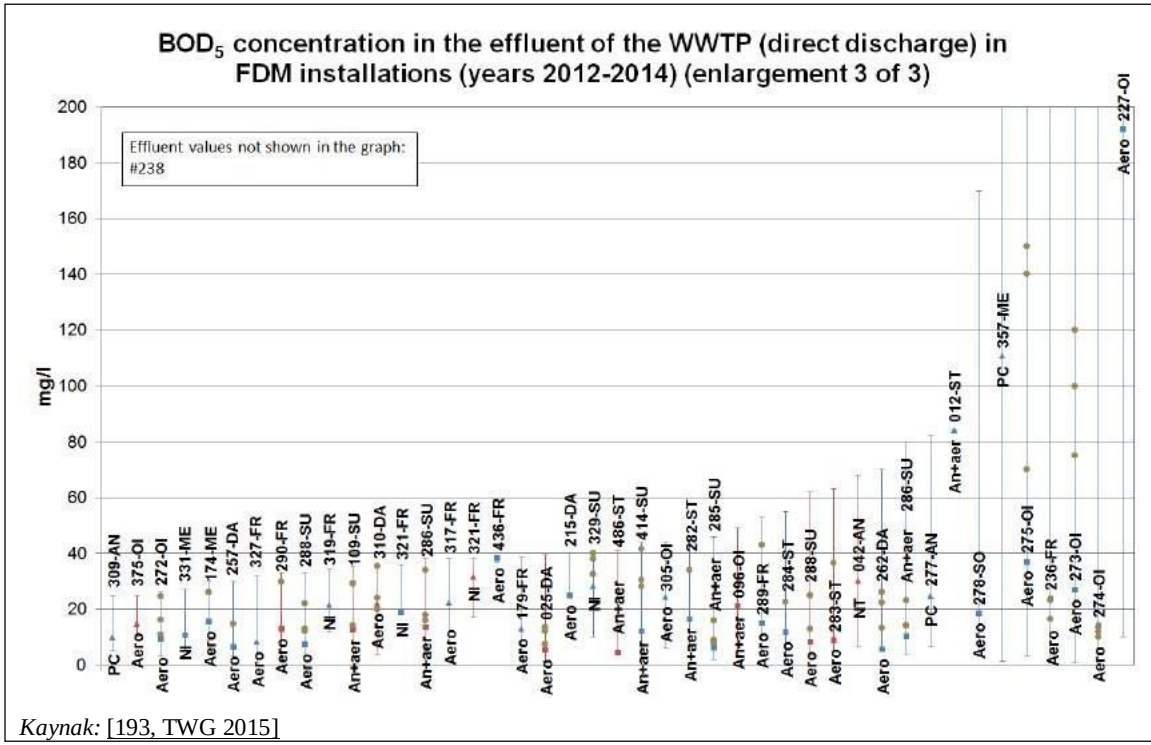
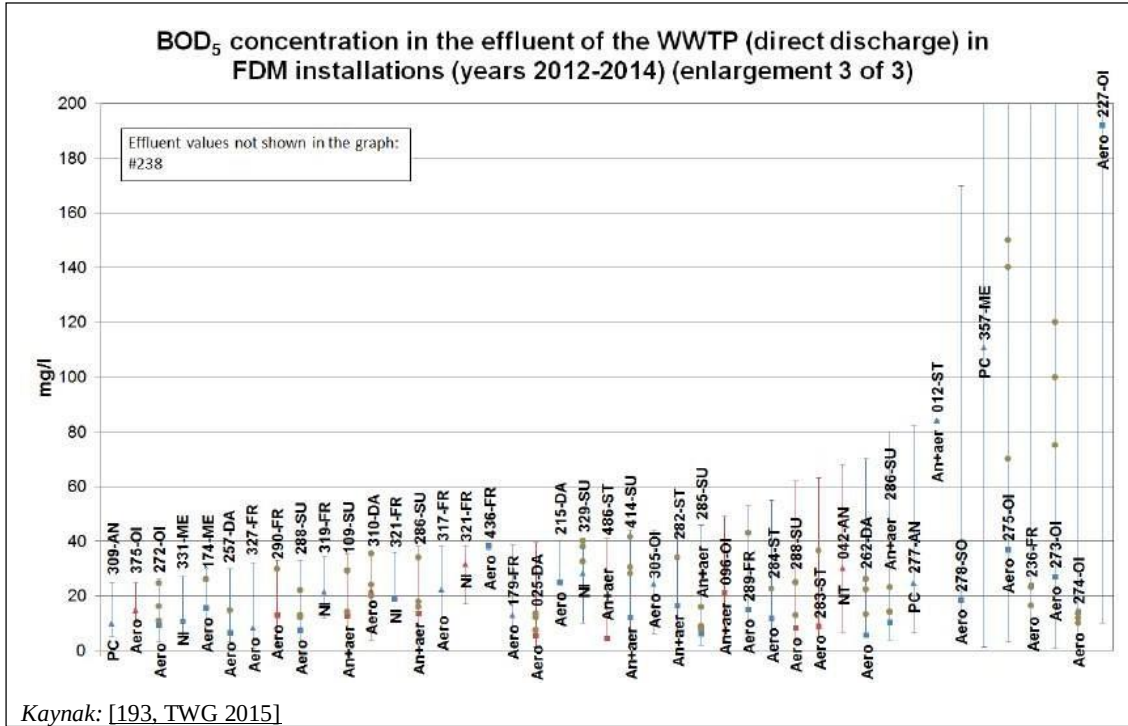
Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, haftalık veya aylık olarak 24-saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

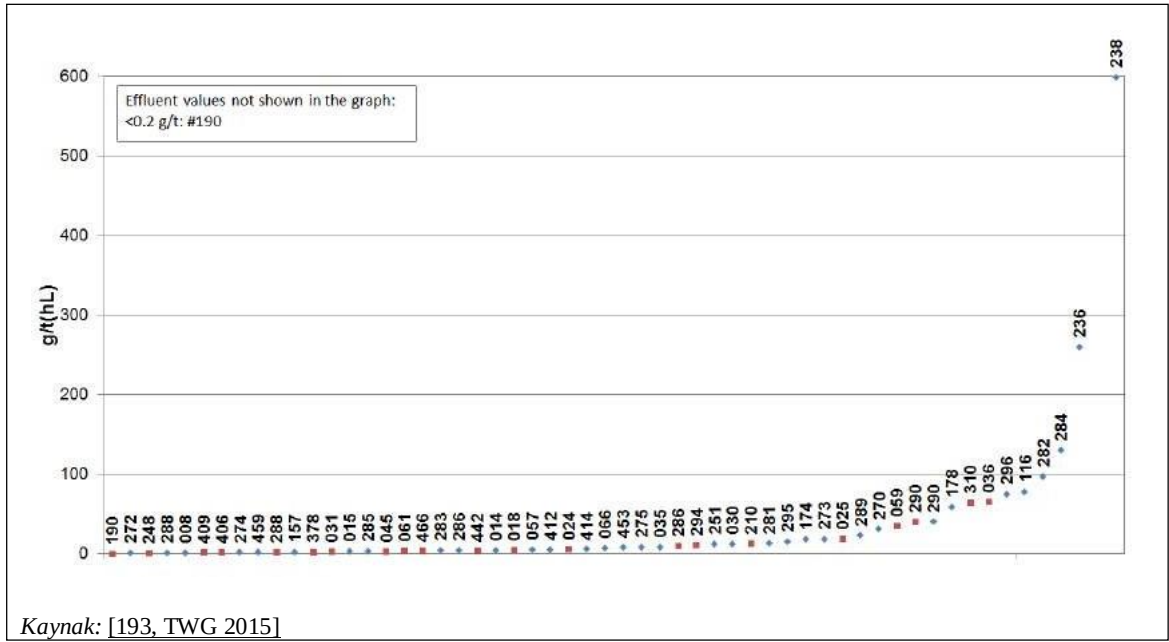
Şekil 2.28, Şekil 2.29, ve Şekil 2.30'da, veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen BOİ₅ emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalama) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 2.28 FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/3)

Şekil 2.29 FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/3)Şekil 2.30 FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ₅ konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3/3)

Şekil 2.31’de, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen BOİ₅ emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.31 FDM tesisleri AAT çıkış suyu BOİ₅ özgül yükü (doğrudan deşarj)

BOİ₅ emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler

KOİ gideriminde kullanılan teknikler (bakınız 2.3.6.8.1 no’lu madde), BOİ₅’in (bir bölümünün) giderimini de gerçekleştirebilmektedir. Diğer taraftan, KOİ ön arıtması, belli durumlarda, BOİ₅’i yükseltebilmektedir (örneğin kısmi yükseltgeme ile, bozunur olmayan maddenin biyobozunur maddeye dönüştürülmesi). BOİ₅ giderimi için önsel özel tek teknik, biyolojik arıtmadır.

2.3.6.8.4 Toplam askıda katı madde (TAKM)

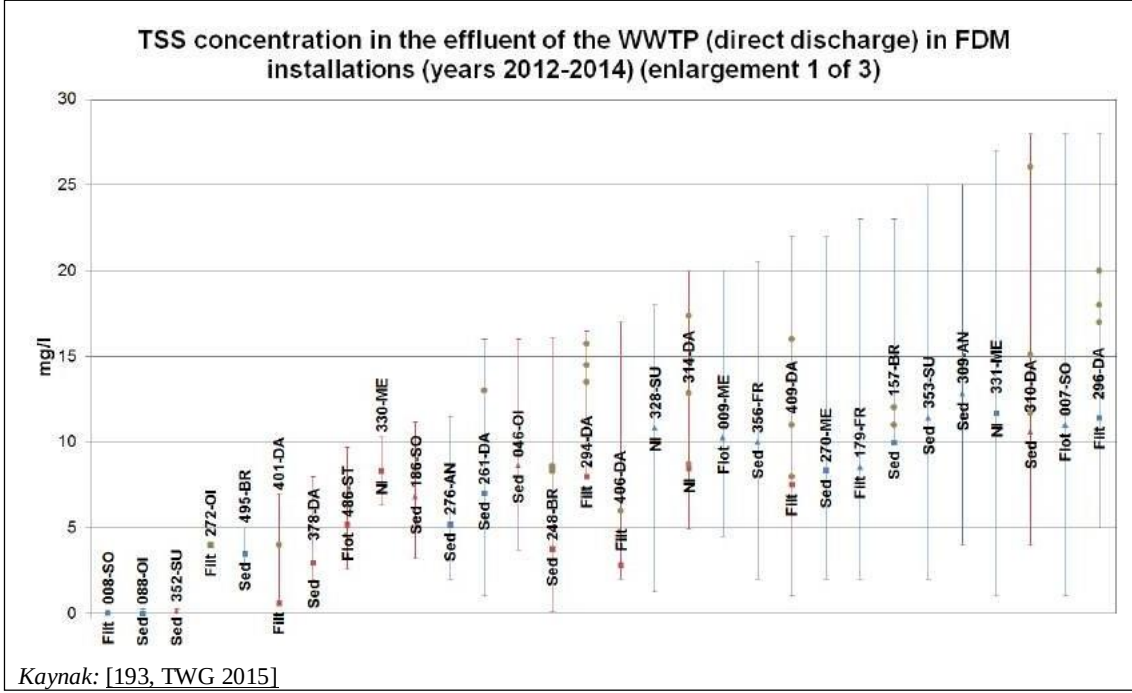
Bazı nedenlerle, TAKM analizi ile diğer parametreler arasında bağlantı söz konusudur. BOİ/KOİ/TOK gideriminin yetersiz olması halinde, TAKM emisyonları etkilenebilmektedir. Buna mukabil, yüksek TAKM değerleri, diğer parametreler, bir başka ifadeyle BOİ, TOK veya KOİ, toplam fosfor ve toplam azot ile ilgili olabilmekte veya bu parametrelerin yüksek konsantrasyonlarına yol açabilmektedir.

Örneğin biyolojik arıtma sırasında biyokütle üremesi veya fizikokimyasal arıtma sırasında bileşiklerin çökelmesinden dolayı, çıkış suyu TAKM değerleri, giriş suyuna göre daha yüksek olabilmektedir. Bu nedenle, çoğu durumda, AAT azaltım verimliliklerini hesaplamak anlamlı olmamaktadır.

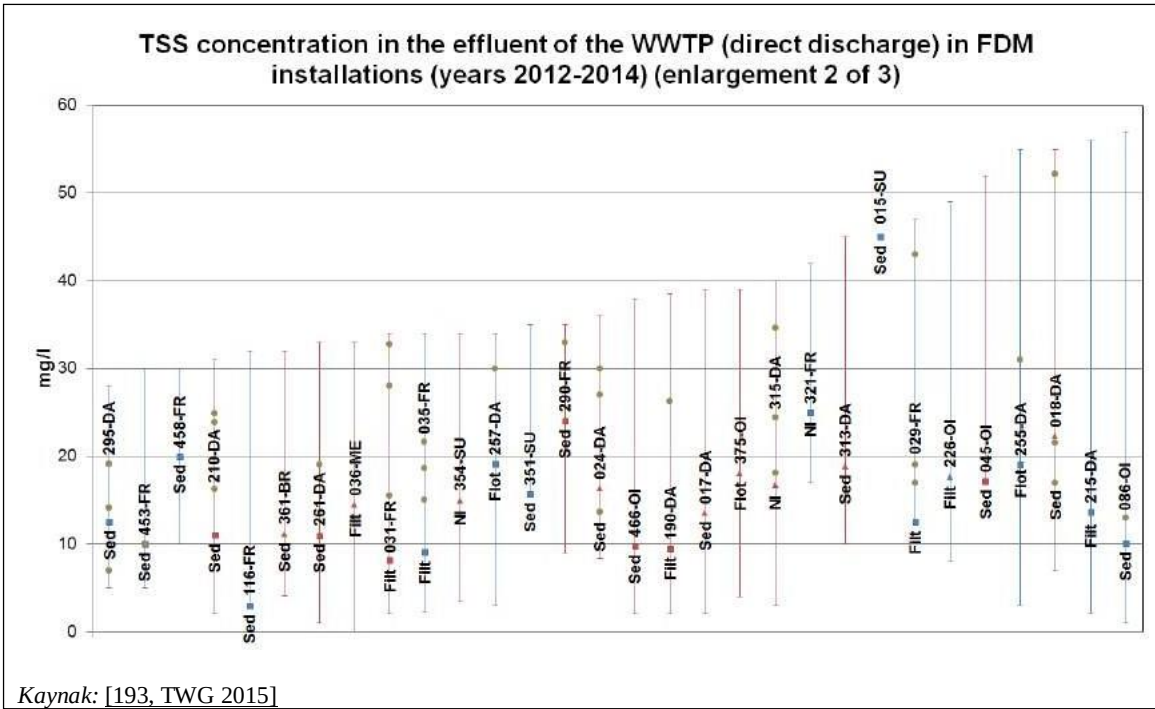
Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, günlük veya aylık olarak 24-saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

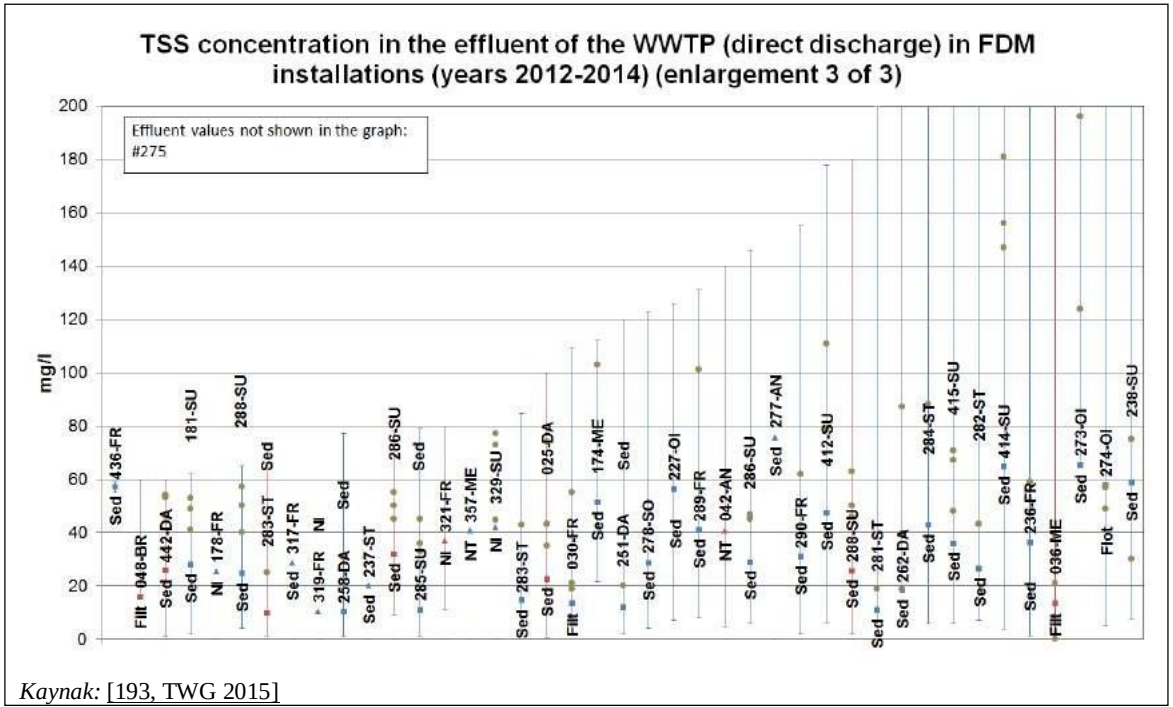
Şekil 2.32, Şekil 2.33, ve Şekil 2.34'te, veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen TAKM emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalama) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 2.32 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/3)

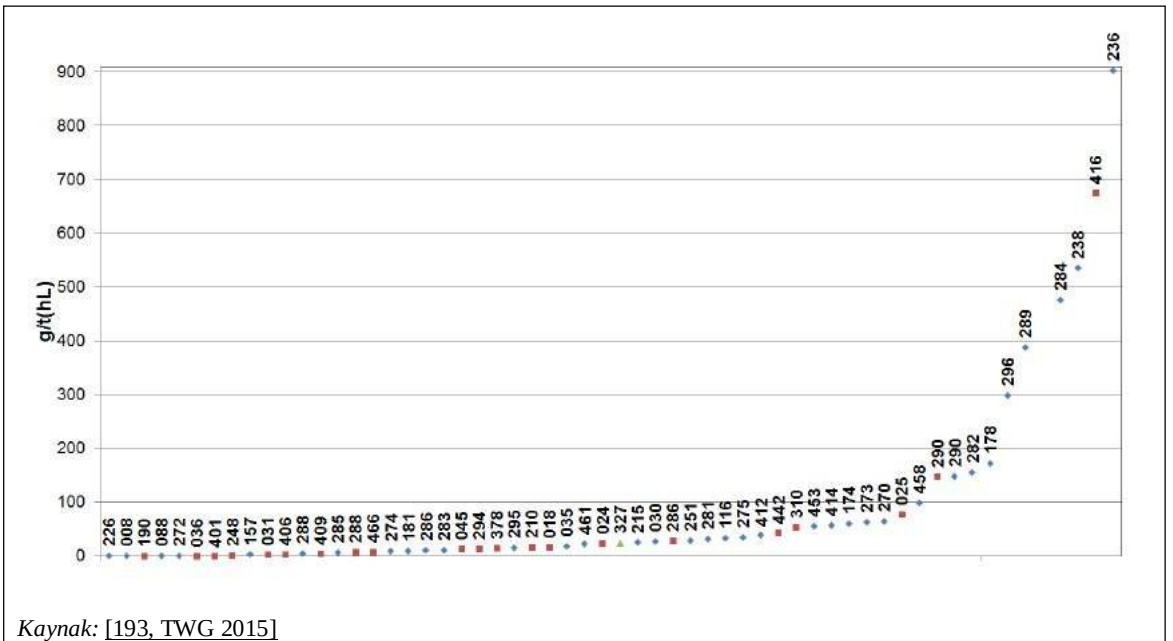


Şekil 2.33 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/3)



Şekil 2.34 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3/3)

Şekil 2.35'te, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen TAKM emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.35 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TAKM özgül yükü (doğrudan deşarj)

TAKM emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler

Tablo 2.4'te belirtildiği üzere, en yaygın olarak sedimantasyon kullanılmakta, sedimantasyonu izgaradan geçirme ve flotasyon izlemektedir. Filtrasyon ve flotasyon genelde sedimantasyon aşamasından önce gelmektedir. Ana katı madde giderim aşaması olarak membran filtrasyonu (genelde membran biyoreaktörün parçası olarak) kullanan tesislerin çıkış suyu TAKM değerleri daha düşük olmaktadır.

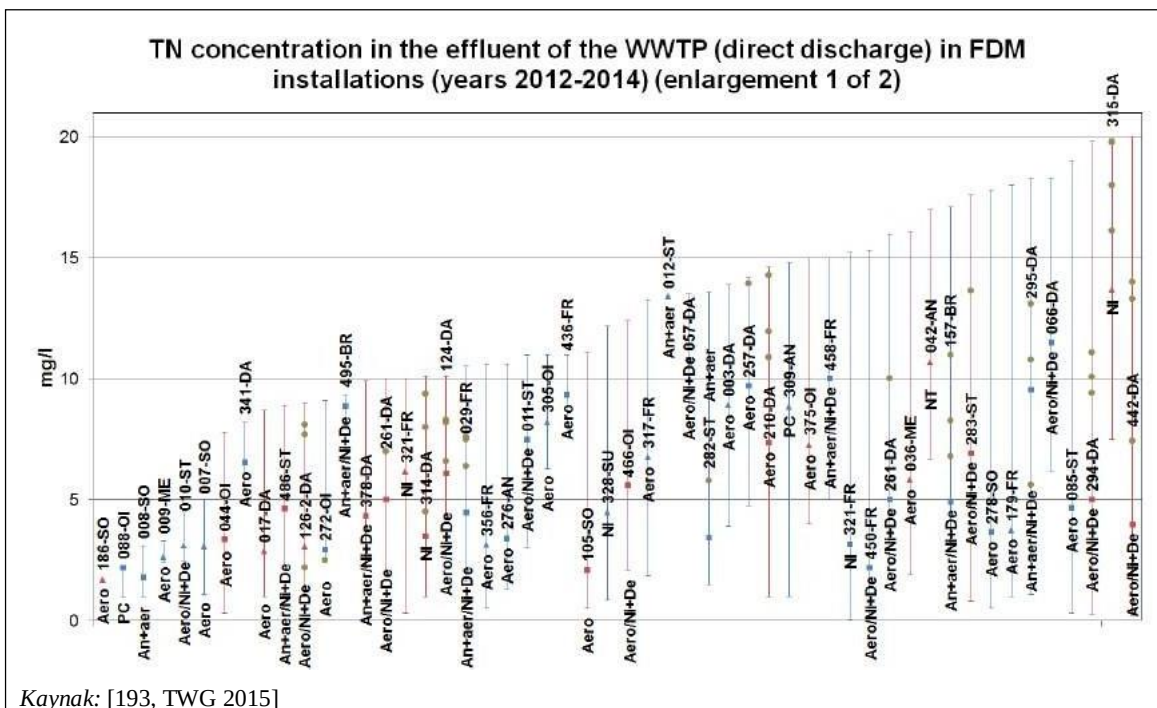
2.3.6.8.5 Toplam azot (TN)

Toplam azot (TN) parametresi, serbest amonyak ve amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitritler ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitratlar ($\text{NO}_3\text{-N}$) ve organik azot bileşiklerini içermektedir. Çözünmüş elementer azot (N_2) dahil değildir. TN sık sık, kimyasal ısıldama yoluyla azot oksitlerin müteakip analiziyle birlikte, yanma ile (bir başka ifadeyle bağlı toplam azot = TN_b , örneğin EN 12260'a göre) veya nitratın müteakip ıslak kimyasal analiziyle birlikte peroksidisülfat ile yükseltgeme (Koroleff yöntemi, örneğin EN ISO 11905-1'e göre) yoluyla ölçülmektedir. TN aynı zamanda, toplam Kjeldahl azotu, $\text{NO}_2\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ 'nin münferit konsantrasyonları toplanarak tayin edilebilmektedir.

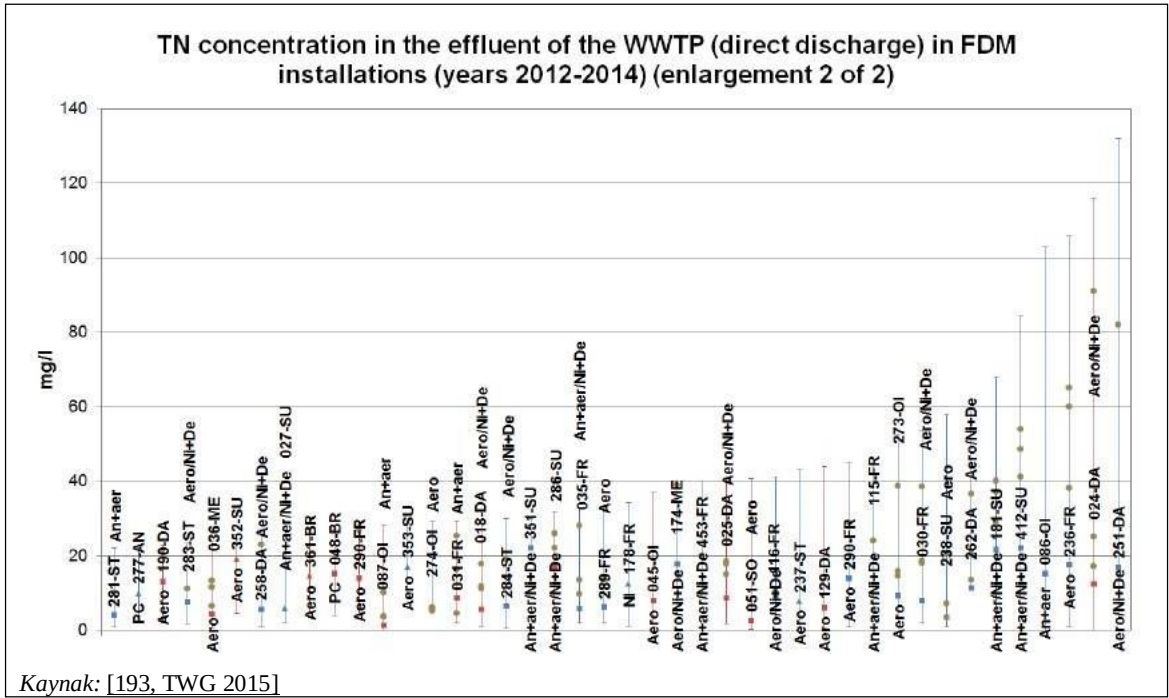
Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, günlük veya aylık olarak 24-saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

Şekil 2.36 (düşük değerler) ve Şekil 2.37’de (yüksek değerler), veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen TN emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalama) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.

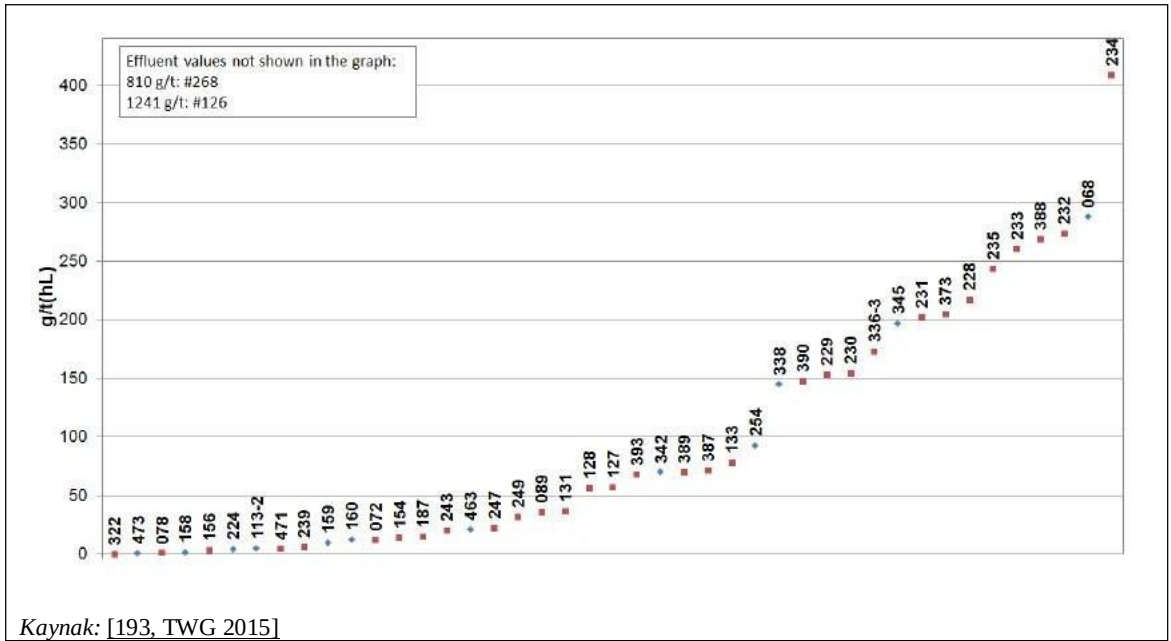


Şekil 2.36 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/2)



Şekil 2.37 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/2)

Şekil 2.38’de, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen TN emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.38 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TN özgül yükü (doğrudan deşarj)

TN emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler

Tablo 2.4’te belirtildiği üzere, suya verilen TN emisyonlarının azaltılması için yaygın bir şekilde biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyon (genel biyolojik atıksu arıtma kapsamında) uygulanmaktadır.

2.3.6.8.6 Toplam Fosfor (TP)

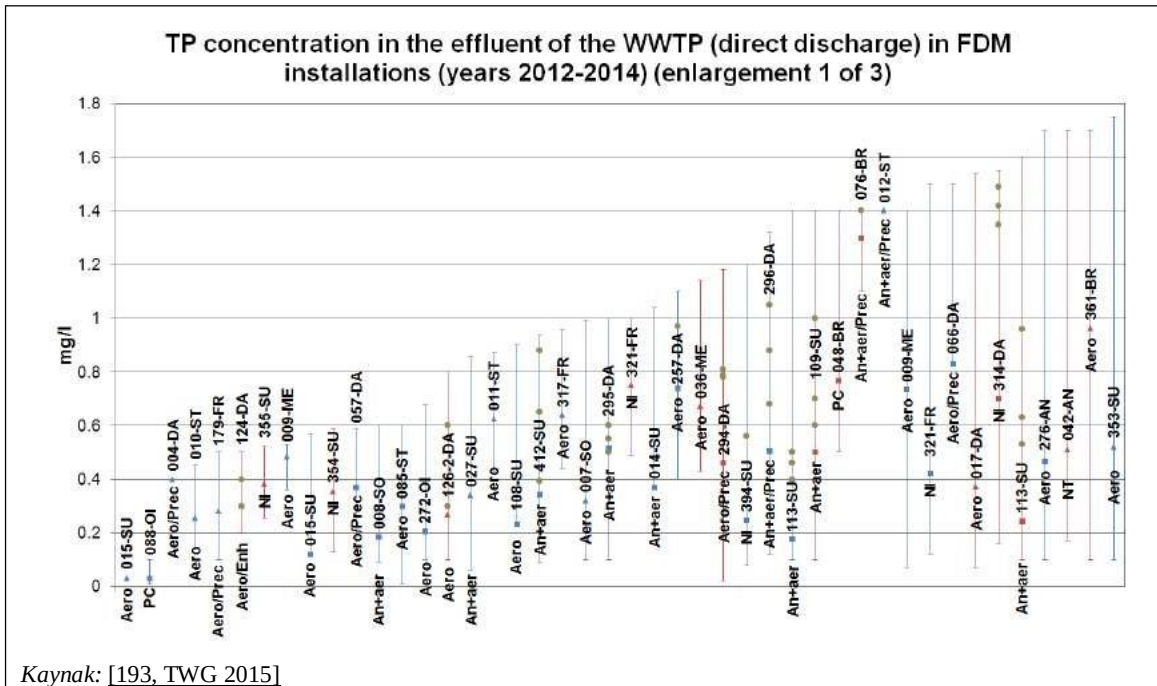
Fosfor, atıksuda inorganik ve organik formlarda bulunmaktadır. İnorganik formlar, ortofosfatlar (bir başka ifadeyle $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$) ve polifosfatlardır. Organik olarak bağlı fosfor genellikle önemsizdir.

Polifosfatlar, korozyon kontrol aracı olarak kullanılabilir. Yüzeysel su ortamının ötrofikasyonunu önlemek için fosfor deşarjı, azot deşarjı ile aynı şekilde kontrol edilmek zorundadır. Yaz koşullarında, alg patlamasını önlemek için, inorganik fosforun kritik seviyesinin yaklaşık 0,005 mg/l olduğu bildirilmiştir.

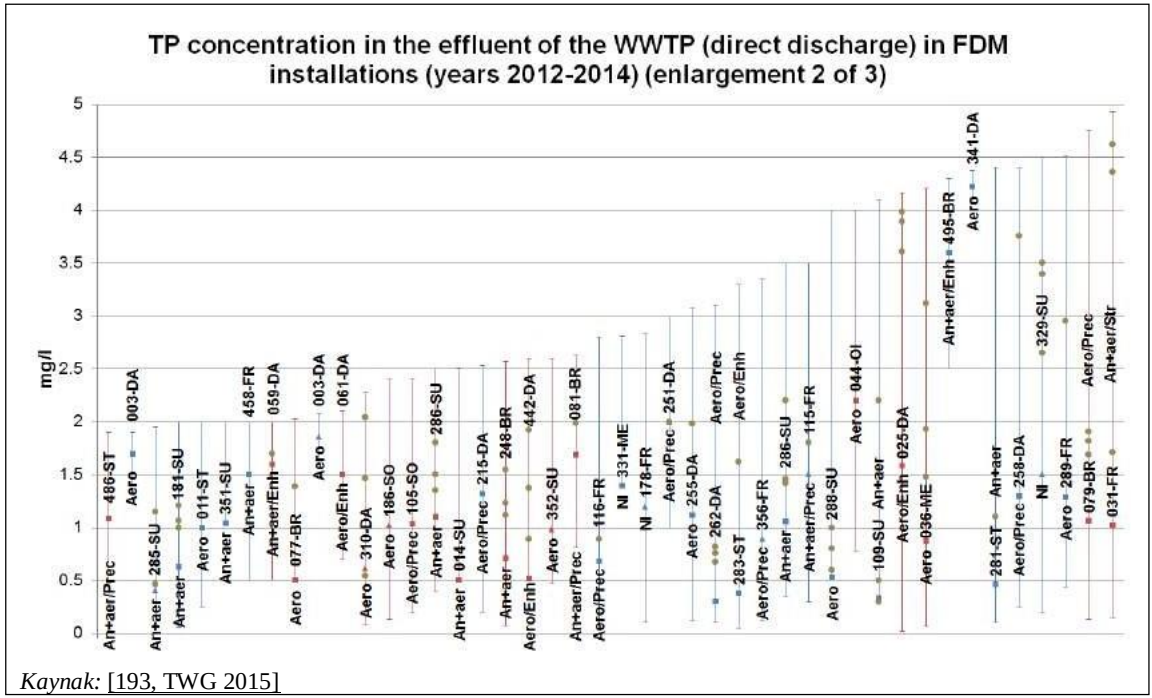
Veri toplama çalışmasına katılan tesislerin performansı

Genelde, günlük veya aylık olarak 24-saatlik kompozit numuneler alınmaktadır.

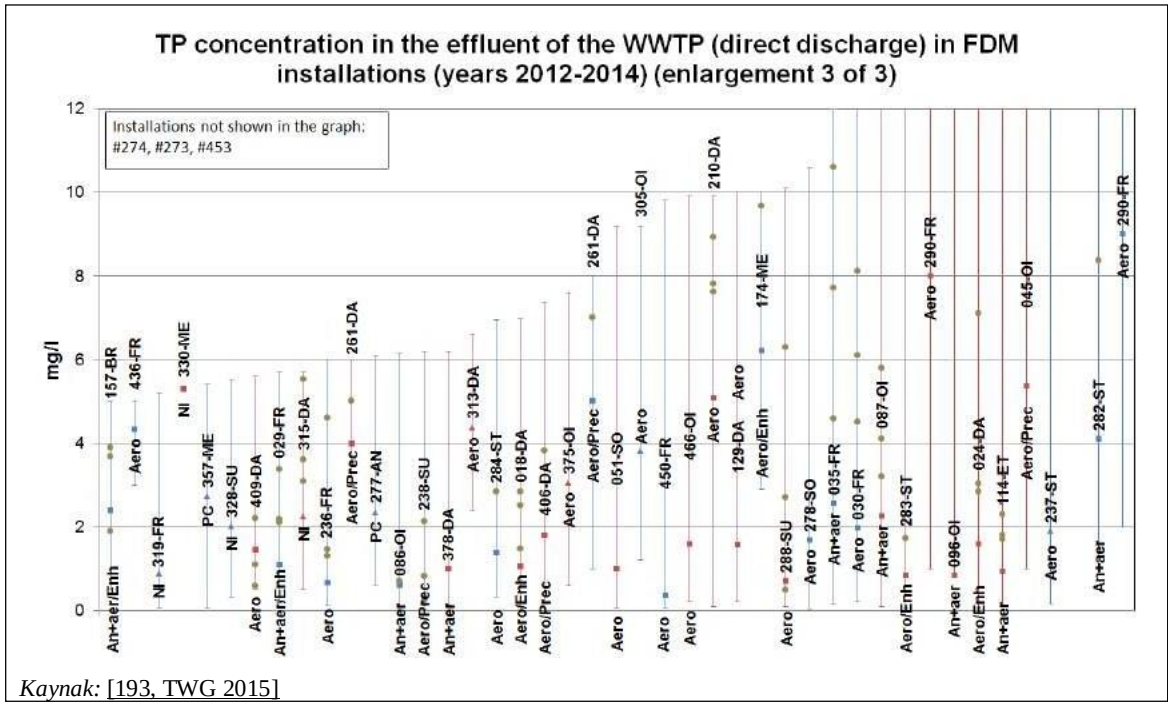
Şekil 2.39, Şekil 2.40, ve Şekil 2.41’de, veri toplama çalışmasına katılan FDM tesislerinden suya verilen TP emisyonları (doğrudan deşarj konsantrasyonları, günlük ortalama) gösterilmektedir. Ayrıca, ilgili FDM sektörleri ve nihai azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 2.39 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (1/3)

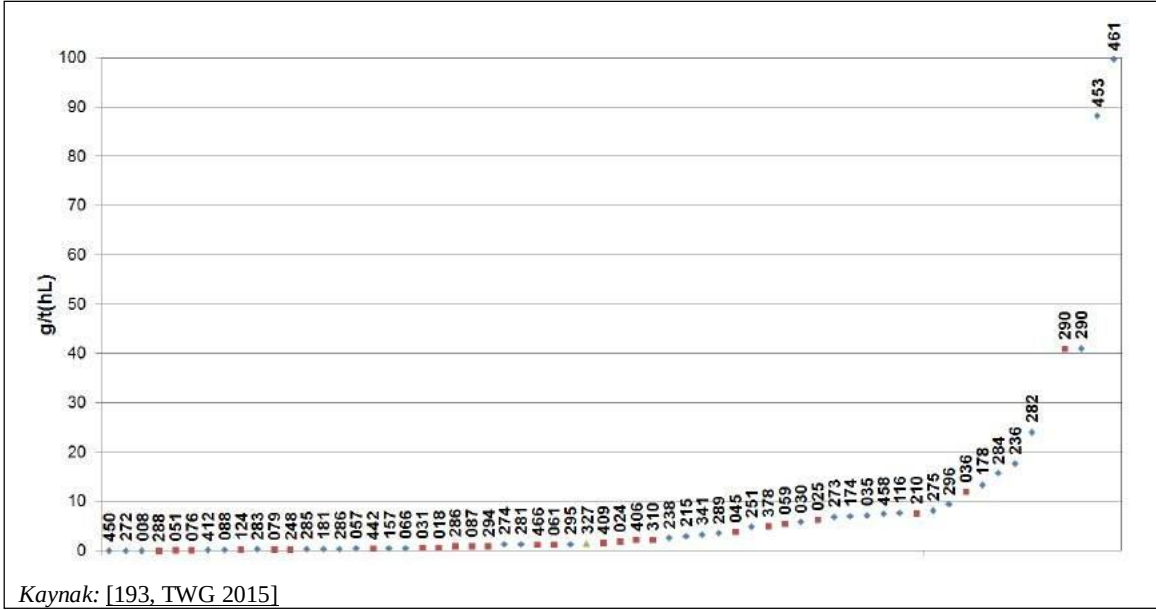


Şekil 2.40 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (2/3)



Şekil 2.41 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP konsantrasyonu (doğrudan deşarj) (3/3)

Şekil 2.42’de, FDM tesislerinden kaynaklanan doğrudan deşarjlar için özgül yükler olarak suya verilen TP emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2.42 FDM tesisleri AAT çıkış suyu TP özgül yükü (doğrudan deşarj)

TP emisyon seviyelerinin azaltılması ile ilgili olarak bildirilen teknikler

Tablo 2.4’te belirtildiği üzere, biyolojik arıtma ve kimyasal çökelme yoluyla fosfor giderimi yaygın olarak uygulanmaktadır.

2.3.7 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

2.3.7.1 Birkaç kirletici için uygun teknikler

2.3.7.1.1 Havaya verilen emisyonların kaynağında toplanması ve yerel egzoz havalandırması

Tanım

Havaya verilen emisyonların kaynaklarının kapatılması ve odanın tamamını ele almaktan ziyade yerel egzoz havalandırması kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Havaya verilen emisyonların kaynaklarının kapatılması ve yerel egzoz havalandırmasının kullanılması, odadaki miktarın tamamının ele alınmasına göre büyük ölçüde daha az enerji harcamaktadır. Etkin olması için, emme kapasitesinin boyutlarının yeterli olması gerekmektedir ve kılavuz plakalar ve döner kapaklı bunkerler gibi elemanlar, toz ve gaz emisyonlarının en aza indirilmesine katkıda bulunabilmektedir.

Belirlenen, işlem gerektiren emisyonlar, kaynağında kanal ile iletilmekte ve olasılıkla, bir azaltım tekniğine verilmeden önce birleştirilmektedir. Ekipmanın amacı, mümkün olan durumlarda, havaya verilen her türlü emisyonu önlemek ve asgari seviyede kontrol altında tutmaktır. Aşağıda emisyon oluşabilecek yerler verilmektedir:

- Araç yükleme/boşaltma noktaları,
- Proses tesisine erişim noktaları,
- Açık konveyörler,
- Depolama kapları,
- Aktarım işlemleri,
- Dolum işlemleri,
- Boşaltım işlemleri.

Tesisin genel havalandırması ile yerel egzoz havalandırmasını birbirinden ayırmak önemlidir. Genel havalandırma, çok daha büyük miktarlarda hava hareketini içermekte, dolayısıyla daha fazla enerji kullanmaktadır ve daha pahalıdır. Yerel egzoz havalandırması, yemeğe doğrudan ısı uygulamasını içerenler gibi bazı yemek pişirme dumanlarından kaynaklanan sağlık tehlikelerine karşı koruma sağlayabilmektedir. Bu havalandırma, temiz ve katıyağ kalıntılarını içermeyecek şekilde tutulacak biçimde tasarlanmadığı sürece, havalandırmanın etkinliği zayıflayabilmekte ve havalandırma yangın riskine yol açmaktadır. Giren değişim havasının çok sıcak veya çok soğuk olması halinde, personelin bu havayı kapatma riski bulunmaktadır. Giren havanın doğal olarak çekilmesi halinde, genellikle haşere girişine karşı bazı kontrol araçları gerekmektedir. Havalandırılan hava bir azaltım tesisine çekilebilmekte ve bazı durumlarda, hijyen gerekliliklerini dikkate alarak bu havanın yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Bazı uygulamalarda, hava ile taşınan maddeler yeniden kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen emisyonların azaltılması ve hava ile taşınan maddelerin muhtemel yeniden kullanımı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Azaltım tekniklerinin çoğu, işleme tabi tutulacak volümetrik hava akışı esas alınarak tasarlanmaktadır. Bu, çalışma ortamına havaya verilen emisyonların girmemesini sağlamak için yeterli bir volümetrik hava akışını sürdürürken, ayrı emisyonların etkin sınırlandırmasını gerektirmektedir. Havanın yeniden sirkülasyonunun gerçekleştirildiği örnekler şöyledir:

- Sürekli veya kesikli kavurmadan kaynaklanan kahve kavurma gazlarının resirkülasyonu.
- Toz yüklü besleme havasının pnömatik konveyörlere yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilerek, aynı zamanda yeniden kullanım için toz toplanmaktadır.
- Dumanlama odalarından kaynaklanan dumanın kısmen veya tamamen yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Havaya verilen emisyonların söz konusu olduğu tüm FDM tesislerinde, örneğin araçların yüklenmesi ve boşaltılması sırasında, bunkerler, aktarım noktaları, şutlar ve yükleme borularında uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- İş sağlığı.
- İşlem gerektiren volümetrik debi en aza indirilerek, azaltım tesisinin sermaye maliyetinde önemli bir maliyet tasarrufu sağlanabilmektedir.

Örnek tesisler

Bu teknik, FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [35, Germany 2002], [139, Health and Safety Executive 2000]

2.3.7.1.2 Egzoz gazı resirkülasyonu

Tanım

Taze yakma havasının bir bölümü ile yer değiştirmek üzere yanma odasına atık gazın (bir bölümünün) resirkülasyonudur.

Teknik tanım

Atık gazlar, bir mevcut tesisi kazana yönlendirilebilmektedir. Bu, mevcut ekipmanı kullanma ve bir ilave işlem seçeneğine yapılacak yatırım harcamasının önüne geçme avantajı sunmaktadır. Çalışma prensibi esas olarak, bir özel tesisteki termal yükseltgenmenin çalışma prensibiyle aynıdır.

Egzoz akımı, kazan veya kazan binasının yakma havası akış fanına ve arkasından kazana, kanal ile iletilmektedir. Yanma prosesine oksijen sağlamak ve organik bileşikler imha edilmektedir.

Mevcut bir kazanın kullanılmasının genel uygulanabilirliği büyük ölçüde, aşırı yüklerde kazan yakma havası gereksinimiyle ilgili olarak işleme tabi tutulacak atık gaz miktarına bağlıdır. Atık gaz miktarının büyük ölçüde yakma havası gereksiniminden az olması halinde, sorun çıkmamaktadır. Atık gaz miktarının tamamı kolayca, yakma fanından kanal ile iletebilmektedir. Bununla beraber, işletim koşullarının çoğunda kazan, bir buhar basıncı sinyali karşılık olarak döngüsel modda çalışmaktadır.

Kazan işletiminin muhtemel sonuçları tümüyle değerlendirilmelidir. Mevcut kazan işletimi esas olarak, atık gaz deşarjının kazana yönlendirilmesiyle ilgili güvenlik özelliklerini içerir. Kazan ile işleme tabi tutulacak gaz akımı arasında alev tepmesini önlemek için alev tutucular veya su contalarının ilave edilmesi gerekebilmektedir.

Daha fazla bilgi için, Büyük Yakma Tesisleri (LCP) MET-REF'e bakınız [145, COM 2017].

Elde edilen çevresel yararlar

Toz, NO_x, CO, TUOK ve koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu teknik oldukça etkindir ve doğru bir şekilde işletilmesi halinde, kokuların giderilmesinde diğer yakma yöntemleri kadar etkindir.

Başlangıçta dikkate alınacak önemli bir husus, atık gazlar üretildiğinde kazanın çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesidir. Bu, çoğu işlemde söz konusu olabilmektedir. Kazana ilişkin kontrol stratejisi, buhar basıncına bağımlı olmaktan, yakma havası debisine bağımlı olmaya kadar değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumda, yakma havası debisi, en küçük değer, bir başka ifadeyle kendisi minimum yakıt debisi ve yakma hızını oluşturacak olan, işleme tabi tutulacak atık gaz miktarına eşdeğer bir değere ayarlanmaktadır. Buhar ayar noktası basıncına ulaşıldığı zaman, kazan minimum yakma havası debisinde çalışmaya dönmekte ve kazan bacasından istenmeyen ısı deşarjı gerçekleşmektedir. Değerlendirmenin önemli bölümünü, ek yakıt maliyetlerini hesaplamak üzere, kazanın atık gaz debisinden altında yakma havası debisiyle çalışma süresi yüzdesinin değerlendirilmesi oluşturmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi, bir çapraz ortam etkisidir. Aksi durumda gerekli olmayacak olan, kazanın çalışır durumda tutulması gerekebileceğinden, yakıt tüketimi artabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Önemli miktarda toz içeren hava akımları genellikle, artıranma prosesinden önce ön işlem gerektirmektedir.

Ekonomi

Mevcut bir kazan binasının kullanma potansiyelinin, hem sermaye maliyetleri hem işletme maliyetleri bakımından ekonomik yararları vardır.

Uygulamanın ana etkeni

Yasal gerekliliklere uygunluk.

Örnek tesisler

Tesis #352 [193, TWG 2015].

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [145, COM 2017], [193, TWG 2015]

2.3.7.1.3 Yanma optimizasyonu

Daha fazla bilgi için, LCP MET-REF'e bakınız [145, COM 2017].

Tanım

Emisyonları (özellikle CO emisyonları) en aza indirirken, örneğin fırın/kazanda, enerji dönüştürüm verimliliğinin en yüksek seviyeye çıkarılması için alınan önlemlerdir. Bu, yakma ekipmanının iyi tasarlanması, sıcaklığın (örneğin yakıt ve yanma havasının etkin karışımı) ve yanma bölgesinde kalış süresinin optimizasyonu ve/veya ileri kontrol sisteminin kullanılmasını içeren tekniklerin bir kombinasyonu ile gerçekleştirilir.

Teknik tanım

Teknik, fırının, yanma odalarının, yakıcıların ve ilgili cihazların iyi tasarlanmasını ve tedarikçinin önerilerine göre yakma sisteminin düzenli planlı bakımının gerçekleştirilmesini içermektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

NO_x, N₂O, CO ve diğer havaya verilen yanmamış emisyonların dengeli bir şekilde azaltılması.

Referans literatür

[145, COM 2017]

2.3.7.2 Toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler

2.3.7.2.1 Separatör

Tanım

Atık gaz akımı, yerçekimi/kütle ataleti altında toz, aerosoller ve/veya damlacıkların gazdan ayrıldığı bir odaya geçer.

Teknik tanım

Atık gaz akımı, yerçekimi/kütle ataleti altında toz, aerosoller ve/veya damlacıkların gazdan ayrıldığı bir odaya geçmektedir. Saptırıcılar, ince levhalar veya metal kafes teli gibi tasarım araçları yoluyla gaz hızı düşürülerek etki artırılmaktadır.

Separatörler, yatay olarak monte edilmiş bir fan gövdesine benzeyebilmektedir ancak hava, santrifüj kuvveti altında tozun separatörlerin dış duvarına hareket ettiği bir dairesel gövdeye beslenmektedir. Toz, bir toplama kabıyla dış duvardan toplanarak, bir döner hava kilidi contasına ve geri kazanıma yönlendirilmektedir. Tozdan arınmış olan hava düşey olarak bir bacadan atmosfere atılmaktadır.

Tasarım, kap içinde düzgün üniform hız dağılımı sağlamalıdır. Tercihli akışlar, verimlilik üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Atalet separatörlerindeki iç engellerin kullanılması, yüksek hızlarda işletim sağlayarak, separatör hacminde, çöktürme odasına göre bir küçülmeyi göstermektedir. Artan basınç düşümü ise bir engel oluşturmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen toz emisyonlarının azaltılması. Hava ile taşınan maddelerin potansiyel yeniden kullanımı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Separatörler, basit ve sağlam tasarım, az alan gereksinimi ve yüksek işletim güvenilirliği ile nitelendirilmektedir. Teknik, performansı sürdürmek için minimum hava akışı gerektirmektedir.

Saptırma veya atalet separatörleri, etkin toz giderimi sağlamaktadır. Ataletlerinden dolayı, büyük partiküller, tekrarlı olarak saptırılan gaz akımını takip edememekte ve ayrılmaktadır. Uygun tasarımıyla, 100 µm'den büyük partiküller için %50 seperasyon oranları elde edilebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Separatörler aşağıdaki durumlarda kullanıma uygundur:

- İşleme tabi tutulmayan gazda yüksek toz emisyonu seviyelerinin olduğu durumlarda,
- İnce partiküllerin giderilmesine çok ihtiyaç olmayan durumlarda,
- Ön seperasyon ve/veya ardıl sistemlerin korunması ve tahliyesinin gerekli olduğu durumlarda,
- Basıncın yüksek olduğu durumlarda, örneğin yüksek basınçlı toz giderme,
- Sıcaklıkların yüksek olduğu durumlarda, örneğin yüksek ısılı toz giderme,

Ekonomi

Düşük maliyetli teknik.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[35, Germany 2002]

2.3.7.2.2 Torba filtre

Tanım

Genelde bez filtreler olarak anılan torba filtreler, partikülleri gidermek üzere gazların arasından geçtiği gözenekli dokuma veya keçeli kumaştan yapılır. Torba filtre kullanımı, atık gaz özellikleri ve maksimum işletim sıcaklığına uygun bir kumaşın seçilmesini gerektirir.

Teknik tanım

Torba filtre veya bez filtre sistemleri, partikül içeren havanın, hava filtre ortamından verildikçe partikülleri yakalayan bir filtre ortamından geçirilmesi ile çalışmaktadır. İşlem, filtrelenecek hava akışına yerleştirilen filtre ünitelerinde gerçekleşmektedir. Filtre ortamlarının verimliliğini sürdürmek için, filtre ortamları, sert bir şekilde sallanarak veya filtrede tutulan herhangi bir maddeyi - bu madde daha sonra toplanarak üretim prosesinde yeniden kullanılmaktadır - serbest bırakmak için içlerinden ters hava jeti üflenerek düzenli aralıklarla temizlenmektedir. Etkin kalmaları ve tesis için, filtre ortamları üzerinde madde birikmesinden kaynaklanan herhangi bir mikrobiyolojik risk söz konusu olmamasını sağlamak amacıyla filtre ortamlarının düzenli olarak değiştirilmesi gerekmektedir.

Çoğu torba filtrede, filtre ortamı olarak, sıcak gaz özellikleri ve maksimum işletim sıcaklığına uygun dokunmuş veya keçeli kumaştan yapılan uzun, silindirik torbalar (veya borular) kullanılmaktadır.

Torba filtreler, yaklaşık 30 mm'ye kadar çıkan kalınlıkta filtre malzemesinden yapılmaktadır ve yükseklikleri 0,5 m, uzunlukları 1,5 m'dir. Filtre torbaları, temiz gaz kanalına doğru açık uçludur. Boru filtrelerde, filtre ortamı, uzunluğu 5 m'ye kadar çıkan, çapları 12 cm - 20 cm arasında olan tüplerden oluşmaktadır. İşleme tabi tutulmayan gaz akımı, genellikle filtre torbasının üst bölgesinde olmak üzere daima dışarıdan içeriye doğru akmaktadır.

Tablo 2.63'te, farklı torba filtre sistemlerinin karşılaştırması verilmekte ve Şekil 2.43'te bir endüstriyel torba filtre gösterilmektedir.

Tablo 2.63 Farklı torba filtre sistemlerinin karşılaştırması

Parametre	Pals jetli filtre	Membran fiber cam filtre	Fiber cam filtre
Hava/bez oranı	22–25 m/sn	19–25 m/sn	8–10 m/sn
Sıcaklık sınırları	200°C	280°C	280°C
Torba tipi	Polyester	Membran/fiber cam	Fiber cam
Torba boyutu	0,126 x 6,0 m	0,292 x 10 m	0,292 x 10 m
Torba başına bez alanı	2,0 m ²	9,0 m ²	9,0 m ²
Kafes	Evet	Hayır	Hayır
Basınç düşümü	2,0 kPa	2,0 kPa	2,5 kPa
Torba ömrü	30 aya kadar	6 - 10 yıl	6 - 10 yıl

Kaynak: [35, Germany 2002]

Genel bir kural olarak, lifler arasındaki ortalama mesafe, toplanacak partiküllerden oldukça büyük olmaktadır. Elek etkisine bağlı seperasyon oranları, kütle kuvvetleri, engelleyici etkiler ve elektrostatik kuvvetlerle tamamlanmaktadır.



Kaynak: [157, Copa-Cogeca 2016]

Şekil 2.43 Endüstriyel torba filtre

Boru torba filtre sistemlerinde ekipman, görünüş olarak bir siklona benzeyen ve fazla alan gerektirmeyen bir silindire monteli düşey boru sırasından oluşan bir yuvarlak filtre içermektedir. Hava akımı filtreden geçmekte ve ince kısımlar, münferit boru filtrelerin yüzeyinde birikmektedir. Boru filtreler, çok kademeli bir enjektör sisteminin yardımıyla, basınçlı hava veya diğer basınçlı gazları kullanarak, tamamen otomatik pals benzeri ters yıkama sistemi ile temizlenmektedir. Borular ayrı ayrı temizlenerek, boru filtrelerin sürekli temizliği ve toz giderimi sağlanmaktadır.

Boru filtrelerden temizlenen ürün, bir özel delik sisteminden geçen havayla toz çıkışına taşındığı çıkış tabanına düşmektedir. Bu şekilde temizlenen gazlar, bir temiz gaz odası aracılığıyla filtreden temiz gaz olarak çıkmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen toz emisyonların azaltılması. Atık üretiminin azaltılması, örneğin seperasyon prosesinin kuru olmasından dolayı, prensipte, ayrılmış olan partikül madde proseste veya yan ürün olarak yeniden kullanılabilir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Filtreli separatörler, çok ince partikülleri daha oldukça etkin bir şekilde ayırmak üzere, yüksek seperasyon oranları, örneğin $>99\%$, sağlayabilmektedir. Torba filtreler, toz emisyonlarını $< 5 \text{ mg/Nm}^3$ 'e indirmektedir. FDM sektörel bölümleriyle (bakınız 3. - 15. Bölüm) ilgili mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler, torba filtrelerin uygulanmasına ilişkin tesise özgü performans verilerini içermektedir.

Filtreler, siklonlara göre büyük ölçüde daha az enerji harcamakta ve daha az gürültü yaymaktadır. Çıkan havaya yönelik, yerinde temizlik (CIP) için uygun filtreleme tesislerinin kullanılması halinde, siklonların kullanılmasına gerek olmayıp, çok büyük enerji tasarrufu ve gürültü azaltımı sağlanmaktadır. CIP kullanılarak, su ve temizleme maddelerinin tüketimi azaltılabilmektedir [35, Germany 2002].

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi. İleri işlem gerekebilecek yan ürünler üretilmektedir. Torba filtre malzemesinin ömrü sınırlıdır ve bertaraf edilecek bir başka atık oluşturmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Uygulama, havaya verilen yapışkan emisyonlar için sınırlıdır. Atık gaz sıcaklıklarının 240°C 'nin üzerinde olduğu uygulamalarda torba filtrelerin etkinliği zayıflayabilmektedir. Debi tasarım parametrelerine bağlı olarak, torba filtrelerin hacimleri büyüyelebilmekte ve büyük bir alana ihtiyaç duyabilmektedir.

Ekonomi

Torba filtrelerin yatırım maliyetleri görece düşük olsa da, filtre malzemesi iki - beş yılda değiştirilmek zorunda olduğundan bakım maliyetleri yüksektir. Torba filtrelerle ilgili ekipman, siklonlara göre daha karmaşıktır ve ek bakım süresi gerektirmektedir. Çökelen maddenin genellikle geri dönüşümü kolaydır ve belli ölçüde ekonomik değeri vardır.

Filtre değişimiyle ilgili en düşük gider yaklaşık, yatırım maliyetinin $\%10$ 'udur. Bu maliyet, emisyon seviyelerinin düşürülmesinin çevresel yararı ile karşılaştırıldığında, mevcut tesisler için ilgili olabilmektedir. Örneğin, Danimarka'daki 25 mg/Nm^3 'lük ELV'ye sahip bir tesis için, 5 mg/Nm^3 'lük yeni bir ELV, limitin uygunluğunu izlemek ve ölçmek için yıllık 8 000 avroluk maliyete ek olarak 134 000 – 201 000 avro yeni ekipman yatırımıyla sonuçlanacaktır. Ayrıca, çok düşük limit, daha yüksek enerji tüketimini beraberinde getirecektir [30, TWG 2018].

Uygulamanın ana etkeni

- Mevzuat, ana etkindir.
- Ayrılan külün yeniden kullanılabilirdiği tesislerde, ekonomi de bir etkindir.

Örnek tesisler

Torba filtreler neredeyse tüm FDM sektörlerinde kullanılmaktadır, bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[30, TWG 2018], [35, Germany 2002], [145, COM 2017], [157, Copa-Cogeca 2016], [193, TWG 2015]

2.3.7.2.3 Siklon

Tanım

Ağır partiküllerin taşıyıcı gazdan ayrıldığı, santrifüj kuvveti esas alınan toz kontrol sistemidir.

Teknik tanım

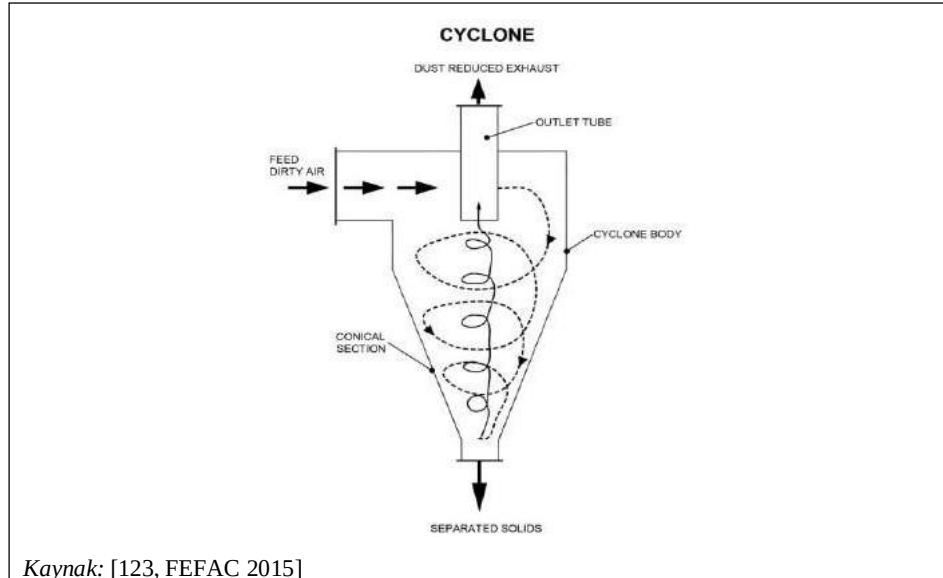
Siklonlar, genellikle bir konik oda içinde, santrifüj kuvvetlerini kullanarak gaz akımından partikülleri (genellikle büyük/kaba) ayırmak için ataleti kullanmaktadır. Siklonlar, siklon gövdesi içinde çift vorteks oluşturarak çalışmaktadır. Giren gazın, siklon borusunun iç yüzeyi yanında siklondan aşağıya doğru cebri olarak dairesel hareketi oluşturulmaktadır. Siklon olarak adlandırılan bir silindirik veya konik konteyner içinde yüksek hızda dönen bir akım oluşturulmaktadır. Dönen akımdaki büyük (yoğun) partiküller, akımın dar eğrisini takip ederek, dış duvara çarpacak ve daha sonra, uzaklaştırılacakları siklon tabanına düşmelerini sağlayacak çok fazla ataletle sahiptir. Tabanda, gaz dönmekte ve boru ortasından yukarıya ve siklon tepesinden dışarıya doğru spiral şeklinde ilerlemektedir. Hava akımındaki partiküller cebri olarak, dönen gazın santrifüj kuvvetiyle siklon duvarlarına doğru yönlendirilmekte, bu partikülleri, siklonun içinden ve dışından hareket eden gazın akışkan sürüklemeye kuvveti karşılamaktadır. Büyük partiküller siklon duvarına ulaşarak, alt bunkerde toplanırken, küçük partiküller çıkan gazla birlikte siklonu terk etmektedir.

Siklonun verimliliği esas olarak, siklon separatörünün geometrik özelliklerine (yükseklik) ve kullanılan santrifüj kuvvetine (hız) bağlıdır. Siklon separatörünün yarıçapı küçüldükçe, santrifüj ivmesi artmakta, bunun sonucunda daha iyi seperasyon gerçekleşmektedir. Partiküller koninin duvarlarına çarparken, gaz siklondan atılmaktadır. Bu şekil, dönüş hızının iyileştirilmesini sağlamakta, böylece, çap küçüldükçe, teorik olarak küçük toz partikülleri dahi, siklon içindeki hava akışından ayrılmaktadır.

Siklonun boyutlandırıldığı hava akışının (akış ve sıcaklık) gözlemlenmesi önemlidir. Çok kuru olan bir ürün daha uçucudur ve koninin duvarlarına düzgün bir şekilde yapışmamaktadır. Mümkün olduğunca çıkış havasının nemi gözlemlenmektedir.

Siklon, giren hava akışına (nem, boyut ve ürün türü) ve vakum siklonlarda siklona alttan hava girişini engelleyen kilitlerin sızdırmazlığına hassastır. Bir siklonun ortalama ömrü (değişim ömrü) 10 - 20 yıldır.

Şekil 2.44, bir siklonun çalışma prensibini göstermektedir.



Şekil 2.44 Siklonun çalışma prensibi

Bölüm 2

Siklonlar normalde, esas olarak $> 10 \mu\text{m}$ partikül maddeleri kontrol etmek için kullanılmaktadır. Bununla beraber, $2,5 \mu\text{m}$ kadar küçük partikülleri için dahi etkin olacak şekilde tasarlanan yüksek performanslı siklonlar vardır. Yüksek performanslı siklonlarda, çalışma prensibi, siklonlarla aynıdır. Geleneksel siklonlarla farkı, boyut ve genişlik ve uzunluk arasındaki orandır. Yüksek performanslı siklonlar daha uzundur. Bu şekil, dönüş hızının iyileştirilmesini sağlamakta, böylece, çap küçüldükçe, en küçük toz partikülleri dahi, siklon içindeki hava akışından ayrılmaktadır. Ayrıca, hava akışına göre daha doğru siklon boyutlandırması elde edilebilmektedir. Kontrol edilebilir temel işletim parametreleri, basınç (mbar) ve hava akışı (kg/s) olup, bunların belli verimlilik eğrisine göre dengesi, en iyi performansın elde edilmesini sağlamaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen toz emisyonlarının azaltılması. Hava ile taşınan maddelerin potansiyel yeniden kullanımı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Siklonlar, basit ve sağlam tasarım, az alan gereksinimi ve yüksek işletim güvenilirliği ile nitelendirilmektedir. Genellikle, giderilen toz, üretim prosesine geri verilmektedir. Siklonlar, separatörlere göre daha iyi seperasyon sağlamaktadır (bakınız 2.3.7.2.1 no'lu madde). Tablo 2.10'da, diğer seperasyon tekniklerine göre bir siklonun performans verileri verilmektedir.

Daha fazla çevresel performans ve işletim verisi, ilgili FDM sektörel bölümlerinde sunulmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

İleri işlem gerekebilecek yan ürünler üretilmektedir. Siklonlardaki basınç düşümünü önlemek için elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Ayrıca, siklonlar önemli bir gürültü kaynağı oluşturmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Siklonlar, yeni ve mevcut tesislerde uygulanabilir. Hava giriş ve çıkış borularıyla birlikte siklonun tesisi için yalnızca küçük bir alan yeterlidir.

İşletim performansını sürdürmek için minimum hava akışı gereklidir. Siklon içinin kuru kalması ve siklonun çalışma verimini etkileyebilecek herhangi bir madde birikimi olmamasını sağlamak için düzenli muayene gerçekleştirilmektedir.

Ekonomi

Bu, düşük maliyetli bir tekniktir. İşletme maliyetleri, toplanan külün pnömatik veya hidrolik giderimi için gereken enerjiyi ve ekipmanın atık gaz basınç kaybını karşılamak için elektrik enerjisini içermektedir. Bileşenlerin tümünün dayanıklılığı dikkate alındığında, bakım maliyetleri düşüktür.

Bir hayvan yemi tesisinde uygulanan bir siklon için, 26 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir (siklon ve fanın satın alınması). Tesisin, 341 000 kW/yıl elektrik tüketimiyle ilgili yıllık işletme maliyeti yaklaşık 51 000 avro olmuştur [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Mevzuat, ana etkindir.

Örnek tesisler

Siklonlar, neredeyse tüm FDM sektörlerinde kullanılmaktadır, bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [92, Gergely E. 2003], [145, COM 2017], [193, TWG 2015]

2.3.7.2.4 Elektrostatik çöktürücü

Tanım

Elektrostatik çöktürücüler, partiküller bir elektrik alanının etkisi altında yüklenecek ve ayrılacak şekilde çalışır. Elektrostatik çöktürücüler, çok çeşitli koşullar altında çalışma yeteneğine sahiptir. Kuru elektrostatik çöktürücüde (ESP), toplanan malzeme mekanik olarak uzaklaştırılırken (örneğin sarsıntı, titreşim, basınçlı hava yoluyla), ıslak elektrostatik çöktürücüde, bu malzeme, genellikle su olmak üzere uygun bir sıvı ile yıkanır.

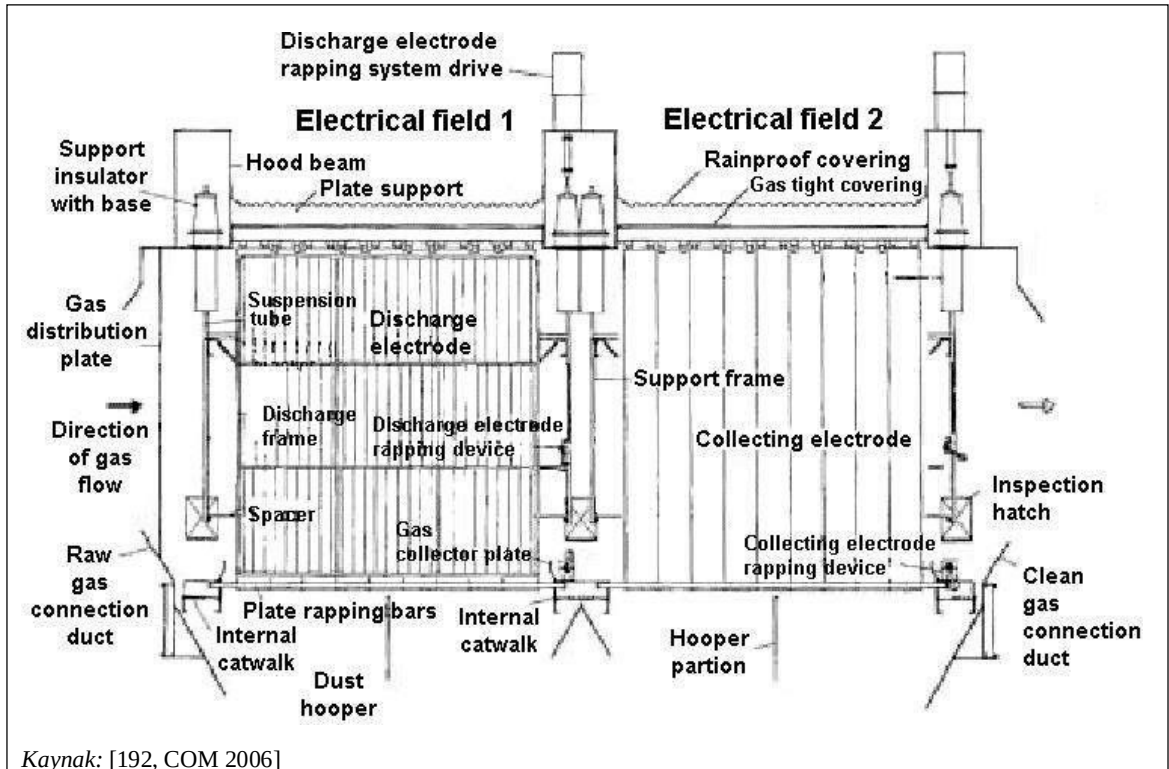
Teknik tanım

Elektrostatik çöktürücüler (ESP'ler), katı veya sıvı partikülleri, atık gazlardan ayırmak için kullanılmaktadır. Gazda dağıtılan partiküller, toplama plakalarına yapışmaları için elektrostatik olarak yüklenmektedir. Bir ESP'nin ana bileşenlerini, filtre muhafazası, deşarj ve toplama elektrotları, güç kaynağı, gaz kılavuzu veya kapakları ve toplama plakalarının temizliği için bir silkme sistemi oluşturmaktadır. Seperasyon işlemi, aşağıdaki münferit aşamalara ayrılabilir:

- Partiküllerin, iyon alanına yüklenmesi,
- Yüklenen partiküllerin, toplama plakasına taşınması,
- Toplama plakasında toplama ve film oluşumu,
- Toplama plakasından toz tabakasının giderilmesi.

Kuru ve ıslak ESP'ler olarak sınıflandırma yapılabilir. Bunlar, yatay veya düşey gaz akışlı olabilir. Kuru ESP'ler çoğunlukla plaka biçiminde toplama elektrotlarıyla yapılmakta, bu ESP'ler aynı zamanda plakalı ESP'ler olarak adlandırılmaktadır. Islak ESP'lerde, toplama elektrotları genelde boru biçiminde olup bu ESP'lerde gaz akışı genellikle düşeydir. Bu ESP'ler aynı zamanda, borulu ESP'ler olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 2.45, bir elektrostatik çöktürücünün tipik düzenlemesini göstermektedir.



Şekil 2.45 Elektrostatik çöktürücü tipik düzenlemesi (yalnızca iki bölge gösterilmektedir)

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen toz emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Elektrostatik çöktürücüler %99,9'a kadar seperasyon oranları, 0,1 µm'den küçük partiküllerin dahi etkin bir şekilde ayrılması ve 1 000 000 m³/s'nin üzerindeki atık gaz miktarlarının işleme tabi tutulmasını sağlamaktadır [35, Germany 2002]. Tablo 2.10'da, diğer seperasyon tekniklerine göre bu tekniğin performans verileri verilmektedir.

Tablo 2.64'te, ESP'lerin uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Elektrostatik çöktürücüler düşük basınç kaybı, örneğin 0,001 bar - 0,004 bar, düşük enerji gereksinimine, örneğin 0,05–2 kWh/1 000 m³ ve uzun hizmet ömrüne sahiptir. Islak ESP'lerin seperasyon oranları, kuru ESP'lere göre daha yüksektir. Özellikle, ıslak ESP'ler ince tozları, aerosolleri ve bir dereceye kadar, ağır metal ve gaz maddeleri ayırabilmektedir.

Tablo 2.64 Elektrostatik çöktürücüde işlem sonrası kurutucu emisyonları periyodik toz ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	FDM sektörü	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	Ek bilgi
303-2	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu (OI)	11,8 0	16,00	EN 13284	- Ayçiçek tohumu, kolza - Buhar jeneratörü ve doğrudan temaslı posa kurutucu yanma gazları - Önceki siklon adımı
303-1	OI	26,9 9	15,20	EN 13284	- Ayçiçek tohumu, kolza - Buhar jeneratörü ve doğrudan temaslı tohum kurutucu yanma gazları - Önceki siklon adımı

Kaynak: [193, TWG 2015]

Çapraz ortam etkileri

İleri işlem gerektirebilecek artıklar (uçucu kül) veya sıvı atık (yalnızca ıslak ESP'de) üretilmektedir. Elektrik tüketimi bulunmaktadır. ESP'nin yüksek gerilimi, yeni bir tehlike oluşturabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

ESP'ler, özellikle ince toz olmak üzere katı ve sıvı hava kirleticilerin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. ESP'ler, büyük sistemlerde, yüksek sıcaklıklarda büyük miktarlarda atı gaz temizliği için kullanılmaktadır. Islak ESP'ler, sıvıya doymuş gazların temizliği, asit ve katran sisleri veya patlama tehlikesi bulunması halinde kullanılmaktadır.

Ekonomi

Elektrostatik çöktürücülerin maliyeti, elektrik tüketimi, bakım giderleri ve çökelen külün aktarılması ile ilgili maliyetleri içermektedir ancak toz emisyonlarının azaltılmasında bu cihazlar genellikle maliyet etkindir [145, COM 2017].

Uygulamanın ana etkeni

İnce partikül madde emisyonların azaltılmasına yönelik yasal talepler.

Örnek tesisler

Bu teknik, bir yağlı tohum tesisinde (#303) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[35, Germany 2002], [145, COM 2017], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.7.2.5 Dolgulu yatak filtre

Tanım

Toz partikülleri, bir granüler çakıl, kum, kireçtaşı ve kok tabakasına tutunur.

Teknik tanım

Dolgulu yatak filtrelerde kullanılan filtre ortamı genelde 0,3 mm ile yaklaşık 5 mm tane boyu aralığında granüler çakıl, kum, kireçtaşı veya kok tabakasıdır. Filtrasyon sırasında, toz partikülleri, granüler tabakaya tutunmaktadır. Yatağın yüzeyinde, seperasyon işlemini destekleyen bir toz tabakası oluşmaktadır. İnce partiküller (< 0,5 mm) ve düşük akış hızları (< 0,1 m/sn) kullanılarak, ayrılmış olan tozun penetrasyonu engellenebilmektedir. Bununla beraber, seperasyon oranlarının azalmasıyla sonuçlanabilecek bir köprü oluşması tehlikesi bulunmaktadır.

Dolgulu yatak, birkaç metre yüksekliğinde olabilmektedir. Temizlik, ters akışlı durulama, yüksek akımlı hava ile birlikte mekanik sarsıntı veya temizlik sürerken hareketli nozullar yardımıyla yapılmaktadır. Çok bölmeli filtre tasarımı kullanımı, sürekli temizlik sağlamaktadır. Dolgulu yatak filtreler, toz ve gazların eş zamanlı olarak ayrılmasını sağlamak için kullanılabilir. Dolgulu yatak filtreler, yüksek sıcaklık veya sıcak gazlı toz giderme için zorunlu gereksinimi, bir başka ifadeyle yüksek sıcaklık seviyesinde, temizlenen gaz akımlarının termal enerjisinin kullanımını sağlamaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen toz emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Filtreli separatörler, çok ince partikülleri daha oldukça etkin bir şekilde ayrılmak üzere, yüksek seperasyon oranları, örneğin >%99, sağlayabilmektedir. Kirli gazda ortalama 18 mg/Nm³ toz içeriği ve 0,5 µm ortalama tane boyu ile birlikte, dolgulu yatak filtreler kullanılarak yapılan denemelerde toz için yaklaşık 10 g/Nm³ temiz gaz elde edilmiştir.

Dolgulu yatak filtrelerin seperasyon oranı, lif tabaka filtreler kadar iyi değildir. Bu nedenle, dolgulu yatak filtreler, sorunlu toz partiküllerinin ayrılması veya yüksek atık gaz sıcaklıklarında seperasyon için kullanılmaktadır. Dolgulu yatak filtreler sık sık, siklonlar gibi ön ayırıcılarla birlikte kullanılmaktadır.

Genel bir kural olarak, lifler arasındaki ortalama mesafe, toplanacak partiküllerden oldukça büyük olmaktadır. Elek etkisine bağlı seperasyon oranları, kütle kuvvetleri, engelleyici etkiler ve elektrostatik kuvvetlerle tamamlanmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Dolgulu yatak filtreler, aşağıdaki özelliklerdeki tozların giderimi için uygun değildir:

- Sert ve aşındırıcı,
- 1 000 °C'ye kadar çıkan sıcaklıklar,
- Kimyasal olarak zararlı gazlarla karışmış,
- Yanıcı ve kıvılcım çıkarma tehlikesi olan durumlar,
- Sisle karışmış,
- Uygun salmastra ile eş zamanlı seperasyonun elde edilebileceği durumlarda SO₂, HCl ve HF gibi bazı gaz kirleticilerle karışmış.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Mevzuat, ana etkindir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002]

2.3.7.3 Esas olarak organik/koku emisyonlarının azaltılması için kullanılan teknikler

2.3.7.3.1 Islak yıkayıcı

Tanım

Genelde su veya bir sulu çözelti olmak üzere bir sıvı çözeltiye kütle transferi yoluyla gazdaki gaz veya partikül kirleticilerin uzaklaştırılmasıdır. Bir kimyasal reaksiyon içerebilir (örneğin asit veya alkali yıkayıcı). Bazı durumlarda, solventten bileşikler geri kazanılabilir.

Teknik tanım

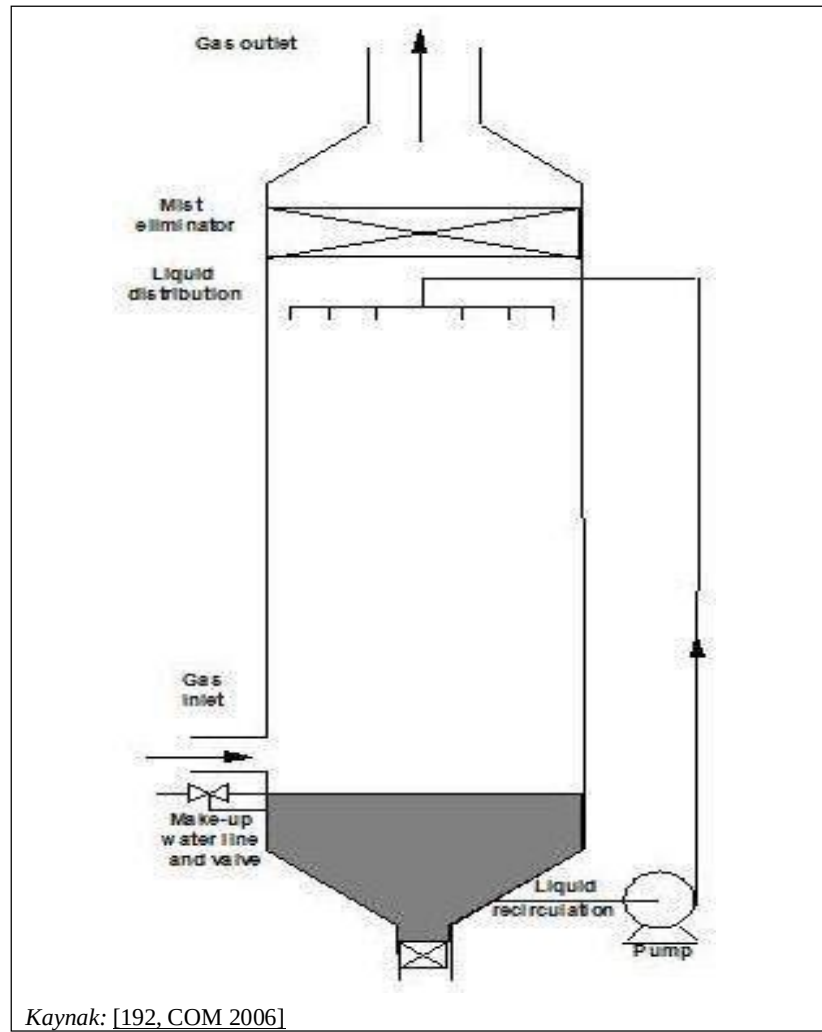
Islak yıkama (veya absorpsiyon), birbiriyle temas halindeki bir çözünür gaz ile bir çözücü - genelde su - arasındaki kütle transferidir. Kimyasal geri kazanım için fiziksel yıkama tercih edilirken, kimyasal yıkama, gaz bileşiklerin giderilmesi ve azaltılmasıyla sınırlıdır. Bir ara konumda fizikokimyasal yıkama gerçekleşmektedir. Bileşen, absorpsiyon sıvısında çözülme ve gaz bileşenin geri kazanımını sağlayan bir tersinir kimyasal reaksiyona katılmaktadır. Yıkama veya absorpsiyon yaygın olarak, özellikle alkol, aseton veya formaldehit gibi suda çözünen bileşikler olmak üzere yüksek uçucu organik bileşik (VOC) konsantrasyonları içeren gaz akımlarının ayrılması ve arıtılması için hammadde ve/veya ürün geri kazanım tekniği olarak kullanılmaktadır. Absorpsiyonun organik buharlar için ana kontrol tekniği olarak kullanımı, gaz için yüksek çözünürlük, düşük buhar basıncı ve düşük viskozite ile birlikte uygun çözücünün bulunmasına tabidir.

Islak toz yıkama, gaz bileşiklere ek olarak, toz azaltma veya geri kazanımı için aynı ya da eşdeğer tekniklerin kullanıldığı bir ıslak gaz yıkama türüdür. Toz azaltımı için yaygın olarak kullanılan bir yıkayıcı tipi, ventüri yıkayıcıdır.

Tasarım özelliklerine göre sınıflandırarak farklı ıslak yıkayıcı tipleri sınıflandırılabilir. Bazı örnekler şöyledir:

- Yıkayıcı kuleler, püskürtmeli yıkayıcılar gibi absorpsiyon teknikleri (bakınız Tablo 2.65),
- Enjeksiyonlu yıkayıcılar, örneğin yüksek basınçlı veya çift maddeli enjeksiyonlu yıkayıcılar,
- Jet yıkayıcılar,
- Vorteks yıkayıcılar,
- Döner yıkayıcılar, parçalayıcılar (yüksek performans),
- Ventüri yıkayıcılar (yüksek performans).

Bir püskürtmeli yıkayıcı basitçe, bir kap içinde yükselen hava akımıyla temas eden bir sıvı spreyden oluşmaktadır. Kap, herhangi bir salmastra veya plaka ya da gaz-sıvı temasını artıracak herhangi bir cihaz içermemektedir. Bir tipik püskürtmeli kule konfigürasyonu, Şekil 2.46'da gösterilmektedir.

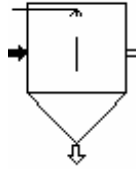
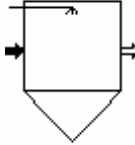
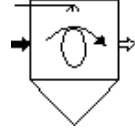
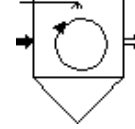
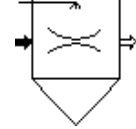


Şekil 2.46 Püskürtme odası yerleşimi

Ventüri yıkayıcı ile ilgili olarak, karakteristik özellik, gaz hızının artıran dar kanal - ventüri boğazıdır. Sıvı, yıkayıcıya verilmekte ve duvarlarda, ventüri boğazındaki gaz akımı ile atomize olan bir film oluşturmaktadır. Alternatif olarak, ejektörlü ventüri yıkayıcılarda sıvı, ventüri boğazına püskürtülmektedir.

DIN standartlarına göre Almanya’da kullanılan ıslak yıkayıcılarla ilgili tasarım standartlarının bir örneği, Tablo 2.65’te verilmektedir.

Tablo 2.65 Havadan toz giderimi - ıslak yıkayıcıların genel görünümü

Açıklama	Yıkayıcı kule Püskürtmeli yıkayıcı Dolgu yataklı absorber	Enjeksiyonlu yıkayıcı (yüksek basınçlı veya çift maddeli enjeksiyonlu yıkayıcı)	Jet yıkayıcı	Vorteks yıkayıcı	Döner yıkayıcı, parçalayıcı	Ventüri yıkayıcı
Simgeler, DIN 30600/28004'e göredir			-			
Serbest en kesit bakımından temas bölgesi gaz hızı (m/sn)*	1 - 5	20 - 60	5 - 15	8 - 20	25 - 70	40 - 150
Tüm separatör üzerindeki basınç farkı (bar)*	1 - 25	5 - 25	Yaklaşık 1 - 10 basınç geri kazanımı	15 - 30	2 - 10 ⁽¹⁾	30 - 200
Enerji gereksinimi (kWh/1 000 m ³)	0,2 - 3	0,4 - 2	1,2 - 3	1 - 2	4 - 15 ⁽¹⁾	5 - 15
Toplanan sıvı/gaz oranı (l/m ³)*	1 - 5	0,5 - 5	5 - 50	Proses prensibi nden dolayı veri yok	Aşama başına 1 - 3	0,5 - 5
Seperasyon sınırı (µm)*	0,7 - 1,4	0,1 - 1	0,8 - 0,9	0,6 - 0,9	0,1 - 0,6	0,05 - 0,5
Toz seperasyon oranı (%)* ⁽²⁾	50 - 85	90 - 95	90 - 95	90 - 95	92 - 96	96 - 98

Not:

* Yaklaşık değerler, büyük veya küçük değişimler mümkündür.

(1) Parçalayıcılarda, ele alınan gazın etkinlik ve miktarına bağlı olarak enerji tüketimi genelde büyük ölçüde yüksektir. 25 bar'a kadar basınç geri kazanımı mümkündür.

(2) Tabloda verilen seperasyon oranı yalnızca muhtemel çalışma aralığı hakkında kaba bir fikir vermektedir. Seperasyon oranını hesaplamak kolay olsa da bu oran bir separatörün verimliliği hakkında yalnızca sınırlı sonuçlar çıkarılmasına izin verir. Örneğin, bu oran doğrudan, giren malzemenin tane boyu dağılımına bağlıdır. Tane boyu dağılımı değişirse, parametreler sabit kalsa dahi seperasyon oranı da değişir.

Bununla beraber, seperasyon oranı bilgisi, özel uygulamada önemlidir. Fraksiyon seperasyon oranı, bir separatörün verimliliğinin değerlendirilmesinde çok daha uygun bir parametredir.

Kaynak: [136, Deutsches Institut für Normung p.v. 2005]

Elde edilen çevresel yararlar

Islak yıkayıcı uygulamasının başlıca çevresel yararları şöyledir:

- SO₂, amonyak veya uçucu organik bileşikler gibi gaz kirleticilerin ve koku emisyonlarının azaltılması,
- Toz emisyonlarının azaltılması,
- Ürün geri kazanımı, örneğin bitkisel yağ işlemede, toplanan toz geri kazanılarak, una geri verilebilmektedir,
- Yangın riskinin önlenmesi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Islak yıkayıcılar kullanarak, %80-90 oranında toz seperasyonu sağlanabilmektedir.

FDM sektörel bölümleriyle (bakınız 3. - 15. Bölüm) ilgili mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler, ıslak yıkayıcıların uygulanmasına ilişkin tesise özgü performans verilerini içermektedir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi. Atıksu üretimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik, FDM sektörü genelinde uygulanmaktadır.

Ekonomi

Atıksu arıtma maliyeti önemli olabilmekte, bazı durumlarda, toz emisyonlarının kontrolüne yönelik önlemlerin üzerine çıkabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Islak yıkayıcılar, özellikle aşağıdaki durumlarda katı ve sıvı hava kirleticilerin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır:

- Yanıcı veya yapışkan toz,
- Patlama tehlikesi olan durumlar,
- Katı, sıvı ve gaz kirleticilerin eş zamanlı veya ön seperasyonu,
- Küçük toz partikülleri (< 0,1 µm).

Örnek tesisler

Bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [16, Willey ve ark. 2001], [154, COM 2015], [136, Deutsches Institut für Normung p.v. 2005], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.7.3.2 Plakalı absorber

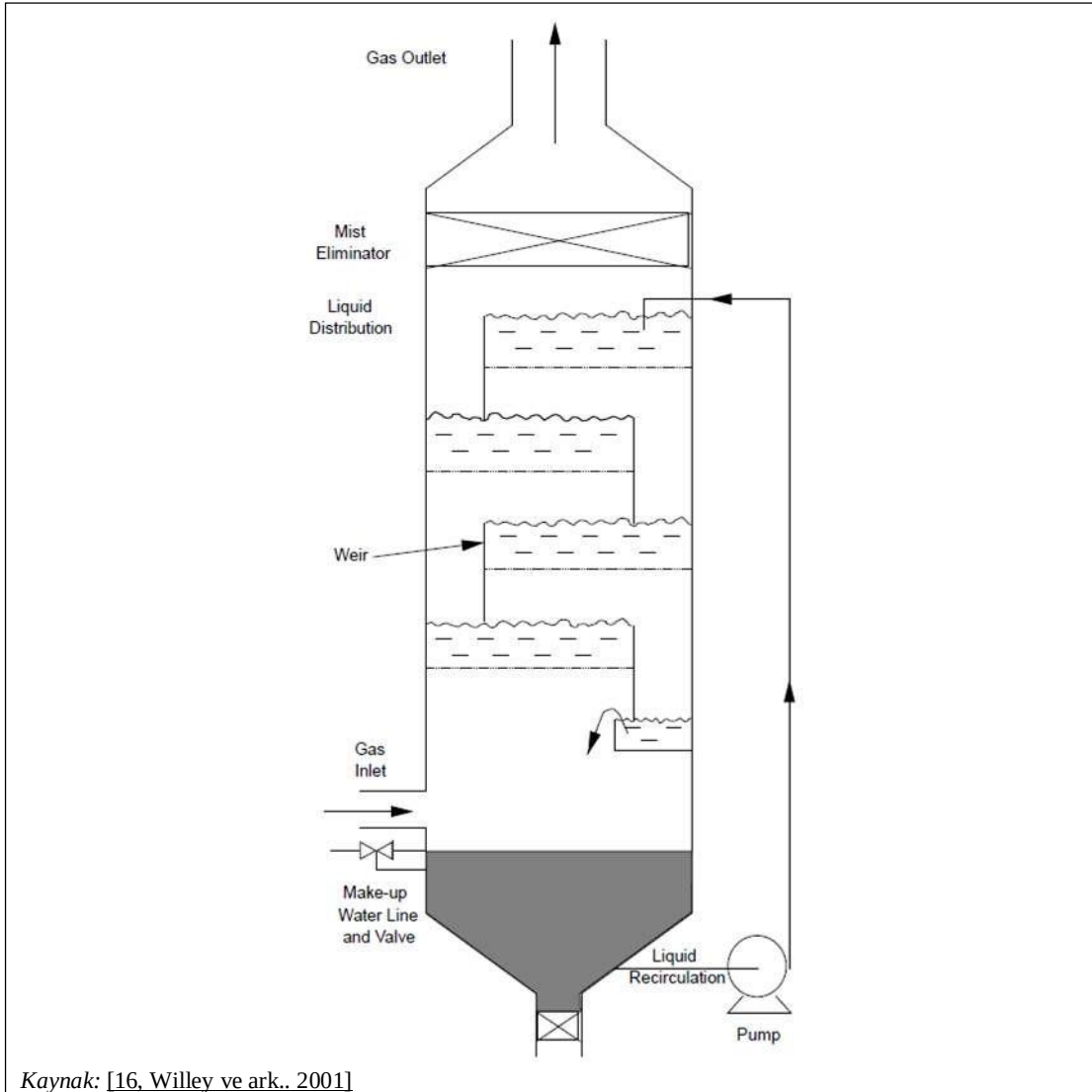
Tanım

Plakalı absorberler, kulede üst üste konulan birçok yatay, delikli tabla veya elek plakası bulunan bir düşey kuleden oluşur. Yıkama sıvısı kule tepesinden girerken, işleme tabi tutulacak hava akımı, kule tabanından girer ve yukarıya doğru akar.

Teknik tanım

Plakalı absorberler, kulede üst üste konulan birçok yatay, delikli tabla veya elek plakası bulunan bir düşey kuleden oluşmaktadır. Plaka açıklıklarının hemen üzerinde kapaklar bulunmaktadır. Yıkama sıvısı kule tepesinden girerek arka arkaya tablaların her biri boyunca akmaktadır. İşleme tabi tutulacak hava akımı kule tabanından girerek, plakalardaki deliklerden yukarıya doğru akmaktadır. Hava akımının hızı, deliklerden sıvı sızmasını önlemek için yeterlidir. İşleme tabi tutulacak hava akımı, tablalardan taşan düşen sıvı perdelerinden yönlendirilmektedir.

Birçok değişik plaka tasarımı ve sıvı nozulları yerleşimi bulunmaktadır. Plakalı absorber sistemi, Şekil 2.47’de gösterilmektedir.



Şekil 2.47 Plakalı absorber yerleşimi

Elde edilen çevresel yararlar

Havadan koku, gaz bileşenler ve tozun uzaklaştırılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Genelde, absorberlerin görece düşük basınç düşümüne sahip olma avantajı sunduğu bildirilmektedir. Absorberlerin, toplam giderimden ziyade belirli bileşenlerin gideriminde daha etkin oldukları bildirilmektedir ve genelde bildirilen verimlilikleri %70-80’dir.

Ekipman kompakt bir ekipmandır, dolayısıyla absorberler çok fazla alan kaplamamaktadır ancak, kimyasalların güvenli depolaması için alana ihtiyaç duyabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Atıksu üretilmektedir. Sıcak gaz çıkışında görülür bir duman bulutu oluşturabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genel anlamda absorberler, görece düşük konsantrasyonlarda gaz ve/veya kokuları içeren muhtelif volümetrik hava akımları için uygundur.

Ekonomi

Teknik, diğer boru sonu koku kontrol tekniklerine göre görece ucuzdur. Sermaye ve işletme maliyetleri görece düşüktür. İşleme tabi tutulacak egzoz gazının nem içeriği yüksek olursa, absorberlerin tercihli olarak su buharı absorpsiyonunu gerçekleştirmelerinden dolayı, plakalı absorberlerin maliyet etkinliği azalmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[16, Willey ve ark., 2001]

2.3.7.3.3 Adsorpsiyon

Tanım

Organik bileşikler, katı bir yüzeyde (genelde aktif karbon) tutunarak atık gaz akımından uzaklaştırılır.

Teknik tanım

Adsorpsiyon, hava ile taşınan bileşenlerin bir ince partikül etkin yüzeyde yakalanmasını içeren bir ünite işlemidir. Zeolitler, silikalar, polimerik reçineler ve aktif karbon dahil olmak üzere genel uygulamalar için kullanılan çok sayıda muhtemel aktif madde vardır. Aktif karbon, FDM sektöründe en sık seçilen adsorbandır, bu nedenle yaygın olarak “karbon adsorpsiyonu” terimi kullanılmaktadır.

Karbon adsorpsiyonu, buhar moleküllerinin katı maddenin yüzeyine vurarak, yeniden buhar fazına geri dönmeye kadar bir süre orada tutunduğu dinamik bir işlemdir. Adsorpsiyon ile desorpsiyon arasında bir denge oluşturulmaktadır, bir başka ifadeyle karbon yüzeyi üzerindeki bir bileşiğin belirli bir konsantrasyonu, söz konusu bileşiğin gaz fazındaki kısmı basıncının konsantrasyonuna karşılık gelmektedir.

Adsorpsiyon işlemi, adsorbe olan moleküllerin van der Waals kuvvetleriyle yüzeye tutunduğu fiziksel bir işlem veya adsorbe olan moleküller ile yüzey arasında kimyasal bağların oluştuğu kimyasal işlem olabilmektedir. İkincisinde fazla olmak üzere, her iki işlemde de ısı meydana çıkmaktadır.

Aktif karbon, yün, kömür, turba, kabuklar, linyit, kemik ve petrol artıkları dahil çeşitli karbonlu maddelerden elde edilebilmektedir. Kabuk ve kömür bazlı ürünler genellikle buhar fazı uygulamalarında kullanılmaktadır. İmalat prosesi, hammaddenin, uçucu maddeyi dışarı atan ve ilkel gözenek yapısı ortaya çıkaran dehidrasyon ve karbonizasyonundan oluşmaktadır. Bunu termal veya kimyasal aktivasyon izlemektedir. Koku kontrol uygulamalarında kullanılan aktif karbonun tipik özellikleri, Tablo 2.66’da verilmektedir.

Tablo 2.66 Aktif karbon özellikleri

Parametre	Birim	Özellik
Tane boyu	mm	1,4 - 2,0
Kütle yoğunluğu	kg/m ³	400 - 500
Yüzey alanı	m ² /g	750–1 500
Gözenek hacmi	cm ³ /g	0,8 - 1,2
Kaynak: [192, COM 2006]		

Karbon yatakları, bir kez kullanılabilmekte ve atılabilmekte veya bu yatakların rejenerasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Rejeneratif sistemler genelde, yakalanan maddenin geri kazanımının ekonomik olarak cazip olduğu tesislerde kullanılmaktadır. Daha yaygın olarak, tek sabit yataklı bir adsorber sistemi kullanılmaktadır. Rejeneratif sistemler genellikle, adsorpsiyon ve desorpsiyonun eş zamanlı olarak yürütülebilmesi için birden çok yatağa sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır. Genellikle, buhar en yaygın kullanılan ortam olmak üzere, yüzeye tutunanı (adsorbate) serbest bırakmak için adsorban yatağın sıcaklığının yükseltilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bir rejeneratif sistem, rejeneratif işlem sırasında sıyrılan maddeler için ek yakalama mekanizması gerektirmektedir.

Sabit yatak sistemi, işleme tabi tutulacak gaz akımının geçtiği bir aktif karbon yatağından oluşmaktadır. Karbon bir basit dolgulu yatak düzenlemesinde veya karbon filtre biçiminde olmaktadır. Filtreler esas olarak, toz aktif karbon içeren kağıt veya karton kartuşlardır. Genelde, kartuş düzenlemesi genel oda havalandırması için kullanılırken, dolgulu yatak sistemi, proses egzozlarından koku kontrolü için kullanılmaktadır. Aktif karbon tükendiği zaman - örneğin çıkış koku seviyesinde artışla bunun işaretidir - karbon veya kartuş düzenlemelerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Dolgulu yatak sistemi, çoğu durumda, kendi tesislerinde rejenerasyon için tedarikçiye iade edilebilme avantajına sahipken, kartuş filtreler genellikle kullanıcı tarafından atılmaktadır.

Kartuş filtreler kullanarak oda havalandırmasına ilişkin tasarım temeli büyük ölçüde, dolgulu yataklar kullanarak gerçekleştirilen proses koku kontrolünden büyük ölçüde farklıdır. Genelde, çok düşük sorbent konsantrasyonlarında aralıklı veya seyrek nitelikli küçük baca (vent) akışları için kartuş filtreler kullanılmaktadır. Buna mukabil, dolgulu yatak sistemi, işleme tabi tutulacak hava akımındaki bileşenlerin konsantrasyonunun, tipik oda veya fabrika döşemesi konsantrasyonlarının büyük ölçüde üzerinde olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Her bir sistemin tasarım temelindeki başlıca farklılık, kalış süresi olup, oda havalandırması yalnızca 0,1 - 0,2 saniye gerektirirken, proses egzoz işlemi, 1 - 3 saniye gerektirmektedir. Kalış süresi seçimi esas olarak, tasarlanan yatağın fiziksel hacmi ile yenilemeler arasındaki süre arasındaki bir uzlaşmadır. Tablo 2.67’de, başlıca üç adsorber tipinin çalışma prensibi sunulmaktadır.

Tablo 2.67 Ana adsorber tiplerinin çalışma prensibi

Adsorber	Çalışma prensibi
Sabit yataklı kararsız hal adsorber	Kontamine gaz, bir sabit adsorban yatağından geçer.
Akışkan yataklı adsorber	Kontamine gaz, bir adsorban asıltısından geçer.
Sürekli hareketli yataklı adsorber	Yükselen gaz akımı içinden yerçekimiyle adsorban düşer.
Kaynak: [192, COM 2006]	

Genelde, sıcaklık düştükçe, adsorbe olan miktar artmakta, bu nedenle, penetrasyon süresi veya yatak ömrü uzamaktadır. Bir kural olarak, karbon adsorpsiyonu, 40 °C’nin üzerindeki sıcaklıkta uygulanabilir değildir. Ayrıca, aşağı aminler ve hidrojen sülfür gibi suda çözünür bileşikler dışında, %75’in üzerindeki bağıl nemde aktif karbon verimliliği azalmaktadır. Suyun bu tercihli adsorbansı, yatak içinde yoğunlaşmaya yol açarak, karbonu inaktif hale getirebilmektedir. Daha sonra, yeniden kullanılabilmesi için yatağın kurutulması gerekmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen TVOC ve diğer koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bir karbon adsorpsiyon sistemini kurmak oldukça basit olup, bir fan ve karbon yatağını tutmak için bir kaptan oluşmaktadır. Karbon adsorpsiyonu, %80 - 99 koku giderim verimliliği sağlayabilmektedir [16, Willey ve ark. 2001].

Aktif karbonun absorpsiyon kapasitesi, birim karbon kütlesi başına adsorbe edilen tanımlı maddenin miktarı bakımından ağırlıkça % olarak ifade edilmektedir. Bu rakamlar, büyük ölçüde değişiklik göstererek sıfırdan %110'a kadar çıkmaktadır ve potansiyel olarak muhtelif münferit bileşenleri içeren kokulu egzoz için oldukça önemsiz olmaktadır. Bu anlamda, genel bir kural olarak, FDM sektöründe kullanılan bir karbon yatağının ömür beklentisini tahmin etmek için %30 değeri kullanılabilir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi. Aktif karbonun bertaraf edilmesi gereken durumlarda atık üretimi söz konusu olmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Karbon adsorpsiyonu genellikle, 10 000 m³/s'nin altındaki düşük hava geçişleri için ve giderilecek bulaşkanın düşük konsantrasyonda, örneğin 50 mg/Nm³'ten az, bulunduğu durumlarda uygundur. Koku kontrolü bakımından, karbon adsorpsiyonunun başlıca uygulamalarını, havalandırılmış havanın temizlenmesi ve kokulu proses emisyonlarının işleme tabi tutulması oluşturmaktadır.

İşleme tabi tutulacak gaz akımındaki toz varlığı, karbon yatağının verimliliğini ciddi bir şekilde etkileyebilmekte ayrıca, işletme basıncı düşümünü artırabilmektedir. Toz ve yoğunlaşabilir maddeler, bir ön filtre düzenlemesinde giderilebilmektedir, bununla beraber bu, ünitenin karmaşıklığı ve maliyetini artıracak ayrıca, temizlik gereksinimleri ve tozun nüfuz etmesinde ek işletme sorunları doğuracaktır.

Ekonomi

Bu tekniğin sermaye maliyeti görece düşüktür. İşletme maliyeti yüksektir, örneğin karbon maliyetleri yaklaşık 2 400/ton'dur. Rejenerasyon normalde ekonomik değildir, dolayısıyla adsorpsiyon verimliliği düşmeye başladığında - bu, koku emisyon oranı ve kokulu konsantrasyona bağlı olarak çok kısa sürede gerçekleşebilmektedir - karbon yatağı tamamen yenilenmek zorundadır [16, Willey ve ark. 2001].

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bu teknik, bir et işleme tesisinde (#331) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.7.3.4 Biyofiltre

Tanım

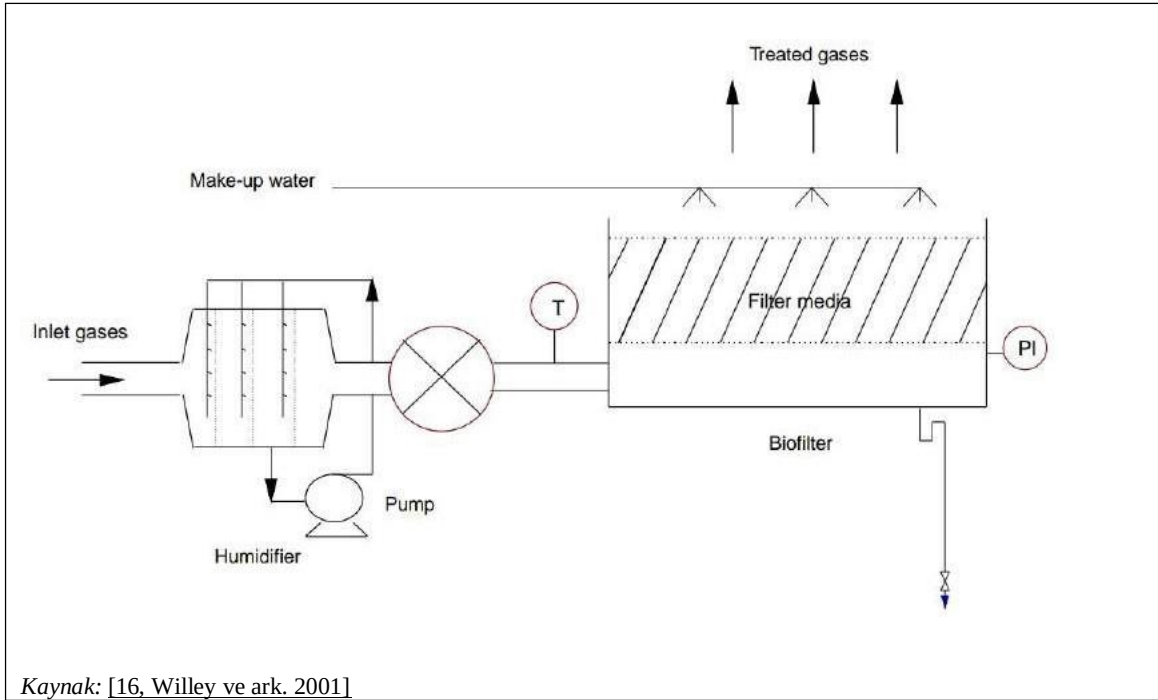
Atık gaz akımı, organik (ve bazı inorganik) bileşenlerin doğal olarak oluşan mikroorganizmalar tarafından karbon dioksit, su, diğer metabolitler ve biyokütleyle dönüştürüldüğü bir organik madde (turba, funda, kompost, kök, ağaç kabuğu, yumuşak ağaç ve farklı türde kombinasyonlar) veya bazı inert maddelerden (örneğin kil, aktif karbon, poliüretan) oluşan bir yataktan geçirilir.

Teknik tanım

Biyofiltrelerde, kirleticiler filtre malzemesi üzerine adsorbe edilmekte ve bir sabit filtre ortamında bulunan mikroorganizmalar tarafından bozunmaktadır. Filtrem malzemesi, dolgulu yatak biçiminde düzenlenmektedir ve atık gazlar bu malzemenin içinden geçmektedir. Toz emisyonu seviyeleri yüksek olan atık gazlarda, gazın biyofiltreden önce bir toz gidericiden geçirilmesi gerekmektedir.

Biyofiltreler, aşağı akış veya yukarı akışlı olarak çalıştırılabilmektedir. Her bir modun sahip olduğu yetenekler belirsizdir ve büyük ihtimalle, işletim verimliliği her bir durumda aynıdır. Biyofiltre üzerinde basınç düşümü düşük olup, genelde dolgulu yüksekliğin 10 mm/m - 25 mm/m'si aralığındadır. Bu basınç düşümü, aşağı akışlı veya yukarı akışlı tesisler için uygun hava dağılım tasarımının çok önemli bir tasarım parametresi olduğunu ortaya koymaktadır.

Bir biyofiltrenin tipik yerleşimi, Şekil 2.48’de gösterilmektedir.



Kaynak: [16, Willey ve ark. 2001]

Şekil 2.48 Biyofiltre yerleşimi

İşleme tabi tutulacak atık gaz ilk olarak, ters akışla, resirkülasyon suyu ile temasının sağlandığı bir nemlendirme cihazına yönlendirilmektedir. Nemlendirme cihazından çıkan hava daha sonra biyofiltreye yönlendirilmektedir.

Atıksu deşarj gereği doğuracağından nemlendirme cihazını sürekli yeni katma suyu besleyerek çalıştırmak normal bir uygulama değildir.

Yatak tepesinin periyodik olarak sulanması, sistemin filtre malzemesinde gereken %40-60 nem içeriğini sürdürmesine izin vermektedir. Sulama veya yağışla yataktan düşen herhangi bir su, sistemden atıksu deşarjını önlemek için nemlendirme cihazına geri verilebilmektedir.

Biyofiltrelerde kullanılan muhtelif filtre malzemeleri vardır. Filtre malzemesi için başlıca koşullar, yüksek özgül yüzey alanı, örneğin 300–1000 m²/m³, yüksek su taşıma kapasitesi, sınırlı sıkıştırma özellikleri ve sınırlı akış direncidir. Geleneksel olarak, %50 oranında funda ile karıştırılmış lifli turba kullanılmaktadır. Mikrobiyel aktivite turbada gerçekleşirken, funda, sıkışmayı önlemek için bir sertleşme maddesi sağlamakta, böylece yatağın hizmet ömrünü uzatmaktadır.

Turba/funda karışımının bir çeşidi, %50 oranında, destek için 5 mm çapında polistiren kürelerle karıştırılan mantar kompostudur. Köklü ağaçlar genelde ağaç kökleri, dallar ve gevşek sürgünlerden oluşmaktadır. Köklü ağaçlar genelde, düz kesmelerden ziyade yarılarak 15 cm’lik uzunluklara ayrılmaktadır. Bu işlem etkin bir şekilde maksimum yüzey alanını ortaya çıkarmakta ve destekleyici malzeme gerektirmemektedir. Bu filtre ortamı tam ölçekli tesislerde tümüyle kanıtlanmıştır. Herhangi bir başka malzeme teklif edilmesi halinde özel işletim deneyimi aranabilmektedir.

Biyofiltreler ayrıca toprak ve toprak dışı bazlı biyofiltreler olarak ayrılabilir. Toprak bazlı biyofiltre veya toprak yatak, altında işleme tabi tutulacak hava akımının geçtiği bir boru şebekesi bulunan gözenekli toprak tabakasından oluşmaktadır. Yatak genelinde basınç düşümünü en küçük değerde tutmak için bir açık yapılı toprak gereklidir.

Genelde, bir biyofiltre için kalış süresi, işleme tabi tutulacak hava akımında bulunan bulaşkanların seviyesi ve tipine bağlıdır. Doğası itibariyle aromatik olan bileşenler, daha basit organik kimyasallardan daha uzun kalış süresi gerektirecektir. Genel bir kural olarak, azalmış biyolojik bozunabilirliğe sahip bulaşkanların bulunduğu durumlarda 40 saniyeye kadar uzatılan 20 saniyelik minimum kalış süresi seçilmektedir.

Filtre yatağı geçiş hızı genelde 0,02 m/sn ile 0,05 m/sn arasındadır. Genelde bir tasarımı nitelendirmek için kullanılan yüzey yükleme alanı genelde, 100– 250 m³ gaz/m² filtre alanı/saat aralığındadır.

Muhtemel sıkışma nedenleriyle, filtre ortamının maksimum yüksekliği yaklaşık 1,0 - 1,5 m ile sınırlandırılmaktadır. Sınırlı arazi kullanılabilirliğinden dolayı daha büyük bir yüksekliğin gerektiği durumlarda, yatağın düşey en kesitinde bir çeşit ara destek gerekecektir.

Biyofiltreden hava dağılımı dikkate alınması gereken önemli bir konudur ve basınç odası tasarımı önerilmektedir. Bu bakımdan, basınç odasının düşey yüksekliği, filtre malzemesi yüksekliğinin en az %50'sidir.

Bir biyofiltrede filtre malzemesinin pH'si genelde, çoğu bakterinin tercih ettiği aralık olan 6.5 - 7.5 aralığında tutulur. Bazı durumlarda, egzoz gazı bileşenlerinin biyobozunması, asidik yan ürünler üretebilmekte, dolayısıyla alkali ile dozlama yapılabilir.

Filtre malzemesinin önemli özellikleri arasında düşük basınç kaybı, yüksek tamponlama kapasitesi ve var olan mikroorganizmaların geniş spektrumu yer almaktadır. İyi verimlilik için filtre yatağının yaklaşık %40 - 60 nem içeriğine ihtiyaç vardır. Filtre yatağı düzenli bakım gerektirmektedir, örneğin ideal etkinliğini temin etmek için bitki büyümesi, çökelen madde ve gazın nüfuz etme durumlarının filtre yatağında söz konusu olmaması gerekmektedir.

Bir filtre yatağının tipik hizmet ömrü genelde 3 - 5 yıl olarak bildirilmektedir ancak, çoğu filtre malzemesi ve özellikle turba/funda için, yatak işletimin ilk 18 ayında doldurulmayı gerektirecektir. Tam malzeme değişimi yalnızca, organik madde bozunmasının, gerekli hava debisi artık sağlanamayacak derecede ilerlemesi halinde gereklidir. Filtre malzemesinin değişimine izin vermek için ekipman, ızgara araçlar için erişilebilir olacak veya filtre bir gezer kavrayıcıda muhafaza edilebilecek şekilde tasarlanıp yapılmak zorundadır. Biyofiltrenin birçok segmente ayrılması halinde, bakım çalışması için üretimin tamamen durması gerekmemektedir.

Öncül prosesin niteliğine bağlı olarak, biyofiltre girişinde bulunan bir sıcaklık sensörüne bağlı olarak bir acil durum gaz hava deliği tesis edilebilmektedir. Kontrol mekanizması, biyofiltre giriş sıcaklığının önceden belirlenmiş, örneğin 4 saat, bir süre boyunca 45 °C'nin üzerine çıkması halinde, egzoz gazları doğrudan havaya deşarj edilerek, biyofiltreden geçecek şekilde ayarlanmaktadır. Bu tür bir sistemin kullanılması, atık gazların işleme tabi tutulmadan verileceği anlamına gelecektir, dolayısıyla bu tür bir baypası yol açan koşulların önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, yerel sıcaklık ve basınç düşüm göstergeleri önerilmektedir.

Toz ve katıyağların, filtre basıncı düşümünde bir artışa ve işletim verimliliğinde düşüşe yol açan muhtemel tıkanmayı önlemek için filtre öncülünde uzaklaştırılması gerekmektedir.

Toprak yataklar normalde yeraltına yapılmaktadır, dolayısıyla toprak filtre tabanının, su tablasının üzerinde olmasının sağlanmasına dikkat edilmelidir. Toprak biyofiltrenin başlıca dezavantajı, yaklaşık 5 dakika olan biyolojik proses için gereken aşırı kalış süresidir. Bu, önemli arazi alanı gerektiren çok büyük açık yapıları beraberinde getirmektedir.

Ayrıca biyofiltreler, kızartma egzoz gazlarını işleme tabi tutmak için kullanılmıştır. Derin fritözün buharı, bir kondensasyon ünitesinde yoğunlaştırılmaktadır. Bu, kokunun ve buhar miktarının azalmasına yol açmaktadır. Daha sonra, buhar bir biyofiltre içinden gönderilmektedir. Yağ ve katıyağ, biyoorganizmalar tarafından uzaklaştırılacaktır.

Bu yeni nesil filtrelerde sıcaklıklar 60 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Bu sıcaklıklarda termofilik bakteriler aktiftir. Biyofiltrelerde giderim oranı yüksek olup, daha küçük bir tasarım, biyoorganizma üremesinde azalma ve daha düşük bir basınç düşümünü beraberinde getirmektedir. Bununla beraber, filtre değişimi, mezofilik bakterilerin kullanıldığı durumlara göre (20 - 40 °C'de çalışmaktadır) daha sık yapılmaktadır. Filtre, biyoorganizma için yeterli olacak ıslaklıkta tutulmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen emisyonların, esas olarak koku/TVOC'nin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Doğru çalışan bir biyofiltre, genelde 150 - 200 OU_E/m³ çıkış koku konsantrasyonu ortaya koyacaktır. İşleme tabi tutulan deşarjla ilişkili karakteristik koku, giriş kokusuna çok az benzeyen, küflü, nemli orman kokusudur. %99,5'e kadar çıkan koku giderim verimlilikleri elde edilebilmektedir, bununla beraber giderim yüzdesi, giriş konsantrasyonuna oldukça bağlıdır.

150 OU_E/m³'ün altında bir çıkış koku seviyesi elde edilebilmesi ihtimal dışıdır, dolayısıyla 5 000 OU_E/m³'lük bir giriş koku seviyesi, maksimum %97'lik bir verimliliği temsil edecektir [35, Germany 2002].

%80- 90 TUOK azaltım verimliliği bildirilmiştir.

Özel olarak kompostlanmış organik malzeme, leca (genişletilmiş kil) veya moler (genişletilmiş kil), > %95 koku azaltım verimliliği ve daha uzun biyofiltre hizmet ömrünü (bazı durumlarda 10 yıldan uzun) beraberinde getirmektedir [224, Denmark 2015].

Daha fazla çevresel performans ve işletim verisi, ilgili FDM sektörel bölümlerinde sunulmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bu etkiler arasında, örneğin egzoz gazı bileşenlerinin biyobozunmasından kaynaklanan asidik yan ürünlerin üretimi yer almaktadır. Ayrıca, filtre malzemesinin bertarafı gerekmektedir. Bazı durumlarda, kullanılan malzeme, organik kirliliği azaltmak için kompostlanmakta, daha sonra araziye yayılmak üzere gönderilmektedir. Kondensasyon suyu geri dönüştürülmektedir. Aksi takdirde, arıtma gerektirmektedir. Pompanın filtre ortamlarının direncini aşması için enerji harcanması gerekmektedir.

Hazır yemek ve dondurma üreten FDM tesislerinde biyofiltrelerin kullanımı, filtre malzemesindeki bakteriyel popülasyondan dolayı hijyen risklerini artırabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yeterli arazinin bulunması koşuluyla, biyofiltrasyon işlemi, 100 000 m³/saat'e kadar ve üzere muhtelif hava akımları için uygundur. Giriş hava akımındaki maksimum bulaşkan konsantrasyon sınırı genellikle 5 000 mg/Nm³'ün altında belgelenmektedir, bununla beraber, biyofiltrasyonun uygunluğunu değerlendirirken 1 000 mg/Nm³ konsantrasyon sınırı, genel kural olarak alınabilmektedir.

Biyofiltreler, bir kap veya proses odasından sabit hava akımının çekildiği havalandırma sistemleri için uygundur. İşleme tabi tutulan diğer kaynaklardan yeterli seyreltme olmadığı sürece, ağır şekilde kontamine olmuş periyodik hava akımları önlenmektedir.

Bu teknik, 40 °C'nin üzerindeki hava sıcaklıklarında uygulanabilir değildir. 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların önemli sürelerle, örneğin 4 saatten fazla, devam etmesi halinde, filtrede bulunan mikroorganizmalar sterilize olmakta ve yatak yeniden tohumlama gerektirmektedir. 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda, biyolojik bozunma oranı belirgin bir şekilde düşmektedir. Bu teknik, %95'in altındaki nemlerde uygulanabilir değildir.

Ekonomi

Alternatif işlem tekniklerine göre, görece düşük maliyetli görece yüksek koku giderim verimliliği. Hava geçirmez üst conta gerektireceğinden, aşağı akışlı sistemin sermaye maliyeti, yukarı akışlı sistemden yüksektir. Bu, büyük bir biyofiltrede önemli olacaktır.

Modüler yapıdaki biyofiltrelerin spesifik yatırım maliyetleri, tesis büyüklüğüne ve yapı standardına bağlıdır. Küçük tesisler, bir başka ifadeyle 200–500 m³/s, için maliyet, 45 - 50 avro/m³ egzoz havası şeklindedir. Büyük tesislerde, maliyetler 10 - 15 avro/m³'e inebilmektedir. Bu maliyetlere, egzoz havası önleme ve gerekli yapım maliyetleri dahil değildir [35, Germany 2002].

İşletme maliyetleri büyük oranda, fanlar ve nemlendirici pompalarının çalıştırılmasıyla ilgili enerji maliyetlerinden oluşmaktadır. Ayrıca, nemlendirme için gereken su, biyofiltre bakımı ve hizmet ömrü sonunda filtre malzemesi değişimiyle ilgili maliyetler söz konusudur. Enerji maliyetleri, elektrik maliyetleri 0,15 avro/kWh üzerinden hesaplanarak, 0,15 – 0,225 avro/1 000 m³'tür. Yukarıda sayılan ek maliyetler dahil edilerek, 1 000 m³/s egzoz havası işleme bedeli, 0,225 – 0,30 avro olmaktadır [35, Germany 2002].

Alternatif işlem tekniklerine göre, toprak yataklar görece düşük maliyetle potansiyel olarak yüksek koku giderim verimliliği sunmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Koku ile ilgili şikayetlerin önlenmesi ve yasal gerekliliklerin karşılanması.

Örnek tesisler

Bu teknik, Tablo 2.8'de belirtildiği üzere, süt ürünleri, et işleme ve yağlı tohum sektörlerinde birçok tesiste bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [35, Germany 2002], [154, COM 2015], [193, TWG 2015], [224, Denmark 2015], [229, Belgium-VITO 2015]

2.3.7.3.5 Biyoyıkayıcı

Tanım

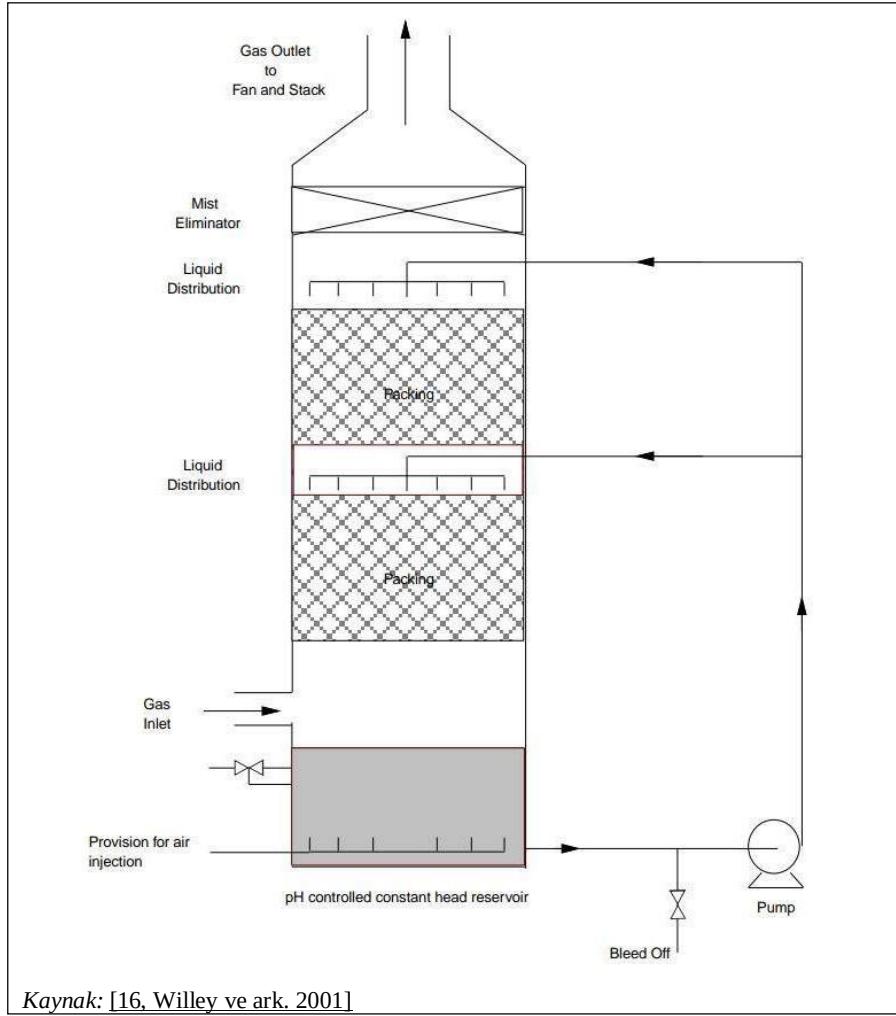
Normalde su püskürtülerek sürekli nemlendirilen inert dolgu malzemeli dolgulu kule filtredir. Hava kirleticileri sıvı fazda absorbe edilir ve daha sonra, filtre elemanları üzerine çökelen mikroorganizmalar tarafından bozunur.

Teknik tanım

Biyoyıkayıcılar (veya biyodamlatmalı filtreler), kirli gaz ile absorban arasında yoğun bir madde değişiminin gerçekleştiği absorberlerdir. Mikroorganizmalar ya ince bir şekilde toplama sıvısında bölünmekte veya bir tabaka olarak absorber yapıları ya da damlatmalı filtreye uygulanmaktadır. Absorberden sonra, gaz ve sıvı fazları ayırmak için bir sis toplayıcı gelmektedir. Müteakip absorban rejenerasyon adımı, sıvı fazda absorbe edilen atık gaz bileşenleri absorbandan uzaklaştırılmaktadır. Partikül emisyonu seviyeleri yüksek olan atık gazlarda, gazın biyoyıkayıcıdan önce bir toz gidericiden geçirilmesi gerekmektedir.

Teknik esas olarak, dolgu ve haznede bir bakteriyel popülasyonu içeren dolgulu yatak absorberden oluşmaktadır. Kontamine gaz, bakteri popülasyonunu içeren su akışına karşı kuleye doğru geçmektedir. Bakteri dolguya, atıksu arıtmada kullanılan damlatmalı filtreye benzer şekilde tutunmaktadır (bakınız 2.3.6.2.1.5 no'lu madde). Bakteriyel üreme ve sentez için gereken besin maddeleri periyodik olarak absorber haznesine eklenmektedir.

Biyobozunma hızı görece yavaştır, bu nedenle işletim koşulları çok önemli rol oynayabilmektedir. Bir biyoyıkayıcı, işleme tabi tutulacak hava akımına bağlı olarak 5 - 15 saniyelik tipik kalış süresinde çalışmaktadır. Biyoyıkayıcılar, biyofiltrelerden çok daha küçük arazi gerektirmektedir. Bir biyoyıkayıcı tesisinin tipik yerleşimi Şekil 2.49'da gösterilmektedir.



Şekil 2.49 Biyoyıkayıcı yerleşimi

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen emisyonların, esas olarak koku, TUOK, SO₂ ve tozun azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Biyoyıkayıcının büyüklüğü, işleme tabi tutulacak hava akımı ile sınırlı değildir, bununla beraber tek bir dolgulu kulenin büyüklüğü, iki paralel sistem gerektirebilmektedir. Giriş hava akımındaki maksimum bulaşkan konsantrasyon sınırı genellikle 5 000 mg/Nm³'ün altında belgelenmektedir, bununla beraber, biyoyıkamanın uygunluğunu değerlendirirken 1 000 mg/Nm³ konsantrasyon sınırı, genel kural olarak alınabilmektedir [35, Germany 2002].

Daha fazla çevresel performans ve işletim verisi, ilgili FDM sektörel bölümlerinde sunulmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Hava hareketine ek olarak su resirkülasyonu gerçekleştiğinden biyoyıkayıcı, biyofiltreye göre daha enerji yoğunudur. Filtre malzemesinin bertarafı.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Başta organik kirleticiler ve kokular olmak üzere biyobozunur gaz hava kirleticilerini uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. Teoride, bir biyoyıkayıcı, bir emisyon sorunu için biyoyükseltgenmenin uygun çözüm olduğu durumlarda kullanılabilir, bu nedenle, biyoyıkayıcının uygulamaları, biyofiltrelerin uygulamalarına benzerdir ancak, biyofiltreler daha yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Bu teknik, 40 °C'nin üzerindeki hava sıcaklıklarında uygulanabilir değildir.

Ekonomi

Alternatif işlem tekniklerine göre, görece düşük maliyetli görece yüksek koku giderim verimliliği.

Uygulamanın ana etkeni

- Koku emisyonlarının azaltılması,
- H₂S emisyonu gerekliliklerinin karşılanması.

Örnek tesisler

Bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [35, Germany 2002], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

2.3.7.3.6 Termal yükseltgenme

Tanım

Bir atık gaz akımındaki yanıcı gazlar ve kokulu maddelerin, bulaşkan karışımı hava veya oksijen ile bir yanma odasında kendi otomatik tutuşma noktasının üzerine ısıtılmak ve karbon dioksit ve suda yanmasını tamamlamaya yeterli olacak uzunluktaki bir süre boyunca yüksek sıcaklıkta tutmak suretiyle yükseltgenmesidir.

Teknik tanım

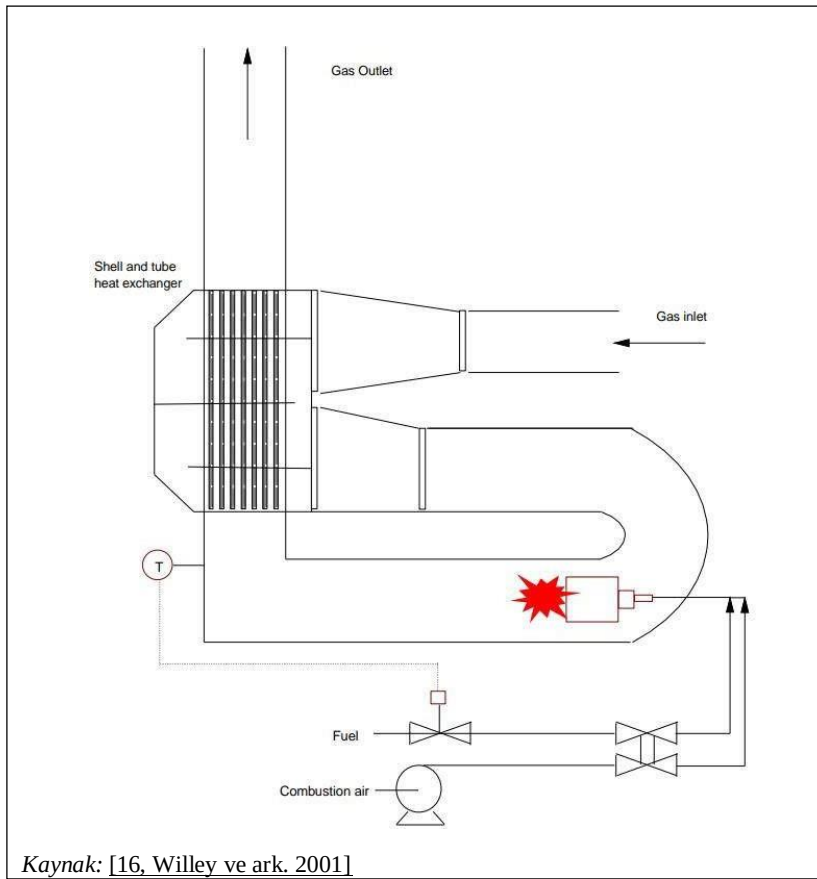
Hava akımındaki bozunacak bileşiklerin tam yükseltgenmesi için, bu bileşiklerin yeterince uzun bir süre boyunca ve yeterince yüksek bir sıcaklıkta yeterli oksijenle temas içinde olması gerekmektedir. Termal yükseltgeyici gaz sıcaklığının, var olan kimyasal türün otomatik tutuşma sıcaklığının 200 - 400 °C üzerinde tutulabilmesi halinde organik bileşiklerin hızlı yükseltgenmesi gerçekleşecektir. Termal yükseltgenmede, kirletici dönüştürümü, > 600 °C gibi yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Termal yükseltgeyiciler, imha etmek için kullanıldıkları kirleticilerin yanma sıcaklıklarına ulaşmaya kadar etkin bir şekilde çalışmamaktadır, dolayısıyla bu yükseltgeyicilerin fiili olarak bunlara ihtiyaç duyulmasından önce çalıştırılmaları gerekmektedir.

İmha edilecek bileşenler için termal yükseltgenmenin uygulanabilirliğinin değerlendirilmesine ek olarak, yakıt maliyetlerini azaltmak amacıyla, termal yükseltgenme prosesinden kaynaklanan ısının geri kazanımının değerlendirilmesi önemlidir. Havaya verilen FDM emisyonları, düşük patlama seviyelerinde nadiren organik konsantrasyonlara sahip olduğundan en yaygın olarak, işleme tabi tutulacak hava akımı ile doğrudan alev teması olan konvansiyonel termal yükseltgeyici tipleri kullanılmaktadır. İlgili patlama sınırlarının üzerinde yüksek organik konsantrasyonlarının bulunduğu durumlarda, alevsiz tip sistem gerekebilmektedir. Bu sistemler, hava akımını ısıtmak için bir ısıtma ortamı kullanmakta, dolayısıyla hava akımının alevle doğrudan temasını önlemektedir.

Doğrudan alevli termal yükseltgeyiciler genellikle 700 °C - 900 °C arası sıcaklıklarda çalışmaktadır. Reaksiyon sıcaklığı, kirleticinin niteliğine bağlıdır ve düşük olabilmektedir ancak, organohalojen bileşikler gibi daha az kolayca yükseltgenebilir maddelerde, 1 000 °C'yi aşabilmektedir. Kokulu bileşikler için genellikle 750 - 800 °C'lik sıcaklık uygulanmaktadır. Bir termal yükseltgeyicinin ekipman kademelerinin koşulları Tablo 2.68'de sunulmaktadır. Bir termal yükseltgeyicinin tipik yerleşimi Şekil 2.50'de gösterilmektedir.

Tablo 2.68 Farklı termal yükseltgenme kademelerindeki koşullar

Ekipman kademeleri	Koşullar
Yanma	Yakıt genelde 1 350 - 1 500 °C sıcaklıkta bir alev oluşturmak amacıyla, temiz hava veya kontamine havanın bir bölümüyle yakılır.
Karıştırma	Yeterli türbülans, bunun sonucunda üniform sıcaklığa getirmek için proses gazının karışımını sağlamak için.
Yakma	Gazlar, yükseltgenme tamamlanıncaya kadar, genelde 0,5 - 1,0 saniye, yakma sıcaklığında tutulur.
Isı geri kazanımı	İşletme maliyetleri ve yakıt tüketiminin azalması
Kaynak: [192, COM 2006]	



Şekil 2.50 Termal yükseltgeyici yerleşimi

Yakıcılar, tek alevli olanlar ve yakıt çok sayıda jet arasında dağıtılanlar olarak ayrılabilir. Şekille ilgili olarak, laminer akım, nozul ve vorteks yakıcılar mümkündür. Özel durumlarda, yakıcının yerine bir elektrikli ısıtma sistemi geçebilmektedir. Yanma için gereken oksijen, hava, işleme tabi tutulacak hava akımı veya alternatif olarak, bu ikisinin her birinin bir bölümünden alınabilmektedir. Muhtemel ek yakıtlar arasında hafif ısıtma yağı, doğal gaz veya LPG yer almaktadır. Hava akımında bulunan herhangi bir su buharının alevi söndürerek zayıf yanmayla sonuçlanma ihtimaline karşı dikkatli olunmalı ve gereken teyakkuz gösterilmelidir.

Ayrıca yakıcı, yakıtın nozullardan geçmeden önce yanma havası ile karıştırıldığı ön karışım tipi veya yakıtın nozulların ardıl yanma havası ile karıştırıldığı difüzyon tipi olabilmektedir. Çoğu yakıcı, difüzyon tipidir.

Gaz akımı, doğal difüzyon, çarpma mekanizması veya akışı değiştirmek için kapak kullanımı olmak üzere çeşitli yollarla karıştırılabilmektedir. Düşük NO_x sistemleri sunan tedarikçiler, karışım sıcaklığının oldukça üzerindeki sıcaklık artışlarını azaltmak amacıyla genelde çeşitli geri karışım bölümleri kullanmaktadır.

Yükseltgenme reaksiyonunun gerçekleştiği yanma odası, yüksek termal stresler için tasarlanmaktadır. Bazı yanma odaları, metal mahfazalı ve refrakter kaplamalı ısıya dayanıklı metal ve odalardan yapılmaktadır. Yanma odasının boyutları, istenen kalış süresini elde etmek ve söndürmeden fiziksel alev boyunu içermek için yeterlidir.

İşletme maliyetleri ve yakıt tüketiminin azalması için neredeyse daima bir çeşit ısı geri kazanımı garanti edilmektedir. Isı geri kazanımı konvansiyonel olarak, giren gaz akımının ön ısıtması için ısısının sürekli aktarılmasını sağlayan huzme borulu ısı eşanjöründe gerçekleştirilmektedir. Bu tip sistem, %70-80 ısı geri kazanımı tipik tasarım seviyesi olmak üzere reküperatif bir sistemdir.

Ayrıca, ısı geri kazanımı, iki takım seramik yataklı ısı eşanjörünün kullanıldığı bir rejeneratif sistemde gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemde, bir yatak egzoz gazı ile doğrudan temasla ısıtılırken, diğer yatak giren gazların ön ısıtması için kullanılmaktadır. Sistem, yataklar ısıtma ve soğutma arasında geçiş yapacak şekilde çalıştırılmaktadır. %80-90 ısı geri kazanımı tipik tasarım temeli olmak üzere, bu sistemin ısı geri kazanım potansiyeli, reküperatif sistemden büyüktür. Termal akışkanların kullanımı, bu tip sistemin alternatifidir.

Elde edilen çevresel yararlar

TUOK ve koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Doğru bir şekilde tasarlanan ve çalıştırılan bir termal yükseltgeyici, %100'e yaklaşan koku giderim verimlilikleri elde edilebilmektedir. Bu tekniğin performansı, koku emisyonlarının yoğunluğundan bağımsızdır. Atık gazların termal yükseltgemesi, $< 1 - 20 \text{ mg/m}^3$ TUOK emisyon seviyeleri sağlayabilmektedir [168, COM 2016].

Daha fazla çevresel performans ve işletim verisi, ilgili FDM sektörel bölümlerinde sunulmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Yükseltgeme prosesi, NO_x ve CO_2 'nin yüksek emisyon seviyeleri gibi istenmeyen yanma yan ürünleri oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Esas olarak, reaksiyon sıcaklığı yükseldikçe, artan NO_x emisyon seviyelerinin gerçekleşme potansiyeli artmaktadır. Genellikle, düşük NO_x yakıcı tercih etmek yararlı olmaktadır.

Kokulu gaz akımında bulunan kükürt içeren herhangi bir bileşik, SO_2 emisyonları oluşturacaktır ve bunu en aza indirme potansiyeli dikkate alınmalıdır. HCl gibi asidik gazların potansiyel oluşumundan dolayı, kokulu hava akımında klorürlerin varlığının gözden geçirilmesi gerekebilmektedir. Emisyonlara yol açmasının yanında, ekipman içinde muhtemel korozyon sorunları olabilmektedir. Halojen VOC bulunduğunda, dioksinlerin oluşumunu baskılamak için özel koşullar gerekebilmektedir, bununla beraber normalde atık gaz akımlarının yanması sırasında önemsiz bir dioksin oluşumu söz konusu olmaktadır [168, COM 2016].

Bir diğer çapraz ortam etkisi, enerji tüketimidir - örneğin yükseltgeyicinin çalıştırılması için yakıt tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Termal yükseltgenmenin avantajı, koku kontrol yöntemi olarak neredeyse evrensel olarak uygulanabilir olmasıdır zira çoğu kokulu bileşen yüksek sıcaklıkta kokusuz ürünlere yükseltgenebilirken, diğer yöntemlerin uygulaması daha kısıtlayıcıdır.

Termal yükseltgenme genellikle, daha büyük volümetrik hava akımlarının ısıtılması için artan maliyetlere sahip olan, $10\,000 \text{ Nm}^3/\text{s}$ 'nin altındaki havanın işleme tabi tutulması için kullanılmaktadır. Değişken bulaşkan konsantrasyonlarına sahip kokulu akımlar için uygundur ve değişken volümetrik ürün geçişini işleme tabi tutabilmektedir.

Sebze kurutma tesislerinde toprakta alkali metallerin bulunması halinde, bu metaller, rejeneratif ısı geri kazanımı için kullanılan seramik ortamın erken bozunmasına yol açabilmektedir.

Önemli miktarda partikül madde içeren kokulu hava akımları genellikle, termal yükseltgenme prosesinden önce ön işlem gerektirmektedir. Isı eşanjörünün muhtemel cüruf bağlamasından dolayı bu özellikle ısı geri kazanım sistemi tesis edilmesi halinde ilgili olmaktadır.

Hava akımında yüksek su buharı seviyelerinin varlığı bir proses sorunu olarak görülmesi de yakıt gereksinimleri, kuru havanın ısıtılması için gerekenden büyüktür. Uygulamada, bir hava akımından su buharının uzaklaştırılması genellikle yapılmamaktadır ve teknik olarak termal yükseltgenmenin genel ekonomik değerlendirmesine genellikle yakıt gereksinimleri dahil edilmektedir.

Ekonomi

Bu teknik, yüksek yatırım sermayesi gerektirmektedir ancak, termal yükseltgenmenin uygunluğu değerlendirilirken dikkate alınması gereken başlıca konuyu, yakıt gereksinimleri bakımından işletme maliyetleri oluşturmaktadır. Reküperatif veya rejeneratif ısı geri kazanım sistemlerinin kullanımı, tekniğin verimliliğini iyileştirebilmekte ve işletme maliyetlerini azaltabilmektedir. Değişen maliyetlerde, tüm dumanlama fırını tipleri için yenileme mümkündür. Entegre termal yükseltgenme ekipmanına sahip dumanlama fırınları bulunmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Koku ile ilgili şikayetlerin önlenmesi ve yasal gerekliliklerin karşılanması.

Örnek tesisler

Bakınız Tablo 2.8.

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [20, Nordic Council of Ministers 2001], [35, Germany 2002], [168, COM 2016], [193, TWG 2015]

2.3.7.3.7 Katalitik yükseltgenme

Tanım

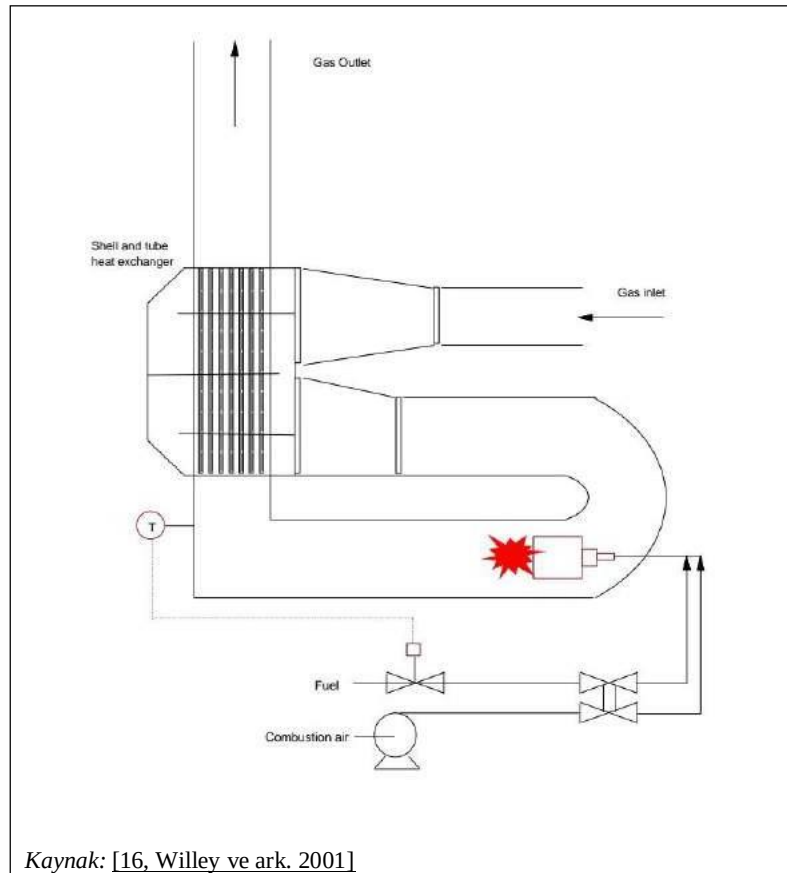
Bir proses atık gazı veya atık gaz akımındaki yanıcı bileşikler, bir katalizör yatağında hava veya oksijen ile yükseltgenir. Katalizör, termal yükseltgeyiciye göre daha düşük sıcaklıklarda ve daha küçük ekipmanda yükseltgeme sağlar.

Teknik tanım

Katalitik yükseltgenme, termal yükseltgenme benzer olup, aralarındaki temel fark, yükseltgenme reaksiyonunun serbest havadan ziyade bir katalizör ortamında gerçekleşmesidir. Katalitik yükseltgenmenin temel avantajı, 250 °C - 700 °C gibi oldukça düşük işletim sıcaklıklarının gerekli olmasıdır. Katalitik yükseltgeyiciler, imha etmek için kullanıldıkları kirleticilerin yanma sıcaklıklarına ulaşmaya kadar etkin bir şekilde çalışmamaktadır, dolayısıyla bu yükseltgeyicilerin fiili olarak bunlara ihtiyaç duyulmasından önce çalıştırılmaları gerekmektedir.

Adsorpsiyonda olduğu gibi, heterojen gaz reaksiyonu için tepkenler ilk olarak, genellikle gözenekli katalizörlerin iç yüzeylerine taşınmaktadır. Reaksiyon hızı sabiti ve difüzyon katsayısı gibi yeterli madde verileri genel olarak eksik olduğundan, reaktörler genellikle ampirik veriler temelinde tasarlanmaktadır.

Bir katalitik yakma sisteminin temel bileşenleri, yardımcı yakma ekipmanı, ısı eşanjörü ve katalizörlü reaktördür. Bir katalitik yükseltgeyicinin tipik yerleşimi Şekil 2.51'de gösterilmektedir.



Şekil 2.51 Katalitik yükseltgeyici yakma yerleşimi

Hava akımı üniteye girmekte ve bir konvansiyonel huzme borulu ısı eşanjöründe bu hava akımının ön ısıtması gerçekleştirilmektedir. Ön ısıtması gerçekleştirilen giriş akımı daha sonra, katalizöre geçmeden önce bir yakıcı aracılığıyla istenen yükseltgenme sıcaklığına ısıtılmaktadır. Kokulu hava akımında bulunan bulaşkanlar, oksijenle birlikte, katalizörün yüzeyine yayılmaktadır. Yükseltgenme gerçekleşmekte ve yükseltgenme ürünleri gaz akımına geri verilmektedir. Bu aktarım işlemleri, reaksiyon hızı büyük oranda işletim sıcaklığından etkilenmek üzere, katalizör içinde sonlu süre gerektirmektedir. Daha sonra, işleme tabi tutulan gaz akımı, ısı eşanjöründen geçerek, giren kokulu hava akımını ısıtmaktadır.

Katalizör yatağının en önemli yönü, yüzey alanının hacme oranı, dolayısıyla reaksiyon için kullanılabilir alandır. Yaygın olarak kullanılan aktif bileşenler platin grubu metaller ile Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Ti, V ve W metallerinin oksitlerini içermektedir. Destek malzemeleri genellikle, plaka olarak metaller, dokuma kumaş veya ağ, Al_2O_3 , SiO_2 ve MgO gibi metal oksitler, kalıplı şekilde pomza ve zeolit gibi minerallerdir.

Katalitik yakmanın olası azaltım çözümü olarak potansiyeli değerlendirilirken aşağıdaki tasarım ipuçları dikkate alınmaktadır: doldurma hızı, basınç düşümü ve sıcaklık.

Doldurma hızı, volümetrik hava akımı $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile ifade edilmek üzere, katalizör blokunda gazın kalış süresinin tersi olarak tanımlanmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda kullanılan tipik doldurma hızı aralığı, $5\text{ m/sn} - 13\text{ m/sn}$ 'dir. Bu, tipik işletim sıcaklıklarında $0,03 - 0,1$ saniyelik kalış süresi aralığına karşılık gelmektedir. Esas olarak, tasarımda kullanılan katalizör miktarı ile işletim sıcaklığı arasında ödünleşim bulunmaktadır. 5 m/sn 'lik bir doldurma hızına doğru katalizör, dolayısıyla çalışma arttıkça, belli bir performansı elde etmek için gereken işletim sıcaklığı azalmaktadır. İşleme tabi tutulacak hava akımının büyük olması durumunda, düşük işletim sıcaklıklarına ısıtarak yakıt maliyetlerini azaltmak amacıyla ek katalizör kullanımı için kapsam bulunmaktadır. Bununla beraber, artan katalizör yükü, basınç düşümünü artırarak, ilave çekiş fanı gücü gerektirecektir.

Katalizör, katalizör içindeki laminar akımdan dolayı, debi ile basınç düşümü arasında doğrusal bir ilişki göstermektedir. Bir tipik tasarım, yaklaşık 500 mm'lik toplam sistem basıncı düşümüne izin verecektir. Katalizör bloğunun konfigürasyonu, basınç düşümü, dolayısıyla işletim maliyetlerinin en aza indirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Katalitik yükseltgenme bir ekzotermik reaksiyondur. Katalitik yükseltgeyicinin işletim koşullarına ulaşıldıktan sonra yakıt ilavesi olmadan kendi kendine yeten tarzda çalışmasını sağlamaya yeterli olacak büyüklükte sıcaklık artışlarının olduğu tesisler bulunmaktadır.

Isı geri kazanımı prosesin bir parçası olabilmekte ve bazı zamanlar, örneğin işleme tabi tutulan gazlar, giren gazların ön ısıtması için kullanılarak tasarıma entegre olmaktadır. Bu durumda, ısı eşanjörleri genelde 80 °C'lik bir ısı geri kazanımıyla tasarlanmakta, bu etkin bir şekilde, tipik yükseltgenme sıcaklıkları için 150 °C - 200 °C arasında nihai deşarj sıcaklığıyla sonuçlanmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

TUOK ve koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Atık gazların katalitik yükseltgemesi, $< 1 - 50 \text{ mg/m}^3$ UOK emisyon seviyeleri sağlayabilmektedir. $< 10 - 300 \text{ mg/Nm}^3$ karbonmonoksit emisyon seviyeleri bildirilmiştir. Buna mukabil, NO_x emisyon seviyeleri, son derece yüksek değerlere ulaşabilmektedir, örneğin katalitik yükseltgenme sırasında yaklaşık $1 \text{ mg/Nm}^3 - 3 000 \text{ mg/Nm}^3$ emisyon seviyeleri bildirilmiştir. Her durumda, UOK, CO ve NO_x performansları doğrudan, işleme ürününün tipi ve miktarı ayrıca, işleme tabi tutulacak atık gazların özellikleri ve debisi gibi birçok parametreden etkilenmektedir [200, Italy 2016].

Yakma ile karşılaştırıldığında, katalitik yakma, daha düşük bir işletim sıcaklığı gerektirmektedir ve herhangi bir özel yapı malzemesine ihtiyaç duymamaktadır. Bir katalitik yakma fırınının muhtemel koku giderim performansı yaklaşık %95'in üzerinde olup, yakma için bildirilen %100'e yaklaşan performansın altındadır.

Kükürt, halojenler, çinko ve organik katılar gibi bileşikler, katalizör yüzeyini kaplama eğilimindedir. Neyse ki, bu proses, yüksek sıcaklık uygulanarak yeniden elde edilebilen katalizör aktivitesiyle tersine çevrilebilmektedir. Ayrıca, inert partikül madde katalizör aktivitesinde kademeli bir düşüşle sonuçlanacaktır, bununla beraber, yaklaşık 500 °C olmak üzere yüksek sıcaklık uygulanması katalizör aktivitesini döndürecektir.

Petek yapı, yükseltgeyici ortamlarda sürtünmeli aşınım, mekanik kararlılık, aşırı basınç düşümü ve kimyasal kararlılık sorunlarının en aza indirilmesinde diğer yapılara göre daha etkindir.

Katalizörün etkin hizmet ömrü büyük oranda, işleme tabi tutulan hava akımının niteliğine bağlıdır. Bildirilen hizmet ömürleri büyük ölçüde 2 - 10 yıl arasındadır, bununla beraber daha genel olarak 3 - 5 yıldır.

Dumanlama odası atık gazları genelde, 350 °C ve 450 °C sıcaklıklarda katalitik yükseltgenme kullanılarak işleme tabi tutulmaktadır. Seramik yüzeylerde biriken değerli metaller (platin, paladyum) veya belli metal oksitler (bakır, krom), katalizör olarak kullanılmaktadır. Bunlar, toz, katıyağ aerosolleri ve kurşun ve diğer metaller gibi katalizör zehirlerine hassastır. Verimlilik yüksek olarak bildirilmektedir ve ısı geri kazanımı gerçekleştirilebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Yakma prosesi, NO_x ve CO_2 'nin yüksek emisyon seviyeleri gibi istenmeyen yanma yan ürünleri oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Esas olarak, reaksiyon sıcaklığı yükseldikçe, artan NO_x emisyon seviyelerinin gerçekleşme potansiyeli artmaktadır. Genellikle, düşük NO_x yakıcı tercih etmek yararlı olmaktadır. İşletim sıcaklıklarında görece düşük NO_x oluşumu söz konusudur ve 15 mg/Nm^3 emisyon seviyeleri elde edilebilmektedir. Bununla beraber, bu değer (yalnızca yakıt tüketimiyle ilgilidir), proste kullanılan maddelerden kaynaklanabilecek NO_x katkısı hesaba katılmamaktadır [200, Italy 2016].

Kokulu gaz akımında bulunan kükürt içeren herhangi bir bileşik, SO₂ emisyonları oluşturacaktır ve bunu en aza indirme potansiyeli dikkate alınmalıdır. HCl gibi asidik gazların potansiyel oluşumundan dolayı, kokulu hava akımında klorürlerin varlığının gözden geçirilmesi gerekebilmektedir. Potansiyel emisyonlara yol açmasının yanında, yakma fırını içinde muhtemel korozyon sorunları olabilmektedir. Halojen UOK bulunduğunda, dioksinlerin oluşumunu baskılamak için özel koşullar gerekebilmektedir, bununla beraber normalde atık gaz akımlarının yanması sırasında önemsiz bir dioksin oluşumu söz konusu olmaktadır [168, COM 2016].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Gaz akımındaki toz varlığı, katalizörün ön kenarında birikerek, katalizör basınç düşümünde kademeli artışla sonuçlanabilmektedir. Literatürde 115 mg/Nm³'e kadar toz konsantrasyonlarının mümkün olduğu ortaya konulsa da uygulamada, kural olarak maksimum 50 mg/Nm³ konsantrasyon belirtilmektedir.

Katalitik azaltım sistemleri, termal sistemlerden daha az yer kaplamaktadır.

Ekonomi

Yakmaya göre daha düşük yakıt maliyetleri.

Uygulamanın ana etkeni

Koku kontrolü hakkındaki mevzuata uygunluk.

Örnek tesisler

Kahve sektöründe ve dumanlama odası atık gazlarını işleme tabi tutmak için kullanılmaktadır. Ayrıca bakınız Tablo 2,8.

Referans literatür

[16, Willey ve ark. 2001], [20, Nordic Council of Ministers 2001], [35, Germany 2002], [168, COM 2016], [192, COM 2006], [193, TWG 2015], [200, Italy 2016]

2.3.7.3.8 Termal olmayan plazma işlemi

Tanım

Güçlü bir elektrik alanı kullanarak atık gazda bir plazma (bir başka ifadeyle neredeyse hiç toplam elektrik yüküyle sonuçlanmayan oranlarda pozitif iyonlar ile serbest elektronlardan oluşan iyonize gaz) oluşturulmasına dayanan azaltım tekniğidir. Plazma, organik ve inorganik bileşikler yükseltger.

Teknik tanım

Termal olmayan plazma işlemi, atık gazlarda, kokulu moleküllerin parçalandığı oldukça reaktif bir işlem bölgesi oluşturulmasına dayanan bir koku azaltım tekniğidir. Bu reaktif bölgenin oluşturulma şekli değişebilmektedir.

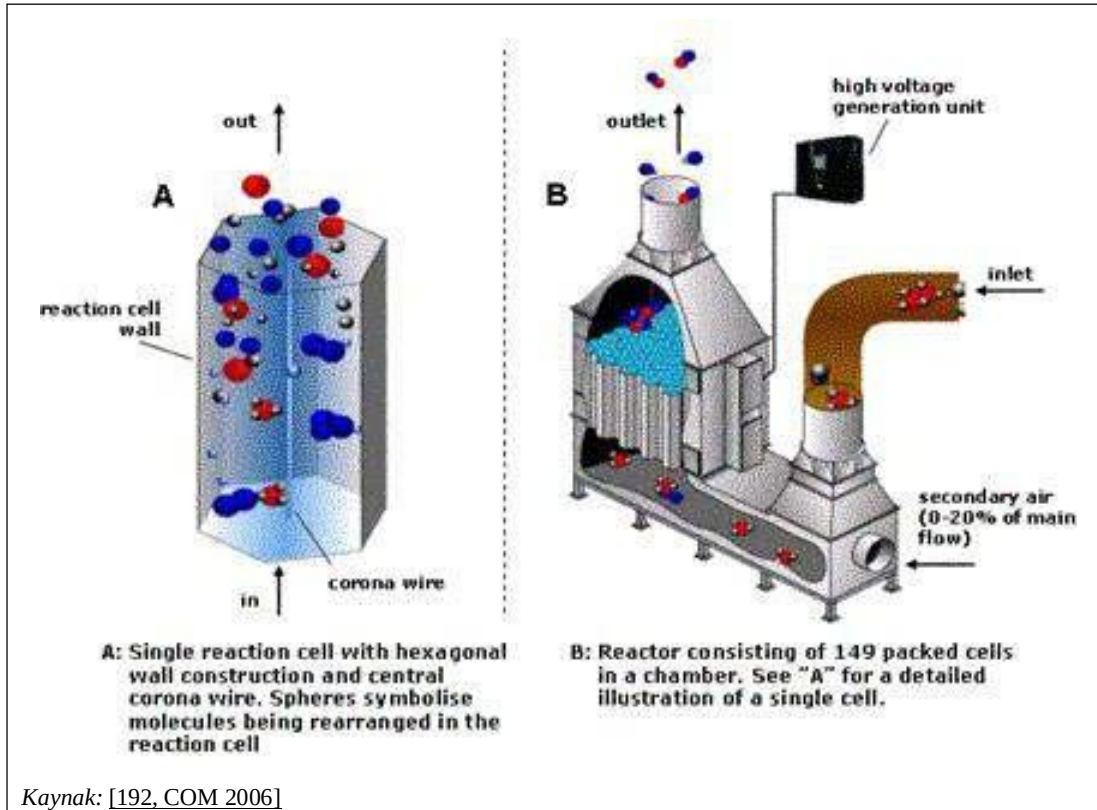
Termal olmayan plazma teknolojisinde kullanılan genel prensipler, proses emisyonunda kimyasal bileşimin doğal imhasını hızlandırmak şeklindedir. Dolayısıyla, proseste oluşan herhangi bir yan ürün olmamaktadır.

Plazma, gaz bileşen moleküllerinin, çeşitli uyarım derecelerinde toplu iyon, elektron, yük-nötr gaz molekülleri ve diğer türlere ayrıldığı gaz halidir. Eklenen enerji miktarına bağlı olarak, oluşan plazma, termal veya termal olmayan olarak nitelendirilebilmektedir.

Termal plazmada, plazma bileşenleri bir termal denge içindedir. İyon ve elektronlar ortalama olarak, yaklaşık 1–2 eV'ye (burada 1 eV, 11 327 °C'lik sıcaklığa karşılık gelmektedir) karşılık gelen aynı sıcaklıktadır. Bir elektrik ark fırınındaki elektrik arkı, termal plazmanın bir örneğidir.

Termal olmayan plazmada, elektron enerjisi seviyeleri veya hızları, kütleli gaz moleküllerinin seviyeleri veya hızlarının oldukça üzerindedir (bir başka ifadeyle termodinamik dengede değildir). Enerji yalnızca elektronlara eklendiğinden, elektronlar 1 - 10 eV arasında enerji kazanabilirken, arka plandaki gaz, ortam sıcaklığına eşdeğer olarak kalmaktadır. Yüksek elektron enerjileri, serbest elektronlar, iyonlar ve radikallerin birlikte var olduğu plazma üretmektedir. Atık gaz iletkenliğindeki değişikliklerden dolayı, 80 °C'yi aşan atık gaz sıcaklıklarında, termal olmayan plazma teknolojisinin etkinliği zayıftır.

Termal olmayan plazma, ortam basıncı ve sıcaklığında kokulu atık gazları işleme tabi tutmak için kullanılabilir. Plazmadaki radikaller, daha az kokulu bileşenler oluşturmak üzere parçalanmış ve yükseltgenen kirleticilerle reaksiyona girmektedir. Bu süreçteki en aktif radikaller, azot, oksijen ve hidroksil bazlıdır. Bu türler, atık gazda bulunan azot, oksijen ve sudan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel işlem sistemleri, atık gazlarda plazma oluşturmak için yüksek gerilimlerin (40 kV'ye kadar) kullanıldığı elektrik deşarjına dayanmaktadır. Şekil 2.52'de, patentli endüstriyel termal olmayan plazma işlemi sistemi tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 2.52 Endüstriyel termal olmayan plazma işlemi ekipmanı

Kokuların termal olmayan plazma işlemi ile ilgili ekipman, hafif ve kompakt yapıya sahip modüler tasarımda bir ekipmandır. Bir modül, 20 000–25 000 Nm³/s aralığında hava miktarını işleme tabi tutmaktadır. Daha büyük işlem kapasiteleri gerektiğinde, paralel olarak birden çok modül tesis edilebilmektedir. Teknik, herhangi bir proses katkı maddesi ve çalışmak için enerji dışında herhangi bir sarf malzemesi gerektirmemektedir. Tekniğin basınç düşümü düşük olup, 30 - 180 Pa aralığındadır. Teknik, ana hava çekiş fanının hem emme hem basınç tarafına tesisi edilebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen TUOK ve koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tekniğin, tasarım, proses koşulları ve koku özelliklerine bağlı olarak koku emisyonlarını %75-96 oranında azalttığı kanıtlanmıştır.

Güç tüketimi, işleme tabi tutulan 20 000–25 000 Nm³/s miktar için 6–12 kW (1,67–3,33 J/s) (bir modül) olarak bildirilmektedir. Yüksek gerilim üretim ünitesi tarafından kullanılan enerji buna dahil iken, ünitenin basınç düşümünü (30 - 180 Pa) engellemek için ana egzoz fanında artan enerji tüketimi ve herhangi bir fazla hava için gereken enerji bunun dışındadır. Fazla hava, gaz karışımında yeterli radikal seviyesini korumak ve olasılıkla gazları tekniğin en etkin olduğu sıcaklığa, bir başka ifadeyle 15 °C - 80 °C arası, soğutmak veya işlem ünitesinin öncülünde suyu yoğunlaştırmak için gerekebilmektedir. İlave hava ihtiyacı, işleme tabi tutulan miktarın %20'sine kadar çıkabilmektedir ve normalde bir özel fanla sağlanmaktadır.

Tablo 2.69'da, FDM sektöründeki çeşitli sanayilerde bildirilen bazı veriler sunulmaktadır.

Tablo 2.69 Koku emisyonlarını azaltmak için termal olmayan plazma işlemi uygulayan bazı tesislerde işleme tabi tutulan miktar

Uygulanan ülke	Sanayi	İşleme tabi tutulan kaynak	İşleme tabi tutulan miktar (Nm ³ /s)	Tesis yılı (yıl)
Danimarka	Balık unu	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular	22 000	2000
Danimarka	Kuru bezelye, bezelye ürünleri	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular, çekiçli değirmenler	25 000	2001
Danimarka	Proteinler	Kurutucular	25 000	2002
Danimarka	Yağ çıkarma	Kurutucular	25 000	2002
Danimarka	Hayvan yemi	Kurutucular, soğutucular	50 000	2002
Almanya	Balık yemi sterilizasyonu		6 000	2003
Yunanistan	Balık unu	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular	44 000	2000
Yunanistan	Balık yemi	Kurutucular ve soğutucular	22 000	2004
Norveç	Balık unu	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular	1 750 000	1998
Norveç	Balık unu	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular	115 000	1998
Norveç	Balık unu	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular, çekiçli değirmenler	40 000	2000
Japonya	Balık yemi	Kurutucular ve soğutucular	20 000	2004
ABD	Balık unu ve evcil hayvan yemi	Ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular	25 000	2002
Kaynak: [192, COM 2006]				

Çoğu boru sonu tekniği gibi, bu teknik, kirletici konsantrasyonu düşük akışa göre, yüksek derecede konsantre akışın işleme tabi tutulmasında daha iyi performans sergilemektedir. Belirli koku bileşimleri ile ilgili saha testleri, tesis tasarımını ve verilen garantileri tayin etmektedir. Tam ölçekli tesisin örneğin hammadde veya konsantrasyonlardaki değişikliklerden dolayı büyük ölçüde farklı koku moleküllerini işleme tabi tutmak durumunda olması halinde, bu durum performansı etkileyebilmektedir. Bu normalde, farklı ürün/talimatlar için, otomatik olarak tesisin merkezi kontrol sisteminden kontrol edilen farklı sistem ayarları uygulanarak çözülmektedir.

Tekniğin, %100'e kadar nemde iyi çalıştığı bildirilmektedir. Bir tesis, atık gaz suya aşırı doyduğunda (> %100 nem), bu durumun reaktör içinde ıslanmaya yol açtığını bildirmektedir. Reaksiyon odasındaki su damlacıkları, reaksiyon bölgesinde sık sık ark atlamasına yol açarak, hava akımına güç girişini azaltmış, sonuç olarak temizlik verimini düşürmüştür. Bu tür durumlarda, ark atlamasını kabul edilebilir bir seviye, bir başka ifadeyle < 20 kıvılcım/dakika, ile sınırlandırmak için sistemin güç ayarı düşürülebilmektedir. Bildirilen örnekte, ulaşılan temizlik verimi, toplam izin verilen koku emisyonlarına ilişkin kurum gerekliliklerini karşılamaya yetecek kadar yüksektir, dolayısıyla müşteri, değişiklik olmadan sistem performansını kabul etmiştir. Bu tür sorun normalde, kondensasyonu hızlandırmak için %20'ye kadar soğuk hava katılarak ve plazma işlem ünitesi öncesinde bir sis filtresi tesis ederek çözülmektedir. Bu, birçok tesiste gerçekleştirilmiştir.

80 °C'nin üzerinde, atık gazın elektrokimyasal özelliklerinden dolayı tekniğin performansı büyük ölçüde düşmektedir, dolayısıyla 70 °C'lik bir giriş sıcaklığı tanımlanmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklardaki hava akımları, ortam sıcaklıklarına hava ekleyerek soğutulabilmektedir.

Ekipman, tanımlı hava miktarını işleme tabi tutacak şekilde planlanmış, normalde 20 000 m³/s/modül'ü ele alacak şekilde modüler üniteler olarak yapılmıştır. Daha yüksek miktarlar için, paralel olarak birkaç modül tesis edilebilmektedir. Bununla beraber, fiili akışın tasarım parametrelerinden büyük ölçüde farklı olması halinde, performans üzerinde bir etki doğabilmektedir.

Koku giderimine ek olarak, plazma reaktör aynı zamanda bir elektrostatik çöktürücü gibi hareket etmektedir. Bu nedenle, toz yüklü hava akımında, zaman içinde reaksiyon odasında ve şarj teli üzerinde toz birikimi meydana gelecektir. Bu toz birikiminin hızı, toz yükü ve özelliklerine bağlı olacaktır. Deneyimler, plazma tekniğinin < 25 mg/Nm³ toz yüklerinde iyi çalıştığını göstermiştir. Bu tür durumlarda, reaktör birkaç aya kadar kesintisiz olarak çalışmakta, bu sürenin sonunda normalde temizlik gerekmektedir. Bu nedenle, endüstriyel uygulamaların çoğunda, üretim durmalarında (yarı) otomatik olarak çalışan ve toplanan tozu yıkayarak bir atıksu arıtma tesisine veren bir ıslak temizlik sistemi ile donatılmaktadır. Çok yüksek toz yüklerinde, ekipmanın tıkanma riski bulunmaktadır ve sık temizlik gerekmektedir. Buna ek olarak, atık gazdaki yüksek toz konsantrasyonları, ark atlama sıklığını artıracaktır ve koku giderim verimliliğini azaltabilmektedir. Normalde, bu tür yüksek konsantrasyonlar yalnızca öncül toz azaltım ekipmanı arızasında meydana gelecektir.

Çapraz ortam etkileri

Plazmayı oluşturmak ve proses için ve soğutma ve su kondensasyonu için gaz karışımına hava aktarımı için enerji gereklidir. Ozon oluşumu söz konusudur. Örneğin tozla kontamine olmuş atıksu oluşmaktadır.

Plazma reaktöründe ozon oluşmaktadır ve havaya verilmektedir. Endüstriyel uygulamalarda, ozon emisyonu seviyeleri hacmen 1 ppm'nin oldukça altında tutulmaktadır, bununla beraber bu genellikle işletmeye alma sonrasında izlenmemektedir. NH₃ ve H₂S gibi inorganik bileşiklerin etkin bir şekilde imhasının gerçekleşmemesi nedeniyle, NO_x ve SO_x, algılanabilir miktarlarda oluşmamaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Termal olmayan plazma işlemi, FDM sanayisinde kokulu atık gazlar için bir boru sonu çözümü olarak tesis edilebilmektedir. Bu, ekstrüzyon cihazları, kurutucular, soğutucular ve çekiçli değirmenlerden kaynaklanan emisyonları içermektedir. Teknik, öncül toz azaltımı gerekli olabilese de toz içerenler dahil olmak üzere çeşitli atık gaz türleri için uygulanmaktadır. En kokulu atık gazlar, organik ve inorganik bileşenlerin bir karışımını içermektedir. Plazma prosesinin performansı, organik bileşenlerde yüksektir ancak, NH₃ ve H₂S gibi bazı inorganik bileşenlerin gideriminde prosesin etkinliği zayıftır. Bu, elde edilebilir enerji yoğunluklarının, bu bileşikleri parçalamak için yetersiz güce sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Teknik, ekipman üzerinde yoğunlaşan büyük su miktarlarına karşı korunmak zorundadır.

Ekonomi

Teknoloji tedarikçisine göre, bir modülün (20 000 Nm³/s - 25 000 Nm³/s arası işlem) maliyeti yaklaşık 117 000 avro olacaktır (Mart 2004). Buna, gerekli ekipman, tedarikçinin elektromekanik hizmeti ve işletmeye alması dahildir ancak, mekanik montaj dahil değildir. Yıllık bakım maliyetleri, yatırım maliyetlerinin yaklaşık %3 ila %5'idir. Sarf malzemeleri arasında, enerji ve az miktarda durulama suyu bulunmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

Koku ile ilgili şikayetlerin önlenmesi ve yasal gerekliliklerin karşılanması.

Örnek tesisler

FDM sanayisinde, tekniğin birçok balık unu fabrikasında ve bezelye ürünleri, evcil hayvan yemi, proteinler ve yağ çıkarma üretiminde endüstriyel ölçekte uygulandığı bildirilmiştir. Ayrıca teknik, Danimarka'daki en az bir atık ayrıştırma tesisinde, Norveç'teki bir hayvan gübresi işleme tesisinde ve yine Norveç'teki bir farmasötik tesisinde uygulanmıştır. Teknik, elektrostatik temizlik etkisinden yararlanmak için Norveç'te en az bir silikon karbür tesisinde uygulanmıştır.

Referans literatür

[79, Leendertse A. 2003], [103, Leendertse A. and Haaland A.T. 2003], [192, COM 2006]

2.3.7.3.9 Tahliye bacası yüksekliğinin uzatılması

Tanım

Tahliye bacası yüksekliğinin uzatılmasıdır.

Teknik tanım

Tahliye bacasının yakın çevresindeki bina veya yapıların etkisi genelde zayıf yayılım ve bazı durumlarda, egzozun yakındaki yapıların etkisi altında aşağıya doğru çekildiği duman bulutu çökmesi olarak bilinen olaya yol açabilmektedir. Hava yayılım modellerinde, bu yapıların potansiyel etkisi dikkate alınabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Koku kaynağının yakın çevresinde azalan koku sorunu algısı.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bu proses genelde, binanın yükseklik, genişlik ve uzunluğunun dikkate alındığı bir korelasyon kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Örneğin, ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından onaylanan rüzgar bilgisayar modelinde, yakındaki binaların yüksekliği ve maksimum öngörülen genişliğini içeren bir korelasyon kullanılmaktadır. Maksimum öngörülen genişlik, maksimum bina kotunda binanın uç köşeleri arasındaki diyagonal mesafe (L) olarak tanımlanmaktadır. Daha sonra, bina/yapıdan itibaren 5 x L yarıçap çizilmektedir. Baca tahliyesinin yakındaki bina/yapının 5 x L mesafesinde bulunması halinde, söz konusu binanın varlığı yakındaki bacadan gerçekleşen yayılım üzerinde olumsuz bir etkiye yol açabilecektir. Benzer bir şekilde, baca tahliyesinin 5 x L yarıçapın dışında olması halinde, bina/yapının yayılım üzerinde herhangi bir etkisi bulunmayacaktır.

Bu işlem daha sonra kullanıcının baca, bina/yapıdan etkilenmemesine yeterli olacak bir kotta olacak şekilde gereken baca yüksekliğini tayin etmesini sağlamaktadır. İşlem, diyagonal mesafenin (L) bina/yapı yüksekliğiyle karşılaştırılmasını içermektedir ve bu iki ölçümden küçük olanı, aşağıdaki denklemde, bina/yapıdan etkilenmemek için gereken baca yüksekliğinin tayininde kullanılmaktadır.

$$h_e = h_b = 1,5 \times L$$

Burada:

h_e = gerekli baca yüksekliği

h_b = bina/yapı yüksekliği L =
diyagonal mesafe

Bu işlem, bir mevcut baca tahliyesinin yakındaki bir bina/yapıdan etkilenip etkilenmeyeceğini değerlendirmek üzere basit bir kontrol olarak kullanılabilir. Analiz, baca yüksekliğinin uzatılmasının uygulanabilir bir seçenek olup olmadığını göstermektedir. Bu bakımdan, örneğin artan destek yapıları ihtiyacına ek olarak, maksimum kotlar açısından, herhangi bir planlama kısıtlamasına başvurulmasının değerlendirilmesi gerekecektir.

Çapraz ortam etkileri

Baca/bacaların varlığından dolayı görsel güzelliğin azalması. Kokulu maddenin/maddelerin üretim ve emisyonunun engellenmemiş veya azaltılmamıştır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Çevre için zararlı olarak değil yalnızca rahatsız edici olarak görülen kokulu emisyonların söz konusu olduğu tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Düşük maliyetli teknik.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[16, Willey ve ark., 2001]

2.3.7.3.10 Baca tahliye hızının artırılması

Tanım

Baca tahliye hızının artırılmasıdır.

Teknik tanım

Havaya verilen nihai emisyonu uygulanan tahliye hızının büyüklüğü, bir kokulu emisyonun sonuç olarak ortaya çıkan yer seviyesindeki etkisi üzerinde önemli bir etki doğurabilmektedir. Artan tahliye hızı, emisyon momentumunun veya yüzerliğinin artmasıyla sonuçlanacaktır. Bu, deşarj kotunun artarak, havaya daha fazla yayılım potansiyeli, bunun sonucunda daha düşük yer seviyesi emisyonları sağlayacağını ortaya koymaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Koku emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

15 m/sn'lik bir sanayi standardı ile, bacalardan nihai tahliye hızları ile ilgili tipik tasarım aralığı. 10 m/sn - 20 m/sn arasındadır. 10 m/sn'in altındaki tasarım hızlarında yayılım zayıf olabilirken, 20 m/sn'in üzerindeki hızlar ise, çekiş fanı gücü ve işletme maliyetleri bakımından pahalı olabilmektedir. Ayrıca, 20 m/sn'in üzerindeki tahliye hızları, tahliye ısılk çalma olayı oluşturduğundan önemli gürültü doğurabilmektedir.

Ayrıca, belli tesislere uygulanabilecek tasarım hızı ile ilgili kısıtlamalar olabilmektedir. Rehber dokümanlarda, sulu yıkayıcı gibi bir ıslak seperasyon tesisinden gerçekleşen tahliyenin maksimum 9 m/sn ile sınırlandırılması yaygın uygulamadır. Bu kısıtlama, önemli miktarda su damlacıklarının taşınarak, bir fiske etkisi doğurmasını engellemek üzere tasarlanmaktadır.

Tahliye akış yolunda fiziksel kısıtlamaların bulunması halinde, baca tahliye hızı büyük ölçüde düşebilmektedir. Kısıtlamalar, tahliye sırasında duman bulutunun momentumunu azaltmaktadır. Birçok tahliye bacasının ağzında, tahliye bacasından prosese yağmur girişini önlemek için tasarlanan bir sabit koni bulunmaktadır. Böylece, tahliye havası yukarıya doğru sevk edilmek yerine 90 ° ile dışarıya sevk edilerek, mevcut momentumda ciddi bir kayıp meydana gelmektedir. Yağış koruyucularının kullanılmaması halinde, baca tasarımında yağışın ve yağışın toplanmasının dikkate alınması gerekmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Düşük maliyetli teknik.

Uygulamanın ana etkeni

Bilgi verilmemiştir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[16, Willey ve ark.. 2001]

2.3.7.3.11 Koku yönetim planı**Tanım**

Koku yönetim planı, 2.3.1.1 no'lu maddede tanımlanan çevre yönetim sistemi (ÇYS) yaklaşımının bir parçasını oluşturur.

Teknik tanım

Koku farklı işletim alanlarından kaynaklandığından, koku yönetim planının tüm potansiyel koku kaynaklarını içermesi ve bunları entegre bir şekilde kontrol etmesi iyi bir uygulama olmaktadır.

Koku yönetim planı aşağıdaki unsurları içermektedir:

- Uygun işlem ve süreleri içeren bir protokol,
- Koku izlemesinin yürütülmesi için bir protokol,
- Belirlenen koku olaylarına, örneğin şikayetler, müdahale için bir protokol,
- Kaynağı/kaynakları belirlemek, koku emisyonlarını izlemek (bakınız 4.18.4 no'lu madde), katkılarını nitelendirmek ve önleme ve/veya azaltma önlemleri uygulamak üzere tasarlanmış bir koku önleme ve ortadan kaldırma programı,
- Geçmişteki koku olayları ile çözüm yollarının gözden geçirilmesi ve koku olayı bilgisinin yayılması.

Daha ayrıntılı olarak ise, koku yönetim planı aşağıdaki unsurları içerebilmektedir:

- Koku giderim sistemi/sistemleri yoluyla işlem için birincil emisyon kaynaklarının sınırlandırılması ve çıkarılması,
- Aşağıdaki parametreler için giriş gaz akımının değerlendirilmesini içerecek şekilde azaltım sistemine/sistemlerine ilişkin tasarım faktörleri:
 - Mevcut bulaşkanlar (münferit bulaşkanlar, konsantrasyon ve değişkenlik),
 - Alevlenebilirlik (üst ve alt patlama sınırları),
 - Debi (hava akış kapasiteleri, kesintisiz/kesintili akış),
 - Gaz akımı sıcaklığı (ortalama ve maksimum),
 - Gaz basıncı,
 - Bağıl nem içeriği.
- İşleme tabi tutulan gaz akışının yayılımı,
- Anormal olaylar sırasında ihtiyat tedbirleri.

Elde edilen çevresel yararlar

Elde edilen çevresel yarar, kokulu emisyonların en aza indirilmesidir. Kokunun azaltılmasına yönelik yönetim tekniklerinin birçoğu aynı zamanda eş zamanlı olarak, havaya verilen emisyonları azaltacaktır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bu tekniğin uygulanmasıyla ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, hassas alıcılarda koku rahatsızlığının beklenmesi ve/veya kanıtlanması koşuluyla, yeni ve mevcut tesislere uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Yönetim sistemlerinin maliyet yükü daha az olabilmekte hatta sistemler, üreticiler için maddi getirileri iyileştirebilmekte ve genelde düşük sermaye maliyetlerine sahip olabilmekte ve boru sonu işlemlere göre daha az kaynak (enerji, su, kimyasal, vb.) gerektirebilmektedir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[91, Giner Santonja ve ark. 2017]

2.3.7.4 NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler

2.3.7.4.1 Düşük NO_x yakıcılar

Daha fazla bilgi için, Büyük Yakma Tesisleri (LCP) MET-REF'e bakınız [145, COM 2017].

Tanım

Teknik, tepe alev sıcaklıklarının azaltılması prensiplerine dayanmaktadır. Kazan yakıcıları, yanmayı geciktirecek ancak iyileştirecek ve yanma sırasında yayılan ısının tepe sıcaklıkları düşürmesine izin vererek, alevlerin boyunu uzatacak şekilde tasarlanır. Hava/yakıt karışımı, oksijen kullanılabilirliğini azaltır, tepe alev sıcaklığını düşürür, böylece yakıt bağımlı azotun NO_x'e dönüştürümünü ve termal NO_x oluşumunu geciktirirken, yüksek bir yanma verimliliğini sürdürür. Bu, fırın yanma odasının değiştirilen tasarımıyla ilişkili olabilmektedir.

Teknik tanım

Düşük NO_x yakıcılar, gelişimlerinin olgunluk aşamasına ulaşmıştır ancak iyileştirmeler sürmektedir ve mevcut düşük NO_x yakıcı sistemlerin geliştirilmesine ciddi miktarda araştırma çalışması adanmaktadır. Düşük NO_x yakıcıların tasarım ayrıntıları üreticiden üreticiye büyük ölçüde değiştiğinden, burada yalnızca genel prensip belirtilmektedir.

Bir klasik yakma tesisinde, kombine yakıt ve hava/oksijen karışımı tamamen aynı yerden enjekte edilmektedir. Oluşan alev, alev kökündeki sıcak ve yükseltgen birincil bölge ile alev ucundaki daha soğuk ikincil bölgeden oluşmaktadır. Birincil bölge, sıcaklıkla birlikte üstel olarak artan NO'nun çoğunu üretirken, ikincil bölgenin katkısı daha sınırlıdır.

Düşük NO_x yakıcılar, karışımı geciktirmek, oksijen kullanılabilirliğini azaltmak ve tepe alev sıcaklığını düşürmek için hava ve yakıt verme araçlarını değiştirmektedir.

NO_x oluşumunun azaltılmasına yönelik farklı prensiplere göre, düşük NO_x yakıcılar, hava kademeli yakıcılar, sıcak gaz resirkülasyonlu yakıcılar ve yakıt kademeli yakıcılar olarak geliştirilmiştir.

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen NO_x emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

Yeni tesislerde, klasik yakıcıya göre, düşük NO_x yakıcı ek yatırımı önemsiz olarak kabul edilebilmektedir. Yenilemelerde, çok sık olarak tesise özgü olan, dolayısıyla genel terimlerle nicelenebilir olmayan muhtemel tesis modifikasyonları dikkate alınmak zorundadır.

Uygulamanın ana etkeni

NO_x emisyonlarının azaltılması,

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[145, COM 2017]

2.3.8 Gürültünün azaltılmasına yönelik teknikler**2.3.8.1 Düşük gürültü yayan ekipman****Tanım**

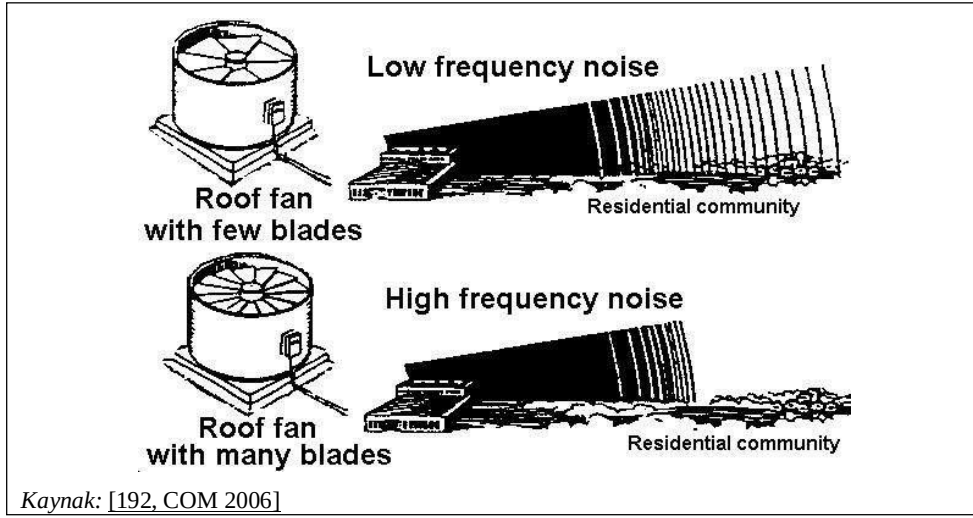
Bunlar, düşük gürültülü kompresörler, pompalar ve fanları içerir.

Teknik tanım

Fan gürültüsünün ana nedeni, girdap kopma olayına bağlı türbülans ve yerel debi azalmasıdır. Girdap kopma olayı, bir akışkan akışındaki bir nesneden, nesnenin değişken bir kuvvete maruz kalmasına yol açan periyodik girdap kopmasıdır.

En etkin ve en sessiz fanlar genellikle, kanat ucu hızı en düşük olanlar, bir başka ifadeyle büyük çaplı, düşük hızlı olanlardır. Belli bir görev için, tepe verimde çalışan arkaya doğru eğimli bir fan, radyal uçlu fandan daha sessizdir.

Ek gürültü azaltma önlemleri arasında, titreşim iletimini en aza indirmek için fanlar ile kanallar arasında esnek bağlantıların kullanılması ve titreşimin destekleyici yapılara geçmesini önlemek için fanların titreşim İzolatörleri üzerine monte edilmesi yer almaktadır. Çok kanatlı fanlarda yüksek frekanslar, az kanatlı fanlardan yayılan düşük frekanslara göre daha kısa mesafelere yayılma eğilimindedir. Şekil 2.53'te, yüksek frekanslı bir gürültü üretmek için çatıya monteli bir fanda modifikasyon yapılmasının etkisi gösterilmektedir.



Şekil 2.53 Fan kanat sayısının gürültü iletim mesafesi üzerindeki etkisi

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir püskürtmeli kurutucuda, yaklaşık 45 000 m³/s veren sabit hızlı 2 500 d/d'lik fan, toplamda aynı hava miktarını veren 1 500 d/d'de çalışan iki küçük fanla değiştirilmiştir. Yeni fanların kontrolü, bir damper kullanmaktan ziyade fan hızları düşürülerek sağlanmıştır. Net gürültü azalması yaklaşık 8 dB(A) olmuştur.

Tablo 2.70'te, fan hızının düşürülmesiyle beklenebilecek gürültü azalması sunulmaktadır. Her 3 dB(A)'lık azalma, gürültü seviyesinin yarıya bölünmesine eşdeğerdir.

Tablo 2.70 Fan hızlarının azaltılmasından beklenen gürültü azaltımı ile ilgili bir rehber

Fan hızı azaltımı	Gürültü azaltımı
%10	2 dB(A)
%20	5 dB(A)
%30	8 dB(A)
%40	11 dB(A)
%50	15 dB(A)

Kaynak: [192, COM 2006]

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

İklimleme, havalandırma ve soğutma gibi fanların kullanıldığı yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi

En ucuz fanlar genellikle en küçük çaplı olanlardır ancak bir yandan bu fanlar en gürültülü olanlardır. Bununla beraber, bir fanın maliyeti herhangi bir toplam projenin görece küçük bir bölümüdür, bu nedenle maliyet ana faktör değildir.

Uygulamanın ana etkeni

Tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [147, Lewis D. N. 2003], [192, COM 2006]

2.3.8.2 Gürültü emisyonlarının en aza indirilmesine yönelik boru tasarımı**Tanım**

Gürültü emisyonlarının en aza indirilmesine yönelik boru tasarımıdır.

Teknik tanım

Borular, gürültü emisyonlarını azaltmak için duvarlara veya özel kanallara döşenebilmektedir. Kaplama ile veya boşluklar ses emici malzeme ile doldurularak ideal sonuçlar alınmaktadır. Ses yalıtımı aşağıdaki yollarla iyileştirilebilmektedir:

- Plastik yerine dökme demir gibi ses yalıtım özellikleri olan boru malzemesi seçilmesi,
- Boru cidarının kalınlaştırılması,
- Boru yalıtımı.

Hava ile taşınan gürültünün yayılımını, malzeme ve boru cidarının geometrisi belirlemektedir. Boru cidarındaki, hava ile taşınan gürültüye yol açan titreşimlerin sönümlenmesi, ses akışkan içinden yayıldığından, absorpsiyon yoluyla ses enerjisinde bir azalmaya yol açmaktadır. Bu sönümleme etkisi düşük frekanslarda önemli değildir ancak, frekans yükseldikçe artmaktadır. Boru çapı büyüdükçe, sönümleme etkisi azalmaktadır. Ayrıca, boru yüzeyindeki düzensizlikler, sönümleme etkisini artırmaktadır. Boruların ses emici iç kaplamaya sahip olması halinde, yüksek akış hızlarında, akış yönünde ses yayılımında büyük ölçüde azalmakta, akış yönünün tersine ses yayılımında artmaktadır.

Borular boyutlandırılırken, boruya giren ses seviyesinin ana uyarım frekansının, doğal frekansların ve boruların geçiş frekanslarının yeterince uzağında olmasını sağlamak önemlidir. Tüm doğal frekanslar boruların monte edilme şekli ve güzergahından - örneğin dirsekler ve herhangi bir iç kapağın sayısı ve konumu - etkilenmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Borular, gaz, buhar, sıvı ve bir taşıyıcı akışkanla katı maddeleri taşımak için kullanılmaktadır. Borulardan kaynaklanan gürültü emisyonları arasında, akışkanlar ve katı maddelerde iletilen gürültünün yanı sıra hava ile taşınan gürültü iletimi yer almaktadır. Laminer akışlardan neredeyse hiç gürültü doğmamaktadır ancak, türbülans artırılması borularda gürültü emisyonu seviyelerinin artmasına yol açmaktadır.

Oyuklaşmalar, yoğun gürültüye yol açmaktadır. Oyuklaşma, statik basınç yerel olarak buhar basıncına eşit veya bu basıncın altında olduğu ve örneğin akış yönünün değiştiği durumlarda meydana gelmektedir.

Taşıyıcı akışkanların yardımıyla katı maddeler taşınırken, özellikle bir gaz akışkan kullanarak sert partiküller taşındığı zaman, katı partiküllerin birbiriyle ve borunun cidarlarıyla temasından ilave gürültü doğmaktadır. Ses basıncı seviyesi, debi, boru malzemesi ve katı maddenin türüne bağlıdır. Ses basıncı seviyeleri, düz boru elemanlarına 1 metre mesafede 85 dB(A) ile 100 dB(A) arasında olabilmektedir. Dirseklerin yakınında bunun 10–15 dB(A) daha artması beklenebilir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Boruların, gaz, buhar, sıvı ve bir taşıyıcı akışkanla katı maddeleri taşımak için kullanıldığı durumlarda uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Mesleki gürültü kaynaklı işitme kaybının önlenmesi ve tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002]

2.3.8.3 Ekipmanın ses yalıtımı

Tanım

Bir yalıtım muhafazası genellikle, ses kaynağını tamamen veya kısmen muhafaza içine alan emici malzeme ile kaplı bir metal mahfazadan oluşur.

Teknik tanım

Gürültü kirliliği kaynaklarının çevresine, ses yalıtım muhafazaları yapılabilir. Bir yalıtım muhafazası genellikle, ses kaynağını tamamen veya kısmen muhafaza içine alan emici malzeme ile kaplı bir metal mahfazadan oluşmaktadır. Gürültü seviyesinde elde edilebilecek azaltma, cidarlar tarafından hava ile taşınan sesin yalıtımı ve iç kaplamanın soğurma kapasitesine bağlıdır. Perde büyüklüğü, şekli ve malzemeleri, özel tasarım hedeflerinin, bir başka ifadeyle gürültü emisyonu seviyelerinin, karşılanmasını sağlamak üzere akustik tasarım hesaplarıyla belirlenebilmektedir. Ayrıca, fan, kanal veya yuvaların, esnek bağlantılar kullanarak bağlanması ve gürültülü ekipmanın ses emici kaideler üzerine yerleştirilmesi, gürültü emisyonu seviyelerini azaltabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

FDM sektöründeki ses yalıtım malzemesi kullanımlarına ilişkin bazı örnekler şöyledir:

- Cam şişeleme hatları için, cam şişe konveyörleri ve kapak besleyici bunkerlerin muhafaza içine alınması,
- Bunker iç kısımlarının darbe sönümleyici malzeme ile kaplanması, bunker ve koruma paneli dış kısımlarının kaplanması,
- Paketleme makinelerinde, kapak panellerinin kaplanması ve torbalama hatlarının muhafaza içine alınması,
- Et sektöründe, kaseli kesme makineleri (bowl chopper) üzerine ses sönümleyici kapaklar takılması,
- Süt ürünleri sektöründe, homojenizatörün muhafaza (örneğin erişim gerektirmeyen ses yalıtımlı odalar) içine alınması,
- Püskürtmeli kurutucuların muhafaza (örneğin erişim gerektirmeyen ses yalıtımlı odalar) içine alınması,
- Öğütme işlemlerinde, çekiçli değirmen, merdaneli değirmen ve mikserlerin muhafaza içine alınması,
- Dondurucular ve soğuk depolarda, motor ve fanların havalandırmasını sağlayarak, soğutma makinelerinin muhafaza içine alınması,
- Buhar kompresörlerinin muhafaza içine alınması.

Bazı uygulamalarda, akustik muhafazaya hava giriş çıkışının sağlanması gerekebilmektedir. Bu, gürültü azaltma potansiyelini azaltmaktadır ancak, hava yollarındaki dirsekler, gürültü emisyonları azaltılacak şekilde tasarlanarak bunun etkisi zayıflatılabilmektedir. Örneğin fanlar, muhafaza içinde yansıyan gürültü birikimini en aza indirecek şekilde tasarlanan ses yalıtım muhafazalarına yerleştirilebilmektedir ve fanın soğutması için yeterli havalandırma sağlanması gerekmektedir.

Kanallarda, susturucu takmak yerine genelde, kanalın son dirseği bir gürültü emici malzeme ile kaplanarak veya açıklığa uyacak şekilde basit bir emici kaplamalı dik açılı dirsek yaparak bir kanal veya açıklıktan kaynaklanan hava ile taşınan gürültüde 10 - 20 dB(A)'lık azaltma sağlanabilmektedir.

Dirseğin her bir ucunun, kanal çapının iki katına eşdeğer bir uzunluk boyunca kaplanması gerektiği bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, FDM sektöründe, fan, kompresör, pompa ve üfleyiciler gibi çeşitli ekipmanlarda kullanılmaktadır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Mesleki gürültü kaynaklı işitme kaybının önlenmesi ve tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Gürültü ekipmanının yalıtımı, FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır - örneğin cam şişeleme hatlarında, gürültü ürün darbesinin olduğu bunkerlerde, sarma, kesme ve torbalama gibi paketleme sırasında, et sektöründe kullanılan kaseli kesme makinelerinde, un ve hayvan yemi üretimi gibi tahıl öğütmede ve soğutma ve soğuk depoda.

Referans literatür

[110, CIAA 2003], [147, Lewis D. N. 2003]

2.3.8.4 Ekipman ve binaların uygun konumu

Tanım

Gürültü seviyeleri, gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki mesafe artırılarak, binaları gürültü perdeleri olarak kullanarak veya bina giriş ya da çıkışlarının yerleri değiştirilerek azaltılabilir.

Teknik tanım

Gürültü seviyeleri, gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki mesafe artırılarak, binaları gürültü perdeleri olarak kullanarak veya bina giriş ya da çıkışlarının yerleri değiştirilerek azaltılabilir. Ayrıca, bazı ekipmanlar farklı yönlerde farklı gürültü seviyeleri yaymaktadır. Örneğin, bir tarafta fan girişi ve çıkışı olan herhangi bir ekipman, maksimum gürültü seviyesine söz konusu tarafta sahip olacaktır. Bu nedenle, ekipmanın en gürültülü taraf hassas konumdan uzağa bakacak şekilde konumlandırılması, oradaki emisyon seviyelerini azaltabilmektedir. Bunun her zaman etkin olması garanti edilememektedir zira sesin taşınma yönü, hava koşullarıyla birlikte değişmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Ekipmanın gürültülü tarafından uzak alıcı sahalarda gürültü emisyonu seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Gürültü emisyonu tamamen önlenmemekte veya azaltılmamaktadır, bu nedenle mesleki gürültü kaynaklı işitme kaybı riski veya şikayetler sürebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Mevcut tesisler için, ekipman ve binaların giriş veya çıkış yerlerinin değiştirilmesi, alan yetersizliği ve/veya aşırı maliyetlerden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Hassas alıcı sahalarda gürültü seviyelerinin azaltılması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [110, CIAA 2003], [147, Lewis D. N. 2003]

2.3.8.5 Binaların ses yalıtımı

Tanım

Binaların ses yalıtımıdır.

Teknik tanım

Bir bina içindeki ses basıncı seviyelerini, makinelerin akustik çıkışı ile odaların akustik özellikleri belirlemektedir. Bu iç ses basıncı seviyeleri ve dış iskelet, bir başka ifadeyle duvarlar, çatılar, pencereler, kapılar ve açıklıklar, tarafından sağlanan ses yalıtımı, hava ile taşınan ses gücü, bir başka ifadeyle emisyon seviyesi, ile sonuçlanmaktadır. Ekipmanın görece hafif profil kaplamalı çelik karkaslı binaların içinde bulunduğu durumlarda bu belirli bir sorun olabilmektedir. Bir kaynağın akustik gücü, söz konusu kaynağın yüzey alanı ile ilgilidir. Bu nedenle, geniş bina cepheleri önemli akustik güç yayabilmektedir.

Binalar, hava ile taşınan gürültüye karşı yalıtılabilmektedir. Yüksek frekanslı gürültüye karşı yalıtım yapmak, alçak frekanslı gürültüye karşı yalıtım yapmaktan çok daha kolaydır. Tek tabakalı veya çift tabakalı yalıtım sağlanabilmektedir. Nispeten homojen bir yapıya ait bileşenlerin ses yalıtımı büyük ölçüde bu bileşenlerin birim alan başına ağırlıklarına bağlıdır. Ayrıca, malzemenin niteliği önemlidir.

Çift tabakalı binalar, bir hava boşluğu veya esnek yalıtım tabakası ile ayrılan iki yoğun tabakadan oluşmaktadır. Belli koşullarda, bu tür elemanlarla sağlanan ses yalıtımı, aynı ağırlıktaki tek tabakalı elemanların sağladığı ses yalıtımından büyüktür. Daha iyi ses yalıtımı için en önemli gereklilik, tabakalar arasındaki hava boşluğunun yeterince büyük olması veya tabakalar arasındaki herhangi bir yalıtım tabakasının yeterince esnek ve açık dokulu olmasıdır. Boşluğun yalıtım etkisi boşluk, mineral lifli paneller gibi ses emici malzemelerle doldurularak sağlanmaktadır. Çift tabakalar arasındaki sert bağlantılar, ses yalıtımı üzerinde olumsuz etki doğurmaktadır.

Herhangi bir duvarın ses yalıtımı yalnızca en zayıf halka kadar iyidir. Kompozit yapının ses yalıtımının hesaplanabilmesi için pencere, kapı, çatı ve panjurların ses yalıtımı dikkate alınmak zorundadır. Pencere ve kapıların ses azaltım indisinin, duvarın ses azaltım indisine yakın olması halinde, genel performans sürdürülecektir. Bir blok duvara iyi takılmamış bir kapı veya hafif pencere takılması halinde, bu durum gürültü azaltımını büyük ölçüde azaltacaktır.

Özel tasarım hedeflerinin karşılanacak olması halinde, perdenin büyüklüğü, şekli ve malzemeleri, akustik tasarım hesaplarıyla belirlenmelidir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm FDM tesislerine uygulanabilir - örneğin iklimleme, havalandırma ve soğutma için fanların kullanıldığı tesisler.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [110, CIAA 2003], [147, Lewis D. N. 2003]

2.3.8.6 Gürültü azaltımı**Tanım**

Gürültü kaynakları ile alıcılar arasında engel (örneğin koruma duvarları, setler ve binalar) yerleştirilmesidir.

Teknik tanım

Binaların, emisyon sahalarından korunması, söz konusu sahalardaki ses basıncının azaltılması etkisini doğurmaktadır. Yakın çevredeki diğer binalar, koruma etkisi sağlayabilmektedir veya bu etki, duvar veya setler gibi bariyerler yaparak sağlanabilmektedir. En azından görüş hattı bağlantısını kesmeleri halinde, bu bariyerlerin 5 dB(A)'nın üzerinde koruma etkisi sağlayabildiği bildirilmektedir. Bariyer yüksekliği arttıkça ve bariyer gürültü kaynağı ve/veya emisyon sahasına yaklaştıkça, koruma etkisi artmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Gürültü emisyonu tamamen önlenmemekte veya azaltılmamaktadır, bu nedenle mesleki gürültü kaynaklı işitme kaybı riski veya şikayetler sürebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Yeni tesislerin tasarımının bu tekniği gereksiz kılması gerektiğinden, yalnızca mevcut tesislere uygulanabilir. Mevcut tesislerde, alan yetersizliğinden dolayı engel yerleştirilmesi uygulanabilir olmayabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

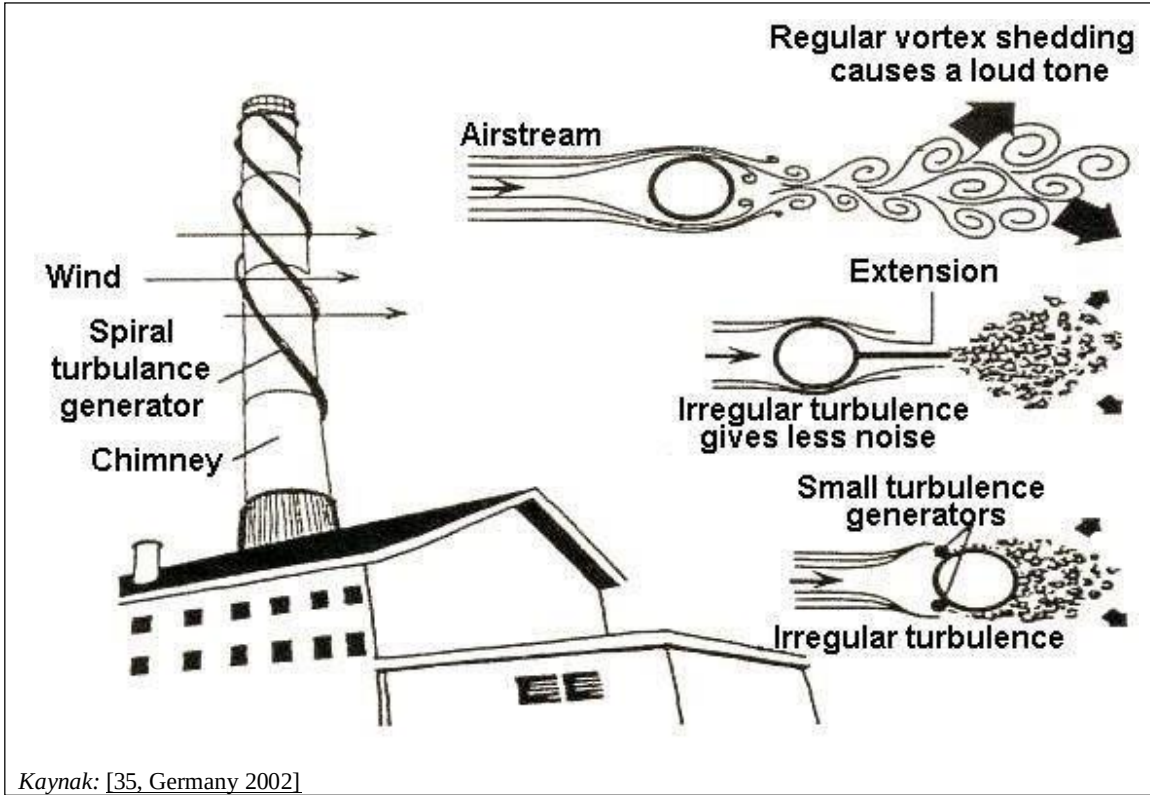
[35, Germany 2002]

2.3.8.7 Gürültü emisyonlarını en aza indirmek için bir bacaya spiral türbülans jeneratörü uygulanması**Tanım**

Bir bacaya spiral türbülans jeneratörü uygulanmasıdır.

Teknik tanım

Kule ve bacalardan geçen hava, burgaçlardan dolayı gürültü oluşturmakta ayrıca, bacadaki titreşimleri uyarmaktadır. Spiral türbülans jeneratörü uygulanması, burgaç oluşumunu engellemektedir. Türbülans jeneratörünün eğimi sabit değildir. Teknik, Şekil 2.54'te gösterilmektedir.



Şekil 2.54 Baca gürültü emisyonlarının azaltılması

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

İklimleme, havalandırma ve soğutma gibi fanların kullanıldığı yerlerde uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[35, Germany 2002]

2.3.8.8 Hava girişleri ve egzozlara susturucu takılması**Tanım**

Kompresör hava girişi veya egzozla susturucuların uygulanmasıdır.

Teknik tanım

Kompresör hava girişi veya egzozla susturucular takılmaktadır. Susturucular, soğurucu veya reaktif olabilmektedir. Soğurucu susturucular, gürültüyü emmektedir. Reaktif susturucular oda ve kapaklar içermekte ve bunların büyüklüğü ve konumu, susturucunun ses zayıflatma özelliklerini belirlemektedir. Reaktif susturucular, önemli alçak frekanslı tınsal gürültü emisyonu seviyeleri oluşturan kompresörlerde daha etkin olabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonu seviyelerinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

İyi tasarlanmış bir susturucunun, sistem karşı basıncını artırmayacağı bildirilmektedir. Susturucunun iyi tasarlanmaması halinde, artan zayıflama, basınç kaybını artırarak, enerji tüketimini artırabilecektir. Karşı basınç, susturucunun ve susturucu ile kompresör arasındaki bağlantı büyütülerek en aza indirilebilmektedir. Düz susturucu takılması, hem karşı basınç hem tıkanmayı engelleyebilmektedir.

Tek, büyük çaplı bir boruya giden bir manifolda birden çok egzozun takılabildiği bildirilmektedir. 25 dB(A)'lık tipik bir azaltma elde etmek için neredeyse her model arabanın arka susturucusunun kullanılabileceği bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Susturucunun iyi tasarlanmaması halinde, karşı basınç veya tıkanmadan dolayı enerji tüketimi artabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Basınçlı havanın kullanıldığı yerlerde uygulanabilir. Hava, kompresör alanında filtrelenebilir. Kirliliğin eşanjörlerin önüne geçmek için filtreler temizlenmelidir (temizlik sıklığı, mevsime göre ayarlanacaktır).

Ekonomi

Düşük maliyet.

Uygulamanın ana etkeni

Mesleki gürültü kaynaklı işitme kaybının önlenmesi ve tesisin dışındaki gürültü emisyonları hakkındaki şikayetlerin azalması.

Örnek tesisler

FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır..

Referans literatür

[35, Germany 2002], [110, CIAA 2003], [147, Lewis D. N. 2003], [149, Health and Safety Executive 2000], [203, FEFAC 2015]

2.3.8.9 Tesisiçi araç hareketlerinin yönetimi

Tanım

Araçların tesise giriş çıkış saatleri ve tesisiçi araç hareketlerinin konumu ve saatleri kontrol edilir.

Teknik tanım

Araçların tesise giriş çıkış saatleri ve tesisiçi araç hareketlerinin konumu ve saatleri kontrol edilerek, hassas saatlerde - örneğin gece, komşu yerleşim alanları sakinlerinin normalde uykuya yattığı saatlerde - tesis dışı gürültü emisyonları azaltılabilmektedir.

Sessiz araçlar seçilerek, bu araçların bakımlı halde tutulmaları sağlanarak ve yol yüzeylerinin düşük gürültü iletim niteliklerine sahip olmalarını sağlayarak bu durum daha ideal hale getirilebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gece saatlerinde gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

24 saat işlemenin söz konusu olduğu bazı FDM proseslerinde, hızlı işleme için malzemelerin taze olarak alınmasının önemi, teslimlerin gün içiyle kısıtlanması olanaklarını sınırlandırabilmektedir. Bu kısıtlama, örneğin domates ve bezelyelerin hasat ve işlenmesi, olgunluk ve tadı sağlamak adına 24 saat/gün esasıyla gerçekleştirilmesi durumunda sebze-meyve işleme için uygulanabilmektedir. Gürültünün komşu yerleşim yerleri sakinleri için rahatsızlık vereceği saatlerden kaçınmak için vardiya işçilerinin geliş gidiş saatlerini sınırlandırmak zor olabilmektedir.

Örnek olarak alınan, mesai günlerinde kesintisiz günde 24 saat esasıyla çalışan büyük bir bira fabrikasının yer aldığı yerleşim yerinde gürültü emisyonu ölçümleri yapılmıştır. Bira fabrikasına atfedilen gürültü emisyonu seviyeleri, en yakın emisyon tespit yerlerinde belirlenmiştir. Ayrıca, en yakın emisyon tespit yerlerinde, malt, vb. giren hammadde ve çıkan ürünler gibi bira fabrikası giriş-çıkış trafiği, yan ürünler, şişe ve kutu bira gibi atıklar, maya ve bira fabrikası artıkları ve tesis içindeki, örneğin forklift ve araçların yol açtığı gürültü emisyonu seviyeleri hesaplanmıştır. Bira fabrikası giriş-çıkış trafiği, gündüz saatleri ile sınırlandırılmaktadır.

Altı parsel, emisyon tespit yeri olarak kabul edilmiştir. Depo ve atölye binalarının bulunduğu bir yer dışında, parseller üzerinde yapı bulunmamaktadır.

En yakın emisyon tespit yerlerinde bira fabrikasına atfedilen emisyon ölçümleri, Tablo 2.71’de verilmektedir. Kullanılan gürültü kaynakları, fan ve kompresörler ile valflerin kısa blöf gürültüleri olmuştur.

Tablo 2.71 Almanya’daki bir bira fabrikasındaki gürültü ölçümleri (bağımsız ölçümlerin ortalaması)

Ölçüm yeri*	L _{AFm} (dB(A))	L _{AF95} (dB(A))	Gürültü kaynağı
1 (100 m mesafe)	43,3	42,0	Atıksu sistemi fanları
2 (110 m mesafe)	48,0	46,5	Yerinde temizlik (CIP) sistemi fanları, çatı fanları
3 (75 m mesafe)	49,7	48,0	CIP sistemi fanları, çatı fanları
4 (120 m mesafe)	48,6	46,0	CIP sistemi fanları, kompresör ünitesi
5 (110 m mesafe)	45,8	44,5	Kompresör ünitesi
6 (110 m mesafe)	46,9	45,5	Kompresör ünitesi
*Ölçüm periyodu, 1,5 – 10 dakikadır. Değerler, 3 ölçümün ortalamasıdır. L _{AFm} = ilgili sürede gürültü ölçerle ölçülen/okunan maksimum gürültü seviyesi. L _{AF95} = dB(A) cinsinden ölçülen, ilgili sürenin %95’inde aşılacak gürültü seviyesi. Kaynak: [192, COM 2006]			

Tablo 2.72’de verilen ölçümler, tesis trafiği ve tedarikçi trafiği kaynaklı, gündü ve gece faaliyetleri için hesaplanan gürültü emisyonlarını göstermektedir.

Tablo 2.72 Malzeme taşıma ve gemiden gemiye aktarım işlemleri için hesaplanan kısmi derecelendirme seviyeleri

Tesis	Kısmi derecelendirme seviyesi - gece (dB(A))	Kısmi derecelendirme seviyesi - gündüz (dB(A))	Derecelendirme seviyesi (dB(A))	
			Gün düz	Gece
1	43,5	52,9	53,7	46,4
2	41,2	51,0	53,7	49,0
3	30,9	44,3	52,8	49,7
4	24,4	37,3	51,2	48,6
5	31,7	41,7	49,1	46,0
6	35,9	44,9	50,1	47,2
Kaynak: [192, COM 2006]				

Gündüz derecelendirme seviyeleri hesaplanırken, Tablo 2.72’de verilen değerler, dinlenme periyodu (saat 06:00–07:00 ve 20:00 – 22:00) artış değeri (mark-up) 2,4 dB(A) ile yükseltilmiştir. 6 yerin tümündeki ölçülen değerler, gündüz saatlerinde yerel emisyon kılavuz değerinin oldukça altında kalmıştır ayrıca, gece emisyon kılavuz değeri ile uyumlu olmuştur.

Araç hareketlerinin gündüz saatlerine toplanmasının karma iş güvenliği sonuçları olabilmektedir. Gündüz, görüş daha iyi olabilmektedir ancak, tesiste daha fazla kişi bulunabilmektedir ve ek araç yoğunluğuyla birlikte, araç hareketlerinin yönetimi ve araçların insanlardan ayrılması, çok yüksek öncelik olmaktadır.

Herhangi bir sahadan alış ve sevk saatleri sınırlandırılarak, trafik tıkanıklığı bakımından tesis dışı sonuçlar söz konusu olabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Gündüz saatlerinde gürültünün ve araç emisyonu seviyelerinin artması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Neredeyse tüm FDM tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Komşularla iyi ilişkiler ve tesis dışı gürültü emisyonu seviyeleri ile ilgili şikayetlerin ortadan kaldırılması.

Örnek tesisler

Almanya’daki en az bir bira fabrikası.

Referans literatür

[35, Germany 2002], [192, COM 2006]

2.3.8.10 Yükleme/boşaltma sırasında ve park halinde iken araç motoru ve soğutma ünitesinin kapatılması

Tanım

Araçların motorları ve soğutma üniteleri, yükleme ve boşaltma sırasında ve araç park halinde iken kapatılır.

Teknik tanım

Araçların çalışır durumda olan motorları ve soğutma üniteleri, gürültü rahatsızlığına yol açabilmektedir. Bu, yükleme ve boşaltma sırasında ve araç park halinde iken motor ve soğutma üniteleri kapatılarak önlenabilmektedir. Araçta, soğuk veya dondurulmuş depolama koşullarının korunmasının gerekli olması halinde, bu koşullar, tesis güç kaynağı kullanılarak sağlanabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Frigorifik olsun veya olmasın araçların yüklenmesi ve boşaltılması sırasında uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Gürültü emisyonlarının azaltılması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001]

2.4 FDM sektöründeki yeni teknikler

Bu bölümde, geliştirme aşamasında olduğu bildirilen ve gelecekte maliyet ve çevre açısından yararlar sunabilecek yeni kirlilik önleme ve kontrol teknikleri yer almaktadır. Mevcut olması halinde bilgiler, tekniklerin potansiyel verimliliği, ön maliyet tahmini ve tekniklerin ticari olarak kullanılabilir olabilmesi için zaman ölçeği göstergelerini içermektedir. Diğer sektörlerde kurulu olan, FDM sektöründe yeni uygulanan teknikler dahil edilmemiştir.

2.4.1 Koku azaltımı için absorpsiyonda UV/ozon kullanımı

Tanım

Geçmişte, bir yükseltgen olarak ozon yalnızca sınırlı sayıda koku kontrol uygulamalarında kullanılmıştır. Bunun nedeni esas olarak, sıvı fazda son derece reaktif olsa da ozonun gaz fazdaki reaksiyona girebilirliğinin düşük olmasıdır. 1980'lerde, UV ışığı kullanılarak ozon aktivitesini artıran bir proses geliştirilmiştir. Bu proseste, konvansiyonel dolgu yatak sistemi ve sıvı geri dönüşüm sistemi kullanılmaktadır. Ozon absorber haznesinde kabırır ve ozonlanan su UV lambası sırasından geçirilir. UV ışığı ortamında ozon, tek başına ozondan çok daha reaktif olan hidroksil radikalleri üretir. Sıvı fazdaki çözünmüş organik bileşikler, karbon dioksit ve suya yükseltgenir, bunun sonucunda, sistemden deşarj edilen absorber çözeltisi görece temiz olur.

Elde edilen çevresel yararlar

Koku emisyonlarının azaltılması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Ozon sistemleri, sıcak ve nemli hava akımlarına uygulandığında, örneğin kanatlı işleyici haşlama tankı bacasına uygulandığında, etkin olmamıştır.

Referans literatür

[16, Willey ve ark.. 2001]

2.4.2 Elektrokimyasal aktivasyon

Tanım

Temizlik için elektrokimyasal aktivasyondur.

Teknik tanım

Bu teknik, gıda sanayisinde ekipman temizliği ve dezenfeksiyonu ile ilgilidir. Temizlik ve dezenfeksiyon maddeleri tesiste, bir elektrokimyasal prosesle sodyum klorür (sofra tuzu) çözeltisinden üretilmektedir. Katot tarafında, temizlik için kullanılan OH^- iyonları oluşmaktadır. Anot tarafında, Cl_2 oluşmaktadır. OH^- iyonları ve Cl_2 reaksiyona girebilmekte ve dezenfektan görevi gören hidroklorik asit (HClO) oluşturabilmektedir. Temizlik ve dezenfeksiyon, soğuk çözelti kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Enerji tüketimi, kimyasallar ve olasılıkla su tüketiminden tasarruf sağlanmaktadır. Teknik, bu yeni MET adayının tam dokümantasyonunun sağlanmasına yeterli olacak uzunlukta bir süre için uygulanmamıştır. Bir bira fabrikası, yıllık enerji tüketiminin üretim hattı başına yaklaşık 100 000 kWh azaltılabildiğini göstermiştir. Kimyasalların maliyeti kesinlikle büyük ölçüde azalmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji, kimyasal ve su tüketiminin azaltılması.

Referans literatür

[169, Nordic Council of Ministers 2011]

2.4.3 Atık aktif çamurunun azaltılması ve denitrifikasyon için karbon kaynağı oluşturulması

Teknik tanım

OpenCEL, atık aktif çamuru (WAS) hücre yapısını bozarak, hücrelerin ayrışmasına yol açmak için elektrik palsları kullanmaktadır. OpenCEL odaklı pals (FP) teknolojisi, hücre zarının büyüyerek parçalanmasına yol açmak için, en fazla 0,1 saniye süreyle 20 kV - 60 kV arasında yüksek frekanslı mikro palslar kullanmaktadır. Parçalandıktan sonra, atık aktif çamuru (WAS), aktif mikroorganizmalarla daha kolay bozunmaktadır. Laboratuvar ölçekli araştırma, atık aktif çamuru yarı çözünür KOİ seviyesinin, artırılmamış atık aktif çamuruna göre, OpenCEL ile arıtma sonrasında 26 kattan fazla arttığını ortaya koymaktadır. OpenCEL ile arıtılan atık aktif çamurunun bir çürütücüye beslenmesi halinde, çamur tamamen bozunarak, yüksek uçucu katı madde parçalanması (dolayısıyla daha az biyo katı madde ürünü) vermekte ve daha fazla çürütücü gazı (anaerobik ise) üretmektedir. Bir anoksik bölgeye beslenmesi halinde, parçalanmış hücreler, denitrifikasyon için kolayca biyobozunur karbon kaynağına dönüşmektedir. OpenCEL ile arıtılan atık aktif çamuru kullanarak denitrifikasyon oranının yaklaşık olarak, karbon kaynağı olarak metanol kullanıldığında elde edilen orana eşit olduğu ve metanol taşınmasının getirdiği tehlikelerine de maruz kalınmadığı ortaya konulmuştur.

Diğer bir araştırma, tam odaklı pals (FP) ön arıtmasının, biyogaz üretimi ve biyo katı madde giderimini sırasıyla %60 ve %40 artıracığını ortaya koymaktadır. Atık aktif çamurunun yaklaşık %6-10 azot ve %1-2 fosfordan (biyolojik fosfor giderimi uygulanması halinde daha fazla) oluştuğu dikkate alınmalıdır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azot gideriminin geliştirilmesi.

Referans literatür

[124, EPA 2013]

2.4.4 Biyolojik fosfor giderimini içeren entegre sabit filmlili aktif çamur sistemleri

Teknik tanım

Entegre sabit filmlili aktif çamur (IFAS) hibrit prosesleri, arıtma için kullanılabilir biyokütle miktarını artırmak için askıda üreme reaktöründe bir tür sabit filmlili ortama sahip herhangi bir aktif çamur sistemini içermektedir. IFAS ortamı, mevcut aktif çamur sistemleri ve havuzlarda yenilenebilmektedir. Başlıca iki tip IFAS mevcuttur: (1) Daldırılabilir Gezer Ortamlı IFAS ve (2) Daldırılabilir Sabit Ortamlı IFAS. Ortam malzemesi değişmektedir ancak genellikle bir plastik taşıyıcı, sünger taşıyıcı veya örgü matristir. Gezer ortam, ızgaralı kapaklı duvarlarla tutulmaktadır ve bu ortamın tüm havuza göç etmesine izin verilebilmekte veya ortamlar, çok kapaklı duvarlarla belirli bölgelerde tutulabilmektedir.

IFAS prosesinin önemli bir özelliği, IFAS ortamına tutunan biyokütlenin katı madde kalış süresinden (SRT) askıda biyokütle SRT'sini ayırma yeteneği sunmasıdır. Bu özellik, nitrifikasyon ve geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi (EBPR) gerçekleştirmek zorunda olan proseslerde özellikle yararlı olmaktadır zira EBPR için ideal katı madde kalış süresi (SRT) kısa (< 5 gün) iken, atıksu sıcaklığına bağlı olarak, ideal nitrifikasyon katı madde kalış süresi (SRT) genellikle uzundur (> 8 gün).

Araştırma, EBPR yeteneğinin çoğunluğunun (> %90), askıda biyokütle, nitrifikasyon yeteneğinin çoğunun (> %70) ise IFAS ortamına tutuna biyokütle ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu EBPR ve nitrifikasyon organizmalarının ayrılması, askıda fazın, sistemin nitrifikasyon yeteneğinin zayıflayacağı veya nitrifikasyon bakterileri gideriminin gerçekleşeceği kaygısı olmadan kısa katı madde kalış süresinde (SRT) kontrol edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, nitrifikasyon bakteri popülasyonu kütesini aerobik bölgede/bölgelerde tutarak, nitrifikasyon bakterilerinin etkin olmadığı anaerobik ve anoksik bölgelerde bu bakterilerin miktarını azaltmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Fosfor ve azot gideriminin geliştirilmesi.

Referans literatür

[124, EPA 2013]

2.4.5 Mikrobiyel yakıt hücre bazlı arıtma sistemi**Teknik tanım**

Mikrobiyel yakıt hücresi (MFC), organik maddenin (atıksuda kimyasal oksijen ihtiyacı olarak ölçülmektedir) bakteriyel metabolizmasından elektrik üreten bir cihazdır. Bakteriyel metabolizmanın son aşamasında, elektronlar hücre zarı boyunca geçerek, genellikle oksijen olan bir son elektron alıcısında birirmektedir. Anaerobik koşullarda, bakteriler sülfat, nitrat veya - MFC’de olduğu gibi - bir elektrot gibi bir alternatif elektron alıcısı kullanmak zorundadır. MFC’de, bakteriler anaerobik koşullarda üremekte ve elektronlarını harici olarak bir anoda aktarmaktadır.

Elektronlar, bir harici devre üzerinden anottan, pozitif olarak yüklenmiş bir katoda akmaktadır. Bu elektron akışı, bir elektrik akımı temsil etmektedir. Katot, su oluşturmak üzere, giren elektronlarla kimyasal reaksiyona giren oksijen ve protonlara (H^+) maruz kalmaktadır. MFC araştırmasında ağırlık, oda sayısı ve yerleşimi, elektrot büyüklüğü (yüzey alanı), aralık, maddeler ve miktar, proton değişim zarlarının alternatifleri ve bileşimi ve uygun maliyetli katot katalizörleri dahil olmak üzere yakıt hücresi tasarımına verilmektedir.

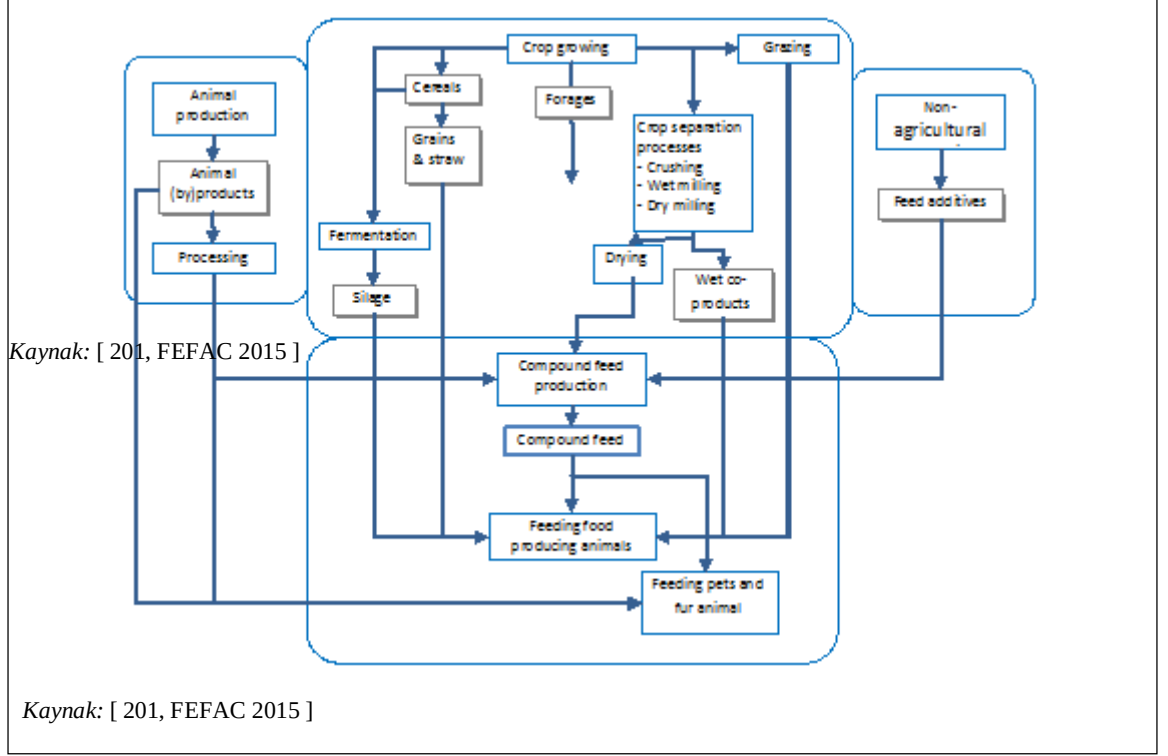
Prosesi ideal hale getiren bakteri türlerinin belirlenmesi ve bunların elektronları harici olarak nasıl aktardığının daha iyi anlaşılması için biyolojik araştırma yapılmaktadır. Ayrıca, hidrojen yakıt hücreleriyle kullanmak üzere saf hidrojen gazı üreten değiştirilmiş bir MFC araştırılmaktadır. Bu yaklaşımda, katotta herhangi bir oksijen beslenmemektedir. Bunun yerine, hidrojen gazının (su yerine) kimyasal oluşumunu kolaylaştırmak için devreye düşük gerilim uygulanmaktadır. MFC araştırmasındaki son ilerlemeler, önceki tasarımlara göre MFC güç üretiminde önemli artışlar sağlamıştır. Hala laboratuvar seviyesinde araştırılmakta olan yeni bir teknoloji olsa da gelecekte MFC’ler, bir atıksu arıtma tesisini çalıştıracak kadar yeterli hatta şebekeye geri satılabilecek fazla elektrik üretebilecektir.

Referans literatür

[124, EPA 2013]

3 HAYVAN YEMİ

Yem terimi, 178/2002 sayılı Yönetmelikte (EC), işlenmiş, kısmen işlenmiş veya işlenmemiş katkı maddeleri de dahil olmak üzere 'hayvanların ağızdan beslenmesinde kullanılan her türlü madde veya ürün' olarak tanımlanmaktadır. Besleme zinciri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Besin zincirine genel bakış

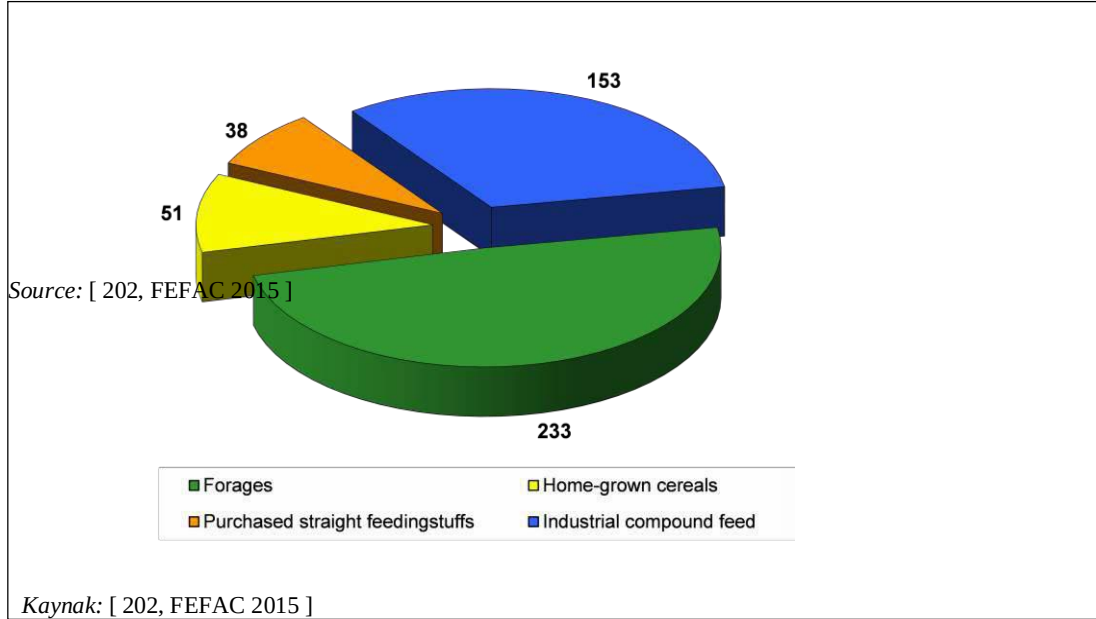
Bu bölüm, aşağıdaki yem türlerinin üretimini kapsar:

- Besin üreten hayvanlara yönelik karma yem;
- Evcil hayvan yemleri;
- Kürkünden faydalanılmak için beslenen hayvanlara yönelik yemler;
- Yeşil yem (susuz yem).

3.1 Sektör hakkında genel bilgiler

3.1.1 Besin üreten hayvanlara yönelik karma yem

Avrupa Birliğini oluşturan 28 ülkede (AB-28) çiftlik hayvanları yılda yaklaşık 475 milyon ton yem tüketmekte olup (bkz. Şekil 3.2), bunun 153 milyon tonu karma yem üreticileri tarafından üretilmektedir.



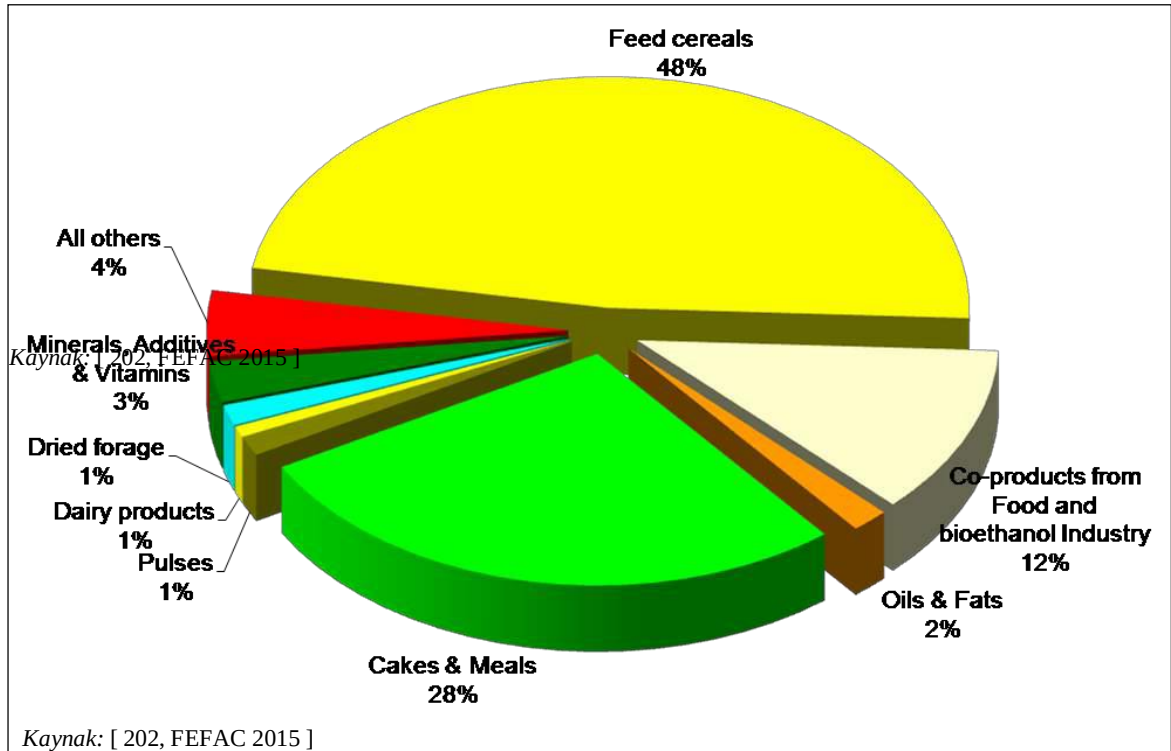
Şekil 3.2: 2014 yılında AB-28 ülkelerindeki yemin kaynağı (milyon ton cinsinden ifade edilmiştir)

Karma yemler, yemlerin hedeflendiği hayvan türüne ve içerik maddelerinin fiyatlarına bağlı olarak değişen reçetelere göre tanımlanmış olan farklı yem içeriklerinden oluşur. Bu yemlerin ana bileşenleri; tahıllar (ör: buğday ve arpa, gıda endüstrisindeki yan ürünler (ör: soya fasulyesi küspesi, kurutulmuş şeker pancarı küspesi), melas ve bitkisel yağlar veya mineraller (ör: kalsiyum karbonat) gibi yem malzemeleridir. Diğer bileşenleri ise katkı maddeleridir (ör: vitaminler, teknolojik katkı maddeleri). Yeme katılarak verilen ilaçlı yemlerde ise karma yemin içine veteriner tarafından onaylı bir ilaç ilave edilir. Su ayrıca su buhar şeklinde de ilave edilebilir.

Karma yem üretiminin amacı, çiftçilere en düşük maliyetle besin bileşimi itibarıyla (vitaminler, enerji, proteinler, amino asitler vb.) hayvanların ihtiyaçlarını mümkün olabildiğince karşılayan ve önceden tanımlanmış hayvansal üretim kriterlerini (örneğin bir günde elde edilecek süt miktarı, günlük canlı ağırlık artışı) yerine getirecek bir ürün tedarik etmektir /gün. Hayvanların beslenme gereksinimlerinin birçok parametreye (tür, cinsiyet, cins, yaş, fizyolojik evre, üretim sistemi gibi) bağlı olduğu göz önüne alındığında, karma yem üreticileri aynı lokasyonda önceden tanımlanmış 150'ye kadar farklı spesifikasyona uygun yem üretebilmektedir. Karma yemlerin büyük çoğunluğu, melas veya bitkisel yağlar gibi istisnalar dışında, katı ve kuru haldeki ham maddelerden kuru yem olarak üretilmektedir [202 , FEFAC 2015].

Açık uçlu AB Yem Malzemeleri Kataloğu (68/2013 Sayılı Yönetmelik (AB)), 600'den fazla yem malzemesinin bir listesini içermektedir. Hacimsel olarak tahıllar, kullanılan yem malzemelerinin yarısından sadece daha azını temsil eder. Avrupa yem endüstrisi de gıda endüstrilerinden elde edilmiş önemli miktarda yan ürün kullanmaktadır. Ortalama bir karma yem formülünün %40'ı bu yan ürünlerden (gıda endüstrisinden, keklerden ve yemeklerden elde edilen yan ürünler) oluşmaktadır (bkz. Şekil 3.3). Protein açısından en önemli yem maddeleri, ağırlıklı olarak üçüncü ülkelerden ithal edilen soya küspesi ve Avrupa kırma endüstrisinden gelen kolza küspesidir. Endüstri ayrıca nişasta ve etanol sanayi dallarından protein açısından zengin yan

ürünler ve pancar şekeri endüstrisinden elde edilen sindirilebilir lif açısından zengin yan ürünler ile bunun yanı sıra çok sayıda sıvı yem de kullanılmaktadır. Gıda üreten hayvanları beslemek için kullanılan yem bileşenlerinin büyük bir kısmı bitkisel kökenlidir. Bununla birlikte, özellikle buzağılar olmak üzere genç hayvanlar için süt ikame yemlerinde süt yan ürünleri önemli ölçüde kullanılmaktadır. Balık unu, balık yağı, kril vb. gibi deniz kaynaklı ürünler, özellikle etçil türler için balık yemlerine dahil edilmektedir. Deniz kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle, balık ununun yerini giderek bitkisel kaynaklı proteinler ve yine de sınırlı bir ölçüde kümes hayvanları ve/veya domuzlardan elde edilen işlenmiş hayvansal proteinler almaktadır.



Şekil 3.3: 2014 yılında AB-27 ülkelerindeki yem endüstrisinde kullanılan yem malzemeleri

Avrupa karma yem endüstrisi büyüyen bir sanayi koludur ve cirosunun 45 milyar AVRO olduğu tahmin edilmektedir. Yaklaşık 4.500 tesiste yaklaşık 110.000 kişiye doğrudan istihdam sunmaktadır. Bu tesislerin çoğu, çok az istihdam fırsatına sahip kırsal alanlarda yer almaktadır. (Karma) yem tesislerinin çoğu (%85) KOBİ'lerden oluşmaktadır ve 2012 yılında tesis başına yıllık ortalama 38.000 ton karma yem üretimi gerçekleştirilmiştir. FDM MET-REF kapsamına giren üretim tesislerinin sayısının 450 civarında olduğu tahmin edilmektedir [202 , FEFAC 2015].

Gıda üreten hayvanlara yönelik karma yem imalatı, kuru bir ortamda gerçekleştirilmesiyle karakterize edilmektedir: yem üretim süreci su içermez (peletleme veya ısıtıl işlem sırasında buhar üretimi hariç) ve temizleme kuru bir ortamda gerçekleştirilir. Bu sayede çevreye su salınımı gerçekleşmez.

Aşağıdaki listede, gıda üreten hayvanlar için karma yem üretiminin temel çevresel etkileri tanımlanmaktadır:

- havaya salınan emisyonlar: hammaddenin işlenmesinden (soğutma) ve malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılmasından kaynaklanan partikül maddeler, malzemelerin işlenmesinden (peletleme, soğutma), yükleme ve boşaltmadan kaynaklı olarak tutucu ekipmanının arızalanması / koku (en az %5 hayvansal protein içeren yemler için)
- enerji: yemlerin işlenmesinde enerji kullanılması;
- gürültü: araçlar ve proses işlemleri, özellikle saha sınırına yakınsa gürültüden kaynaklı rahatsızlıklara neden olabilir.

Gürültü ve kokular çoğunlukla rastlantısaldir ve yerleşim yerlerini işgal eden nispeten az sayıdaki karma yem tesisleriyle ilgili olma eğilimindedir. Bu emisyonlar, iyi yönetim uygulamalarıyla en aza indirilebilmekte ve yerel düzeyde yasal olarak değerlendirilebilmektedir [225 , FEFAC 2015].

3.1.2 Evcil Hayvan Mamaları

Evcil hayvan mamaları ekonomiye ve topluma önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Avrupa genelinde, evcil hayvan maması endüstrisi tahmini olarak 50.000 doğrudan ve 700.000 dolaylı iş imkanı yaratmaktadır. Toplamda yaklaşık 650 evcil hayvan maması fabrikası tüm Avrupa'ya yayılmıştır. Evcil hayvan maması endüstrisi ve ilgili tedarik ve hizmetler, yıllık 30 milyar AVRO'nun üzerinde bir ciroyu temsil etmektedir. Evcil hayvan maması ürünleri, yıllık 9 milyon tonun üzerinde evcil hayvan maması üretimi ile yaklaşık 75 milyon evcil hayvan besleyen haneye hizmet vermektedir. [203 , FEDIAF 2015].

Üreticiler, formülasyonlarını mümkün olduğunca kesin olarak tanımlamak için evcil hayvanların beslenme gereksinimlerinin analiz ederek politika tayin etmektedirler. Ar-Ge merkezlerinde üreticiler, beslenme uzmanları, biyokimyacılar, mikrobiyologlar ve veterinerlerden oluşan çalışanlarıyla hayvanların beslenme alışkanlıklarını incelemektedir. Bu araştırmalar kapsamında ayrıca üretimde esas alınan formülü oluşturan besin maddelerinin değeri, lezzetli ve sindirilebilirliği de ölçülmektedir.

Ürünlerde kullanılan besin maddeleri, hayvansal içerikli maddelerden, tahıllardan ve sebzelerden elde edilmekte olup takviye şeklinde de sağlanabilmektedir. Bu nedenle endüstride, bitkisel malzemelerle (örneğin tahıllar, baklagiller) karıştırılmış balık filetosu yan sanayinden gelen hayvansal yan ürünler veya artıklar kullanılmaktadır.

Evcil hayvan maması üretmek için iki ana sürece gereksinim vardır. Üretilen besin maddelerinin büyük kısmı kuru ya da yaş tam yemlerden oluşmaktadır. Yaş mamanın tipik özelliği, nem içeriğinin %60 veya daha fazla olmasıdır. Bu, nihai ürünün kutularda, torbalarda ve metal tepsilerde sabitlenmesi ve sabitlenmesi için özel teknik hazırlıklar yapılmasını ve uygun prosedürler uygulanmasını gerektirir. Kuru evcil hayvan maması %14'e kadar neme sahiptir ve bu nedenle taşıma, paketleme ve nakliye açısından torba (kağıt/plastik) veya kutulardaki bazı tarım ürünlerine daha yakındır. [203 , FEDIAF 2015].

Kuru evcil hayvan maması yaklaşık olarak %86 ham madde ve %14 nemden oluşurken ıslak evcil hayvan maması % 60'tan fazla nem içerebilir.

Aşağıdaki listede, evcil hayvan maması işlemenin doğurduğu çevresel etkiler tanımlanmaktadır [203 , FEDIAF 2015]:

- havaya salınan emisyonlar: işleme (öğütme, ısıtma, soğutma), malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılmasından ve tutucu ekipman arızasından kaynaklanan partikül maddeler ve koku;
- enerji: evcil hayvan mamalarında enerji kullanımına dayalı işleme;
- gürültü: araçlar ve proses işlemleri, özellikle sahaya yakınsa gürültüden kaynaklı rahatsızlıklara neden olabilmektedir;
- su ve atık su: hammadde olarak ve proses temizliği için.

3.1.3 Kürkü için beslenen hayvan yemleri

Avrupa kürklü hayvan yemi endüstrisi, Avrupa'da yaklaşık vizon, tilki, ve Fin rakunu dahil olmak üzere 41,6 milyon hayvanın yetiştirildiği 4.000 kürk çiftliğine hizmet vermektedir [46 , FEFAC 2017].

Kürklü hayvan yemlerinin üretildiği mutfaklar, uzun yıllara dayalı deneyimlerinin yanı sıra

ürettikleri yem çeşitlerini güncellemek ve geliştirmek için sürekli olarak Ar-Ge'ye yatırım yapmaktadır. Formülasyonlar, çalışmalarını biyolojik kanıtlara ve hayvanların beslenme ihtiyaçlarının analizine dayandıran üreticilerin, beslenme uzmanlarının, kimyagerlerin, kürk çiftçilerinin ve veterinerlerin arasındaki yakın işbirliğinin sonucudur. Bu çalışmalarda besin değerlerinin yanı sıra yem malzemelerinin lezzetliliği ve sindirilebilirliği gibi kriterler de dikkate alınmaktadır. Bazı durumlarda, kürk çiftlikleri hayvan yemini etkileyen belirli gereksinimler duyabilmekte ve zorluklarla karşılaşabilmekte olup yemlerin üretildiği mutfaklar, belirli ürünleri tasarlamak için doğrudan doğruya üreticilerle bağlantı kurarak spesifik ihtiyaçlarını dile getirmektedir. Bazı ülkelerde, ulusal makamlar belirli gereksinimlere uyulmasını talep etmektedir [46 , FEFAC 2017].

Kürkü için beslenen hayvan yemleri, kurutulmuş proteinler ve hayvansal bazlı bileşenlerden (kümes hayvanları, balık ve sığır eti artıkları, domuz yağı) ve bitkisel bazlı bileşenlerden (soya ürünleri, soya fasulyesi yağı, mısır ürünleri, buğday, arpa, mısır ve patates proteinleri) elde edilen besin maddelerini içermektedir.

Kürkü için beslenen hayvanlar için yem ıslak biçimde üretilse de hammaddeler birçok farklı biçimde kullanılmaktadır: bunlardan bazıları taze olarak sağlanmaktadır örneğin balık artıklarının parçalanmasından elde edilen hammaddeler; diğer durumlarda ham maddeler donmuş olarak tedarik edilirken; son olarak, diğer ham maddeler, kurutulmuş tozlar veya sıvı halde tedarik edilir. Tüm hammaddeler daha sonra ufalama, doğrama, öğütme, harmanlama, tartma ve karıştırma işlemleri yoluyla kürk hayvanlarını beslemeye uygun bir macun oluşturmak üzere birleştirilir [46 , FEFAC 2017].

Aşağıdaki liste, kürk hayvanları için yem üretiminin temel çevresel etkilerini tanımlamaktadır:

- enerji kullanımı: yemde enerji kullanıma dayalı işleme;
- su: su kullanımı ve atık su deşarjları;
- gürültü: endüstriyel tesise gidip gelen makine ve araçlar belli bir seviyede rahatsızlığa yol açan gürültüye neden olabilmektedir;
- hava/koku: üretim ve/veya çamur toplama işlemleriyle ilgili kokular.

3.1.4 Yeşil yem (susuz yem)

Kuru yem olarak da bilinen yeşil yemin üretildiği sektör, piyasadan talebin olduğu kırsal alanlarda faaliyet göstermektedir. Sektörün ana ürünü olan kurutulmuş yonca ürününde İspanya, Fransa ve İtalya'nın önünde yer alarak Avrupa'nın önde gelen üreticisi konumundadır. Fransa'daki tesisler ise, yüksek yanma kapasiteleri ve tesislerde işlenmeden önce tarlalarda yemi kurutma potansiyelini sınırlayan hava koşullarıyla öne çıkmaktadır [157 , Copa- Cogeca 2016].

Doğrudan alevle yakma veya yüksek sıcaklıkta kurutma, gelen malzemeyi doğrudan işlemek için kullanılmaktadır. Bu tesislerin çoğu 1960'larda yasal tarım kooperatifleri biçimi altında kurulmuştur. Bu nedenle, bu tesisler çok miktarda ürün üretmekte olan üye çiftçilere ait olup bunlarda yonca, diğer baklagiller, otlar, diğer yeşil yemler, mısır, haşhaş tohumu, havuçlar, saman, olgunlaşmamış saman vb. ürünler üretilmektedir. Tesislerin çoğu, kampanyayı daha uzun süre uzatmak ve üretim araçlarından daha iyi yararlanmak için yakındaki endüstrilerden gelen yan ürünleri de işlemektedir: şeker endüstrisi ile şeker pancarı küspesi, içki fabrikaları ile üzüm posası, elma şarabı üreticileri ile prina, hardal kepeği hardal üreticileri vb. Hatta bazıları kış kampanyası sırasında biyoyakıt üretmek için talaş, fil otu ve kısa dönlü bitkiler kullanarak çalışmaktadır.

3.2 Uygulanan süreçler ve teknikler

3.2.1 Besin üreten hayvanlara yönelik karma yem

3.2.1.1 Genel

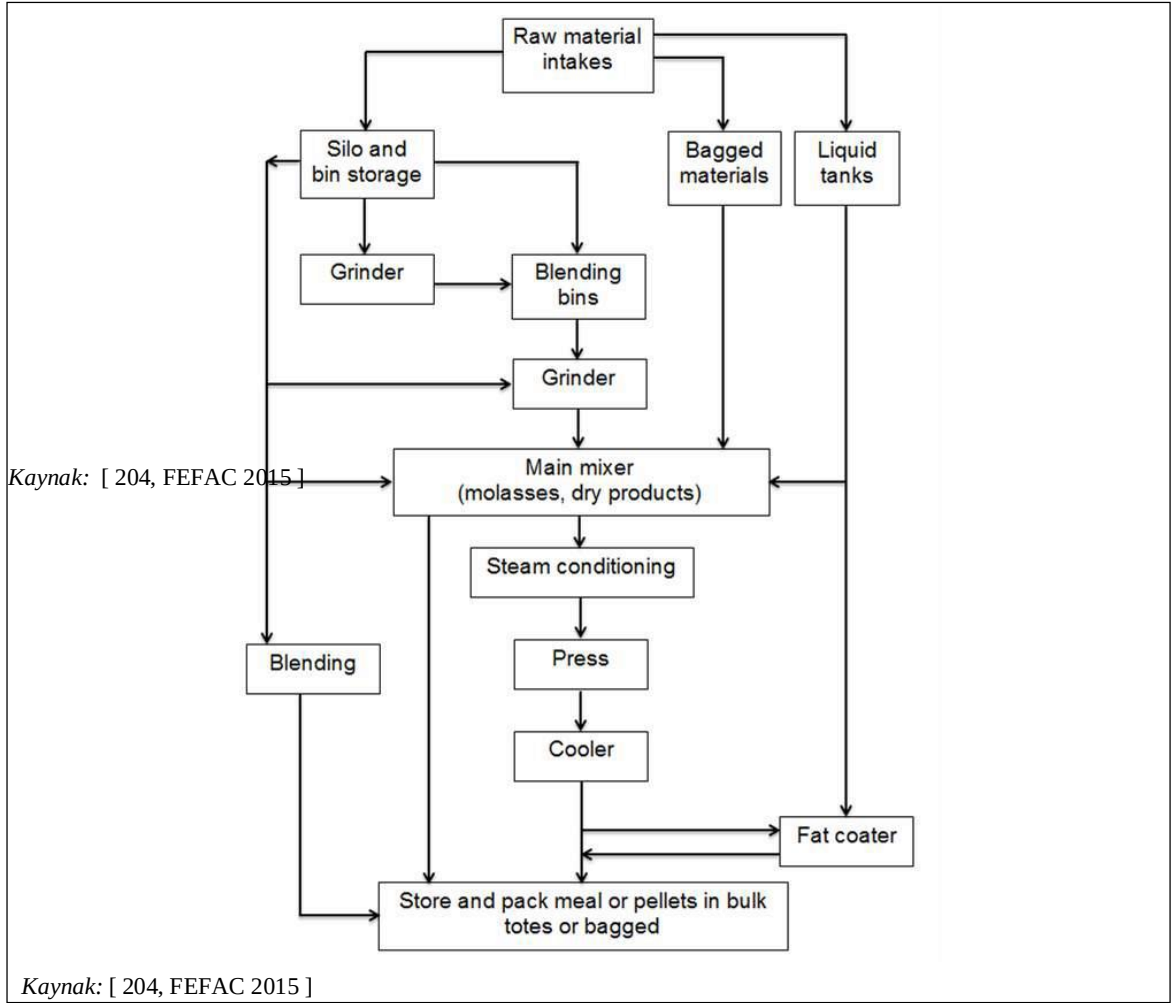
Karma hayvan yemlerinin üretimindeki genel adımlar aşağıdaki gibidir:

- ham madde alımı ve depolanması;
- ham maddelerin boyutlarının küçültülmesi;
- malzemelerin işlenmesi;
- ürün depolama ve sevk;
- temizlik faaliyetleri.

Bu sektörde kullanılan ortak ekipman şunları içermektedir:

- depolanan ürün ve malzemelerin muhafazası için depolama siloları, huniler ve tanklar;
- işlemeye geçmeden önce malzemenin boyutunu küçültmek için kullanılan öğütücüler;
- malzemelerin konteyner için kapalı olarak taşınması için gerekli taşıma sistemleri;
- önceden ayarlanmış formüllere göre yem karışımlarının oluşturulmasına olanak veren karıştırıcılar;
- besleme karışımının buhara maruz kaldığı şartlandırma üniteleri;
- İstenilen ürünü elde etmek için şartlandırılmış besleme malzemelerinin kalıplardan peletlendiği pres hatları;
- depolamadan önce ürün malzemelerini soğutmak için hava kullanan soğutucular;
- işlenmiş ürünlerin depolanması için depolama siloları ve kutuları;
- buhar üretimi için gerekli kazanlar;
- toz azaltma sistemleri.

Karma hayvan yemlerinin imalatında gerçekleştirilen faaliyetlerin genel bir şeması Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4: Karma hayvan yemi imalatında gerçekleştirilen faaliyetler

3.2.1.2 Ham maddelerin alınması ve depolanması

Hammaddelerin depolanması ve taşınması için kullanılan yöntemler, her bir malzemeye özeldir [204 , FEFAC 2015] :

- Dökme katı hammaddeler (ör: tahıllar) genellikle kapalı araçlarla sahaya teslim edilir ve depolama için silolara veya dökme kutulara taşınmadan önce alım bunkerlerine boşaltılır. Diğer dökme tozlar (örneğin amino asitler) tankerle teslim edilir ve doğrudan tüple özel depoya üflenerek aktarılır.
- Dökme sıvı hammaddeler (örneğin melas, soya yağı ve bitkisel yağ) karayolu tankerleri tarafından teslim edilir ve belirlenmiş depolama tanklarına pompalanır.
- Paketlenmiş katı ve sıvı ham maddeler (vitaminler ve enzimler gibi), kullanımdan önce tedarikçinin birincil paketleme tesisindeki bir depo tesisinde dahili olarak depolanır.

3.2.1.3 Hammadde boyutunun küçültülmesi

Bitmiş ürünün homojenliğini sağlamak ve gerekli fiziksel özellikleri üretebilmek için hammaddeler ürün karışımına katılmadan önce öğütülür ve elenir. Tipik olarak, malzemeyi düzgün bir parçacık boyutuna öğütmek için elektrikle çalışan öğütücüler kullanılır. Hammadde öğütüldükten sonra kapalı konveyörler [204 , FEFAC 2015] vasıtasıyla işleme tesisine taşınır.

3.2.1.4 Hammaddelerin işlenmesi**Tartma ve karıştırma**

Hammaddeler, yük hücreleri aracılığıyla bir toplu karıştırıcıya aktarılır. Tipik bir imalat sahasında, çapraz kontaminasyonu önlemek için belirli ürün tiplerine göre ayrılmış birkaç mikser bulunur. Prosesin bu aşamasında, yem katkı maddeleri veya yem katkı maddelerinin ön karışımları gibi düşük dozlu içerik maddeleri doğrudan mikserlere ilave edilir. Bu aşamada reçeteye bağlı olarak sıvı katkı maddeleri ve su da tartılarak karışıma özel hatlar üzerinden ilave edilebilir.

Karıştırma tipik olarak yatay kapalı bir sürekli karıştırıcı içinde gerçekleştirilir. Karıştırma işlemi için kalma süresi reçeteye özeldir ve karıştırma döngüsü tamamlandığında, homojen yığın pres fabrikasında ileri işlemler için taşınır. Ancak, bir yemek ürünü üretiliyorsa, parti doğrudan mikserden sevkiyata hazır bir bitmiş ürün kutusuna aktarılacaktır [204 , FEFAC 2015].

Buharlı işlem

Buhar işlemi veya şartlandırma, mevcut bakterilerin (salmonella gibi) ortadan kaldırılması için sıcaklığını yükseltmek amacıyla doğrudan doğruya karışıma buhar ekleme işlemidir. Buhar ayrıca sonraki peletleme işlemine hazırlık olarak karışımın fiziksel özelliklerini de geliştirir. Bu aşamada gerektiğinde başka sıvı malzemeler (melas gibi) eklenebilir. Şartlandırma işleminin uzunluğu, üretilen yemin gereksinimlerine göre belirlenir.[204 , FEFAC 2015].

Tesisler, üretim sürecine buhar sağlamak için özel bir kazan ünitesi işletmektedir.

Peletleme

Şartlandırmadan sonra sıcak karışım bir pres hattına taşınır; tipik bir kurulum, belirli bir karma yem üretimine ayrılmış bir dizi pres hattına sahip olacaktır. Karışımı bir pres içine cebri olarak aktarmak için vidalı bir besleme ünitesi kullanılır ve bu surette bir pelet ürünü oluşturmak üzere dönen bir halka kalıbından ekstrüde edilir. Farklı kalıp boyutları ve pres dönüş hızları, özel ürün gereksinimlerini karşılamak için farklı pelet boyutlarının üretimini kolaylaştırmaktadır [204 , FEFAC 2015].

Soğutma

Peletlemeden sonra, sıcak ürün, sıcaklığını düşürmek ve sertleşmesini ve dayanıklı hale gelmesini sağlamak için ters akışlı bir hava soğutucusundan geçirilir. Soğutma işlemi, ortam sıcaklığındaki havanın doğrudan peletlerin üzerinden geçirilmesini içerir.

Belirli ürünler üretmek için soğutmadan sonra ek işlem adımları kullanılabilir. Peletler kümes hayvanları için yem üretmek amacıyla ezilebilir veya depolamadan önce yağla kaplanabilir [204 , FEFAC 2015].

3.2.1.5 Ürün depolama ve sevk

Soğuduktan sonra bitmiş ürün, sevkiyattan önce özel bitmiş ürün silolarına veya taşıma kutularına taşınır. Silolar aşırı doldurmayı önlemek için yüksek seviyeli alarmlarla donatılmıştır.

Ürün genellikle toplu olarak gönderilir, ancak bazı tesisler küçük ölçekli talebi karşılamak için paketlenmiş ürünlerin oluşturulmasını kolaylaştırmak amacıyla torbalama istasyonları da işletmektedir. Dökme ürün, müşterilere gönderilmeden önce özel teslimat kamyonlarına yüklenir. Yükleme faaliyetleri, kaçak toz ve koku yayılımı olasılığını sınırlandırmak için tipik olarak kapalı bölmelerde gerçekleştirilir. [204 , FEFAC 2015].

3.2.1.6 Temizlik faaliyetleri

Gıda hijyenini garanti etmek ve farklı yem maddelerinin çapraz bulaşmasını önlemek için karma hayvan yemi üretim tesislerinde temizlik ve temizlik faaliyetleri gereklidir. Kurulum ve işleme ekipmanının temizliği genellikle ıslak temizlemeyi içermez; tipik olarak yalnızca kuru, mekanik işlemleri içerir (süpürme ve vakumlama). Birçok tesiste ayrıca müşterilere toplu teslimat yapmak için kullanılan kamyonları temizlemek amacıyla özel bir yerinde araç yıkama ünitesi de bulunmaktadır [204 , FEFAC 2015].

3.2.2 Evcil Hayvan Yemleri

3.2.2.1 Genel

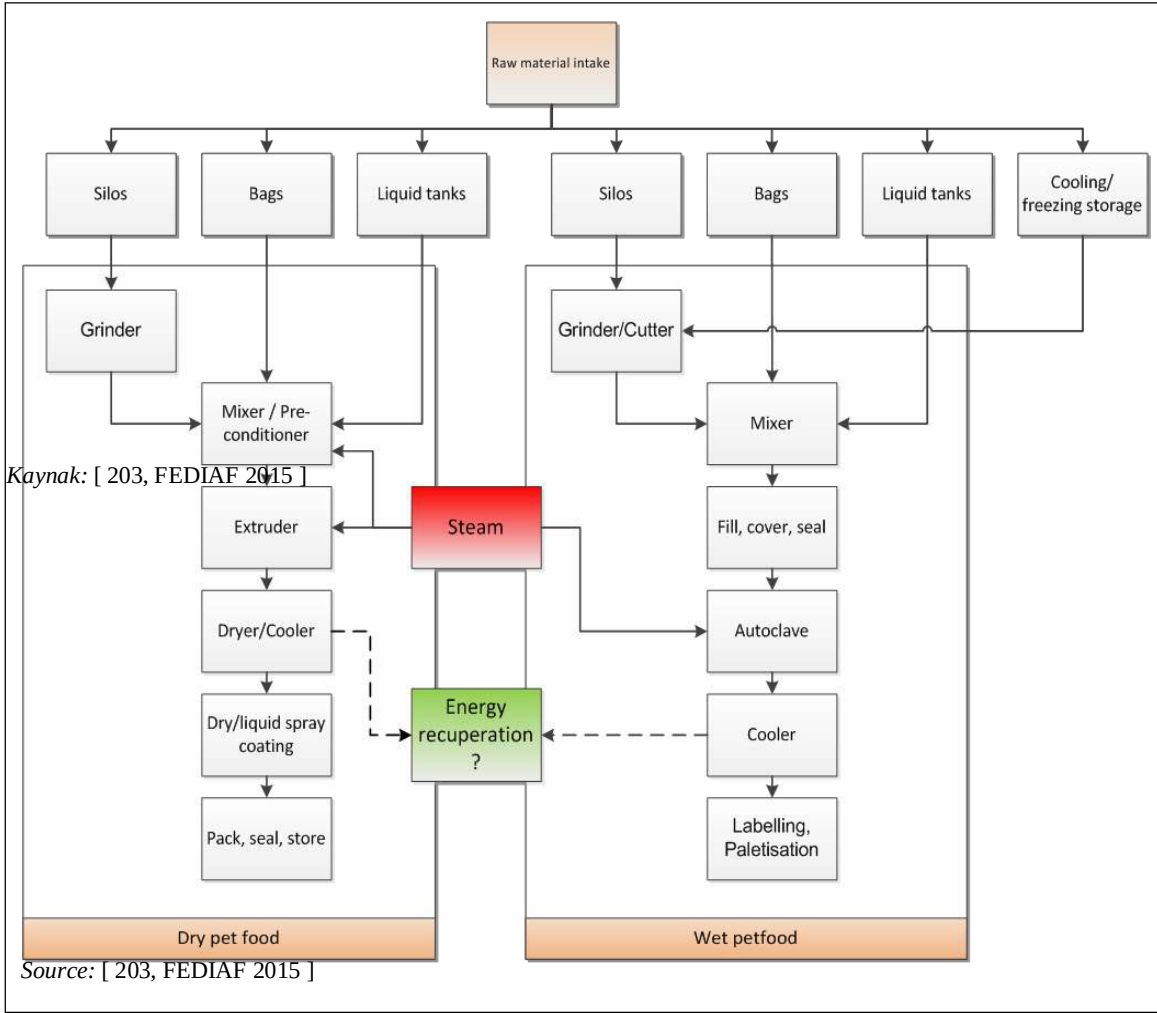
Evcil hayvan maması üretimindeki genel adımlar aşağıdaki gibidir:

- Hammadde alımı ve depolanması;
- hammadde boyutunun küçültülmesi;
- hammadde işleme;
- ürün depolama ve sevk;
- temizlik faaliyetleri.

Bu sektörde yaygın olarak kullanılan ekipmanlar şunları içerir:

- silolar, hazneler, dondurma/soğutma ekipmanları (yaş ürünler) ve depolanan ürünlerin muhafazası için depolama tankları;
- Malzemenin işlenmesine geçilmeden önce boyutunun küçültmek için kullanılan öğütücüler;
- Malzemelerin kapalı olarak taşınması için gerekli taşıma sistemleri;
- önceden ayarlanmış formülasyonlarla yem karışımlarından partilerinin oluşturulmasına olanak veren karıştırıcılar;
- ürün işleme birimleri:
 - yaş mama: nihai ürünler için katı ve sıvı parçaların hazırlanması (ürün şekli; sos içindeki parçalar, jöle köpüğü içindeki parçalar, pate), kap doldurma makineleri, sterilizatör;
 - kuru mama: ekstrüderler (ürün şekli; farklı boyutlarda mama taneleri), spreyci kaplama kurutucular.
- soğutucular;
- işlenmiş malzemenin ara depolanması için depolama tesisleri (paletler);
- buhar üretimi için kazanlar;
- toz azaltma sistemler;
- atık su arıtma tesisleri;
- koku.

Evciil hayvan maması imalatında gerçekleştirilen faaliyetlerin genel bir şeması Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5: Evciil hayvan maması imalatı

3.2.2.2 Hammaddelerin alınması ve depolanması

Evciil hayvan yemi, tahılların (buğday ve arpa gibi), protein kaynağı olarak hayvansal yan ürünlerin (Kategori 3 malzemeleri; taze, dondurulmuş, kurutulmuş; insan tüketimine uygun olarak kabul edilen hayvanlardan elde edilen), sebzelerin, sıvı bileşenlerin (su ve yağlar gibi) ve mineral takviyeleri gibi özel katkı maddelerinin temel formülasyonlarına dayanır. Hammaddelerin depolanması ve taşınması için kullanılan yöntemler, her bir malzemeye özeldir [203 , FEFAC 2015]:

- Dökme katı hammaddeler (ör: tahıllar) genellikle kapalı araçlarla sahaya teslim edilir ve depolama için silolara veya dökme kutulara taşınmadan önce alış bunkerlerine boşaltılır. Diğer dökme tozlar (örneğin mineraller) büyük torbalarda veya tankerle teslim edilir ve doğrudan özel depoya üflenerek aktarılır.
- Dökme sıvı hammaddeler (örneğin hayvansal ve bitkisel yağ) karayolu tankerleriyle teslim edilir ve belirlenmiş depolama tanklarına pompalanır.
- Paketlenmiş katı ve sıvı hammaddeler (vitaminler ve enzimler gibi) kullanımdan önce tedarikçinin birincil ambalajında bir depo tesisi içinde dahili olarak depolanır.

3.2.2.3 Hammaddelerin boyutunun küçültülmesi

Bitmiş ürünün homojenliğini sağlamak ve gerekli fiziksel özellikleri yerine getirmek için hammaddeler ürün karışımına katılmadan önce öğütülür ve elenir. Tipik olarak, malzemeyi tek tip bir parçacık boyutuna öğütmek için elektrikle çalışan öğütücüler ve/veya kesiciler kullanılır. Hammadde öğütüldükten sonra kapalı konveyörler vasıtasıyla işleme tesisine taşınır [203 , FEFAC 2015].

3.2.2.4 Hammaddelerin işlenmesi

Tartma ve karıştırma

Hammaddeler, yük hücreleri aracılığıyla bir toplu karıştırıcıya aktarılır. Tipik bir sahada, çapraz kontaminasyonu önlemek için belirli ürün tiplerine ayrılmış birkaç mikser bulunur. Prosesin bu aşamasında, yem katkı maddeleri veya yem katkı maddelerinin ön karışımları gibi düşük dozlu içerik maddeleri doğrudan miksera eklenir. Bu aşamada reçeteye bağlı olarak sıvı katkı maddeleri ve su da tartılarak özel hatlar aracılığıyla karışıma eklenebilir [203, FEFAC 2015].

Kuru ürünler için, karıştırma tipik olarak yatay ve kapalı bir sürekli karıştırıcı içinde gerçekleştirilir. Karıştırma işlemi için bekletme süresi tipik olarak üç ila dört dakikadır ve karıştırma döngüsü tamamlandığında homojen yığın sonraki işlemler için ilgili ünitelere aktarılır.

Yaş ürünler için, karıştırma tipik olarak gruplar halinde dikey bir karıştırıcıda gerçekleştirilir. Karışım doğrudan son kaplara dökülür.

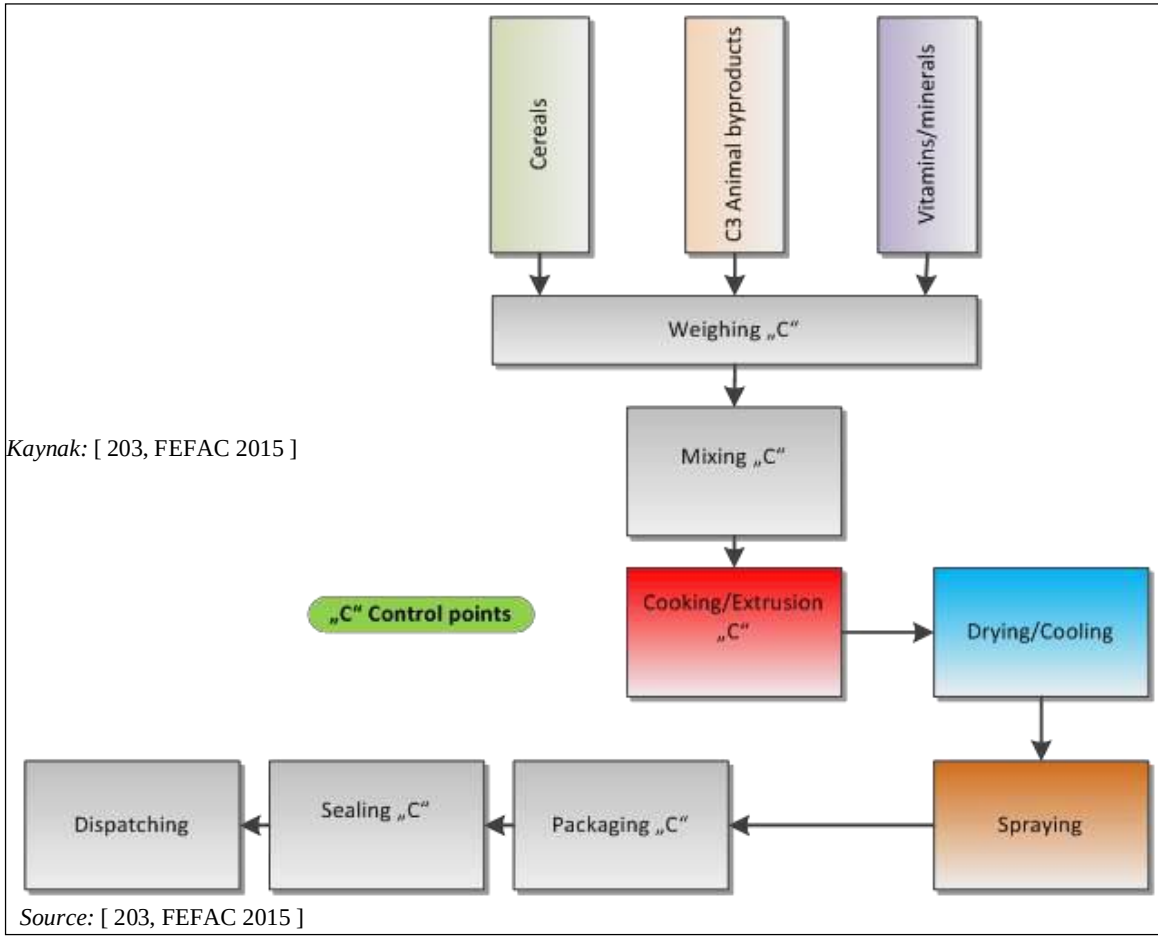
Ekstrüzyon (kuru evcil hayvan maması)

Bu yöntem kuru evcil hayvan maması için kullanılan en yaygın proses haline gelmiştir. Ekstrüderler, sabit bir boru içinde dönen sıkıca sabitlenmiş bir vidadan oluşur. Önceden öğütülmüş ve şartlandırılmış bileşenler, çeşitli işlemlerle taşındıkları, karıştırıldıkları ve ısıtıldıkları vidalı besleyicinin içine girerler. Ürün, ekstrüderden, buharın ve normal kuvvetlerin serbest bırakılması nedeniyle genellikle doku değiştirdiği bir kalıptan çıkar. Yem üretimi için çeşitli ekstrüder tasarımları geliştirilmiştir [203 , FEFAC 2015].

Ekstrüzyon, vitamin ve amino asitlerdeki kayıpları en aza indiren hızlı ve yüksek sıcaklıkta gerçekleşen bir işlemdir. Renk, tat ve ürün şekli ve dokusu da ekstrüzyon işleminden etkilenir. Ekstrüzyon, besleyici yemlerin üretiminde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemle protein kalitesi ve sindirilebilirliği belirgin bir biçimde artırılmaktadır. Bu işlem nişastanın tam pişmesini sağladığı için ürünü yüksek oranda sindirilebilir hale getirir.

Ekstrüderden sonra ürün, hedeflenen nem oranına ulaşmak için kurutucuya girer ve ardından da soğutucuya aktarılacak şekilde yoluna devam eder. Kuru gıdalar daha sonra bileşimlerini tamamlamak ve ekstrüzyon sırasında bozulma olmadan lezzetini artırmak için sıvılarla püskürtülebilir.

Şekil 3.6 , kuru evcil hayvan maması üretiminin tipik bir şemasını göstermektedir.

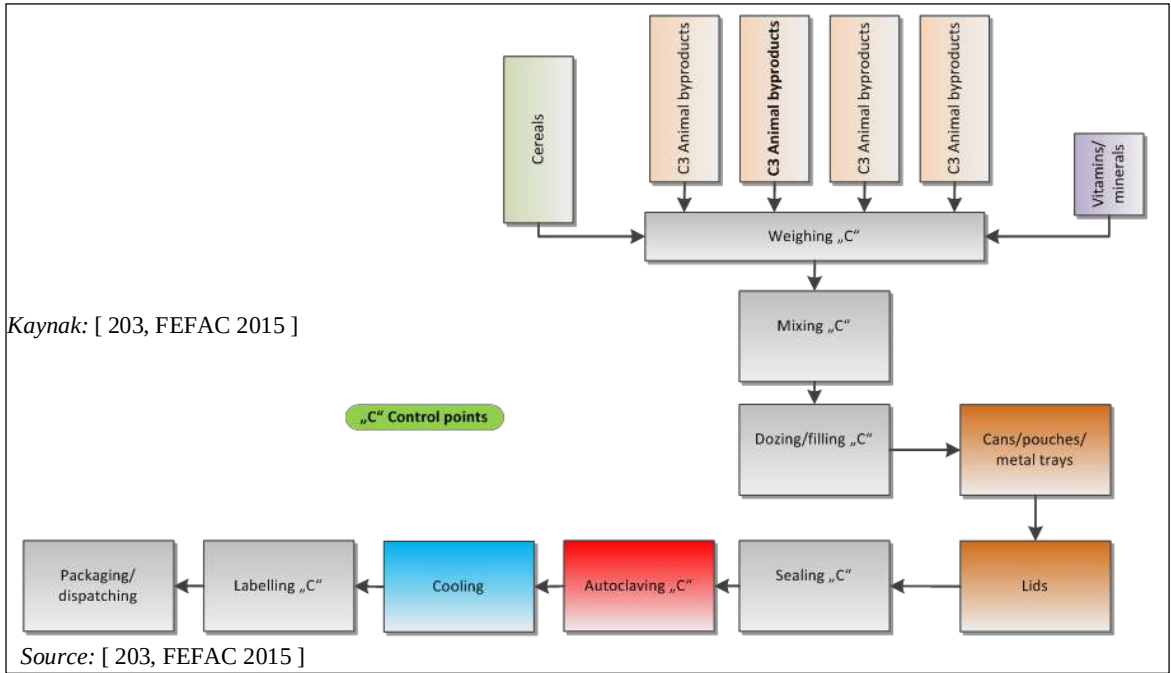


Şekil 3.6: Kuru evcil hayvan maması imalatı

Sterilizasyon (yaş evcil hayvan maması)

Farklı bileşenlerin (doku, boyut, yoğunluk, sıvı, katı vb.) koşullandırılması ve karıştırılmasından sonra, son kaplar doldurulur, mühürlenir ve son olarak sterilize edilir.

Şekil 3.7, yaş evcil hayvan maması üretiminin tipik bir şemasını göstermektedir.



Şekil 3.7: Yaş evcil hayvan maması imalatı

Soğutma

İşlemden sonra, sıcak ürün, sıcaklığının azaltılması için bir ters akımlı hava soğutucusundan veya bir soğutma kulesinden geçirilir [203 , FEFAC 2015]:

- kuru evcil hayvan maması: soğutma/kurutma şilemleri peletlerin sertleşmesini ve dayanıklı hale gelmesini sağlar
- yaş evcil hayvan maması: su kullanarak çalışan soğutma kuleleri, sterilizasyondan sonra sterilizatörleri veya ürünleri soğutmak için kullanılır.

Paketleme ve depolamadan önce belirli ürün özelliklerini (örneğin peletlerin yağla kaplanması) yerine getirmek için soğutmadan sonra ek işleme aşamaları uygulanabilir.

3.2.2.5 Ürün depolama ve sevk

Biten paketlenmiş ve etiketlenmiş ürünler paletlerde depolanır.

3.2.2.6 Temizlik faaliyetleri

Evcil hayvan gıda üretim tesislerinde gıda hijyenini garanti etmek ve çapraz bulaşmayı önlemek için bakım ve temizlik işlemleri gereklidir. Birçok tesiste, müşterilere toplu teslimat yapmak için kullanılan kamyonların temizlenmesi için özel bir yerinde araç yıkama ünitesi de yer almaktadır.

3.2.3 Kürkü için beslenen hayvanlara yönelik yemler**3.2.3.1 Genel**

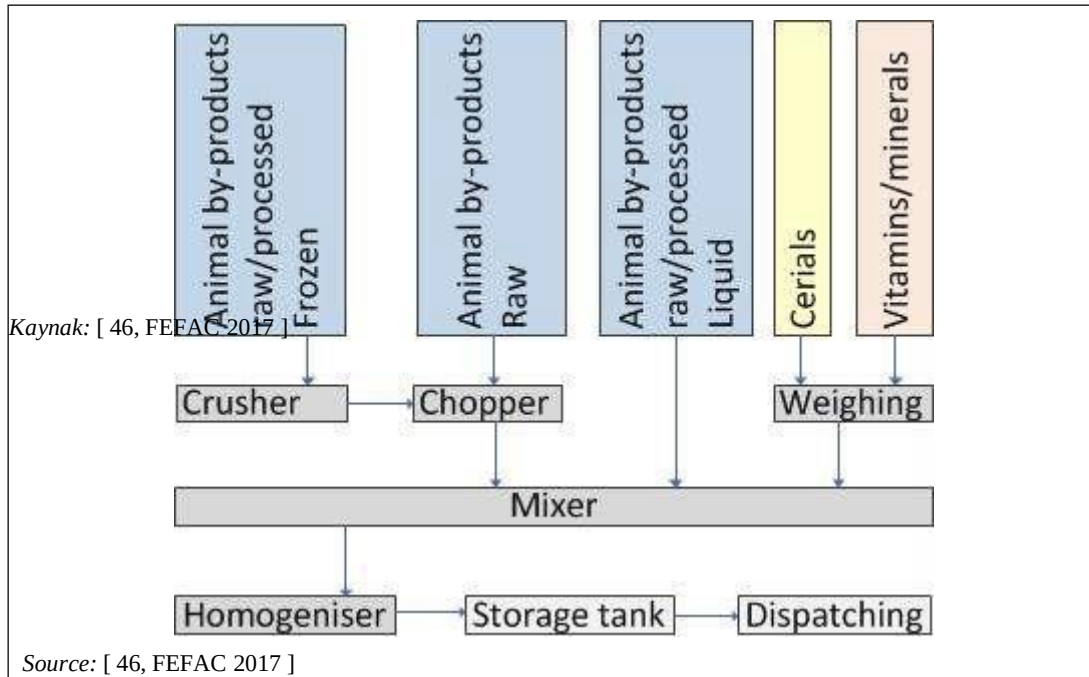
Kürk hayvanlarına yönelik yem üretimindeki genel adımlar aşağıdaki gibidir:

- hammadde alımı ve depolanması;
- malzemelerin işlenerek son ürün haline getirilmesi;
- son ürünün depolanması ve sevkiyatı;
- temizlik işlemleri.

Bu sektörde yaygın olarak kullanılan ekipmanlar şunları içerir:

- silolar, dondurma ve soğutma ekipmanları, tanklar;
- kırıcı, dilici;
- tartma sistem;
- karıştırıcı;
- homojenleştirici;
- malzemelerin taşınma için bant konveyörler;
- ürünün müşteriye teslim edilmesi için tankerler;
- emisyon azaltma sistemleri
- atık su arıtma tesisleri.

Kürk hayvanlarına yönelik yem imalatında gerçekleştirilen faaliyetlerin genel bir şeması Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8: Kürk hayvanları için yem imalatı

3.2.3.2 Hammaddelerin alınması ve depolanması

Hammadde genellikle fabrikaya kamyonla taşınır. Endüstriyel tesisatta bulunan ekipmanlara bağlı olarak yem mutfakları günlük olarak hem taze, hem pişmiş hem de dondurulmuş hammadde ve tahıl ürünleri almaktadır. Taze malzemeler ya doğrudan yem üretim sürecine yönlendirilir ya da dondurulur. Dondurulmuş hammaddeler dondurucularda saklanır. Kuru malzeme silolarda ve tanklarda depolanır. Birçok yem mutfaklığı, hammaddelerin bir kısmını daha sonra kullanmak üzere dondurur (örneğin, yüksek üretim sezonunda). Bazı yem mutfakları, özel ekipmanı olmayan daha küçük tesisler için dondurma ve depolama hizmetleri de sağlar [46, FEFAC 2017].

3.2.3.3 Malzemelerin işlenerek son ürün haline getirilmesi

Tartma ve karıştırma

Dondurulmuş hammaddeler genellikle kullanımdan önce 12 saat eritilir. Dondurulmuş ürün ezilir ve taze ürün ise doğranır. Buğday, karıştırma aşamasından önce öğütülerek un haline getirilir. Kuru ve yaş malzeme karıştırılır. Tartı ekipmanı genellikle silolara ve/veya mikserle bağlanır. İstenilen kıvama ulaşmak için karışıma su eklenir. Elde edilen ürün daha sonra homojenize edilir [46, FEFAC 2017].

Soğutma

Soğutma, dondurulmuş veya yarı dondurulmuş hammaddeler kullanılarak doğal yollardan sağlanır.

3.2.3.4 Son ürünün depolanması ve sevkiyatı

Bitmiş ürün, sevkiyattan önce kurulumdaki belirli bitmiş ürün silolarına veya tanklarına yönlendirilir. Bitmiş ürün silolardan nakliye sırasında soğuk bir sıcaklıkta (0-4 °C arasında) tutan yalıtımlı tankerlerle toplanır. Kamyonlar bitmiş ürünü doğrudan müşterilere teslim eder [46, FEFAC 2017].

Normalde, yem hazır olur olmaz ve nakliyede kullanılan tanker hazır olur olmaz sevk edilir. Yem normalde üretimden birkaç saat sonra sevk edilir ve aynı gün kullanılır.

3.2.3.5 Temizlik faaliyetleri

Yüksek hijyen standartlarını garanti etmek için kurulum alanlarındaki temizlik faaliyetlerine azami derecede özen gösterilmektedir. Yem mutfakları her üretim döngüsünden sonra temizlenir. Bazı durumlarda, temizlik faaliyetleri doğrudan kurulum yönetiminin sorumluluğundayken, diğer durumlarda ise uzman hizmet sağlayıcılara dışarıdan temin edilmektedir. Tüm üretim ekipmanları yıkanır ve makineler köpürtülür, yıkanır ve antiseptiklerle dezenfekte edilir [46, FEFAC 2017].

3.2.4 Yeşil yem (susuz yem)

3.2.4.1 İlk aşamalar

Tek başına çalışan dehidrasyon ünitelerinin iyileştirilmesi, sarf malzemelerinin kontrol edilmesini gerektirir. Ünitenin mümkün olduğu kadar düzenli çalışmasını sağlamak ve her zaman maliyetli olan arıza ve kesintilerin sayısını azaltmak için yonca tarlalarında hasat ünitelerinin çalıştığı dönemlerde gece gündüz kesintisiz olarak yapılır.

Tarlada yürütülen ilk aşama yoncanın biçilmesidir. Yakın zamana kadar bu işlem için tırmıklar kullanılmakta ve ardından da ürün kalitesini korumak amacıyla biçilen yonca toplanmaktaydı. Üniteye giren ekinin ortalama nem oranı %80'den %75'e düşmekteydi. Bu yöntem hasat

Bölüm 3

miktarını kısıtlamasının yanı sıra, bu tür bir uygulama güneşte kurutulmuş ürünlerin kuruma kapasitesini de azaltmaktaydı. Bu nedenle bu amaçla kullanılan tarım makinelerinin yanı sıra tırmıkların bakımını gerektiren düz ön soldurma şeklinde bir ara aşama sürece dahil edilmiştir. Biçilmiş yonca, onu makineden yanlara doğru dışarı atan bir döner bant üzerine yayan tırmıklar tarafından alttan kaldırılır. Yonca daha sonra, özellikle daha geniş yüzeyinin güneşe maruz kalması nedeniyle daha iyi kuruduğu tarlaya düz bir şekilde yayılır. Kesim işleminden 24-48 saat sonra hava şartlarına ve ünitenin malzeme ihtiyacına göre silaj yapılır. Bu düz ön soldurma tekniği, bitmiş ürünün kalitesini azaltmadı gibi ürünlerinin daha düşük nem seviyesine sahip olması nedeniyle üniteye %30'a varan enerji tasarrufu elde edilmesini de sağlar [157, Copa-Cogeca 2016].

3.2.4.2 Yüksek sıcaklıkta kurutma ile dehidrasyon işlemi

Yüksek sıcaklıkta kurutma prosesi, tarlalarda uygulanan işleme ve imalat sahasındaki nem koşullarına bağlı olarak, nem oranı %25 ile %85 arasında değişen hammadde kullanılarak %10 ila %12 rutubetli susuz yonca pelet veya balyalarının üretilmesini içerir. Bu yöntem diğer yem türleri için de kullanılmaktadır. Tarlada önceden solmuş veya soldurulmamış yonca, tek veya üç geçişli döner fırınlarda yüksek sıcaklıkta kurutulur. Daha kısa olan üç geçişli döner tamburlar (bkz. Şekil 3.9), tamburdan geçişler daha sık olduğu ve değişim hacimleri daha büyük olduğu için yüksek nem seviyelerine uyarlanmıştır. Malzemeler ızgara brülörlerinden gelen ısı ile beslenirler. Kullanılan yakıt kömür, linyit, gaz veya daha yakın zamanda ağaç talaşı, talaş veya miskantus gibi bazı biyokütle türleridir. [157, Copa-Cogeca 2016].



Şekil 3.9: Üç geçişli kurutma tamburu

Fırın boru sıcaklıkları gelen ürünlerin nemine göre değişmekte olup, söz konusu ürüne göre 300 °C ile 950 °C arasında değişmektedir. Tamburdan çıkan duman sıcaklığı yaklaşık 120 °C'dir. Yem, özellikle kurutucuda doğru sirkülasyonu sağlamak için bir akış oluşturmak amacıyla fazla hava ile kurutulur. Hava, kurutucudan çıkarken su buharı içerir. Ürünler, yüksek performanslı siklon ayırma ile bu nemli gazdan ayrılır. Siklondan çıkarken, tamburdan gelen nemli gaz, enerji tüketimini azaltmak için doğrudan atmosfere atılabilir veya çeşitli geri dönüşüm süreçlerinde kısmen kullanılabilir [157, Copa-Cogeca 2016]:

- Önceden ısıtılmış olan sıcak hava brülörüne enjekte edilecek yukarı yönlü kısmi geri dönüştürme akışı;
- bir yoğunlaştırıcı yıkayıcı aracılığıyla bir saman ön kurutma makinesine geri dönüştürme;
- vakumlu buharlaştırma üniteleri kullanarak ıslak bir proseste geri dönüştürme.

Kurutulmuş yonca kabukları balyalar halinde preslenir ya da peletler halinde işlenir. Pelet üretmek için, siklondan gelen yonca normalde çekiçli değirmenlerde ezilir. Çıkan ürün emme yoluyla taşınır ve daha sonra siklonlarla ayrılır ve atık torba filtrelerden geçirilir veya ıslak proseste işlenir. Preslerden çıkan peletlerde yaklaşık %12, balyaların en iyi şekilde korunmasını sağlamak için ise yaklaşık %12 nem içeriği elde etmek için fırından çıkan yoncada istenilen nem oranı yaklaşık %15'tir.

Yangın riski nedeniyle, kıvılcım ve motor dönüşü algılanarak kurutucuda giriş ve çıkış ürün sıcaklıklarının sürekli izlenmesi gerçekleştirilir. Alarmlar, bir devre sprinkler ve kurutma hattının otomatik olarak durdurulması uygulanmaktadır.

Üretim hattının çalışmasını optimize etmek, özellikle kurutucunun gerekli sıcaklıklarının (giriş ve çıkış) yonca nem oranına göre ayarlanması, enerji tüketiminin optimizasyonunu sağlar. Doğrudan alevle kurutma işlemi ısı kaybına neden olmaz .

3.2.4.3 Islak prosesle dehidrasyon

Yaş prosesinin uygulanmasının iki amacı vardır: protein konsantre peletler ve ksantofil ve karotenoid pigmentler üretmek ve enerji tasarrufu yapmak. Taze kesilmiş yonca, önceden soldurulmadan hasat edilir ve yeşil meyve suyu denilen protein açısından zengin özsuyu çıkarmak için ezilir ve preslenir. Presleme aşamasının bir yan ürünü olan kek, kuru işleme aktarılır. Meyve suyu, proteinleri pıhtı haline getirmek için 85 °C'de buharla ısıtılır, proteinler daha sonra santrifüj ile serumdan ayrılır (bkz. Şekil 3.10).



Kaynak: [157, Copa-Cogeca 2016]

Source: [157, Copa-Cogeca 2016]

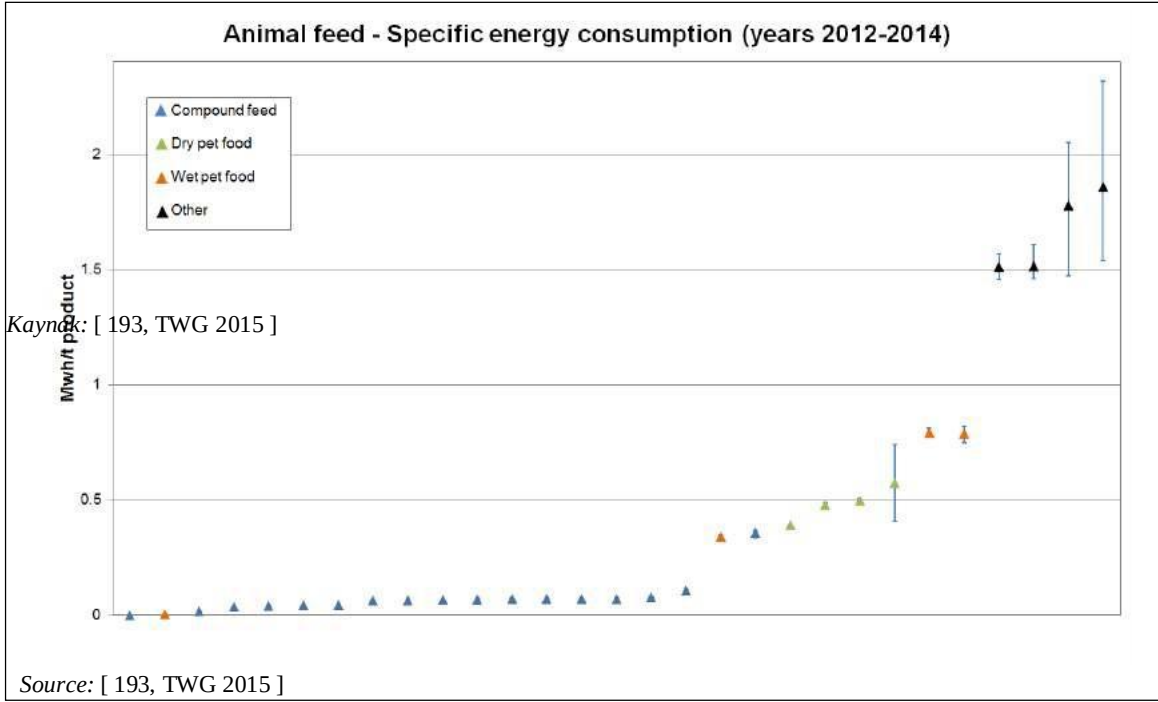
Şekil 3.10: Bir dehidrasyon sahasındaki santrifüj sistemi

Proteinler ve pigmentler açısından zengin olan pıhtı, akışkan yataklı bir kurutucuda kurutulur ve daha sonra preslerde topaklar halinde sıkıştırılır. Soğutulduktan sonra peletler, pigmentleri korumak için soğuk bir sıcaklıkta (5 °C) saklanır veya nitrojen ile inert hale getirilir. Serum, vakumla buharlaştırma ile konsantre edilir. Konsantre edildikten sonra, serum % 45 kuru içeriğe ulaştığında, kuru proseste yüksek sıcaklıktaki kurutuculara geri döndürülen keke geri aktarılır [157 , Copa- Cogeca 2016].

3.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

3.3.1 Enerji tüketimi

Şekil 3.11, spesifik enerji tüketimi (MWs/ton ürün) hakkında raporlanmış verileri göstermektedir. Tesisler arasında ürettikleri farklı ürünlere göre de bir ayrım yapılmaktadır. Rapor edilen ilgili teknikler arasında, sıcak gazların yoğunlaşmasından ısı geri kazanımı, kazan ekonomizörleri, motorlarda değişken hızlı sürücülerin kullanılması ve boruların yalıtımı rapor edilmektedir.



Şekil 3.11: Yem üretiminde spesifik enerji tüketimi (MWs / ton ürün)

Salmonella dekontaminasyonu için peletleme ve ısıtma işlemi, karma yem üretimi için enerji tüketimi açısından ilgili faaliyetleri içerir [98 , TWG 2017].

3.3.2 Su tüketimi

Tablo 3.1, spesifik su tüketimi (m^3 /ton hammadde) hakkında bildirilen edilen verileri göstermektedir. Genel olarak, karma yem üretimi için düşük özgül su tüketim değerleri rapor edilmiştir.

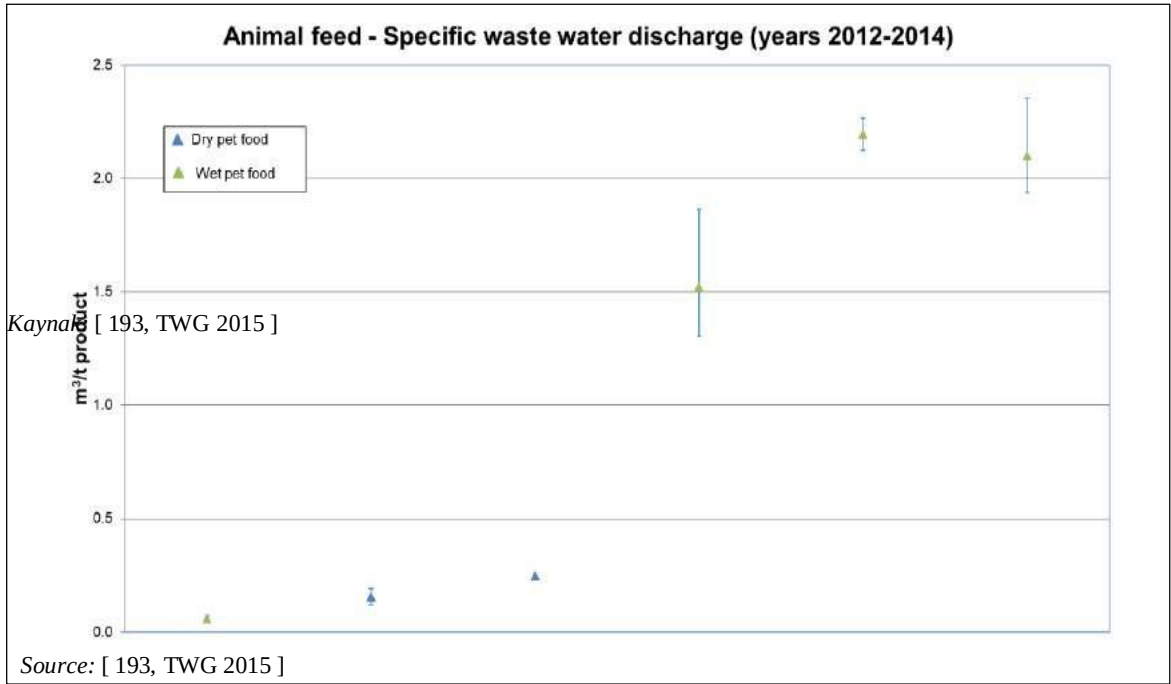
Tablo 3.1: Hayvan yemi üretiminde spesifik su tüketimi

Hayvan yemi türü	Spesifik su tüketimi (m^3 / ton ürün)
Karma yem üretimi	0.001-0.909
Kuru evcil hayvan maması üretimi	0.406-0.506
Yaş evcil hayvan maması üretimi	2.64-4.88

Kaynak: [193, TWG 2015]

3.3.3 Suya salınan emisyonlar

Şekil 3.12, hayvan yemi tesislerinden ve her türlü deşarjdan kaynaklanan belirli atık su deşarjları ($m^3 / \text{ton ürün}$) hakkında bildirilen verileri göstermektedir. Tesisler arasında ürettikleri farklı ürünlere göre de bir ayırım yapılmaktadır. Islak evcil hayvan maması üretimi durumunda genellikle daha yüksek spesifik atık su deşarj değerleri rapor edilmektedir. Kuru evcil hayvan maması üretimi, 125 mg/l civarında bir KOİ konsantrasyonuna sahip atık su üretirken, yaş evcil hayvan maması üretimi, yaklaşık 60 mg/l bir KOİ konsantrasyonuna sahip atık su üretir. Suya salınan emisyonlar hakkında daha fazla bilgi Bölüm 2.2.3'de yer almaktadır .



Şekil 3.12: Tüm hayvan yemi üretimi faaliyetlerindeki spesifik atık su deşarjı ($m^3 / \text{ton ürün}$)

3.3.4 Havaya salınan emisyonlar

3.3.4.1 Yeşil yemin kurutulmasından kaynaklanan toz emisyonları

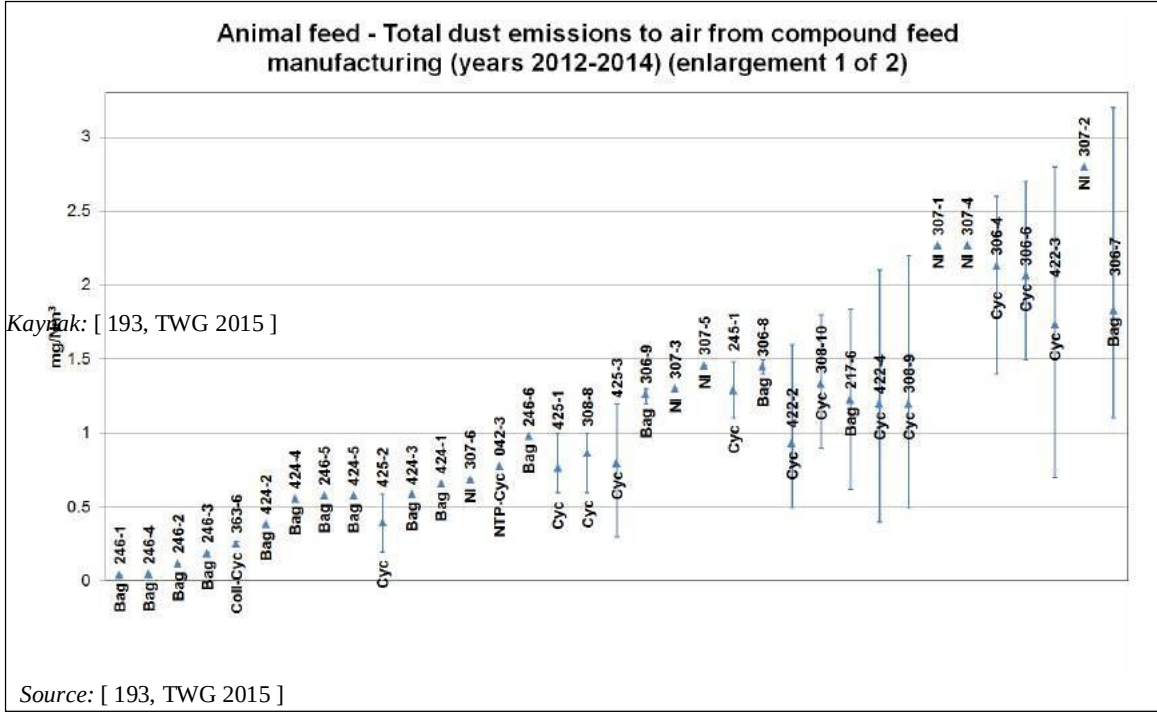
Yeşil yem kurutma işleminden kaynaklanan toz emisyonlarıyla ilgili bildirilen veriler Tablo 3.2'de gösterilmektedir.

Tablo 3.2: Yeşil yem kurutma işleminden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (kuru bazda)

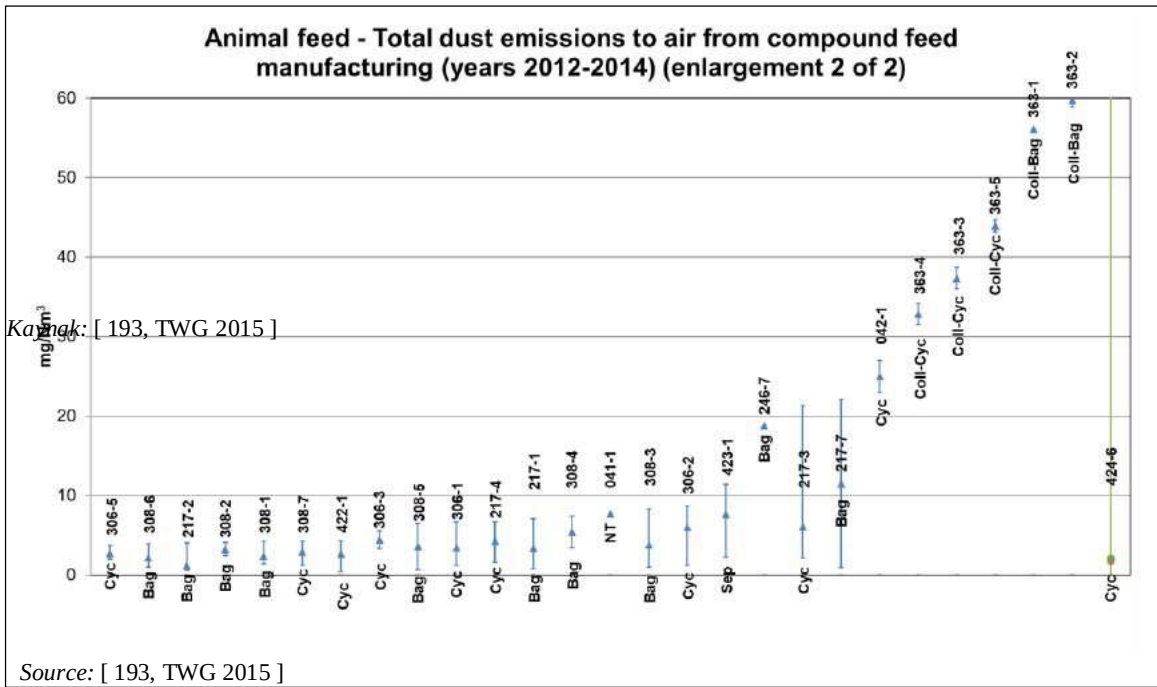
Tesis Kimlik No-salınım noktası	Toz (mg/Nm^3)	O ₂ (%)	İzleme sıklığı	İzleme standardı	Numune alma süresi (saat)	Azaltma tekniği
292-1	116.25	17.45	Aylık	NA	0,50	Siklonlar ve ıslak yıkayıcılar
264-1	151.02	17.50	Aylık	EN 13284-1	0.33	siklonlar
265-1	184.25	16.40	Aylık	EN 13284-1	0,50	siklonlar
Not: NI = bilgi mevcut değildir. Kaynak: [193, TWG 2015]						

Karma yem imalarından kaynaklanan toz emisyonları

Karma yem üretiminden kaynaklanan toz emisyonları için alınan verilerin genel bir değerlendirmesi Şekil 3.13 (düşük değerler) ve Şekil 3.14'te (yüksek değerler) gösterilmektedir. Uygulanan boru sonu azaltma teknikleri de belirtilmiştir. Bildirilen baskın izleme standardı EN 13284-1 olup ve konsantrasyonların çoğu atmosferik O₂ seviyeleri cinsinden bildirilmiştir. Toz emisyonlarının başlıca kaynakları öğütme ve pelet soğutma işlemleridir.



Şekil 3.13: Karma yem üretiminden havaya salınan toplam toz emisyonları (1/2)



Şekil 3.14: Karma yem üretiminden kaynaklı olarak havaya salınan toplam toz emisyonları (2/2)

Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te kullanılan sembollerin ve kısaltmaların anlamları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te belirtilmiştir.

Tablo 3.3: Havaya salınan emisyonlar için grafiklerde kullanılan semboller

Sembol	Anlamı	İzleme rejimi türü
	2012-2014 dönemi boyunca emisyon seviyelerinin ortalaması	Daha az sıklıkta izleme (daha az Yılda 12 ölçüm)
		Sık izleme (en az ayda 1 ölçüm)
		Sürekli izleme
	Bildirilen her bir döneme ait emisyon seviyelerinin 95. yüzdelik dilimi	-
	2012-2014 dönemi boyunca maksimum/minimum emisyon seviyeleri	Daha az sıklıkta izleme (yılda 12 ölçümden az)
		Sık izleme (ayda en az 1 ölçüm)
		Sürekli izleme

Tablo 3.4: Havaya salınan emisyonlar için grafiklerde kullanılan kısaltmalar

Grafiklerde ve tablolarla kullanılan kısaltmalar	Havaya salınan emisyonlar için kullanılan azaltma tekniği
Ads	Karbon adsorpsiyonu
Bag	Torba filtre
Bflt	Biyofiltre
Bscr	Biyolojik temizleyici
Coll	Kaynakta toplama
Cyc	Siklon
ESP	Elektrostatik çökeltici
Hexrec	Heksan geri kazanımı
NI	Bilgi mevcut değil
NT	İşlem yok
NTP	Termal olmayan plazma
Oilsc	Yağ yıkayıcı
Recirc	Gazların devridaimi
Sep	Ayırıcı
TO	Isıl oksidasyon
Wetsc	Islak yıkayıcı

3.4 MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler**3.4.1 Yeşil yem kurutma işleminde enerji verimliliğini artırma teknikleri****3.4.1.1 Önceden kurutulmuş yemin kullanılması****Tanım**

Önceden kurutulmuş yem kullanımı (ör: düz ön soldurma ile).

Teknik Açıklama

Yemin düz ön soldurularak ön kurutulması, hasattan önce yemi açık havada kuruması için biçildikten sonra düz olarak yaymaktan ibarettir. Bu işlem, güneşe maruz kalan ürün yüzeyinin oranını artırarak, kurutucudaki girdi malzemesinin nem seviyesinin tırmık kullanımına göre daha hızlı düşürülmesini sağlar. Düz ön soldurma, tırmık kullanarak ön soldurmaya göre daha verimlidir. Bu amaç için özel olarak kullanılan biçme makineleri ve saman tırmıkları ile yapılmaktadır.

Düz ön solma, geleneksel çim biçme makinelerinin, biçilen yoncanın tarlaya düz olarak yerleştirilmesi ve tırmıkla toplanmaması için uyarlanmasını gerektirir. Tırmıklama özel makineler gerektirir ve yalnızca hasat sırasında pratiktir; bu nedenle biçme ile kullanılmaz. Bu, ek bir makine kullanımı ve dolayısıyla ek maliyetler (personel, özel makineler ve yakıt) anlamına gelir.

Hava koşullarının değişkenliği hasat alanlarının devamlılığını etkilemektedir. Tırmıklama aşaması, biçme sonrası gerçekleştirildiği için, yağışlı dönemler durumunda işin adapte olabilmesi için en güvenilir hava tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

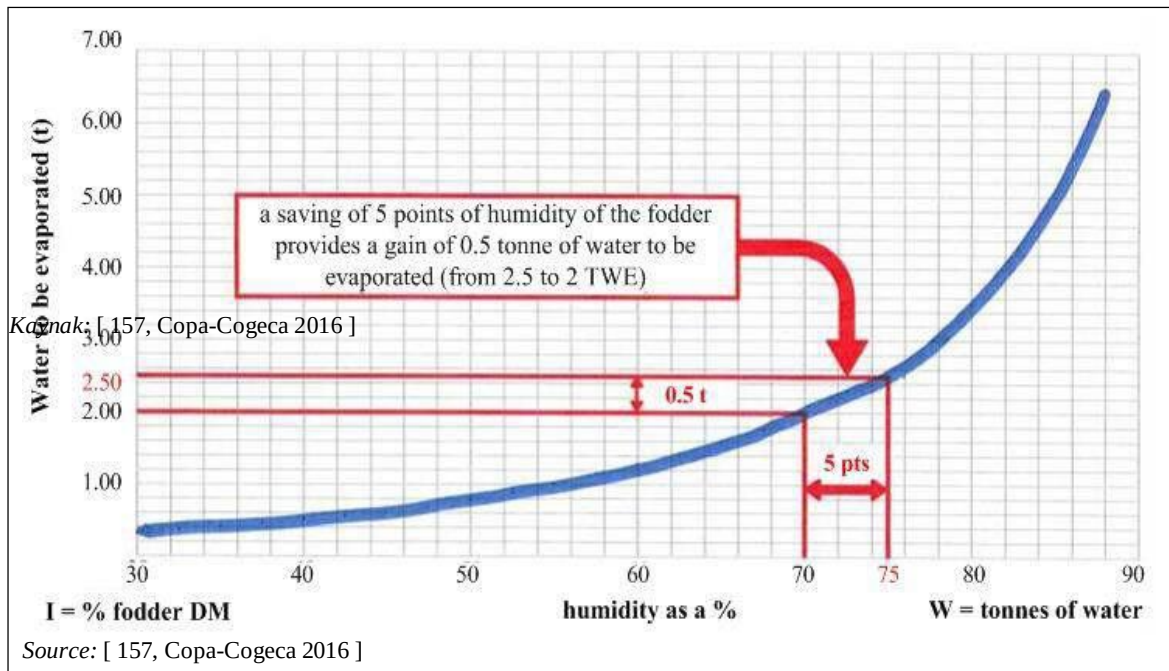
Yukarıda belirtilen hava koşullarının yanı sıra, düz ön solma ayrıca aşağıdakilere de bağlıdır:

- biçme ve tırmıklama çalışmaları sırasında yemin içerdiği nem (ör: düz ön soldurma nadiren sabahın erken saatlerinde yapılır) (çiy));
- kullanılan ekipman türü (hasat edilen ürünün kalitesi üzerinde etkisi olan biçme makinesi veya uyarlanmış biçme makinesi: makine ürünü daha fazla veya daha az ezecektir).

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Düz ön soldurma, %60-70 ortalama yem nemi elde etmek için, yaklaşık %30 enerji tasarrufu imkanı sunarak, tırmık kullanımına dayalı ön soldurmaya kıyasla bitkiye giren yoncanın neminin azaltılmasını sağlar. Ayrıca, aşağıdaki faydalar da sağlanmaktadır [193, TWG 2015]:

- kurutucularda yakıt tüketiminde yaklaşık %20-30 oranında azalma (bkz .3.15);
- yakıt tüketimindeki azalmayla ilgili olarak emisyonlarda azalma;
- havaya salınan NMVOC emisyonlarında (biyojenik) yaklaşık %30 azalma



Şekil 3.15: Bir ton pelet için yemin nemine bağlı olarak buharlaştırılacak su miktarı (ton)

Yemdeki kuru içerik seviyesi daha yüksek olduğunda spesifik NMVOC emisyonları daha düşük olma eğilimindedir. NMVOC emisyonları, normal olarak önceden soldurulmuş yoncadan (tırmık kullanılarak) elde edilen bir ton ürün başına yaklaşık 1,8 kg'dır; buna kıyasla, önceden soldurulmuş yassı yoncadan elde edilen bir ton ürün başına 1,2 kg NMVOC emisyonu gerçekleşmekte olup bu da NMVOC emisyonlarında %30'dan daha fazla bir azalmaya karşılık gelir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bilgi mevcut değildir.

Çapraz ortam etkileri

Yem düzlüğünü yaymak için ekstra kaynaklar gerekir (personel, özel makineler ve yakıt).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Düz ön soldurma işlemi, yüksek sıcaklıklı kurutucu ve entegre düşük sıcaklıklı kurutucu ile donatılmış kurulumlarda kullanılabilir. Yoncadan protein konsantresinin elde edilmesini sağlayan ıslak ekstraksiyon işlemi, düz ön solma ile uyumlu olmayan yüksek su içeriğine ihtiyaç duymaktadır.

Düz ön soldurma, biçme ve tırmıklama çalışmaları sırasında yemin içerdiği neme karşı hassastır; ancak, çiğ nedeniyle sabahın erken saatlerinde nadiren yapılır. Kullanılan ekipmanın türü, bir biçme makinesi veya biçme makinesi kliması, ürünü az ya da çok kırar ve bu da kalitesini etkiler. Yoncanın toplanacağı arazide çok sayıda taş, biçerdöverlerin, siklonların, çekiçlerin ve kurutma ekipmanlarının ciddi şekilde aşınmasına ve hatta kırılmasına neden olur.

Ekonomik boyut

Bu tekniğin neden olduğu maliyetler kısmen ekipmanın adaptasyonu, yakıt tüketimi ve personel ile ilgilidir. Bir traktör tırmık makinesi çiftinin 1.600 hektar yonca alanını kaplayacağı tahmini olarak değerlendirilmektedir. Yatırım maliyetleri aşağıdaki gibidir [157 , Copa -Cogeca 2016]:

- tırmıklama makinesi alımı: vergiler hariç yaklaşık 85.000 AVRO;
- traktör alımı: vergiler hariç yaklaşık 78.000 AVRO;
- kurulum değişiklikleri: vergiler hariç 10 000–50 000 AVRO.

Kurulumun adaptasyon maliyeti, esas olarak ekipmanının taş sökücülerle teçhize edilmesiyle ilgili olarak, düz ön soldurma işlemi uygulamadan önceki ilk duruma ve bu tekniğin kullanımına uyarlamak için köprülenecek boşluğa bağlıdır. Yıllık işletme maliyetleri aşağıdaki gibidir [157, Copa- Cogeca 2016]:

- traktör için: İşletme giderleri (yani sigorta, yedek parça) için vergiler hariç 2000 AVRO ve yakıt için vergiler hariç 7.000 AVRO (ör. dizel);
- tırmıklama makinesi için: Bakım ve bakım masrafları için vergiler hariç 7 000 AVRO ve mevsimlik sürücü istihdam etmek için vergiler hariç 20 000 AVRO;
- tırmığı çalıştırmak için ek dizel yakıt: 11.8 l/hektar/yıl.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Fosil yakıt tüketiminin azaltılması.

Örnek tesisler

#264, #265 ve #292 sayılı tesisler [193 , TWG 2015].

Referans literatür

[157 , Copa- Cogeca 2016], [193, TWG 2015]

3.4.1.2 Kurutucudan çıkan atık gazın geri dönüştürülmesi

Tanım

Siklondan çıkan atık gazın kurutucunun brülörüne enjeksiyonu.

Teknik Açıklama

Birincil havanın hacmi, kurutma tamburunda ihtiyaç duyulan havadan daha azdır. Bu nedenle, ek hava enjekte edilmesi gerekir. Dış havayı enjekte etmek yerine, enerji tasarrufu için siklondan çıkan atık gazı enjekte etmek daha iyidir.

Atık gazın geri dönüştürülmesi, konsantrasyonlarda ifade edilen toz emisyon seviyelerini arttırır. Ancak, kirlilik yükü aynı kalır. Brülör için gerekli sıcaklık daha düşük olduğunda, yassı önceden solmuş yem durumunda, brülörde aşırı basınç oluşmaması sağlanarak havanın geri dönüşümü optimize edilmelidir. Düz ön soldurma kullanmak, küçük tesislerde geri dönüşüm ihtiyacını azaltır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Hava besleme ihtiyacının azaltılmasıyla enerji tüketiminin düşürülmesi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Islak yemle yüksek sıcaklıkta çalıştırıldığında, sıcak kurutma işleminden gelen gaz hacminin %20'sinin geri dönüştürülmesi %7'lik bir enerji tasarrufu anlamına gelir.

Çapraz ortam etkileri

Sisteme özel vantilatörü beslemek için elektrik tüketiminin artması. Atık gazın geri dönüştürülmesi dumanların asitlik derecesini değiştirmektedir ve borular gri çelik yerine paslanmaz çelikten yapılmalıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Güvenlik nedeniyle, toz birikmesini ve yangın riskini önlemek için geri dönüştürülen atık gazın minimum sirkülasyon hızına özel dikkat gösterilmelidir.

Ekonomik boyut

Siklon da dahil olmak üzere tüm geri dönüşüm hattının ısı yalıtımlı olması gerektiğinden, kurutucudan çıkan atık gazın bir kısmının geri dönüştürülmesi yüksek bir yatırım gerektirir. Yalıtım yatırımı: 40.000 l/saat kapasiteli bir kurutucu için geri dönüşüm sistemi yaklaşık 300.000 AVRO' dur (vergiler hariç).

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve yanmadan kaynaklanan emisyonların azaltılması, bu tekniğin kullanılmasındaki ana motivasyon unsurlarıdır.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[157 , Copa- Cogeca 2016]

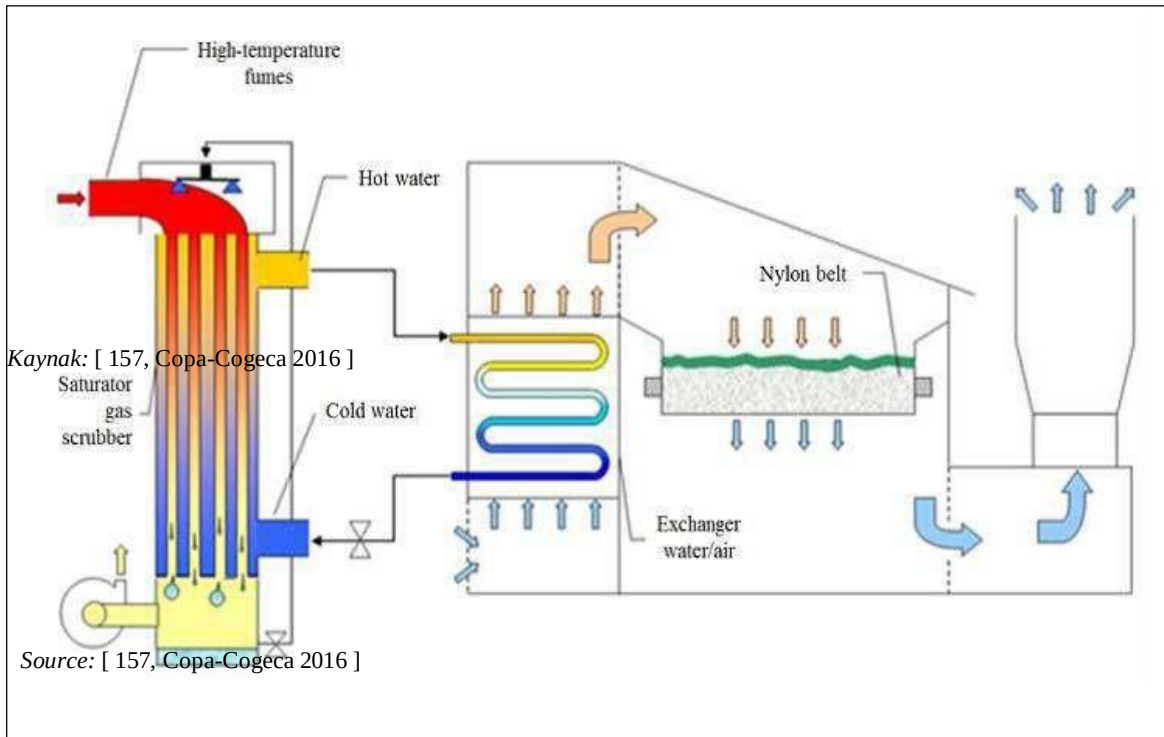
3.4.1.3 Ön kurutma için atık ısı kullanımı

Tanım

Yüksek sıcaklıklı kurutuculardan çıkan buharın ısısı, yeşil yemin bir kısmının veya tamamının ön kurutması için kullanılır.

Teknik Açıklama

Yaklaşık 120 °C'lik bir sıcaklıkta kurutucular tarafından yayılan dumanların bir kısmı, ana siklonlarda ayrıldıktan sonra bir ıslak gaz yıkayıcıya (doyucu gaz yıkayıcı) yönlendirilir. Bu işlemde ıslak yıkayıcı, buharı çiy noktasına kadar suyla yıkar ve su yoğuşması tarafından yayılan ısı, düşük sıcaklıklı kurutucuya taşınması için soğutucu, su ile değiştirilmesine olanak verir. Isıtılmış hava, yaklaşık olarak santimetrenin beşte biri kalınlığındaki bir ürün yatağına uygulanır (bkz. Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Bir dehidrasyon sahasında düşük sıcaklıklı bir ön kurutma makinesinin uygulanması

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Bu teknik, yüksek sıcaklıktaki kurutucuda enerji tüketimini azaltır. Sera gazı ve havaya salınan diğer emisyonlar da azaltılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

%80 nem oranına sahip yemlere uygulanan bu teknik, döner kurutucudaki girdi yemin nem oranını %5 düşürerek enerji tüketimini yaklaşık %20 oranında azaltır.

Çapraz ortam etkileri

Islak yıkayıcı, deşarjdan önce depolama gerektirebilecek asitli yıkama suyu sağlar (ör.: toprağa serpmeye).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak, bu tekniğin tesisatlarda yeşil yemde uygulanabilirliği konusunda herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomik boyut

Kurutucuya yapılan yatırım, saatte 30.000 litre buharlaşmanın olduğu bir hat için yaklaşık 5 milyon AVRO'dur. Ayrıca asitli atık suyun arıtılmasının yüksek maliyetleri de buna eklenmelidir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

Örnek mevcut değildir.

Referans literatür

[157, Copa- Cogeca 2016]

3.4.2 Havaya salınan emisyonların azaltılmasında kullanılan teknikler

3.4.2.1 Yeşil yemin kurutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarını azaltma teknikleri

3.4.2.1.1 Siklon

Teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.2.3'te açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Siklonlar kullanım koşullarına bağlı olarak 90 mg'dan 180 mg / Nm³'e kadar toz konsantrasyonlarına olanak vermektedir. Bu ekipmanın kullanılması durumunda partikül madde emisyonlarında elde edilen azalma %70'dir.

Yeşil yem kurutmadan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması için siklonların uygulanmasıyla ilgili kuruluma özgü bazı performans verileri Tablo 3.5'te sunulmaktadır.

Tablo 3.5: Bir siklonda (kuru bazda) işlemden sonra yeşil yem kurutmasından kaynaklı havaya salınan toz emisyonları

Kurulum kimlik no. -salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)			O ₂ içeriği (% , ortalama değer)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
	Min.	Ortalama	Maks.				
264-1	103.7	151.02	193.1	17.50	EN 13284-1	Aylık	yonca. Döner kurutucu/kömür ve linyit karışımı. Partiküllerin %99'u PM ₁₀ , %80'i PM ₂ ve %38'i PM ₁ 'dir %70 azaltma Verimi.
265-1	140	184.25	239	16.40	EN 13284-1	Aylık	Yonca. İki hattan birleşik emisyonlar. Döner kurutucu/liniyit. Döner kurutucu/kömür, linyit ve Odun. %70 azaltma verimliliği.
Kaynak: [193, TWG 2015]							

Ekonomik boyut

15.000 l/s kapasiteli bir kurutucu için yaklaşık 160.000 AVRO ve 40.000 l/s'lik bir kurutucu için yaklaşık 250.000 AVRO yatırım maliyeti (vergiler hariç ve ısı yalıtımı olmadan değerler) gerektiği bildirilmiştir. Isı yalıtımı ve bağlantısı için siklon başına yaklaşık 30.000 AVRO (vergiler hariç) ek maliyet dikkate alınmalıdır [157 , Copa- Cogeca 2016] .

Örnek tesisler

#264 ve #265 sayılı tesisatlar [193 , TWG 2015] .

Referans literatür

[157 , Copa- Cogeca 2016] , [193, TWG 2015]

3.4.2.1.2 Islak yıkayıcı

Teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.3.1'de açıklanmıştır. Bu teknik genellikle şeker rafinerilerindeki entegre dehidrasyon sahalarında kullanılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

#292 numaralı tesiste bir siklon adımıdan sonra bir ıslak yıkayıcı uygulanmaktadır. Toz emisyonları için ortalama olarak (dört ölçümün ortalama değeri) 116,25 mg/Nm³ elde edilmiştir ortalama O₂ içeriği %17,45 olarak gerçekleşmiştir. Minimum değer 71 mg/ Nm³ (%16.20 O₂ içeriğinde) ve maksimum değer 207 mg/ Nm³ (%19.60 O₂ içeriğinde) olarak gerçekleşmiştir. Bu tesiste kömürle çalışan bir döner kurutucu kullanılmaktadır.

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

3.4.2.2 Karma yem üretiminden kaynaklanan toz emisyonlarını azaltma teknikleri

3.4.2.2.1 Torba filtre

Bu teknik genel hatlarıyla Bölüm 2.3.7.2.2'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 3.6 , karma yem üretiminden havaya emisyonları azaltmak için torba filtrelerin uygulanmasıyla ilgili tesisteki özel bazı performans verilerini göstermektedir.

Tablo 3.6: Bir torba filtrede işlemiden geçirildikten sonra karma yem üretiminden havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda)

Tesis Kimlik No Salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
246-1	0.05	20.90	EN 13284-1	üç yılda bir	Peletleme. Ana hammadde olarak %67 tahıl, %28 yağlı tohum.
246-2	0.12	20.90	EN 13284-1	üç yılda bir	Peletleme. Ana hammadde olarak %67 tahıl, %28 yağlı tohum.
424-2	0.39	NI	EN 13284-1	İki yılda bir	Soğutucuya basın. Ana hammadde olarak %22 tahıl, %19 yağlı tohum, %19 fermentasyon yan ürünleri.
424-5	0,56	NI	EN 13284-1	İki yılda bir	Hammadde hazırlama. Ana ham madde olarak %22 tahıl, %19 yağlı tohum, %19 fermentasyon yan ürünleri malzemeler .
306-9	1.30	20.9	EN 13284-1	Yıllık	Hammadde hazırlama. Ana hammadde olarak % 59 tahıl taneleri.
217-6	1.84	20.9	NI	Yıllık	Boşaltma. Ana hammadde olarak %72 tahıl taneleri.
217-2	4.06	20.90	NI	Yıllık	Frezeleme işlemi. Ana hammadde olarak %72 tahıl taneleri.
308-1	4.20	NI	NI	Yıllık	Hammadde hazırlama. Ana hammadde olarak %20 tahıl, %47 yağlı tohum.
217-1	7.08	20.90	NI	Yıllık	Frezeleme işlemi. Ana hammadde olarak %72 tahıl taneleri.
246-7	18.80	20.90	EN 13284-1	Her üç yılda bir	Değirmen/Öğütücü. Ana hammadde olarak %67 tahıl taneleri.
Not: NI = Bilgi mevcut değildir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, pelet soğutmasından kaynaklanan yapışkan tozun azaltılması için geçerli olmayabilir.

3.4.2.2.2 Siklon

Teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.2.3'te açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 3.7 , karma yem üretiminden havaya salınan emisyonları azaltmak için siklonların uygulanmasıyla ilgili bazı tesisata özgü bazı performans verilerini göstermektedir.

Tablo 3.7: Bir siklon içinde işlemten geçirildikten sonra karma yem üretiminden kaynaklı olarak havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda)

Tesis Kimlik No. -salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
363-6	0.27	20.90	EN 1328-1	üç yılda bir	Hammaddelerin boşaltılması. %65 tahıl, %27 yağlı tohum ana hammaddeler.
422-2	0,50	NI	EN 1328-1	Yıllık	Soğutucu egzoz. %22 tahıl, %19 yağlı tohum, Ana hammadde olarak %19 fermentasyon ürünleri.
425-1	1.00	20.90	EN 1328-1	Yıllık	Soğutucuya basın. %60 tahıl, %25 yağlı tohum, %15 mineral hammaddeler.
217-4	1.98	20.90	NI	Haftalık	granül. Ana hammadde olarak %72 tahıl, %15 yağlı tohum.
422-4	2.10	NI	EN 1328-1	Yıllık	Soğutucu egzoz. Ana hammadde olarak %22 tahıl, %19 yağlı tohum, %19 fermentasyon ürünleri.
308-7	3.40	NI	NI	Yıllık	Pelet değirmeni. Ana hammadde olarak %20 tahıl, %47 yağlı tohum.
306-5	3.70	20.90	EN 1328-1	Yıllık	Peletleme. Ana hammadde olarak %59 tahıl, %27 yağlı tohum.
Not: NI = Bilgi mevcut değildir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

3.4.2.3 Koku azaltma teknikleri

3.4.2.3.1 Termal olmayan plazma işlemi

Bu tekniğe ilişkin genel bilgiler Bölüm 2.3.7.3.8'de verilmiştir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bir evcil hayvan maması işleme tesisinde (#309 no.lu tesis), 10.000 m³/s ila 200.000 m³/s arasında değişen emisyon hacimlerinde termal olmayan bir plazma sistemi kurulmuştur. Sistem aşağıdaki ana özelliklere sahiptir:

- temizleme verimliliği: 75–95 %;
- modüler kapasite: 20 000 m³ / sa;
- enerji tüketimi: modül başına 10–12 kW;
- alternatif teknolojilere kıyasla kapasitesi küçük ekipman ayak izi ve ağırlığı;
- düşük basınç düşüşü (yaklaşık 40–180 Pa);
- hem emme tarafına hem de basınç tarafına monte edilebilme;
- işletimde sarf malzemesine ihtiyaç duyulmaması;
- akışkan atık salımı olmaması;
- basit açma/kapama;
- modem/internet vasıtasıyla uzaktan kumanda ve izleme.

Sistem, fabrikanın bakım için kapatılması sırasında iki haftada bir temizlenmektedir. Temizleme işlemi altı saat sürmektedir (yaklaşık altı gün/yıl).

Ekonomik boyut

Toplam maliyeti yaklaşık 700.000 AVRO olarak bildirilmiştir (beş modülün 100.000 Ncm /saat işleme maliyeti). Bakım ve işletme maliyetleri çok düşüktür.

Örnek tesisler

Evcil hayvan maması işleme tesislerinde kullanılır.

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

3.4.2.3.2 Biyofiltre

Bu tekniğe ilişkin genel bilgiler Bölüm 2.3.7.3.4'te verilmiştir.

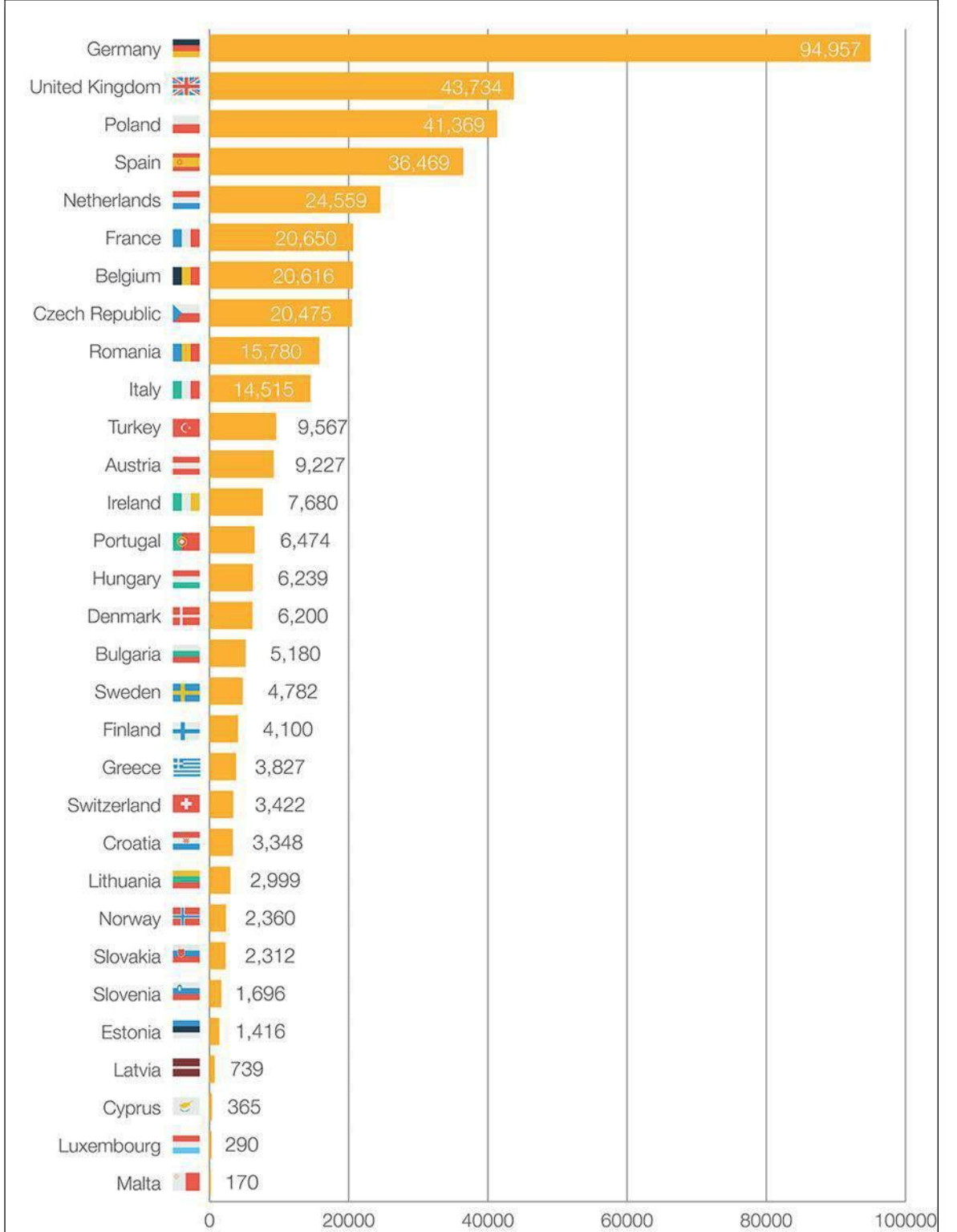
Çevresel performans ve işletim verileri

Birleşik Krallık'taki bir evcil hayvan maması fabrikasında (#416 no.lu tesis), atmosfere salınan partikül maddeleri tutmak için hindistancevizi liflerinden oluşan biyofiltreler uygulanmış olup bu yöntemle büyük hacimlerde kokulu gazların yerel alana yayılmasına engel olarak çevre sakinlerini ve diğer alıcıların olumsuz etkilenmesi önlenmek istenilmiştir. Biyofiltreler, havayı çıkarmak için düşük hava emişine sahiptir ve hava daha sonra koku partiküllerini emen filtreden geçirilmektedir. Biyofiltre uygulaması ile koku şikayetlerinde %90 azalma sağlanmıştır [193 , TWG 2015].

4. MAYALAMA

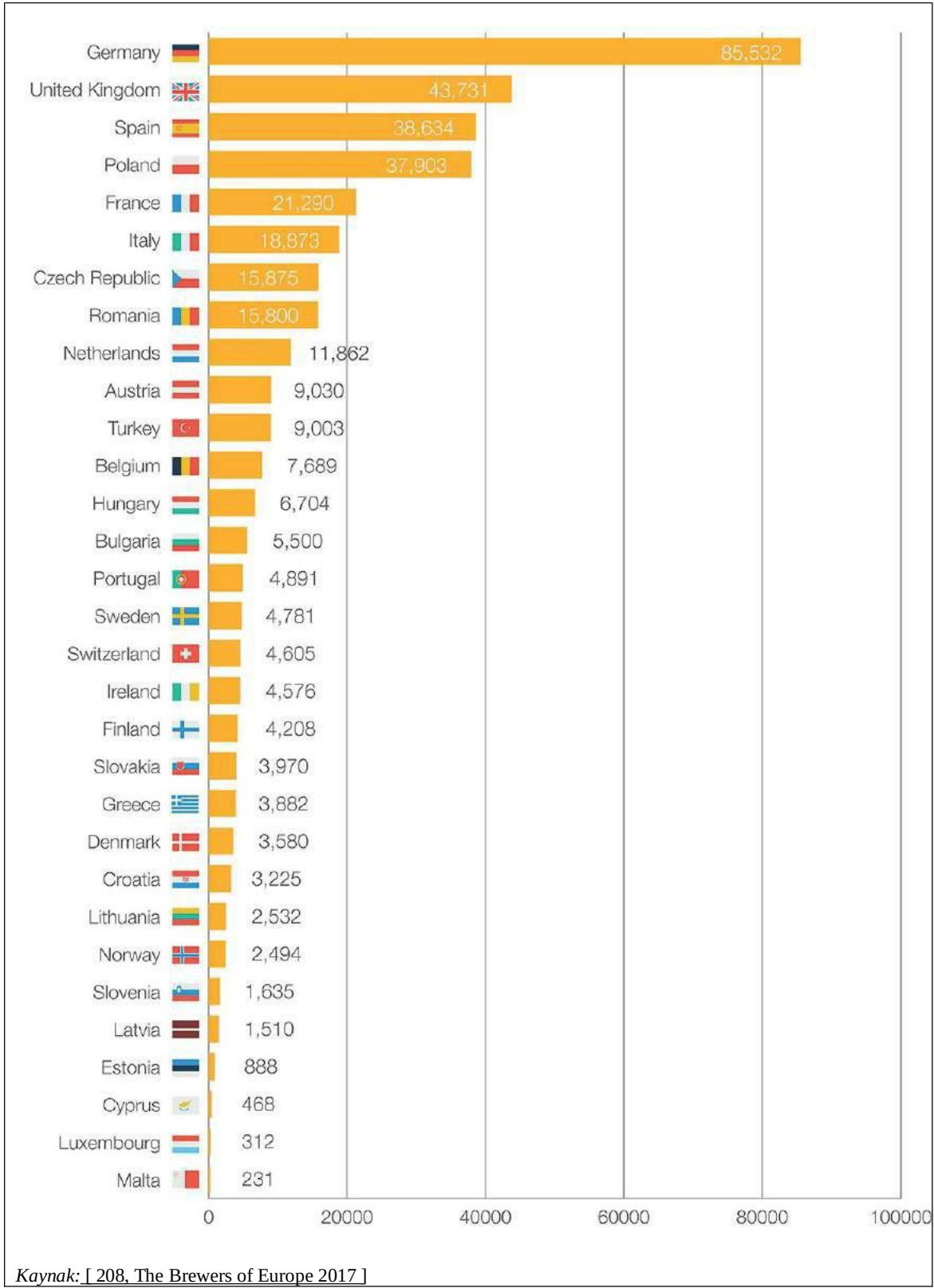
4.2 Sektöre ilişkin genel bilgiler

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de, 2016 yılında AB-28 ülkelerinde sırasıyla bira üretimi ve bira tüketimi gösterilmektedir.



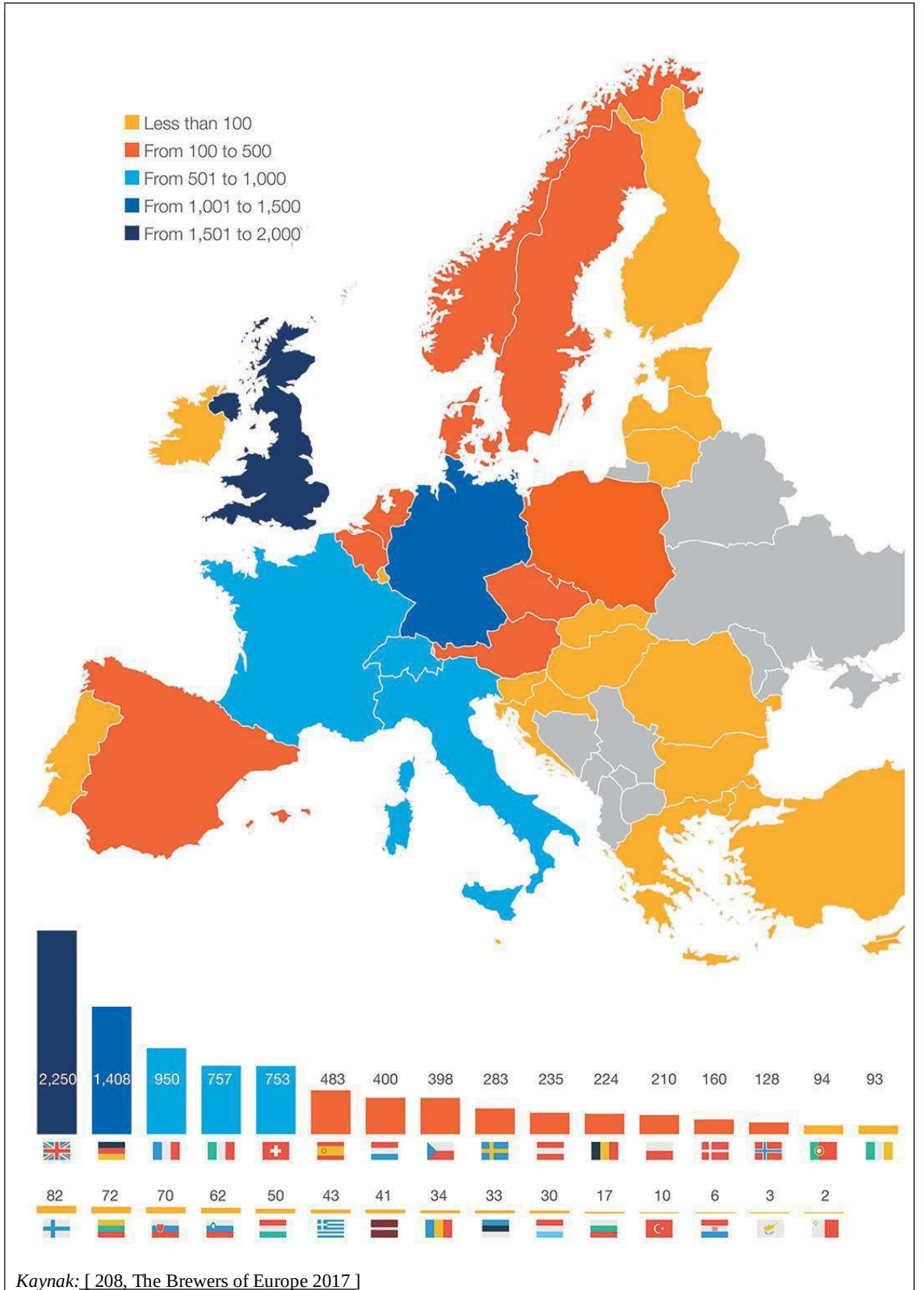
Kaynak: [208, The Brewers of Europe 2017]

Şekil 4.1: 2016'da AB-28'deki bira üretimi (1.000 hl cinsinden ifade edilmiştir)



Şekil 4.2: 2016 yılında AB-28'de gerçekleşen bira tüketimi (1.000 hl)

2016 yılında AB-28'deki aktif bira fabrikalarının sayısı Şekil 4.3'te gösterilmektedir .

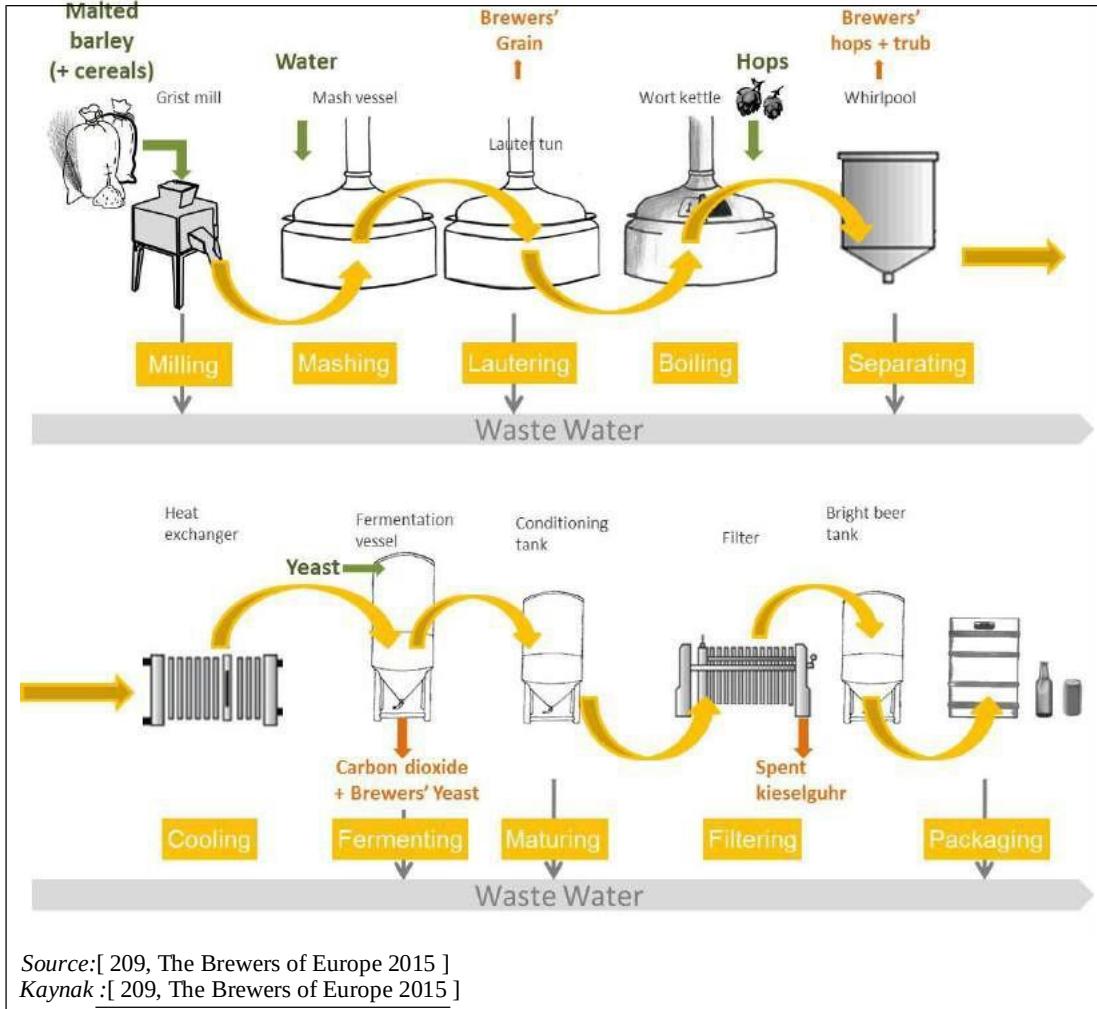


Şekil 4.3: 2016 yılında AB-28 ülkelerindeki faaliyet gösteren bira fabrikalarının sayısı

4.3 Uygulanan prosesler ve teknikler

Bira, dünyanın en eski alkollü içeceklerinden biridir. Demleme süreci, yüzyıllar öncesine dayanan bir tarife dayanmaktadır. Bavyera'da 1516 yılında kabul edilen Reinheitsgebot veya manastırlarda üretilen bira gibi, bira geleneği bira üretiminde önemli bir faktördür.

Maltlanmış arpanın işlenmesi için uygulanan prosesler vb. bira üretim sürecine genel bir bakış Şekil 4.4'te gösterilmektedir. Aşağıdaki bölümlerde, münferit üretim adımları daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 4.4: Bira üretim sürecine genel bakış

4.3.1 Malt üretimi

4.3.1.1 Genel bakış

Biranın temel bileşeni, suyun yanı sıra nişasta gibi bir karbonhidrat kaynağıdır. Demleme işlemi sırasında nişasta, etanol (alkol) ve karbondioksit fermente edilen şekerlere dönüştürülür. Nişasta kaynakları genellikle maltlı tahıllardır ve tarife bağlı olarak (maltsız) katkılardır. Maltlı tahıllar (örneğin arpa maltı, sorgum maltı), maltlama işlemi sırasında oluşan doğal enzimler içerir. Yardımcı maddeler pirinç, mısır veya maltsız arpa gibi nişasta kaynaklarıdır. Hammaddeler bira fabrikasına teslim edilir, tartılır, taşınır, temizlenir, depolanır ve malt üretimine hazır hale getirilir.

Bira fabrikasının konumuna bağlı olarak malt, bira fabrikasına kamyon, demiryolu veya deniz araçlarıyla teslim edilir ve mekanik veya pnömatik konveyörlü silolarda depolanır. Malt oluşumu için gerekli olan malt tanelerinin miktarı belirlenir (toz ve kaya ayrıştırma) ve ardından kuru veya yaş öğütülür [230, Almanya 2013].

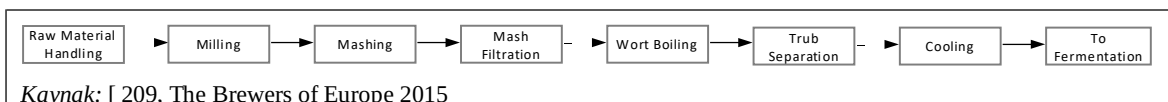
Maltın öğütülmesi ve ekstraksiyonu kolaylaştırmak için yardımcı maddelerin ön işlemden geçirilmesinden sonra, malt ve yardımcı maddeler (tarif formülasyonundaysa) bir püre oluşturmak için demleme suyu ile karıştırılır. Yardımcı maddeler, nişasta (örneğin mısır irmik veya pirinç) olarak mash su ısıtıcısına veya alternatif olarak şıra veya glikoz/maltoz şurubu olarak şıra su ısıtıcısına eklenen ek bir karbonhidrat kaynağıdır. Püre genellikle, malttaki maddeleri ve demlemedeki yardımcı maddeleri dönüştürmek ve çözmek için tarifte açıklandığı gibi önceden ayarlanmış bir zaman-sıcaklık programı izlenerek ısıtılır.

Ekstraksiyon, basit çözünme ve maltlama sırasında oluşan doğal olarak mevcut enzimlerin aktivitesinin bir kombinasyonu ile gerçekleştirilir. Suda çözünen maddelerin tümüne öz adı verilir. Öz ve su çözeltisine ise şıra denir.

Ezme tamamlandığında, bira taneleri olarak adlandırılan çözünmeyen katılar (bazen bira üreticilerinin tükettiği tahıl olarak da adlandırılır) süzme yoluyla şıradan ayrılır. Bira tahılları değerli bir ortak üründür. Geleneksel olarak, bira tahılları sığır yemi olarak kullanılabilir. Bira tahıllarının alternatif kullanımları, bir gıda bileşeni, toprak düzenleyici veya ısı üretimi için biyoyakıt olarak olabilir. Şerbetçiotu, şerbetçiotu veya şerbetçiotu özleri ile kaynatılır ve böylece şıra içinde çözülen acı maddeler ve yağlar açığa çıkar. Kaynatma sırasında, esas olarak proteinlerden oluşan bir tortu elde edilir (hot trub). Bu tortunun ayrılmasından sonra, bitmiş şıra, söz konusu maya suşuna ve seçilen fermantasyon işlemine bağlı olarak yaklaşık 8–20 °C'ye soğutulur. Soğutulmuş şıra bunun ardından fermantasyon alanına aktarılır [209, The Brewers of Europe 2015].

Ezme yöntemlerinin seçimi, bira fabrikasındaki veya bira fabrikasındaki enerji tüketimini etkiler. Örneğin, infüzyonla ezme yöntemi bir kaynatma yönteminden daha az enerji tüketse bile, bir bira fabrikası bira kalitesi nedenleriyle ve/veya biranın özel karakterini korumak için daha düşük enerji tüketimi olan yöntemi seçmeyebilir [230 , Almanya 2013].

Şıra üretim süreci Şekil 4.5'te gösterilmektedir .



Şekil 4.5: şıra üretim şeması

4.3.1.2 Hammaddelerin elleçlenmesi

Malt alımı, esasen gerekli miktarda maltın temizlenmesini ve depolanmasını sağlar. Malt kabul departmanı bazı bölümlere ayrılmıştır. Birinci bölüm, dökme ürünün boşaltılması, taşınması ve temizlenmesi ve ardından silolarda depolanmasından oluşur. İkinci bölümde, malt depolama silolarından taşınır, temizlenir ve kuru öğütme işleminden sonra prosese özel öğütme bunkerlerinde depolanır. İlgili münferit adımlar, filtre sistemlerinde atılan ve ayrılan aşınma nedeniyle ince maltların (toz) üretilmesiyle sonuçlanır. Ekstra ekipman genellikle değirmenleri mekanik hasardan ve toz patlamasından korumak için bir taş sökücü ve mıknaşlar içerir..

4.3.1.3 Öğütme

Yüksek miktarda özütlenmiş madde elde etmek için, malt sıcak su ile karıştırılmadan önce ezilir. İki ana tip öğütme sistemi ayırt edilmektedir. Bunlar, şartlandırma ile ıslak öğütme ve aynı zamanda şartlandırmayı da içerebilen kuru öğütmedir. Şartlandırma işleminde malt, soğuk veya sıcak su veya buharla hidratlanır. Sonuç olarak, kabuklar daha esnek hale getirilir ve neredeyse bozulmadan bırakılır. Bu süreçlerde, su ve/veya enerjinin bir sonucu olarak kullanımı olacaktır. Kuru öğütme uygulandığında kabuğu dahil bütün tahıl ezilir. Kuru öğütmenin türü, üretilen tanelerin ne kadar ince olduğunu ve kabuğun ne derecede hasar gördüğünü belirler. Kuru öğütülmüş malt veya ırmik, genellikle ezme kazanına eklenmeden önce öğütme bidonlarındaki ara depoya yerleştirilir. Buna karşılık, ıslak öğütme işleminden elde edilen grit, doğrudan mash kazanına aktarılır. Kuru öğütme toz salımına neden olabilir. Ayrıca sağlık açısından risklidir ve patlama tehlikesi içerir [209 , The Brewers of AVROpe 2015].

4.3.1.4 Mayşeleme**4.3.1.4.1 Malt mayşesi**

Mayşeleme işleminin amacı, demleme suyunda ekstraksiyon uygulamak yoluyla malt ırmik ve tamamlayıcılarından yüksek kalitede öz elde etmektir. Mayşeleme sırasında proteinler, nişastalar ve diğer bazı organik maddeler, maltlama sırasında tahılda doğal olarak oluşan enzimler tarafından parçalanır. Enzimatik reaksiyonlar, sıcaklığın dikkatli bir şekilde kontrol edilmesini gerektirir. Bu, toplam mayşenin ısıtılması (en yaygın olarak buharla) veya mayşenin bir kısmının çıkarıldığı, kaynama veya kaynamaya yakın sıcaklıklara yükseltildiği ve yığına geri döndürüldüğü bir kaynatma işlemi yoluyla demleme işlemi ile elde edilebilir. Her iki işlemde de mayşenin ezme ve ezme filtrasyonundan sonraki sıcaklığı tipik olarak yaklaşık 70 °C'dir. Mayşenin kaynatılması kokulara neden olabilir.

4.3.1.4.2 Tamamlayıcı mayşe

Tamamlayıcı (yardımcı) maddeler genellikle maltlanmamıştır ve mayşe içindeki enzim aktivitesine önemli ölçüde katkıda bulunmazlar. Diğerlerinin yanı sıra bu yardımcı ürünler mısır, pirinç veya maltlanmamış arpa içerebilir. Ayrıca, nişastaları genellikle malt nişastasından daha yüksek bir jelatinleşme sıcaklığına sahiptir. Bu nedenle, katkı maddesi su ile karıştırılır ve yüksek ve belirli sıcaklıklarda ana püreden ayrı olarak pişirilir. Ek lapa daha sonra malt mayşesi ile karıştırılır ve malt enzimleri ek nişastayı parçalar. Bazı durumlarda özel enzimlerin eklenmesi gerekebilir (örn . endo -β - glukanaaz veya proteazlar).

4.2.1.5 Mayşe filtreleme

Mayşeleme sırasında malt ve katkı maddelerindeki maddeler parçalanır ve demleme suyunda çözülür. Çözünür malzemeye (çeşitli karmaşıklığıdaki karbonhidratlar ve protein bileşikleri) ek olarak, mayşe ayrıca çözünmeyen malzeme de (kabuklar) içerir. Şıra, bira üreticisinin tahıllarından lauting (filtrasyon) ile ayrılır. Bu işlem bir lauter fiçisi, mayşe filtresi ya da mayşe fiçici içinde gerçekleşir. İlk şıra tükendiğinde, daha fazla öz elde etmek için kalan bira taneleri serpmeye suyuyla süzülür.

4.2.1.6 Şıra kaynatma

Şıra kaynama noktasına kadar ısıtılır ve şerbetçiotu ilave edilir. Malt normalde, şıra hacim saati başına %3-8 oranında buharlaşma ile 0,5–1,5 saat süreyle kaynatılır. Bu kaynatmanın şıra ve bira kalitesi için çok önemli ve faydalı etkileri vardır. İstenmeyen (örneğin kükürt) bileşenler bu yolla giderilmekte ve bu da biranın istenen aromasına ve tadına kavuşmasına katkıda bulunmaktadır. İstenmeyen bileşenlerin yüksek derişimlerde olması (örneğin düşük malt kalitesi nedeniyle), daha uzun kaynama sürelerine ve dolayısıyla daha yüksek buharlaşma oranlarına yol açabilir. Şıra kaynatma işlemi kokuların yayılmasına neden olabilir.

Sükroz ve glikoz/maltoz şurupları da yardımcı maddeler olarak kullanılabilir. Herhangi bir enzimatik parçalanma gerekmediğinden, bu katkı maddeleri, çözünme ve dağılmanın tam olarak sağlandığı şıra kazanına ilave edilir.

Enerji temini en yaygın biçimiyle buharla sağlanır, ancak alternatifler arasında termal yağlar, basınçlı sıcak su, elektrik ve brülörler de yer almaktadır.

4.2.1.7 Tortunun ayrıştırılması ve soğutulması

Şıra, fermentasyon kabına girmeden önce berrak ve partiküllerden (şerbetçiotu kalıntıları ve ısıyla çöktürülmüş proteinler, ayrıca trub olarak da adlandırılır) arındırılmış olmalıdır. Malt arıtımı için en yaygın olarak kullanılan ekipman, mayşe ve şıra partiküllerinin teğet bir doğrultuda enjekte edildiği burgaçtır. Partikül maddeler üzerindeki ikincil kuvvetler, bunların yer değiştirmesine ve kabın tabanının ortasındaki bir koni içinde birikmesine neden olur. Alternatifler, bir geri sekme veya bir dekantörde santrifüjlü filtreleme işlemini içerir.

Şıra berraklaştıktan sonra ziftlenme sıcaklığına kadar soğutulur. Bu sıcaklık, kullanılan maya tipine ve seçilen fermentasyon işlemine (tarifin bir parçası) bağlıdır. Soğutma normalde şıra soğutucusu adı verilen bir ısı eşanjöründe gerçekleşir. Üretilen sıcak su (75–85 °C) toplanır ve (muhtemelen) demleme suyu olarak veya örneğin temizlik için kullanılır.

4.2.1.8 Yüksek yerçekimiyle mayalama

Fermentasyondan önce veya normalde fermentasyon sonrasında, istenen öz içeriğine, şıranın karbonatlı ve havası alınmış su ile seyreltilerek üretilen nihai biranın orijinal ağırlığına karşılık gelenden daha güçlü şıra üretmek mümkündür. Yüksek yerçekimli demleme, mayanın yetenekleri ile sınırlıdır. Bazı maya suşları ozmotik gerilimden zarar görmektedir.

Sonuç olarak, bira fabrikası ve mahzen kapasitesinde bir artış elde edilir. Bununla birlikte, bu yöntemin sağladığı temel fayda, daha sonra seyreltme için soğuk halde kullanılacak suyun ısıtılması ve ardından şıra ile soğutulması gerekmediğinden enerji ve su tasarrufudur.

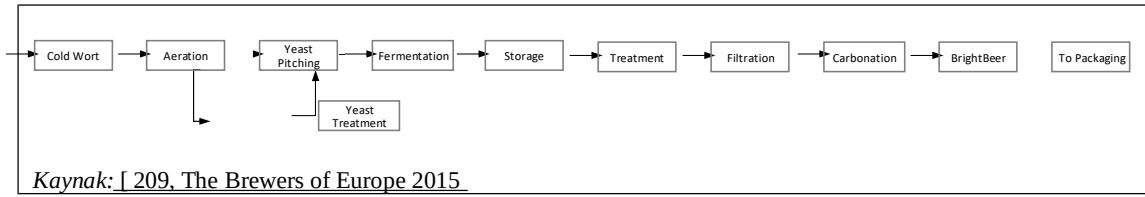
4.2.2 Fermantasyon / Bira işleme alanı

4.2.2.1 Genel bakış

Soğuk şıra havalandırılır ve kıvamına getirilir; bu işlem mayanın, en yaygın şekliyle belirli bir kıvamda bir bulamaç olarak ilave edilmesiyle gerçekleştirilir. Oksijen (hava), mayayı verimli bir şekilde fermente edebilecek miktarda mayanın büyümesini desteklemek için gereklidir. Ana fermantasyon anaerobik bir süreçtir; maya, şıradaki fermente olabilen karbohidratları metabolize ederek etanol ve karbondioksit oluşturur. Daha yüksek alkoller, esterler, aldehitler, organik asitler vb. gibi çok sayıda başka bileşik, biranın aromasını ve tadını etkiler.

Ana fermantasyon tamamlandığında ve maya ekildiğinde (hasat edildiğinde), yeşil bira denilen madde genellikle daha düşük sıcaklıklarda olgunlaşır. Bu aşamada maya, yeşil biranın bazı istenmeyen bileşenlerini yeniden emer, bira karbon dioksit ile zenginleştirilir, artık ekstrakt ise fermente edilir ve maya ve diğer partiküller süspansiyondan çökler. Bununla birlikte, tüketicilerin çoğunun biradan beklediği ince berraklık hala eksiktir. Bu, biranın filtrelenebilmesiyle elde edilir. Kizelgur çoğu kez bir filtreleme yardımcısı olarak kullanılır. Ayrıca, daha sonraki bir aşamada görünür partiküllere neden olabilen proteinler gibi çözünür maddeler bira stabilizasyon işleminde uzaklaştırılır. Filtrelenmiş ve stabilize edilmiş bira, parlak bira tanklarına pompalanır [209 , The Brewers of AVROpe 2015].

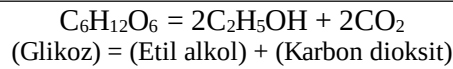
Şekil 4.6 fermantasyon ve bira işleme adımlarını genel hatlarıyla göstermektedir.



Şekil 4.6: Fermantasyon / Bira işleme şeması

4.2.2.2 Fermantasyon

Basit şekerlerin alkole parçalanması normalde alkolik fermantasyon olarak adlandırılır. Mayalar, genellikle *Saccharomyces sp* gibi cerevisae veya bayanus karbohidratlardan ve çok az miktarda diğer organik bileşiklerden etanol üretmek için kullanılır. Bu dönüşüm aşağıdaki denklemle gösterilebilir:



Fermantasyon sıcaklığı genellikle tarifte sabitlendiği gibi 8 °C ila 30 °C aralığındadır. Sıcaklık ve maya türü, fermantasyon hızını, dönüşüm verimliliğini ve bitmiş ürünün lezzetini ve aromasını etkiler. pH da ayarlanabilir. Özenle seçilmiş maya türleri, ikincil bileşenler olarak alkol verimini ve aromatiklerin üretimini optimize etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Maya besinleri olarak aminler, vitaminler ve eser elementler eklenebilir.

Fermantasyonun ilk aşamalarında, şıranın soğutulması sırasında ortaya çıkan proteinden oluşan soğuk kırılması gerçekleşir. Ayırma, genellikle fermantasyon kabında basit çöktürme ile gerçekleştirilir, ancak aynı zamanda yüzdürme, santrifüjleme veya süzme yöntemleri de kullanılır.

Müteakip kıvamlandırma aşamasında, berraklaştırılmış şıra içerisine steril hava veya O₂ enjekte edilir ve maya ilave edilir. Hücre çoğalmasını desteklemek için havalandırma yoluyla mayanın yeterli miktarda oksijenle beslenmesini sağlanır. Daha sonra, mayanın metabolizması solunumdan anaerobik alkolik fermantasyona dönüşür; bunun ardından şıradaki bulunan karbohidrat moleküllerini etanol, karbon dioksit ve daha az oranda da biranın karakterini ve kalitesini etkileyen diğer bileşikler üretmek üzere dönüştürür.

Fermantasyon süreçleri ekzotermik biyokimyasal reaksiyonlardır ve bu nedenle ısı üretilir. Fermantasyon tankları istenilen fermantasyon sıcaklığını korumak için soğutulur. Dolaylı soğutma (ikincil soğutma) için kullanılan soğutucular alkol/su, glikol/su, buzlu su veya tuzlu sudur. Doğrudan soğutma (birincil soğutma) için soğutucu genellikle amonyaktır.

Fermantasyon genellikle iç veya dış mekanlara kurulabilen yatay tanklarda veya dikey silindirik konik tanklarda gerçekleşir. Fermantasyon işlemi sırasında üretilen CO₂, bir CO₂ geri kazanım sistemi ile toplanabilir. Bu, bira, demleme işlemi veya karbonatlı yumuşak gibi diğer ürünlerde yeniden kullanılabilir.

Fermantasyon gerçekleştikten sonra maya kırılır (veya hasat edilir) ve maya depolama tanklarına pompalanır. Fermantasyon sırasında fazla maya üretilir. Bu mayanın bir kısmı yeni bir sıra partisi için yeniden kullanılır, geri kalanı bir yan ürün olarak işlenir veya atılır. Üretim mayası birkaç kez yeniden kullanılabilir, ancak azalan canlılık ve canlılık nedeniyle değiştirilmelidir.

Bu proste kullanılan tanklar içlerindeki kiri çıkarmak için her fermantasyondan sonra temizlenmelidir. Karbondioksitin kaptan çıkarılması gerekir, aksi takdirde kostik deterjanlarla tepkimeye girerek verimliliği azaltır (asit deterjanlar bir alternatiftir). Kullanımdan önce, fermenter kabı ve ilgili proses ekipmanı dezenfekte edilmelidir.

4.2.2.3 Maya elleçleme

Maya terbiyesi, mayanın yayılmasıyla, yani yaş mayanın üretilmesiyle başlar. Bu maya, mayşenin atılması için kullanılır. Maya soğutulur ve bir maya eleği (isteğe bağlı) veya asitli yıkama yöntemi kullanılarak temizlenebilir. Maya soğuk olarak saklanır.

Fermantasyondan kaynaklanan fazla maya veya depodan gelen tank tortusu, daha ileri işlemler için şirketlere satılır veya hayvan yemi, ilaç veya tatlandırıcı olarak kullanılabilir. Bira (veya alkol) fazla mayadan süzme, santrifüjleme, çökeltme veya damıtma yoluyla geri kazanılabilir.

4.2.2.4 Olgunlaştırma ve depolama

Fermantasyondan sonra, ticari kalitede bira üretmek için daha ileri işlemler gereklidir. Bazı kötü tatları gidermek ve ürünün kalitesini iyileştirmek için daha fazla (ikincil) fermantasyon (olgunlaştırma) gereklidir. Soğuk depolama genellikle daha sonra kullanılır. Bu, aksi takdirde ambalajda yavaşça oluşacak parçacıkların çökmesine ve tüketicinin bulanık bira almasına neden olur. Olgunlaştırma, çoğunlukla birincil fermentasyonda uygulananlardan daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Ürün, 0 °C'nin altında (alkol ve diğer çözünen maddelerin donma önleyici etkisi ile mümkün olan) hızla soğuk depoya konur ve genellikle en az üç günlük depolama gerektirdiği kabul edilir.

Artırılmış çökeltme ile bir berraklaştırma ve stabilizasyon etkisi, ince kaplamaların (örneğin mika veya ağaç yongaları) kullanılmasından kaynaklanabilir. İnceltme, sıvıları berraklaştırma işlemidir, yani sıvıya bulutlu bir görünüm veren asılı parçacıkların çıkarılmasıdır. Girilen inceltme maddesi, çok küçük bulanıklık parçacıklarının topaklaşmasına ve çözeltiden çökmesine neden olur. Bu parçacıklar proteinler, poliositler, polifenoller, demirli veya bakırlı komplekslerdir. İnceltme eyleminin gerçekleşmesi için, inceltme ajanı ile partiküller arasındaki elektrik yüklerinin karşıt olması gerekir, bu da, aranan etkiye bağlı olarak inceltme ajanının dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiği anlamına gelir. İnceltme maddesinin doğası ve dozu laboratuvar testleri ile belirlenebilir.

Kullanılan inceltici maddeler iki ana gruba ayrılabilir; organik ve mineral inceltici maddeler. Bazı organik inceltme ajanları mika kollajen, yumurta albümini ve tanenlerdir. Bazı mineral inceltici maddeler ise bentonitler ve silika jeldir.

Bira filtrasyondan önce soğutulabilir (bu işlem ikincil soğutma olarak da bilinir).

4.2.2.5 Filtrasyon ve stabilizasyon

Filtrelemenin amacı, belirli bir berraklık düzeyi elde etmektir; stabilizasyonun amacı ise raf ömrünü arttırmaktır. Yaygın olarak kullanılan filtre yardımcıları kizelgur (diatomlu toprak), perlit veya selülozdur. Filtrasyon genellikle çerçeve, mum veya ağ filtreleri gibi çeşitli sistemler kullanılarak bir kizelgur filtresinde gerçekleşir. Farklı derecelerde kizelgur kullanılır: filtre kekini filtrenin destek tabakası üzerinde oluşturmaya başlamak için bir ön kaplama olarak kaba dereceli kizelgur; filtrenin tıkanmasını önlemek ve daha uzun filtre süreleri elde etmek için, ince dereceli kizelgur kullanılır ve filtrelenmemiş biraya gövde beslemesi olarak sürekli olarak dozlanır, böylece filtre kekinin derinliği sürekli olarak tayin edilir.

Kizelgurun kullanılmadığı bira süzme yöntemleri giderek daha yaygın hale gelmektedir. Kizelgur içermeyen filtre yardımcılarının (örneğin polimer bazlı filtre yardımcıları, selüloz, perlitler) kullanımı ve membran filtrasyonu mümkündür.

Çoğu durumda, filtrasyona stabilizasyon eşlik eder. Stabilizasyon, doldurmadan sonra biranın bulanık olma eğilimine karşı koymak için, örneğin silika jel ve/veya PVPP (polivinilpolipirrolidon) kullanılarak adsorpsiyon yoluyla bira kolloidlerini seçici olarak çıkarmak için kullanılır. Stabilize etmek için diğer olasılıklar iyon değişimi, tannik asit veya enzimatik stabilizasyondur. Diğer bir olasılık (PVPP stabilizasyonu durumunda), kizelgur filtrasyonu ile birlikte ek bir rejeneratif PVPP filtre sistemi kurmaktır. Rejenerasyon, rejenerasyon için ekipman, enerji ve sıcak kostik gerekmesine rağmen, PVPP tozunun israfını azaltır.

Kizelgur filtresinden sonra parlatıcı filtre görevi görmesi için kartuş filtre veya tabaka filtre takılabilir. Parlatma ve sterilizasyon filtrasyonu için, örneğin tabaka filtreler, modül filtreler, kartuş filtreler ve membran filtreler gibi çeşitli filtre sistemleri kullanılabilir. Steril filtreye alternatif olarak, mikrobiyolojik stabilitesini arttırmak için bira termal olarak işleme tabi tutulabilir (flaş veya tünel pastörizasyonu).

Harcanan kizelgur geri dönüştürülebilir, inşaat malzemelerinde kullanılabilir, tarımda toprak geliştirici veya gübre olarak uygulanabilir, üçüncü bir şahıs tarafından ısıl işleme geri dönüştürülebilir veya başka şekilde bertaraf edilebilir.

4.2.3 Biranın kutulanması ve depolanması

Kutulama ve doldurma hakkında genel bilgi Bölüm 2.1.4.1'de verilmiştir.

4.2.3.1 Genel bakış

Bira parlak bira tanklarından, biranın büyük bölümünün şişelendiği, konserve edildiği veya fıçılандığı paketleme alanına pompalanır.

Bu son işlem sırasında şu hususlar önemlidir:

- biranın taze tadını korumak için oksijenle teması önlenir;
- işleme sırasında bira belirli spesifikasyonlara göre karbonatlandığından karbon dioksit kaybı olmaz;
- ürünün mikrobiyolojik kontaminasyonu önlenir; bu, ürünün işlenmesini ve suyun dezenfeksiyonunu gerektirebilir;
- Ambalaj, izlenebilirlik ve diğer yasalarla ilgili yerel yasal gerekliliklere uyacak şekilde işaretlenir; örn. müşteri bilgileri vb..

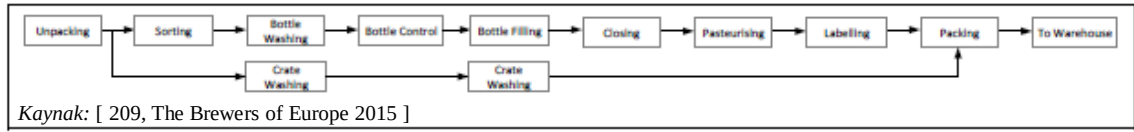
Paketleme hatları, yalnızca paketleme malzemesi açısından değil, aynı zamanda otomasyon ve denetim düzeyi açısından da oldukça farklı şekilde donatılabilir. Tipik olarak enerji, basınçlı hava, temizlik kimyasalları ve su tüketimi ve makine gereksinimleri çok önemlidir. İade edilebilir şişeler kapsamlı temizlik gerektirir. Şişe yıkayıcı büyük miktarda enerji, su ve kostik tüketir. Ayrıca, önemli miktarda atık su tahliye edilmektedir. Geri dönüşü olmayan ambalaj malzemelerinin kullanılması sahada enerji, su ve kostik tüketimini azaltarak atık su oluşumunu azaltır.

İadesi olmayan şişe ve teneke kutuların kullanıldığı paketleme hatlarında, şişeler/kutular dolum öncesi sadece su ile yıkanır. Alternatif olarak, herhangi bir katı partikülü üfleme için basınçlı hava kullanılır. Geri dönüşü olmayan şişelerdeki cam, bölgesel altyapı mevcutsa kolayca geri dönüştürülebilir. Fıçı kullanılıyorsa doldurulmadan önce buharla temizlenir ve sterilize edilir.

Paketleme hatları, özellikle cam şişeler ve fıçılar için olanlar gürültülü olabilir. Bazı durumlarda, bira fabrikasının çevresi, ambalaj bloğunun dikkatli bir şekilde ses yalıtımının gerekli olduğu anlamına gelebilir.

4.2.3.2 Depozitolu şişeler

Şekil 4.7, tipik bir iade edilebilir şişe hattını göstermektedir. Münferit adımlar aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 4.7: İade edilebilir şişe hattı şeması

Bira ile doldurulmadan önce, iadeli şişeler, şişelerin hem içini hem de dışını temizleyen bir şişe yıkayıcıya alınır. Şişenin içinde artık bira, küfler, böcekler, sigara izmaritleri, organik çözücüler vb. dahil olmak üzere yabancı maddeler bulunabilir. Dış ortamdan gelen kirletici maddeler arasında etiketler, alüminyum folyo ve toz parçacıkları da bulunabilir.

Şişe yıkama, kostik solüsyonda bekletme, durulama, sterilizasyon ve yeniden durulamadan oluşur. Temizleme etkisini arttırmak için temizleme solüsyonuna yüzey aktif maddeler, sekestranlar ve benzeri maddeler eklenir. Şişelerin hijyenik durumunu garanti altına almak için şişe temizleme makinesinin durulama bölgelerine dezenfektanlar eklenebilir.

Dolum makinesinin en önemli işlevi, şişeleri doldurmanın yanı sıra oksijenin bira ile temasını engellemektir. Şişeler, bira ile fiili doldurmadan önce boşaltılır ve CO₂ ile (genellikle iki kez) zıt olarak basınçlandırılır. Şişeler genellikle 20-30 kez yeniden kullanılabilir ve bu nedenle bir miktar bozulma (sürtünme) olacaktır, ancak hasar gören şişeler geri dönüştürülebilir.

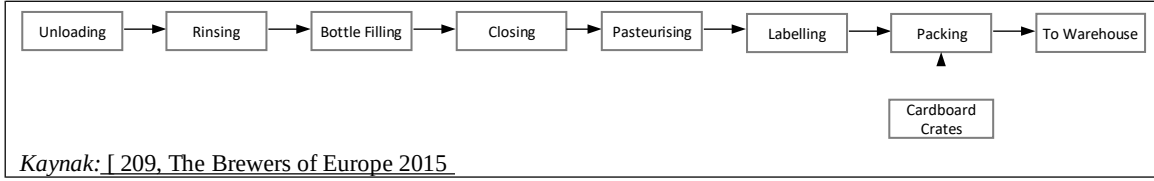
Bira steril filtreden geçirilmemişse raf ömrünü uzatmak için pastörize edilebilir. Pastörizasyon, pratik olarak sınırsız biyolojik stabiliteyi garanti eder. Pastörizasyon için iki farklı yöntem kullanılmaktadır:

- biranın şişelerde pastörize edildiği tünel pastörizasyonu (veya kutular);
- biranın şişelere (veya fıçılara) dökülmeden önce pastörize edildiği bir ısı eşanjörü kullanılarak gerçekleştirilen hızlı pastörizasyon.

Şişeler kasalar, kartonlar veya diğer taşıma ambalajları içinde paketlenir ve paketlenir. Plastik kasalar yeniden kullanılabilir ve karton ise geri dönüştürülebilmektedir. Kasalar suyla yıkanır ve hasar, renk geçişleri, aşınmış logolar vb. açısından incelenir. Paketleme makinesine sağlam ve doğru kasalar gönderilir.

4.2.3.3 İadesiz şişeler

Tipik bir iadesiz edilmeyen şişe hattı, Şekil 4.8'de gösterilmektedir.



Şekil 4.8: İadesiz şişe hattı şeması

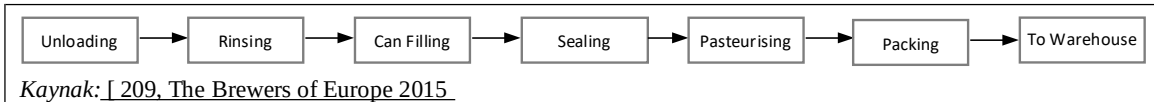
İadesiz şişelerin kullanıldığı paketleme hatları için, şişelerin doldurulmasından itibaren geri dönüşümlü şişeler için açıklanan adımlar aynıdır. Ancak iadesiz edilmeyen şişeler için uygulanan ilk adımlar, şişeler kasalarda teslim edilmediğinden farklıdır.

İadesiz edilmeyen şişeler, cam fabrikalarından paletler üzerinde teslim edilir. Şişeler paletlerden katmanlar halinde bir kabul masasına / konveyör zincirine itilir. Bir katman yerleştirildiğinde, ara bölme olarak kullanılan ambalaj çıkarılır ve imalatçısına geri gönderilir.

Şişeler cam fabrikasından temiz olarak gelir; fakat toz, taşıma veya depolama sırasında kirlenmiş olabilirler. Bu nedenle, şişeler doldurulmadan önce ya su püskürtülerek durulanır ya da katı maddeler basınçlı hava ile temizlenir. Durulama için şişeler ağızları aşağı bakacak şekilde döndürülür ve daha sonra tekrar dik konuma getirilir.

4.2.3.4 Bira kutuları

Bira kutuları yeniden kullanılamaz, ancak bölgedeki tesislere bağlı olarak geri dönüşüm oranları yüksek olabilir. Metalin geri dönüştürülmesi, madencilik ihtiyacını azaltarak ve alüminyum veya çeliği çıkararak enerji tasarrufu sağlar. Tipik bir konserve paketleme hattı Şekil 4.9'da gösterilmektedir.



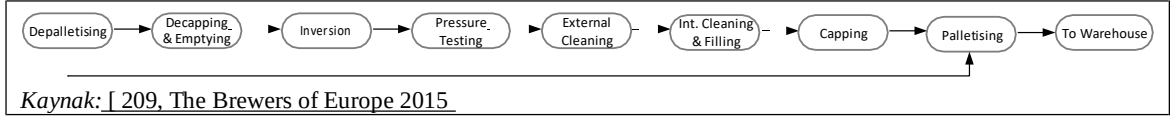
Şekil 4.9: Konserve hattı şeması

Kutular, büyük paketler halinde toplu olarak tedarik edilir. Kutular paletlerden katmanlar halinde bir konveyör zincirine aktarılır. Bir katman bırakıldığında, ara bölme olarak kullanılan ambalaj malzemesi çıkarılır ve imalatçıya iade edilir. Kutular genellikle üreticiden temiz olarak gelir, ancak taşıma veya depolama sırasında kutulara toz bulaşmış olabilir. Bu nedenle, kutular doldurulmadan önce ya su püskürtülerek durulanır ya da katı maddeler basınçlı hava ile temizlenir. Durulama için, tenekeler ağızları aşağı bakacak şekilde döndürülür ve daha sonra doldurmadan önce tekrar doğru yöne döndürülür.

Kutular doldurulduktan hemen sonra kapaklarla kapatılır ve dolum yüksekliği kontrol edilir. Kutuların sızdırmazlığı, basınç kaybını ve dolayısıyla bira bozulmasını önlemek için tam olarak doğru yapılması gereken iki aşamalı bir işlemdir (önce bir ön silindirle ve ikinci olarak bir kapatma silindiriyle presleme). Kutular daha sonra pastörize edilebilir. Kutular, karton (geri dönüştürülebilir) ve plastik dahil olmak üzere çeşitli paket türlerinde paketlenir.

4.2.3.5 Fıçılar

Tipik bir fıçı paketleme hattı Şekil 4.10'da gösterilmektedir .



Şekil 4.10: Fıçı hattı şeması

İadeli fıçıların temizlenmesindeki adımlar, fıçının dışının önceden yıkanmasını, temizlenmesini ve durulanmasını içerir. Temizleme solüsyonu yeniden sirküle edilir. Fıçıların iç temizliği ve dolumu, bir veya daha fazla dolum koridorunda birkaç aşamada gerçekleştirilir. İlk olarak fıçıların içi su ve kostik ile temizlenir ve buharla sterilize edilir. Daha sonra fıçılar basınçlandırılır ve flaş pastörize bira ile doldurulur. Fıçıların tartılması, doldurma hacmini belirler. Fıçının baş kısmı durulanır ve kapatılır.

4.2.3.6 Plastik şişeler

Tek kullanımlık ve tekrar doldurulabilir cam şişelere alternatif olarak plastik şişeler şeklinde farklı çözümler ortaya çıkmıştır. Bira ambalajında kullanılmak üzere PET gibi malzemeler mevcuttur. Plastik şişeler için cam şişelere göre farklı dolum hatları, boşlar için özel nakliye veya şişeler yerinde üretilecekse şişirme makineleri kullanılmaktadır. Şişirme, önemli miktarda enerji gerektirir.

Yeniden doldurulamayan PET şişeler için şişeden şişeye geri dönüşümü içerebilen geri dönüşüm sistemleri mevcuttur. Daha sık olarak, kayışlar ve halılar gibi gıda sınıfı olmayan uygulamalara geri dönüşüm uygulanır.

4.2.3.7 Depoda muhafaza

Paketlenmiş bira depoda saklanır. Güneş ışığı bira kalitesini etkileyerek hoş olmayan bir güneş çarpmasına neden olduğundan tat açısından şişelenmiş birayı kapalı alanlarda saklamak önem taşır. Şişeler ayrıca yapay ışığa karşı korunur. Soğuk iklimlerde bulunan cam şişe depoları, donmaya bağlı olası şişe kırılmalarını önlemek için ısıtılmalıdır.

4.2.4 Alkolsüz bira üretimi

Alkolsüz biranın yasal tanımları ülkeden ülkeye değişmektedir. Örneğin, bu bira türü İngiltere, Almanya ve Hollanda'da maksimum %0,5 alkol oranı içerirken; bu oran İspanya'da hacmen %1 ve ABD'de ise tanımlanmış bir miktar mevcut değildir ve ağırlıkça % 0.05'ten azdır. Ağırlıkça $\leq$ %0.05'den daha düşük alkol konsantrasyonu, olağan analitik saptama sınırının altındadır.

Alkolsüz biraların üretimi için geçerli birkaç yöntem vardır. Bu yöntemler dört ana kategoriye ayrılabilir: fermantasyonsuz demleme, seyreltme, alkol giderme/ alkolsüzleştirme ve kısıtlı alkol fermantasyonu. Bu yöntemler aşağıdaki bölümlerde tarif edilmektedir [211, Rezaei ve arkadaşları, 2010].

4.2.4.1 Fermentasyonsuz demleme

Fermentasyonsuz demlemede, şıraya maya eklenmez. Yani fermentasyon aşaması ortadan kalkar. Ancak, farklı katkı maddeleri kullanılarak nihai ürünün beklenen duyuşal özellikleri iyileştirilir. Bira bileşenleri, özellikle aroma bileşenleri arasında bir mikro denge sağlamak zordur ve çekici bir tada sahip bir bira elde edilir. Bununla birlikte, yöntemin uygulanması diğer alkolsüz üretim tekniklerine göre daha kolay ve daha ekonomiktir.

4.2.4.2 Seyreltme

Bu yöntemde, başlangıçta, kuru madde içeriğı beklenen konsantrasyondan birkaç kat daha fazla olan şıra üretilir. Maya hücrelerinin ayrılmasından sonra, belirlenen katı madde ve alkol konsantrasyonuna kadar saf içme suyu (mineralize ve oksijeni giderilmiş) kullanılarak seyreltme yapılır. pH daha sonra organik asitler (laktik asit gibi) eklenerek ayarlanır. Bunu karbonatlaşma aşaması takip eder. Bu prosedür, azaltılmış fermentasyon süresinden ve fermente edicinin daha yüksek kullanılabilir kapasitesinden yararlanır. Seyreltme prosedürü, soğutulmuş karbonatlı su kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Seyreltme yöntemi alkolsüz bira ile normal bira karıştırılarak da yapılabilir.

4.2.4.3 Alkol giderme (alkolsüzleştirme)

Alkol giderme (alkolsüzleştirme), fermentasyon sırasında üretilen alkolün, düşük alkollü veya alkolsüz bira standartlarına uygun olarak farklı yöntemlerle biradan uzaklaştırılması işlemidir. Alkol giderme işlemi, aşağıda açıklandığı gibi ısı ve zar bazlı işlemleri içerebilir.

4.2.4.3.1 Vakumlu damıtma

Vakumla damıtma iki aşamadan oluşur: yüksek vakum altında buharlaştırma (vakum buharlaştırma) ve ardından soğuk yoğunlaştırma (ör: 38–48 °C / 0,06–0,1 bar). Bu uygulama aynı zamanda düşük sıcaklık/düşük basınçlı damıtma olarak da bilinir. Alkolden arındırma ayrıca, önceden pastörize edilmiş sıradan bir biranın yaklaşık 1 barlık bir basınçta gazının alındığı (köpüğün ve aroma bileşiklerinin geri kazanılmasıyla birlikte) biranın vakum altında damıtılmasıyla da gerçekleştirilebilir ve daha sonra 30 °C ile 50 °C arasında bir sıcaklıkta bir vakum vasıtasıyla alkolden arındırılır (0,05-0,12 bar).

Bu yöntem genellikle, aroma ve koku bileşikleri gibi diğer uçucu bileşenleri ve duyuşal özellikler için önemli olan karbon dioksit ve kükürt dioksit gibi çözünmüş gazları da (bir dereceye kadar) ortadan kaldırması, içeceğin asitliğini kontrol etmesi ve birayı bozan mikroorganizmalar üzerindeki bakteriyostatik etkileri nedeniyle bazı sınırlamalara tabidir.

4.2.4.3.2 Su buharı / vakum altında gaz sıyırma

Sıyırma, etanolün yığından ayrılması için su buharının veya nötr bir gazın (azot veya karbon dioksit) şıra içinden vakum altında geçirildiğı bir uygulamadır. Bu yöntem aynı zamanda gazlı sürüklenme veya alkol desorpsiyon yöntemi olarak da adlandırılır. Fermentasyon sonunda, fermentasyon sırasında üretilen karbondioksitin aniden sıyırılması, alkolün biradan uzaklaştırılmasına neden olur. Bu nedenle reaktörün içi ile dış ortam arasında yüksek bir basınç farkı (yaklaşık 1 bar) oluşması gereklidir.

4.2.4.3.3 Diyaliz

Bu işlem düşük sıcaklıkta gerçekleştirilir ve yarı geçirgen bir zarın seçiciliğinden yararlanır. Küçük moleküller membrandan diyaliz ortamına geçerler. İşlenen malzeme, alkolün sürekli olarak çıkarıldığı ve alkolsüz diyaliz sıvısının akışının diyaliz ünitesine geri döndüğü bir vakum damıtma kolonuna akar. Nihai ürün %0.5 kadar düşük oralarda alkol içerebilir.

4.2.4.3.4 Ters ozmoz

Bu yöntemde fermente edilmiş şıra, yüksek basınç koşulları altında yarı geçirgen bir zardan geçirilir. Membran su, etanol ve diğer küçük moleküllere karşı geçirgendir. Aroma maddeleri içeren büyük moleküller reddedilir ve konsantre birada kalır. Alkol içeriği hacimce $< 0,5$ olan alkolsüz bira üretimi ters ozmoz ile mümkündür. Etanolün uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için su eklenmesi önerilir. Isıya duyarlı maddeleri tutmak ve uçucu bileşiklerin reddetme katsayısını artırmak için sıcaklık düşük (yaklaşık 5 °C) olmalıdır.

Bununla birlikte, içeceklerin ters ozmoz yoluyla alkolden arındırılması, yalnızca su, alkol, aroma ve koku bileşenleri gibi uçucu düşük moleküler ağırlıklı bileşenleri ve karbondioksit ve kükürt dioksit gibi çözünmüş gazları ortadan kaldırmakla kalmaz, aynı zamanda belirli düşük moleküler ağırlıklı, organik asitler ve basit şekerler gibi uçucu, iyonik olmayan çözünenler moleküler olmayan ağırlıkları da giderebilir. Ayrıca, yaygın uygulama, permeat tarafından uzaklaştırılan suyu değiştirmek için ters ozmoz konsantresinin veya retentatın saf su ile seyreltilmesini içerir. Bu, aroma, koku, renk, asitlik ve stabilite gibi kalite parametrelerinde bazı değişikliklere neden olacaktır. Bu tükenmiş bileşenlerin restorasyonu, yüksek kaliteli bir ürün üretmek için bunların konsantreye uygun oranlarda eklenmesiyle gerçekleşir.

4.2.4.4 Sınırlı alkol fermantasyonu

Sınırlanmış fermantasyon, üretim sürecinde alkol üretiminin fermantasyonun erken aşamalarında azaltıldığı bir yöntemdir. Bu, ya mayayı yalnızca kısmen fermente edebilen maya kullanarak ya da farklı bileşim ve/veya işlem prosedürleri uygulanarak (kesilmiş fermantasyon tekniği) fermantasyonu baskılayarak veya kesintiye uğratarak elde edilir. Başka bir deyişle, kısıtlı fermantasyon metodolojisi, mayaların, fizyolojik olarak alkollü bir fermantasyon üretmedikleri, ancak çözeltiye bira benzeri bir tat vermeye yardımcı olan metabolitleri salgılayabildikleri koşullar altında mayaların kullanılmasından oluşur.

Sınırlanmış fermantasyon; asılı harman ve sürekli sabitlenmiş prosesler olmak üzere iki alt sınıfa ayrılabilir. Harman tipi proste, maya hücreleri, fermantasyon sırasında şıra içinde asılı haldedir. Bu prosedürde, sıcaklık ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu gibi proses parametrelerini tam olarak istenen değerlerde (dengede) tutmak zordur. İstenen değerlerden küçük bir sapma, nihai üründe izin verilenden daha yüksek bir seviyede alkol oluşumuna neden olabilir (ör: %0.05). Alkolsüz bira üretiminde maya hücrelerinin immobilizasyonu da uygulanmıştır. Mikro gözenekli sinterlenmiş cam sistemi ile immobilizasyon tekniği, alkolsüz bira üretimi için başarıyla kullanılmıştır. Bu yöntem, yüksek kontrol edilebilirlik, esneklik ve yüksek biyokütle konsantrasyonu avantajları sağlar ve kesikli yöntemle kıyasla kısa temas sürelerine izin verir. Bu uygulamada alternatif bir işlem olarak ilk olarak kısa sürede belli miktarda alkollü bira üretilir. Ardından, 2-4 saatlik aroma yaşlanmasından sonra, istenen alkol içeriğini elde etmek için biranın soğutulmuş karbonatlı su ile seyreltilmesi gerçekleştirilir.

4.2.5 Temizlik ve dezenfeksiyon

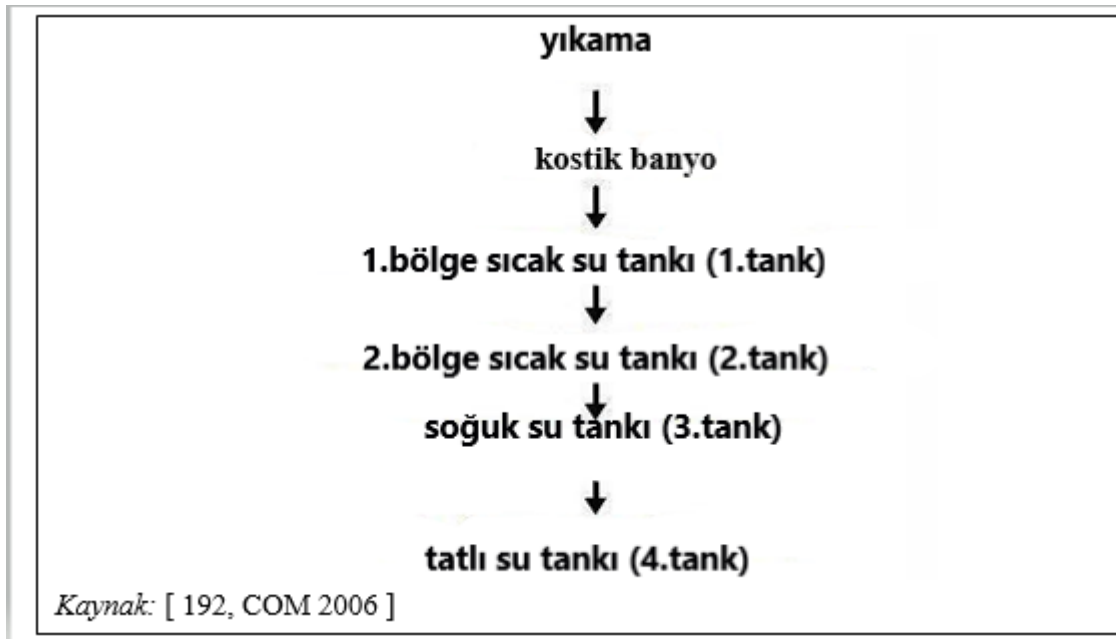
Bira ve fermantasyon kesikli işlemlerdir. Ekipman her kullanımdan sonra temizlenmeli ve sıklıkla dezenfekte edilmelidir. Demleme bölümündeki ekipmanlar genellikle kostik ile temizlenir ve durulanır. Fermantasyon alanındaki ekipmanlar genellikle durulanır, kostik ile temizlenir, durulanır, asitle temizlenir, dezenfekte edilir ve durulanır. Temizlik önemli miktarda su, kimyasal madde ve enerji gerektirir. Genel olarak temizlik, Sinner çemberinin dört faktöründen etkilenir (bkz. Bölüm 2.1.3.2.2).

Bu faktörler, bir dereceye kadar temizleme makinesinin tasarımı ile belirlenir. Kullanılan kimyasalların, katkı maddelerinin ve yüzey aktif maddelerin türü ve konsantrasyonu gibi diğer miktarlar , kimyasal tedarikçisi ile işbirliği içinde optimize edilir.

Şişeleme bölümünde, şişe temizleme makinesi en büyük tatlı su tüketicisidir ve bu nedenle atık suyun çoğunun kaynağıdır. Temizleme makinesinin farklı bölgeleri için farklı yöntemlerin bir kombinasyonu ile su tüketiminde azalma sağlanabilir.

Öncelikle ısılatma bölgesinde ve kostik banyosunda gerçekleşen bu temizleme işlemi, mikropsuz temiz şişeler ile sonuçlanır. Kimyasal, termal ve mekanik etkilerin etkileşimi, şişelerin belirli bir süre içerisinde temizlenmesini sağlar.

Şişeler Şekil 4.11'de gösterilen sırayla şişe temizleme makinesinin ayrı bölgelerinden geçer .



Şekil 4.11: Şişe temizleme ve durulama adımları

Kostik banyosunda, cam şişeler yaklaşık 80 °C'de yaklaşık %2 kostik soda çözeltisi kullanılarak temizlenir. Kostik banyosundan çıkan şişelerde kalan alkali, kimyasallar ve küçük kir parçacıkları daha sonraki temizleme bölgelerinde yıkanmalıdır. Kostik banyosundan taşınan kir parçacıkları ilk püskürtme bölgelerinde yıkanabilir. Şişelerle birlikte ilk sıcak su bölgesine (tank 1) taşınan herhangi bir alkaliniteyi uzaklaştırmak çok daha zordur. Şişeler ana banyodan çıkarken, bu temizleme solüsyonuyla hala ıslanırlar ve bu da likör sürüklenmesine neden olur [35 , Almanya 2002].

İlk havuzun pH'ı orijinal olarak 10 ile 11 arasındadır. Bu yüksek pH, sert içme suyu kullanıldığında kireç ve magnezyum tuzlarının birikmesine, yani kirecin giderilmesine yardımcı

olur. Suyun nötralizasyonu, kireçlenmeyi önemli ölçüde azaltabilir.

Ayrıca kostik soda ve tatlı su tasarrufu sağlamak ve gereksiz atık su yüklerini önlemek için üretim periyodu sonunda şişe temizleme banyosunun içeriği çökeltilir ve filtrelenir. Temizleme solüsyonu, elektrik enerjisi kullanılarak şişe temizleme ekipmanından bir çökeltme tankına pompalanır. Bu tank aynı zamanda geçici bir depolama birimi olarak da hizmet vermektedir. Yerleşen partiküller, pompalama için elektrik enerjisi girişi de gerektiren bir filtrasyon ünitesi ile çekilir. Su daha sonra bir sonraki üretim periyodunun başında temizlik için kullanılmak üzere tekrar kullanılabilir [35, Almanya 2002].

4.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

4.3.1 Enerji tüketimi

Bira fabrikalarına petrol, gaz, kömür, buhar, sıcak su ve elektrik şeklinde enerji sağlanmaktadır. Isı, normal olarak bira fabrikasında buhar veya sıcak su olarak dağıtılır. Bir bira fabrikasının gerçek ısı tüketimi, paketleme tipi (iade edilebilir veya tek yönlü), pastörizasyon tekniği, ekipman tipi ve yan ürün muamelesinin kapsamı gibi proses ve üretim özelliklerine bağlıdır. Bir bira fabrikasındaki ana ısı tüketen işlemler şunlardır: ezme, mayşe kaynatma, CIP/dezenfeksiyon, şişe ve fiçı yıkama, pastörizasyon ve oda ısıtma (soğuk iklimlerde) [72, *Brewers Europe 2002*]. En büyük tek ısı tüketicisi normalde şıra kazanı olacaktır. Bazı departmanlar/prosesler için ısı tüketimi Tablo'da verilmiştir. 4.1 .

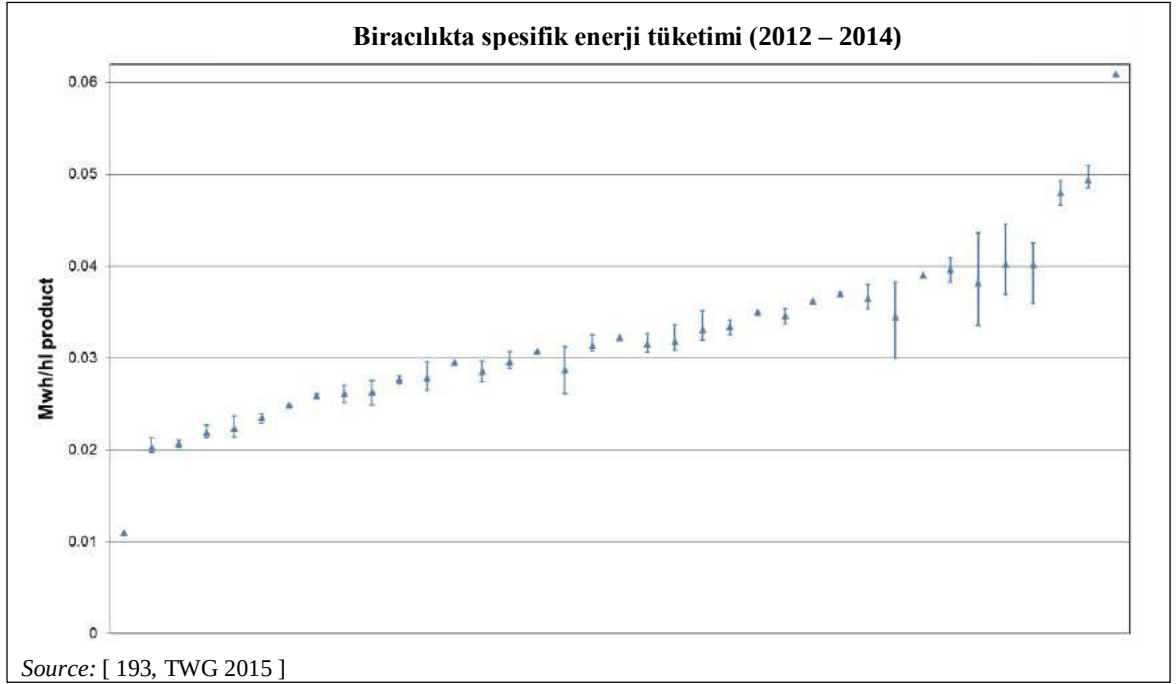
Tablo 4.1: Farklı bira üretim departmanları/proseslerine ait ısı tüketimi

Departman/ Proses	Minimum	Ortal ama	Maksimu m	Literatür (¹)	Ölçülen (²)
	Rakam			Aralık	
	(MJ/hl bira)			(MJ/hl bira)	
Bira fabrikası	87	92	121	84–113	50–80
şişeleme tesisi	58	86	94	25–46	38-58
fiçı tesisi	8	11	13	8-13	NI
Proses suyu	3	4	8	4-8	NI
Servis suyu	NI	NI	NI	8-17	NI
Muhtelif	NI	NI	NI	33–46	95
Toplam	156	193	236	162–243	183–233
	(kWh/hl bira)			(kWh/hl bira)	
Bira fabrikası	24.17	25.56	33.61	23.33–31.39	13.89–22.22
şişeleme tesisi	16.11	23.89	26.11	6,94–12,78	10.56–16.11
fiçı tesisi	2.22	3.06	3.61	2.22–3.61	NI
Proses suyu	0,83	1.11	2.22	1.11–2.22	NI
Servis suyu	NI	NI	NI	2,22-4,72	NI
Muhtelif	NI	NI	NI	9,17–12,78	26.39
Toplam	43.33	53.62	65.55	44,99–67,50	24.44–64.72
(¹)Yılda 20 000 ila 500.000 hl bira satılmaktadır					
(²)Yılda 300 000 ila 500.000 hl bira satılmaktadır					
Not: NI = bilgi mevcut değil.					
Kaynak: [35, Almanya 2002]					

Bir bira fabrikasındaki ana elektrik tüketicileri şunlardır: paketleme alanı, soğutma tesisi, basınçlı hava tesisi, CO₂ geri kazanım tesisi, atık su arıtma tesisi ve klima. Elektrik tüketiminin büyük bir bölümünü oluşturan çok sayıda küçük elektrik tüketicisi de vardır, örneğin: pompalar, vantilatörler, sürücüler ve elektrik aydınlatması [72 , *Brewers Europe 2002*].

Şişeler ve kutular normalde saha dışında üretilir. Yeni bir trend, bir PET şişirme makinesindeki preformlardan yerinde üretilebilen PET şişedir. PET şişelerin yerinde üretimi, genel enerji tüketimine önemli ölçüde katkıda bulunabilir [37 , *The Brewers of Europe 2017*].

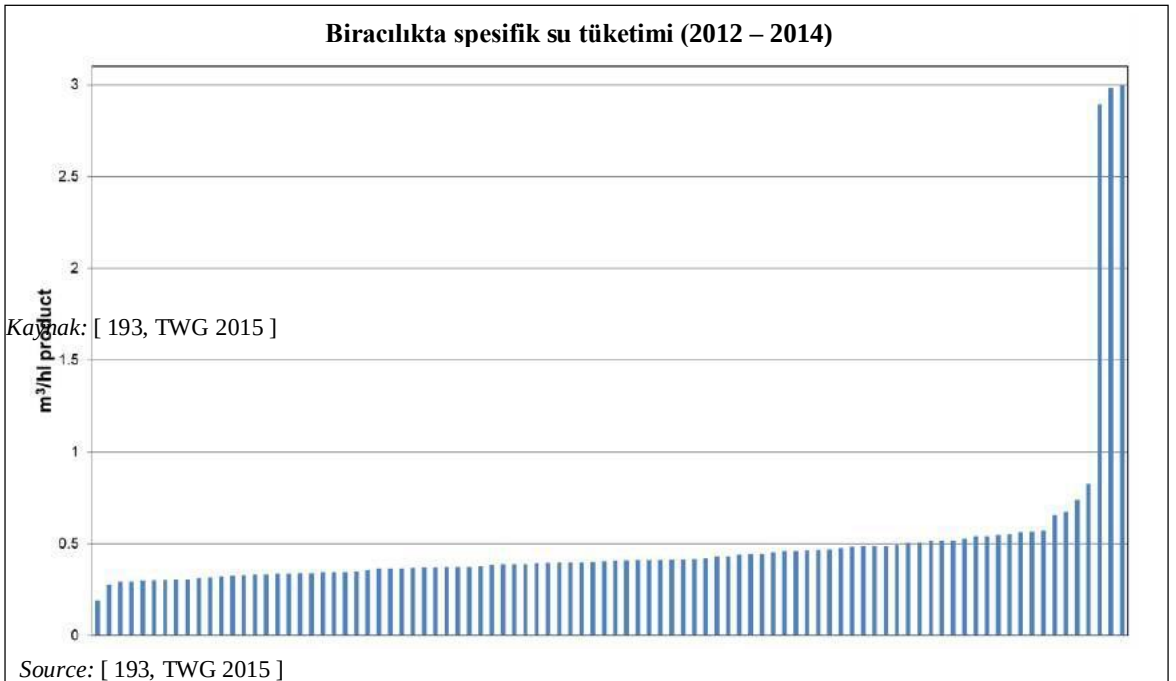
Şekil 4.12, çeşitli bira üretim tesisleri tarafından bildirilen bira fabrikalarında (ürünlerin MWh /hl'si) genel spesifik enerji tüketimine ilişkin verileri göstermektedir. Bildirilen enerji verimliliği teknikleri arasında şıra buhar kondansatörleri, kazan ekonomizörü, prosesin çeşitli aşamalarında ısı geri kazanımı ve vakum pompalarının kullanımından bahsedilmiştir.



Şekil 4.12: Biracılıkta spesifik enerji tüketimi (MWh /hl)

4.3.2 Su tüketimi

Şekil 4.13, çeşitli bira üretim tesisleri tarafından bildirilen spesifik su tüketimine (m^3/hl ürün) ilişkin verileri göstermektedir. Bildirilen spesifik su tüketim değerlerinin çoğu, ürünlerin 0,6 m^3/hl 'sinin altındadır. Bildirilen su geri dönüşüm oranı %1 ile %23 arasında değişmektedir.



Şekil 4.13: Biracılıkta spesifik su tüketimi (m^3/hl ürün)

Su tüketim rakamı, bira türüne, bira markalarının sayısına, biraların boyutuna, bir şişe yıkayıcının varlığına, biranın nasıl paketlenildiğine ve pastörize edildiğine, tesisatın yaşına ve temizlik için kullanılan sisteme bağlı olarak değişir. Acı veya sert su kullanılırsa,

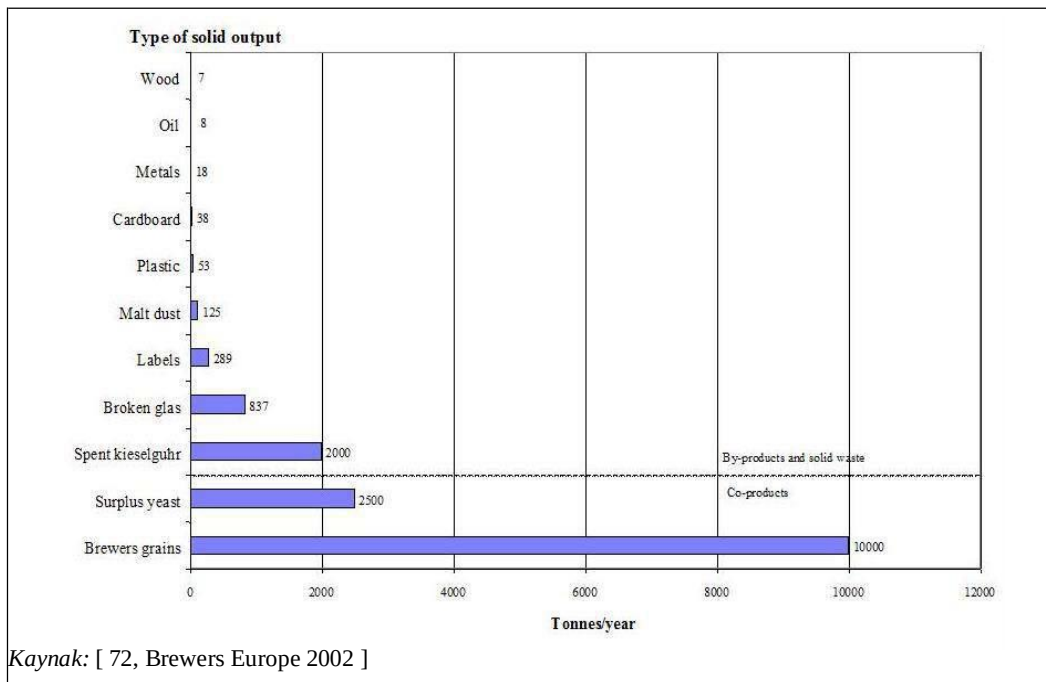
su kullanımdan önce arıtma gerektirebilir ve bu sırada %30'a varan kayıplar meydana gelebilir. Şişeleme, fiçiden daha fazla su tüketir. Tek geçişli soğutma sistemlerinde tüketim seviyeleri yüksektir ve/veya sıcak iklimlerde buharlaşmaya bağlı kayıplar mevcuttur.

En fazla su tüketen prosesler [72 , Brewers Europe 2002]:

- ezme ve serpmeye;
- ambalaj malzemesinin temizlenmesi (ör: şişe yıkama);
- pastörizasyon (tünel);
- proses ekipmanlarının durulanması ve temizlenmesi (CIP);
- temizliği katlar;
- ambalajdaki konveyörlerin sabunla yağlanması alan;
- yıkama ve vakum pompası dolgu;
- fiçi yıkama;
- soğutma suyu.

4.3.3 Katı çıktılar

Katı malzemeler, bira fabrikasına ham ve yardımcı malzemeler şeklinde girer. Katı maddeler, bira fabrikasını, bira üreticilerinin tahılları ve fazla maya, birincil ve ikincil ambalaj malzemeleri ve diğer katı atıklar gibi yan ürünler olarak terk eder. Genel olarak, örneğin kullanılmış laboratuvar kimyasalları ve piller gibi yalnızca çok az miktarda tehlikeli atık üretilir. Başlıca katı çıktı fraksiyonları, Şekil 4.14'te gösterilen örnekte tanımlanmıştır. Örnek kurulum, çoğunlukla iade edilebilir şişelerde şişelenmiş bira üretiyor ve plastik kasalar kullanıyor. Çamur gibi atık su arıtma kalıntıları dikkate alınmaz.



Şekil 4.14: Yılda 1 milyon hl bira üreten bir bira fabrikasındaki yan ürün, yan ürün ve katı atık miktarları

Kabuk ve malt irmikleri, bira üreticilerinin tahıllarına karıştırılabilir. Fazlalık maya, bira taneleri, girdaptan gelen kese ve kabuk ve malt irmik hayvan yemi olarak kullanılabilir. Fazla maya aynı zamanda kozmetik, ilaç ve sürülebilir ürünlerde de kullanılır. Harcanan kizelgur çimento endüstrisinde kullanılabilir ve kırık camlar yeniden cam imalatında kullanılabilir. İade edilebilir şişelerin temizlenmesinden kaynaklanan etiket hamuru, karton ve kağıt atıkları kağıt endüstrisinde yeniden kullanılabilir. Şerbetçiotu kutularından ve yedek ekipmanlardan elde edilen plastikler ve metaller geri dönüştürülebilir.

Suya salınan emisyonlar

Genellikle, mayalama partiler halinde yapıldığından atık su oluşumunda dalgalanmalar oluşmaktadır. Pik debi, ölçümün yapıldığı üretim alanına ne kadar yakın olduğuna bağlı olarak, ortalama debinin 2,5-3,5 katı arasında olabilir. Pik debi süresi normalde kısadır. Temizleme işlemleriyle bağlantılı olarak bira fabrikasında ve bira işleme alanında pik akışlar meydana gelir. Paketleme alanında, şişe yıkayıcılar ve tünel pastörizatörleri boşaldıkça hattın kapanması sırasında pik debiler meydana gelir. Büyük piklerin meydana gelebileceği üçüncü bir alan, kum filtresinin geri yıkanması sırasında su arıtımı alanıdır..

Organik materyalin konsantrasyonu, atık su/bira oranına ve organik materyalin AAT'ne boşaltılmasına bağlı olacaktır. Alkolsüz bira üretimi, yoğunlaştırılmış alkolün AAT'ne boşaltılması durumunda yüksek yüklere neden olabilir. Normal olarak, proses atık suyu düşük biyolojik olarak parçalanamayan bileşen içeriğine sahiptir. Bira fabrikası atık suyu genellikle 1.5–1.7'lik bir KOİ/BOİ oranına sahiptir, bu da atık suyun biyolojik olarak kolayca bozunabilir olduğunu gösterir.

Atık su deşarjı, su kaynağı ve üretilen biradaki su içeriği, bira fabrikasında ve yardımcı tesislerde buharlaşan su ve yan ürünlerde ve katı atıkta bulunan suya eşittir.

Tablo 4.2 , farklı bira üretim departmanları/proseslerindeki atık su üretimini göstermektedir.

Tablo 4.2: Farklı bira fabrikası departmanları/proseslerindeki atık su üretimi

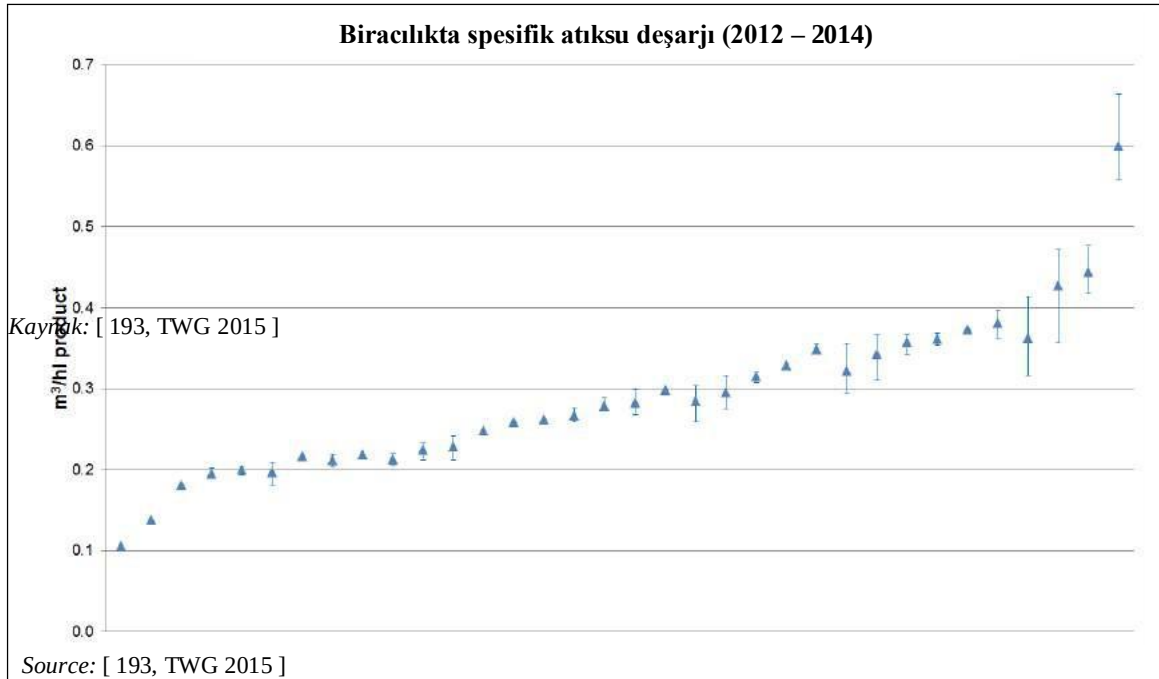
Departman/Proses	Spesifik atık su hacmi (m ³ /hl bira)			
	Ölçülen aralık		Literatür	
Bira fabrikası / soğuk hava deposu	0.03	0.06	0.01	0.11
Fermantasyon mahzeni	0.01	0.02	-	0.07
Kiler	0.01	0.01	-	0.09
Filtre mahzeni	0.02	0.06	0.01	0.09
Şişeleme mahzeni	0.04	0.07	0.01	0.28
Fıçı mahzeni	0.01	0.04	0.01	0.07
Muhtelif	0.02	0.20	-	-
Toplam süreç (¹)	0.32	0.51	0.25	0.60
(¹) Bu tabloda tüm atık su debileri verilmemiş olup bu durum toplam miktar arasında bir farklılığa yol açmaktadır. Kaynak: [102, Heidemann ve ark. 1993]				

Atık su akışı değişkendir ve farklı adımların kirlilik yükü hacmin çıktısına uymaz, örneğin şişe temizliği yüksek miktarda atık su üretmesine karşın ancak yalnızca düşük bir organik yük üretirken, fermantasyon ve filtrasyondan kaynaklanan atık su toplam atık su hacmi içinde sadece %3'lük bir yer tutarken BOİ yükünün %97'sini teşkil eder [74, Dünya Bankası (IBRD) ve ark. 1998]. Atık sudaki organik kirlilik esas olarak aşağıdaki kaynaklardan kaynaklanmaktadır:

- Bira posası;
- maya ve maya fazlası;
- tortu deşarjı;
- zayıf sıra deşarjı;
- Bira fabrikasında kullanılan su ısıtıcılarının, proses tanklarının ve fermenterlerin boşaltılması ve durulanması;
- diyatumlu toprak filtrasyonunun ön ve son çalışması;
- proses borularının takip suyu;
- şişe yıkayıcı;
- şişe doldurma ve şişe kırılmaları sırasındaki bira kayıpları;
- konveyör yağlama.

Atık sudaki TAKM, esas olarak yan ürünlerin deşarjından ve şişe yıkayıcıdan olası etiket hamurundan kaynaklanır. Azot, esas olarak maya, tortu, bira üreticilerinin tahıl kayıpları ve tank temizliği için kullanılan deterjanlardan kaynaklanır. Fosfor kullanılan temizlik maddelerinden gelebilir. Proses ekipmanlarının ve depozitolu şişelerin temizliği için asit ve kostik kullanımı ve su arıtımı için iyon değıştiricilerin rejenerasyonu nedeniyle pH'da büyük farklılıklar meydana gelebilir. Ağır metaller normalde çok düşük konsantrasyonlarda bulunur. Makinelerin, özellikle paketlenme hatlarındaki konveyörlerin aşınması, nikel ve krom kaynakları olabilir.

Şekil 4.15, bira üretim tesislerinden ve her türlü deşarjdan kaynaklanan belirli atık su deşarjları (m^3/hl ürün) hakkında bildirilmiş verileri göstermektedir. Suya salınan emisyonlar hakkında daha detaylı bilgi Bölüm 2.2.3'te verilmiştir.



Tüm deşarj türlerinde biracılıktaki spesifik atık su deşarjı (m^3/hl ürün)

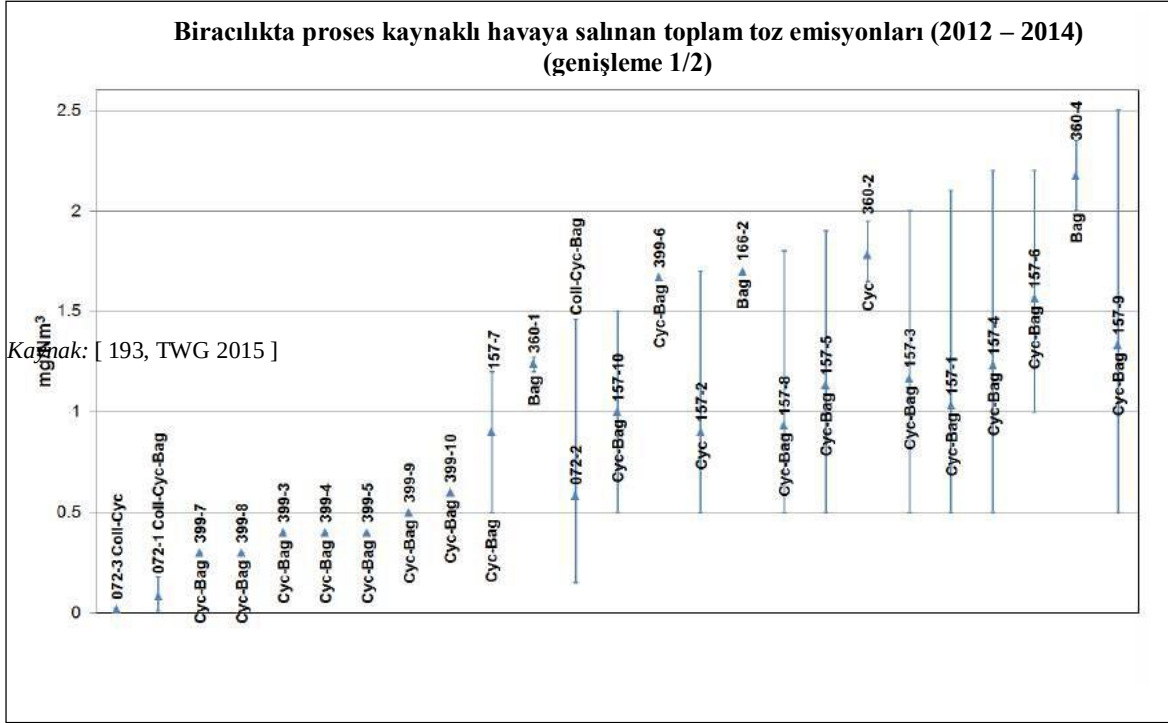
4.3.5 Havaya salınan emisyonlar

Enerji üretim proseslerinden havaya salınan emisyonların yanı sıra, ana potansiyel emisyon kaynağı, örneğin malt taneleri ve irmik gibi hammaddelerin alınmasından ve taşınmasından kaynaklanan tozdur. Soğutma işlemlerinden kaynaklanan amonyak kazara açığa çıkabilir. Şıra kaynatıldığında koku oluşabilir.

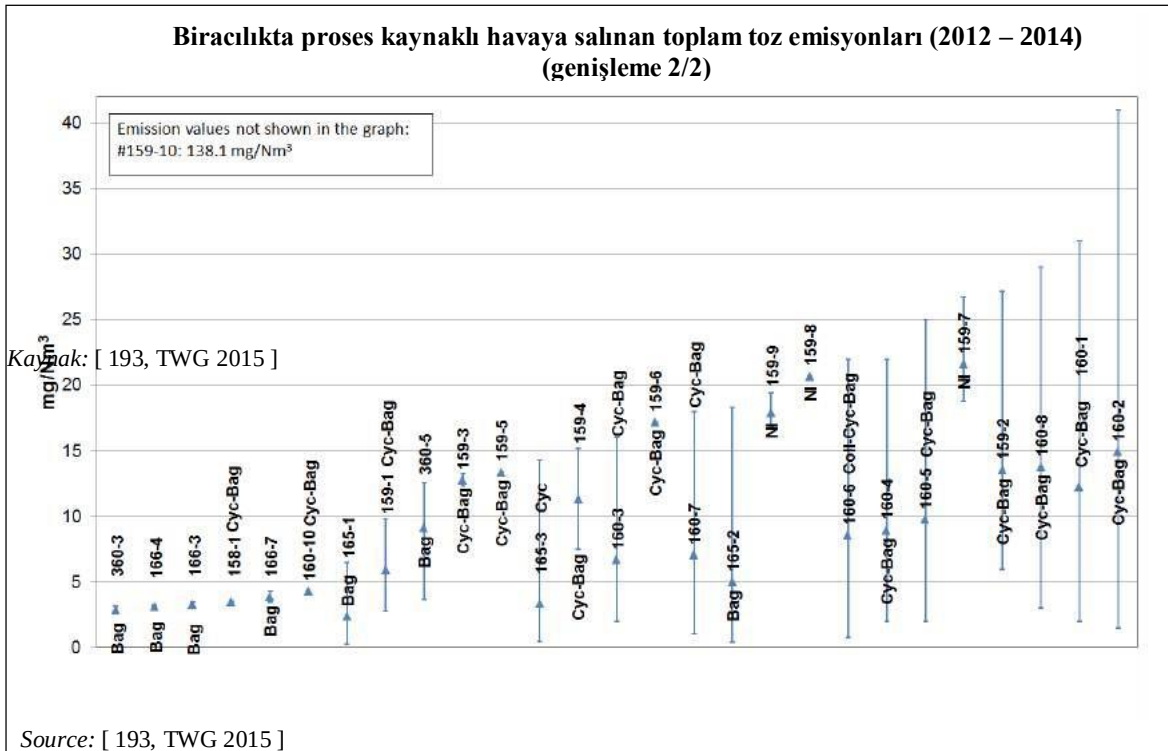
4.3.5.1 Toz emisyonları

Toz esas olarak hammadde alımı, nakliyesi ve işlenmesi sırasında oluşmaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlerden kaynaklanan toz emisyonu normalde siklonların ve torba filtrelerin entegrasyonu ile sınırlandırıldığından, emisyon genellikle tek bir serbest bırakma noktasından 100 g/saat 'in altında bir toz emisyon yükü ile çok sınırlıdır [193 , TWG 2015]. Buğday unu veya nişasta gibi bazı toz haline getirilmiş hammaddeler küçük partikül boyutuna sahiptir ve siklonlar ve torba filtreler tarafından daha az oranda tutulabilir.

Mayalanma işleminden kaynaklanan havaya salınan toz emisyonlarıyla ilgili olarak edinilen verilerin genel bir değerlendirmesi, Şekil 4.16 (düşük değerler) ve Şekil 4.17'de (yüksek değerler) gösterilmektedir. Uygulanan boru sonu azaltma teknikleri de belirtilmiştir.



Şekil 4.16: Mayalanma sürecinde havaya salınan toplam toz emisyonları (1/2)



Şekil 4.17: Mayalanma sürecinde havaya salınan verilen toplam toz emisyonları (2/2)

Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de kullanılan sembol ve kısaltmaların anlamları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te belirtilmiştir.

4.3.5.2

Koku

Koku emisyonlarının en büyük kaynağı, şıra kaynatılmasından elde edilen uçucu organik bileşiklerin buharlaşmasıdır. Şıra kazanlarından ısının geri kazanılması, buharın yaklaşık %95'ini yoğunlaştırarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu aynı zamanda koku emisyonlarını da azaltmaktadır; çünkü yoğunlaşabilen kokulu buharlar egzoz havasından ayrılmaktadır. Buhar emisyonları, her üretimin başında ve sonunda tipik olarak 3 ila 5 dakikalık kısa bir süre boyunca meydana gelmektedir [212 , The Brewers of Europe 2015 .].

Diğer koku kaynakları, atık su arıtımı, yan ürünlerin (fazla maya) ve yan ürünlerin (harcanmış kizelgur) depolanması ve işlenmesi, yağ depolama, bira mahzenlerinin ve paketleme hatlarının havalandırılması ve kazan dairesinden havaya salınan emisyonlardır.

4.4 MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

4.4.1 Enerji verimliliğini artırma teknikleri

4.4.1.1 Mayşe infüzyonu prosesi

Tanım

Mayşenin bir bölümünün kaynatılıp geri eklenmesi yerine mayşe infüzyonu işleminin uygulanmasıdır.

Teknik Açıklama

Öğütülmüş malt, ılık demleme suyuyla birlikte mayşe kazanına alınır. Bu mayşe 78 °C sıcaklığa kadar ısıtılır ve sürekli karıştırılır. Mayşe infüzyon işlemi tamamen mayşe kazanında gerçekleştirilir. Bu işlem, mayşenin kalın kısmının ayrıldığı ve özel bir mayşe kazanında kaynatıldığı, yani 100 °C'ye kadar ısıtıldığı kaynatma işleminin bir alternatifidir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Püre kaynatma işlemine kıyasla daha az hava kirliliği, örneğin koku ve daha düşük enerji tüketimi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Mayşe infüzyonu işleminde, mayşe kaynatmada gerektiği gibi mayşenin bir kısmının kaynatılması gerekmez. Bu durum %20 ile %50 arasında enerji tasarrufu sağlar.

Tablo 4.3, Almanya'da mayşe infüzyonu proselinin uygulandığı büyük bir bira fabrikasının bira imalathanesi bölümündeki enerji tüketimini göstermektedir.

Tablo 4.3: Büyük bir bira fabrikasının mayşe infüzyonu proselinin gerçekleştirildiği bira imalathanesindeki enerji tüketimi

İlgili birim	Elektrik enerjisi		Isı enerjisi			
	Toplam (kW)	Spesifik (kW/hl)	Toplam (10 ⁶ kW)	Spesifik (kW/hl)	Toplam (10 ⁶ MJ)	Spesifik (MJ/hl)
Bira imalathanesi şıra Hazırlama bölümü	675 500	0.84	8.2	10.2	29.52	36.6
Toplam tüketim	6 520 730	8.1	22.82	28.3	82.152	101.9
Kaynak: [192, COM 2006]						

Ek olarak, mayşe infüzyonu işleminin, kaynatma işleminden daha düşük koku emisyon seviyelerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Daha az ısı kullanılacaktır, bu da buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıtın yakılması gerektiği anlamına gelir. Bu, CO₂ ve diğer yanmayla ilişkili emisyonları azaltır .

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Mayşe infüzyonu, tam malt biralarının işlenmesinde uygulanabilir. Mayşe infüzyon yöntemi geleneksel olarak yüksek kaliteli malt gerektirir, ancak mevcut malt kaliteleri birçok bira türü için bir mayşe infüzyon işleminin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, mayşeleme işleminin türü elde edilecek biranın tadı ve aroması üzerinde bir etkiye sahiptir ve değişimi sınırlandırabilen bira tarifinin bir parçasıdır.

Ekonomik boyut

Mayşe kaynatma işlemine karşılaştırıldığında ek maliyet içermez.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Mayşe infüzyon işlemi, mayşe kaynatma işlemine kıyasla daha az ekipman gerektirdiği ve otomatikleştirilmesi daha kolay olduğu için daha düşük enerji tüketimi nedeniyle öncelikle uygulanan bir prosestir.

Örnek tesisler

Almanya'da büyük bir bira fabrikası bu yöntemi kullanmaktadır.

Referans literatür

[3, Brewers Europe 2018], [35, Almanya 2002], [72, Brewers Europe 2002],
[122, Brewers Europe 2004], [192, COM 2006]

4.4.1.2 Yüksek sıcaklıklarda mayşeleme**Tanım**

Tahılın mayşelenmesi, yaklaşık 60 °C'lik sıcaklıklarda gerçekleştirilir, bu da soğuk su kullanımını azaltır.

Teknik Açıklama

Tipik bir mayşeleme işlemi 37 °C veya 50–52 °C'de, 60–62 °C'ye ısıtma ve 78 °C'de ezme işlemiyle gerçekleşir. Ezme için kullanılan maltın kalitesinde bazı iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Bu iyileştirmelerin bir etkisi de, sıcaklığı örneğin 50 °C'de sabit tutma ihtiyacının azalması ve bazı bira fabrikalarının rutin olarak 60 °C'de mayşeleme yapabilmesidir. Enerji dengesi için sıra soğutmasından gelen daha büyük hacimlerde sıcak suyun daha küçük hacimlerde soğuk su ile karıştırılması gereklidir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azalması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Örneğin 50 °C yerine 60 °C'de ezerek elde edilen tam ısı enerjisi tasarrufu değişmekte olsa da çoğu bira fabrikasında daha yüksek bir ezme sıcaklığı, sıra soğutmasından gelen sıcak suyun 60 °C'de mayşe suyu üretmek yalnızca daha küçük hacimlerde karışımlarla karıştırılması gerektiği anlamına gelir.

Sıcak su, geri kazanılan ısıdan üretilir veya yanan yakıttan buhar kullanılarak üretilmelidir. Bu, uygun bir sıcak su dengesi sağlamak için çok önemlidir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, ürün için belirlenmiş olan teknik gereklilikler nedeniyle uygulanamayabilir; örneğin buğday biralarının daha düşük sıcaklıklarda (45 °C ila 55 °C) ezilmesi gerekir. Bira üreticileri, artan ezme sıcaklıklarında potansiyel risklere uygun hareket etmektedir. Ezme sırasında protein- ve beta-glukan'ın yetersiz bozunması en önemli risktir, ancak sürekli olarak yüksek kalitede malt beslemesi yapılarak, yani yeterli miktarda doğal enzim kullanarak bunun üstesinden gelmek mümkündür. Ayrıca kullanılan ek maddeler mayşeleme sıcaklığının seçiminde rol oynar.

Mahsulün kalitesi yıldan yıla değiştiğinden, yüksek kaliteli malt arzı kısıtlanabilir. Ayrıca, mayşenin pH'ını düşürmek için demleme suyunun 30–53 °C'de (fitaz) ezilmesi gerekebilir [98, TWG 2017]. Ezme sıcaklıkları bira tarifinin bir parçasıdır ve bu nedenle değişikliklerin kapsamı sınırlı olabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

İskandinav ülkelerindeki bazı bira fabrikaları [3, The Brewers of Europe 2018].

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [30, TWG 2018], [98, TWG 2017],
[169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

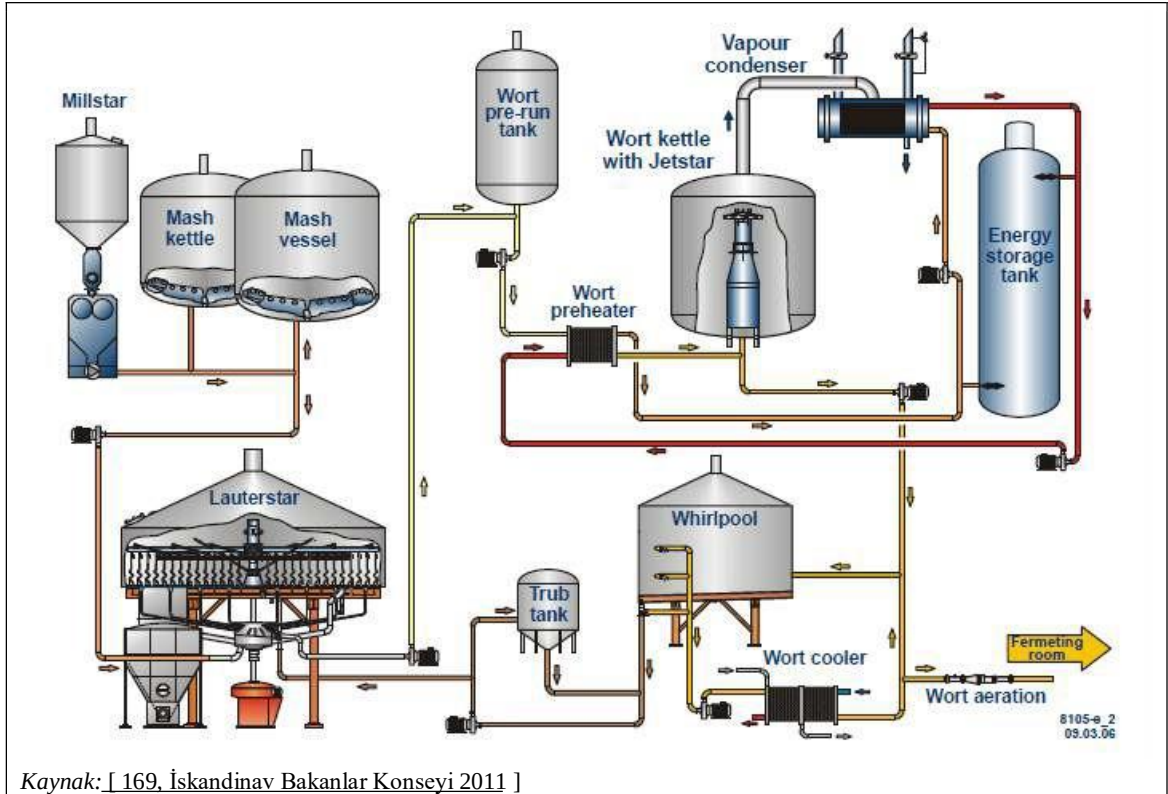
4.4.1.3 Isı geri kazanımlı sıra kaynatıcı buhar ünitesi

Tanım

Kaynayan şıra buharından ısının geri kazanılmasını içerir (ör: plakalı ısı eşanjörleri ile).

Teknik Açıklama

Kaynayan şıranın buharı yoğunlaştığında ısı üretebileceğinden, bu buhardan kaynaklanan ısıyı geri kazanmak için tasarlanmış enerji koruma sistemleri mevcuttur. Böyle bir buhar yoğunlaşma tesisinin bir örneği Şekilde 4.18’de gösterilmektedir.



Şekil 4.18: Buhar yoğunlaşmasından enerji geri kazanımı

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Isı enerjisi tüketiminin azaltılması. Koku emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bu tür buhar yoğunlaşma sistemleri, yoğunlaşma ısısının yaklaşık %75'ini geri kazanabilmektedir. Geri kalan yaklaşık %25'lik kısım, kaynayan buhar prosesi sırasında ve ısı yoluyla zaman zaman açık havaya bırakıldığında aktarımlar sırasında kaybolur.

Çapraz ortam etkileri

Bu yöntemle daha az ısı kullanılır ve bu da buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıtın yakılması gerektiği anlamına gelir. Bu sayede CO₂ ve diğer yanmayla ilişkili emisyonlar azaltılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik genel olarak uygulanabilir ve bira kalitesi üzerinde sınırlı etkiye sahiptir.

Ekonomik boyut

Bira fabrikasındaki enerji tasarrufu, toplam ısı tüketiminin yaklaşık %26'sı veya yaklaşık %13'üne karşılık gelmektedir [3, The Brewers of Europe 2018].

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve ilgili maliyetlerin azaltılması.

Örnek tesisler

İspanya'da en az bir örnek fabrika ve Almanya'da birkaç fabrika [3, The Brewers of Europe 2018].

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.1.4 Yüksek yerçekimli mayalanmanın derecesinin artırılması**Tanım**

Hacmi azaltan ve böylece enerji tasarrufu sağlayan konsantre şıra üretimi.

Teknik Açıklama

Nihai biranın orijinal ağırlığına karşılık gelenden daha güçlü bir şıra üretmek, şıranın fermantasyondan önce veya çoğunlukla da sonra, karbonatlı ve havası alınmış su ile istenen ekstrakt içeriğine seyreltilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu işleme yüksek yerçekimli mayalanma (HGB) denir.

Bira fabrikaları %20-30 oranında HGB uygulayabilmektedir. Bu, %10 Plato'luk bitmiş bir pilsenin %12-13'lük orijinal yerçekiminde mayalanabileceği anlamına gelmektedir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

HGB derecesindeki bir artış, bununla orantılı olarak ısıtma enerjisi tasarrufu sağlar. Örneğin HGB derecesinde %25'lik bir artış, şıra kazanında %25'lik ısı enerjisi tasarrufu ve fermantasyonda %25'lik bir soğutma enerjisi tasarrufu sağlar.

Çapraz ortam etkileri

Bu yöntemle daha az ısı kullanılacak olup bu da buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıtın yakılması gerektiği anlamına gelir. Böylece CO₂ ve diğer yanmayla ilişkili emisyonlar azaltılmış olur.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, ürün özellikleri nedeniyle uygulanabilir olmayabilir. Yüksek ağırlıkta demlemenin dezavantajları, daha düşük bir köpük stabilitesi ve maya üzerinde çeşitli stres etkileridir. Mayanın farklı davranışı, bira tadıyla ilgili sorunlara neden olabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

HGB, daha az fermentöre ihtiyaç duyulduğundan kapasiteyi arttırmada kullanılan hızlı bir yöntem sağlar. Kaynatılacak daha küçük şıra hacmi ve soğutulacak daha küçük fermente bira hacmi nedeniyle tasarruf sağlanacaktır.

Örnek tesisler

İspanya'daki çeşitli tesisler.

Gıda, İçecek ve Süt Sanayi

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.1.5 CO₂ geri kazanım ünitesi entegre enerji sistemi**Tanım**

CO₂ geri kazanım ünitesinde ısıtma ve soğutma işlemlerinden gelen enerji alışverişini sağlayan entegre enerji sistemidir.

Teknik Açıklama

Bu tekniğin ilk opsiyonunda, bir buharlaştırma ünitesi, bira fabrikasının başka bir yerindeki kullanım noktalarında glikol buharlaştırma ünitelerinden dönen nispeten sıcak glikolü soğutan CO₂'nin buharlaşmasından kaynaklanan soğutma enerjisini yakalamaktadır. Bu seçenek, klasik CO₂ geri kazanım ünitelerinde normalde kaybolacak olan buharlaşmadan kaynaklı soğutma enerjisini yeniden kullanma yeteneğine sahiptir.

Bu tekniğin ikinci opsiyonu ise NH₃ soğutma sistemi (CO₂ -NH₃) ile birlikte çalışabilmektedir. Geri kazanım sisteminden gelen ısı, bira fabrikasının NH₃ soğutma sistemi tarafından soğutulur. Bu şekilde iki enerji akışı birbirine bağlanır: CO₂ gazını sıvılaştırırken açığa çıkan ısı ve sıvı CO₂'yi buharlaştırırken alınan ısı. Bu sistem aynı anda gelen CO₂ gazının (fermentörlerden) sıvılaştırılmasını ve (depolama tanklarından gelen) sıvı CO₂'nin buharlaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Soğutmada enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tasarruf edilen toplam enerji miktarı buharlaşan 1.000 kg CO₂ başına yaklaşık 85 kW's'dir.

Çapraz ortam etkileri

Bir ara soğutma ortamının (glikol) kullanılması durumunda, ısı eşanjörünü çalıştırmak için enerji harcanmaktadır (tasarrufa kıyasla < %1 fazladan elektrik tüketimi).

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

CO₂ geri kazanım ünitesi, enerji optimizasyonuna yönelik modifikasyonu gerçekleştirmek için önemli ölçüde yeniden mühendislik ve yatırıma ihtiyaç duymaktadır. Bu teknik, bira fabrikasında kullanılmasından önce CO₂'yi sıvılaştırmayan bira fabrikaları uygulanamayabilir. Ayrıca, buharlaştırılmış CO₂'den üretilen soğutma enerjisi, bira fabrikasının başka bir yerinde kullanılabilir olmalıdır (birinci seçenek). Bu teknoloji, yaklaşık 500 kg CO₂/sa. işleyebilen ve çalıştırabilen bira fabrikalarında sürekli olarak uygulanabilir. Bu da 5.000 saat/yıllık bir kapasiteye karşılık gelmektedir [3, The Brewers of Europe 2018].

Ekonomik boyut

Elektrik enerjisi ve bakım maliyetleri nispeten düşüktür. 30.000 Avroluk bir kurulum maliyeti ve 11 aylık bir geri ödeme süresi bildirilmiştir [169, Nordic Council of Ministers 2011].

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve ilgili maliyetlerin azaltılması.

Örnek tesisler

İspanya'daki çeşitli tesisler.

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.1.6 Şıra kaynatma sırasında buharlaşma hızının azaltılması

Tanım

Buharlaşma hızı saatte %10'dan yaklaşık %4'e düşürülebilir (ör: iki fazlı kaynatma sistemleri, dinamik düşük basınçlı kaynatma).

Teknik Açıklama

Çoğu bira fabrikasında buharlaşma oranları kademeli olarak saatte %10'dan saatte %6-7'ye düşmüştür. Bira fabrikalarında yapılan son testler, gerekli buharlaşma hızının muhtemelen daha düşük olduğunu göstermiştir ve bazı bira fabrikaları %4'lük bir buharlaşma hızının yeterli olduğunu belgelemiştir. Bira üreticileri, düşük buharlaşma hızlarından kaynaklı olası kalite risklerini sık aralıklarla izlemektedir. Şırada istenmeyen kükürt bileşenleri olması ve bulanık bitmiş bira, iyi bilinen risklerden ikisidir. Buharlaşma hızı düşürülerek, termal enerjiden orantılı olarak tasarruf edilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Azalan buharlaşma hızı, ısı enerjisinin orantılı tasarrufuna yol açacaktır. Buharlaşma oranı %10'dan %6'ya düşürülürse, %40 ısı enerjisi tasarrufu beklenir. Bira fabrikası buharlaşma oranını %6'dan %4'e düşürmek istiyorsa, her demleme için buharlaşma oranını +/- %0,3 kontrol edebilmelidir ve diğer yandan %6 buharlaşma hızında bu marj +/- %0,6 olabilir.

Çapraz ortam etkileri

Daha az ısı kullanılacaktır ve bu da buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıtın yakılması gerektiği anlamına gelir. Bu sayede CO₂ ve diğer yanmayla ilişkili emisyonlar azaltılır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, ürün özellikleri nedeniyle uygulanabilir olmayabilir. Maltın buharlaştırılması, diğerleri meyanında, düşük buharlaşma oranını sınırlayabilen DMS gibi istenmeyen tatları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve ilgili maliyetlerin azaltılması.

Örnek tesisler

İspanya'da çeşitli tesisler.

Referans literatür

[169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.1.7 Fermantasyon tankındaki karıştırıcı

Tanım

Fermantasyon tanklarında cebri karıştırmanın uygulanmasıdır.

Teknik Açıklama

Döner jet karıştırıcıların kullanılmasıyla fermantasyon tanklarında cebri karıştırmanın uygulanması, işleme ve soğutma süresini azaltmaktadır. Fermantasyon kapasitesi bu sayede arttırılmakta ve işletme maliyetlerinde bir azalma sağlanmaktadır.

Sistem, fermantasyon tankında daha iyi bir karıştırmayı kesin olarak sağlayan bir döner jet karıştırıcı ve bir devridaim pompasından oluşmaktadır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Daha kısa çalışma süresi, tank yalıtımı yoluyla daha az ısı girişi nedeniyle soğutma enerjisi talebini azaltır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Döner jet mikser sisteminin bir ısı eşanjörü aracılığıyla harici soğutma ile kombine edilmesi, fermantasyon tankının yeniden tasarlanmasını ve tankta soğutma bölgelerinin önlenmesini mümkün kılmaktadır. Fermantasyon tankı iyi yalıtılmalıdır. İşleme ve soğutma süreleri %30'a kadar azaltılabilir.

Tek başına döner jet mikser sistemi kullanılıyorsa, soğutma enerjisinde herhangi bir değişiklik beklenmez. Daha yüksek bir alkol verimi elde edilebilir; ancak bu, biranın tadını ve kıvamını etkiler (daha az şeker).

Çapraz ortam etkileri

Döner jet karıştırıcıyı bir pompa ile çalıştırmak için fazladan elektrik tüketimi gerekli olup buna bağlı ısı girdisi de fazladan soğutma ile telafi edilmelidir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik boyut

2 milyon hl/yıllık bir bira fabrikası için jet mikser teknolojisini uygulamak, yeni fermenterlerin kurulum maliyetinin %30'undan daha az bir yatırım gerektirmekte olup bu da 2 milyon Avrodan fazla bir tasarrufa karşılık gelmektedir. Kombine karıştırıcı ve harici soğutma sisteminin kullanılması, soğutma enerjisi, işlem süresi maliyetlerinden tasarruf sağlayacak ve fermantasyon tanklarını çok daha ucuz hale getirecektir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Artan verim ve olası maliyet tasarrufu.

Örnek tesisler

Danimarka ve Birleşik Krallıkta uygulanmaktadır [3, The Brewers of Europe 2018].

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.2 Su tüketimini azaltma teknikleri

Ayrıca bkz. Bölüm 2.3.3.1.1.

4.4.2.1 Şıra soğutmada kullanılan gelen sıcak suyun değerlendirilmesi**Tanım**

Şıra soğutmasından geri kazanılan sıcak su, yalıtımlı su tanklarında depolanır ve çeşitli işlemler için kullanılır; örneğin üretimde, temizlik işlemlerinde, demleme kazanlarının yıkanması veya oda ısıtmasında.

Teknik Açıklama

Sıcak su normalde, şıranın 100 °C'de fermantasyon sıcaklığından yaklaşık 10 °C'ye kadar soğutulması sırasında bir ısı eşanjöründe üretilir. Sıcak su, yalıtımlı su tanklarında depolanır ve çeşitli işlemler için kullanılır; üretimde kullanım, temizlik işlemleri, demleme kazanlarının yıkanması veya oda ısıtma için kullanımı örnek olarak verilebilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması. Azaltılmış su tüketimi ve işlemin sıcak su dengesinde iyileşme.

Çevresel performans ve işletim verileri

Sadece mayşeleme için sıcak su kullanılması durumunda, fazla sıcak su olacağı ve sıcak su deposundan taşma ile sonuçlanacağı bildirilmiştir. Bu taşma nedeniyle büyük miktarda su ve enerji kaybedilebilecektir. Sıcak su sistemini optimize etmek amacıyla tüm bira fabrikası için bir sıcak su dengesi yapılabilir. Sıcak suyun ne zaman, nerede ve ne kadar kullanıldığı dikkatle araştırılmalıdır. Bunun için yapılacak olan araştırma ayrıca CIP, sterilizasyon ve şişe temizleme gibi işlevler için buharla ısıtılan soğuk su yerine sıcak su kullanmanın mümkün olup olmadığını da ortaya çıkarmalıdır. Bira fabrikasında bir hafta sonu molasından sonra bira fabrikasının buhardan sıcak su üretmesini önlemek için sıcak su deposunun doğru şekilde boyutlandırılması da önem taşır.

Çapraz ortam etkileri

Daha az ısı kullanılacaktır, bu da buhar veya sıcak su üretmek için daha az yakıtın yakılması gerektiği anlamına gelir. Bu yöntem, CO₂ ve diğer yanmayla ilişkili emisyonları azaltmaktadır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Tüm bira fabrikalarında uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji tasarrufu ve ilgili maliyetlerin azaltılması.

Örnek tesisler

Birçok bira fabrikası bu tekniği uygulamaktadır.

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [72, Brewers Europe 2002], [122, Brewers Europe 2004]

4.4.2.2 Lauter (süzme) tankından çıkan atık suyun yeniden kullanılması

Tanım

Atık suyun mayşeleme işlemi için proses suyu olarak yeniden kullanılmasıdır.

Teknik Açıklama

Mayşe ayırma işleminin sonunda, artık seyreltik mayşelerin kabul edilebilir bir bira tanecığı nem düzeyine ulaşılan kadar süzülmesine olanak sağlar. Tahılların boşaltılmasından sonra, suni zeminin altında biriken topaklar, sıcak su alt plaka basınçlı temizliği ile uzaklaştırılır ve asma zemin yarıkları, üstten sıcak su ile durulama ile engellenmeden tutulur. Bu seyreltik şıralar TAKM, lipidler ve polifenoller bakımından zengindir ve geleneksel olarak prosesin yeniden kullanımı için kabul edilemez olarak değerlendirilmektedir ve nihai olarak AAT'ye gönderilir. Su, enerji ve ekstrapasından bir kayıp söz konusudur.

Atık suyun ezme işlemi için proses suyu olarak yeniden kullanılmasını sağlamak için, zayıf şıralardan çok ince kolloidal boyutlu partiküllerin uzaklaştırılması gereklidir. Bu, santrifüjleme veya iki aşamalı filtreleme, yani kaba filtreleme ve ardından ultrafiltrasyon yoluyla gerçekleştirilebilir. Kaba filtrasyon aşamasından sonra atık su çapraz akışlı bir membranla şileme tabi tutulur.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Su tasarrufu ve atık sudaki TSS ve KOİ seviyelerinin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Lauter tankından çıkan atık su, bir bira fabrikasının toplam atık suyuna önemli bir katkıda bulunur. Lauter tankına ait atık suyunun kirletici yükü bazı faktörlere bağlıdır. Su dengesi açısından, harcanan tahıl nem içeriği ne kadar düşükse, atık su hacmi o kadar büyük olur. Seyreltilmiş şıra drenlerinin hacmini daha da azaltmak fayda sağlar, ancak hava sürüklememesine veya şıra toplama süresinin uzatılmamasına özen gösterilmesi gerekir. Ayrıca, mayşe toplama işleminin tamamlanmasından sonra kalan seyreltik mayşelerin su ısıtıcısına boşaltılmasını hızlandırmak için yatağın boşaltılması sırasında derin yatak tırmıklamasının uygulanması yaygın bir uygulamadır. Bu teknik ne kadar agresif bir şekilde kullanılırsa, atık suya o kadar çok ince madde geçer. Tahliyeden sonra daha yüksek düzeyde tutulan kullanılmış tahıllar, kaçınılmaz olarak, sahte zemin plakasında daha fazla ince partikülün/KOİ'nin sıkışmasına ve alt

plaka basınçlı temizleme ile çıkarılmasına ve atıklara gitmesine neden olur.

Birleşik Krallıktaki örnek bira fabrikası, atık suyun geri kalanından ayrı olarak, yüksek oranda kirlenmiş belirli bir atık su akışını kontrol altına alabilmek için pilot bir tesis geliştirmiştir. Lauter tankı, Tablo 4.4'te gösterildiği gibi, bira fabrikasının toplam atık su yükünün yaklaşık %20'sini üretmektedir.

Tablo 4.4: Bira fabrikasındaki atık su özellikleri

Parametre	Derişim		Lauter tankının toplam yüke katkısı (%)
	Bira fabrikasının toplam atık suyu (mg/l)	Lauter tankı atık suyu (mg/l)	
AKM	800	6 540	27
MORİNA	2000	13 100	22
Kaynak : [61, Birleşik Krallık 2002]			

Ultrafiltrasyona başlanmadan önce, 100 µ'den büyük iri partiküllerin uzaklaştırılması gereklidir. Askıdaki katı maddelerin toplam %70'i kolayca çökebilir ve kaba filtrasyon ile uzaklaştırılmaları mümkündür.

Kaba filtrasyon aşamasından sonra atık su, çapraz akışlı bir membran işlemine tabi tutulur. Çapraz akışlı membran filtre, TSS'nin %99'unu ve KOİ'nin %53'ünü koruyarak beş kat konsantrasyon etkisine olanak verir.

UF sonrası permeat, askıda katı maddelerde %99, polifenollerde %45 ve lipidlerde %99 azalmaya uğramıştır. Bunun, proste sıcak ezme suyu için 1 ila 3 ikame olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Kirlilik yükündeki azalma Tablo 4.5'te genel hatlarıyla gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Lauter tankındaki atık su arıtıldığında elde edilen kirlilik azalma sonuçları

	Lauter tankı atık suyu	30 µ filtre atık su	Ultrafiltrasyon 100 nm	
			Permeate	Konsantre madde
Hacim (m ³)	13	13	10.5	2.5
Toplam katı madde (mg/l)	6 540	3 110	38	16 010
KOİ (mg/l)	13 100	13 100	7 623	36 104
Kaynak : [61, Birleşik Krallık 2002]				

Çapraz ortam etkileri

Filtre pompalarını, çapraz akışlı membran sistemini ve ultrafiltrasyonu çalıştırmak için fazladan elektrik tüketimi gerekir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bilgi mevcut değildir.

Ekonomik boyut

Birleşik Krallıkta çoğu bira fabrikasının atık sularını arıtmak için bir Atıksu Atırma Tesisine (AAT) boşalttığı bildirilmiştir. Bir su şirketi olan AAT bu hizmet için ücret almaktadır. Lauter tankında uygulanan işlemin toplam maliyetinin yaklaşık 97 GBP/demleme olduğu tahmin edilmiştir. Yılda 3.000 demleme yaptığını varsayarsak, bu yılda yaklaşık 291.000 GBP tutarına karşılık gelmektedir.

Atıksu Arıtma Tesisine azaltılmış KOİ yüklemesi, atık su maliyetini yaklaşık 13 GBP/demleme oranında azaltır. Mayışeleme suyu olarak kullanılan sızıntı suyu, yalnızca uygun bir bira fabrikası sıcak likör dengesi ile elde edilen sıcak su tasarrufu sağlar. Bu durumda, geri kazanılan sıcak su hala su takviyesi gerektirecektir. Tahmini toplam tasarruf, yaklaşık 59 GBP /demleme veya yaklaşık 176 000 GBP/yıl olarak gerçekleşmiştir. Yıllık işletme maliyetlerinin yaklaşık 28.000 GBP olduğu tahmin olarak değerlendirilmiştir ve bu nedenle de net tasarrufun yaklaşık 50.000 GBP olduğu tahmin edilmiştir. Kurulum maliyeti yaklaşık 300.000 GBP olarak gerçekleşmiştir ve dolayısıyla da geri ödeme süresinin 2 yıl olduğu tahmin edilmektedir. UF konsantresi, atıksu arıtma tesisine gönderilmek yerine normal bira üreticilerinin tahılları ile karıştırılırsa, yıllık 50.000 GBP'lik ek bir tasarruf gerçekleştirilecektir.

Böyle bir kurulumun maliyeti, lauter tankının boyutuna, akış hızlarına, tampon tank gereksinimlerine, katı madde bertaraf rotasına ve otomasyon derecesine bağlı olarak bira fabrikaları arasında önemli ölçüde değişecektir. Bu ekonomik verilerin elde edildiği pilot çalışmada, bu teknik bira fabrikasının otomatik kontrol sistemine entegre edilmemiştir ve CIP sistemine bağlanmamıştır. Bu faktörlerin ekonomik değerlendirmeyi değiştirebilecek olmasına rağmen, lauter tankı atık su arıtma sisteminin uygulanmasının 1-2 yıl gibi çekici bir finansal geri ödeme süresine sahip olacağı bildirilmektedir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Atık su arıtma tesisinde su tasarrufu ve yükün azaltılması.

Örnek tesisler

İngiltere'de bir bira fabrikası.

Referans literatür

[61, Birleşik Krallık 2002]

4.4.2.3 Pastörizasyonun suyunun yeniden kullanılması

Tanım

Pastörizatörlerden çıkan taşma sularının yeniden kullanımı.

Teknik Açıklama

Su tüketimini azaltmak için pastörizatörlerden gelen taşma suları paslanmaz çelik tanklarda toplanır. Toplanan su bir soğutma kulesine gönderilir ve örneğin korozyon önleyiciler ve biyositler ile dozlandıktan sonra pastörizatöre geri gönderilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Su ve kimyasal tüketiminin azaltılması. Atıksu hacminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Örnek bir bira şişeleme tesisinde, pastörizatörler yaklaşık 7.000 m³/haftalık toplam su tüketiminin %51'inden sorumlu olmuştur. Pastörizatörler rejeneratif akışlar için tasarlanmış olsa da, drene taşan soğutma suyu için sürekli bir talep mevcuttur. Yaklaşık 10 m³/sa'lık bir ortalama akış ve yaklaşık 60 m³/sa'lık tepe noktaları ölçülmüştür. AAT'ye giden bu sabit akış, korozyon önleyicilerin ve biyositlerin kaybına neden olmuştur. Ayrıca, soğutma kulelerinde, tamamlama suyu gerektiren yaklaşık %5'lik buharlaşma kayıpları yaşanmıştır. Binanın çatısına pastörizatörlerden su geri kazanım ünitesi takıldıktan sonra toplam su tüketimi saha toplamının %17'sine düşürülmüştür. Su ve atık sularda %80, kimyasallarda %23 tasarruf sağlanmıştır.

Bu örnek kurulumda, şişeleme ve konserve sistemleri ayrı tutulmaktadır; çünkü pastörizatördeki şişe kırılması, örneğin bira gibi bir ürünün pastörizatör suyunda sık sık birikmesine neden olabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Muhtemel lejyoner hastalığı gelişimi, korozyon veya kireç oluşumu.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu sistem pastörizatörler ve vakum pompaları için kullanılabilir.

Ekonomik boyut

Bölüm 4

Örnek bir paketleme tesisinde, yaklaşık 0,8 EUR/m³'lük tamamlama suyu maliyetleri ve buna ek olarak atıksu arıtma tesisine 1,1 AVRO/m³'lük sabit bir akış elde edilmiştir. Bu, dört pastörizatörün her biri için saatte 7,2-43.2 AVRO'nun boşa gitmesi anlamına gelmektedir. Sermaye maliyetleri, yaklaşık 15 aylık bir geri ödeme süresi ile 162 000 Avro olarak gerçekleşmiştir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Su tasarrufu, atık su hacminin azaltılması ve buna bağlı maliyet azalması.

Örnek tesisler

İngiltere'de bir paketleme tesisi.

Referans literatür

[8, İngiltere ve Galler Çevre Ajansı 2000], [57, İngiltere Çevre Ajansı ve Galler 2002]

4.4.3 Atık azaltma teknikleri

4.4.3.1 Fermantasyon sonrası mayanın geri kazanılması ve (yeniden) kullanılması

Ayrıca bkz. Bölüm 2.3.5.2 .

Tanım

Fermentasyondan sonra, maya toplanarak fermentasyon prosesinde kısmen yeniden kullanılabilir ve/veya örneğin hayvan yemi olarak, ilaç endüstrisinde, bir gıda bileşeni olarak veya anaerobik atık su arıtma tesisinde biyogaz üretimi gibi birçok amaç için kullanılabilir.

Teknik Açıklama

Fermentasyondan sonra maya ayrılır ve tanklarda depolanır ve örneğin bir hayvan yemi olarak kullanılmadığı sürece (bkz. Bölüm 2.3.5.2), fermentasyon prosesinde yeniden kullanılır, farmasötik amaçlar için kullanılır veya tatlandırıcı olarak kullanılır veya biyogaz üretimi için anaerobik AAT'lere gönderilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Atıksu kirliliğinin azaltılması. Atık azaltma, örneğin hayvan yemi olarak kullanıldığında.

Çevresel performans ve işletim verileri

Çok yüksek KOİ seviyesi ve organik asit oluşturma eğilimi nedeniyle bira mayasının AAT'ye deşarj edilmesi durumunda atıksuyun kirlilik yükünün önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bira mayası, fermentasyon sürecinden (canlı maya) geri kazanıldığı şekliyle yeniden kullanılabilir; ancak, bununla birlikte, soğutma enerjisi harcanarak bozulmanın önlenmesi için mayanın serin tutulması gerekir. Raf ömrü, termal veya kimyasal olarak muamele edilerek arttırılabilir. Bira mayasının kurutulması önemli miktarda buhar gerektirir. Hayvan yemi için propiyonik asit gibi bir koruyucu eklenebilir [3, The Brewers of Europe 2018].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bira fabrikalarında, içki fabrikalarında, etanol üretiminde ve şarap imalathanelerinde uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Atıksuyun arıtılması için ödenen ücretlerin azaltılması. Maya işlemi olmadığında düşük maliyetler ve olası yüksek geri ödeme gereklidir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Ürün kaybında azalma. Yüksek atıksu arıtma ücretlerinden kaçınmak.

Örnek tesisler

Bira fabrikalarında ve etanol üretiminde kullanılır.

Referans literatür

[3, The Brewers of Europe 2018], [1, CIAA 2002], [7, İngiltere Çevre Ajansı ve Galler 2000], [11, Envirowise (UK) 1998]

4.4.3.2 Doğal filtre malzemesinin geri kazanılması ve (yeniden) kullanılması

Tanım

Kimyasal, enzimatik veya ısıtılardan sonra, doğal filtre malzemesi (ör: diatomlu toprak) filtrasyon işleminde kısmen yeniden kullanılabilir. Doğal filtre malzemesi, örneğin bir kir geliştirici olarak da kullanılabilir.

Teknik Açıklama

Kalan mayayı ve çözünmeyen bulanık partikülleri çıkarmak için şişelemeden önce bira süzme işlemi gerçekleştirilir. Filtrasyon, örneğin bentonit, perlit ve diatomlu toprak gibi doğal minerallerle gerçekleştirilebilir. Filtre malzemesi AAT'ye akmasını önlemek için toplanabilir. Kullanılmış filtre malzemesi, su içeriğini azaltmak, nakliye maliyetlerini düşürmek ve organiklerin bozulmasından kaynaklanan kokuları önlemek için preslenerek yeniden kullanıma hazır hale getirilebilir.

Gerçekleştirilen çevresel fayda

Atık azaltma.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bira, bira fabrikasında şişelenmeden önce diatom filtreleri kullanılarak filtrelenir: 7 milyon hl/yıl üretim kapasitesi için yaklaşık 4.000 ton diatom/yıl gereklidir [170, COM 2015].

Diyatomlu toprağın (kieselguhr) dehidre edilebileceği ve daha sonra bir reaktöre aktarılabilmesi ve burada hassas bir biçimde kuruyarak bir sıcak hava akımı içinde alev çıkarmaksızın yandığı bildirilmektedir. Reaktörden çıkan egzoz gazının arıtılması gereklidir. Bu işlemde sonra diatomlu toprak filtrasyon amacıyla tamamen yeniden kullanılabilir. Diatomlu toprak birçok kez geri dönüştürülebildiğinden, filtrasyon ve bertaraf maliyetlerinde azalma sağlanır. Nihai bertaraf genellikle toprak ıslah ve gübreleme şeklindedir [193, TWG 2015]. Harcanan kizelgur ayrıca çimento ve tuğla imalatında da kullanılabilir [3, The Brewers of Europe 2018].

Gözenekleri yeniden açmak için organik maddeyi ve askıdaki katı maddeleri uzaklaştırmak amacıyla kimyasal arıtma veya kalsinasyon gibi birçok diğer filtre geri kazanım teknolojisi geliştirilmiştir. Ancak, bu tür prosedürler materyali tamamen yenileyememektedir [41, Rocha dos Santos Mathias ve arkadaşları. 2014].

Çapraz ortam etkileri

Filtre malzemesinin hızlı bozulması nedeniyle filtre malzemesini ve ilgili koku emisyonlarını geri kazanmak için enerji harcanması [30, TWG 2018].

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

İçecek üretim tesislerinde uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Ürün kayıplarının azaltılması ve kullanılmış filtre malzemesinin çöpe atılmasından kaynaklı maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

Almanya'daki bazı bira fabrikaları [3, The Brewers of Europe 2018].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [3, The Brewers of Europe 2018], [30, TWG 2018], [41, Rocha dos Santos Mathias et al. 2014], [71, AWARENET 2002], [110, CIAA 2003], [158, Almanya 2005], [170, COM 2015], [193, TWG 2015]

4.4.3.3 Biyoetanol besleme stoku için artık bira mayasının, tank dibi kalıntı birasının ve alkolsüz içeceklerin kullanılması

Tanım

Artık bira mayası, dip birası ve meşrubat gibi artıkları biyoetanol, hayvan yemi ve CO₂'ye dönüştürebilen alternatif bir bertaraf yöntemi.

Teknik Açıklama

Biyoatık ürünlerin çoğu (bira tahılları ve mayası) halihazırda hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Şeker sıvıları ve alkol içeren bira atık fraksiyonları normal olarak AAT'ye gönderilerek bertaraf edilmektedir.

Bu teknik, fazla mayayı, dip birasını ve alkolsüz içecekleri biyoetanole, hayvan yemine ve CO₂'ye dönüştürebilmektedir. Entegre bir biyoetanol tesisi, fermentasyonu ve CO₂'yi artırmak için bira fabrikası atıklarını tamamlamak amacıyla fırınların ve süpermarketlerin fırın biyoatıklarını da kullanabilir.

Bu yeni teknoloji, maya ve dinlenme birasındaki alkolü buharlaştırmaktadır. Alkolsüz atık akışları, yerel fırın ve süpermarket fırın atıkları ile birlikte fermente edilir. Fermentasyon sürecinden elde edilen CO₂, meşrubat üretiminde kullanılmaktadır. Sıvı hayvan yemi, yerel çiftliklere satılan bir yan ürün olarak üretilmektedir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Etkin yan ürün yönetimi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Artık maya buharlaştırılmakta ve alkol mayadan ayrılmaktadır. Kalan kısım ise yerel çiftliklere sıvı hayvan yemi olarak satılmaktadır. Alkolsüz içecek üretiminden gelen kalan bira ve sıvı atıklar da aynı şekilde işlenebilir. Burada şekerler sürekli fermentasyon işlemiyle etanole fermente edilir. Tipik olarak, kalan bira buharlaştırılır ve alkolsüz atık sıvılar ekmekle karıştırılır. Bu teknik, etanol tesisinde tatlı su tüketiminden tasarruf sağlar. Karbondioksit, yeniden kullanılan fermentasyon işlemi sırasında tutulmaktadır.

İlgili birimde gıda işleme endüstrisinden çıkan biyoatık ve yan ürünler, %85 etanole dönüştürülür. Etanol daha sonra merkezi dehidrasyon ünitesine taşınır ve burada kalan su membran teknolojisi ile buharlaştırılır. Alkol %99,8 oranına ulaştığında herhangi bir ek işlem gerekmeksizin benzinle karıştırılmaya hazır hale gelir.

Çapraz ortam etkileri

Etanolün buharlaşması için enerji tüketiminde olası artış.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Biyoetanol üretimini verimli ve uygun maliyetli hale getirmek için yeterli miktarda biyoatık ürün mevcut olmalıdır.

Ekonomik boyut

Bira fabrikasının başlıca ekonomik avantajı, etanol üretme, fermentasyondan CO₂ toplama ve böylece satın alınan CO₂ miktarını azaltma olasılığıdır.

Örnek tesisler

Finlandiya'da en az bir tesis.

Referans literatür

[169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

4.4.4 Havaya salınan emisyonları azaltma teknikleri

4.4.4.1 Mayalama prosesinden kaynaklanan toz emisyonlarını azaltma teknikleri

4.4.4.1.1 Torba filtre

Bu tekniğe ilişkin genel bilgiler Bölüm 2.3.7.2.2'de verilmiştir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Torba filtreler, bira fabrikalarında son bir azaltma tekniği olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır, ancak çoğu durumda öncesinde bir siklon adımı vardır.

Tablo 4.6 , mayalama işlemlerinden havaya salınan emisyonları azaltmak için torba filtrelerin uygulanmasıyla ilgili bazı tesisatlara özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 4.6: Torba filtrede işlemiden geçirildikten sonra mayalama prosesinden havaya salınan toz emisyonları (kuru bazda)

Tesis kimliği-salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
072-1	0.18	NI	EN 13284-1	NI	Silolara hammadde aktarımı Öncesinde siklon adımı
399-7	0.30	NI	EN 13284-1	Her üç yılda bir	Titreşimli hammaddenin elekleri Öncesinde siklon adımı
360-1	1.20	21.00	EN 13284-1	Yıllık	Bira fabrikasına ek aktarma
157-7	1.20	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Bira fabrikası ek aktarma Öncesinde siklon adımı
158-3	<1.39	20.90	EN 13284-1	Her üç yılda bir	Öğütme işlemi Öncesinde siklon adımı
157-10	1.50	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Bira fabrikasına ek aktarma Öncesinde siklon adımı
399-6	1.67	NI	EN 13284-1	Her üç yılda bir	Bira fabrikasına ek aktarma Öncesinde siklon adımı
166-2	1.70	20.90	EN 13284-1	Her beş yılda bir	Malt alımı
157-8	1.80	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Tane temizleme Öncesinde siklon adımı
157-5	1.90	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Tahıl aktarımı Öncesinde siklon adımı
360-4	2.00	21.00	EN 13284-1	Yıllık	Silolardan bira fabrikasına malt taşıma sistemi
157-3	2.00	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Bira fabrikasına ek aktarma Öncesinde siklon adımı
157-1	2.10	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Bira fabrikasına ek aktarma Öncesinde siklon adımı
157-6	2.20	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Malt aktarma Öncesinde siklon adımı
160-5	2.34	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Tane temizleme Öncesinde siklon adımı”
166-4	3.20	20.90	EN 13284-1	Bienal	Malt öğütme ve bira fabrikasına aktarma
158-2	3.54	20.90	EN 13284-1	Her üç yılda bir	Tane temizleme Öncesinde siklon adımı
165-1	3.90	20.90	EN 13284-1	Yılda iki kez	Malt deşarjı
160-10	4.34	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Malt aktarma Öncesinde siklon adımı
160-8	9.38	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Öğütme işlemi Öncesinde siklon adımı
159-4	15.20	20.90	EN 13284-1	NI	Öğütme işlemi Öncesinde siklon adımı
160-4	22.00	20.90	EN 13284-1	Yıllık	Silolara hammadde aktarma (nişasta) Öncesinde siklon adımı
Not: NI = bilgi mevcut değil Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

4.4.4.1.2 Siklon

Tekniğe ilişkin genel bilgiler Bölüm 2.3.7.2.3'te verilmiştir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Siklonlar, bira fabrikalarının havaya salınan emisyonları için bir azaltma tekniği olarak yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak genellikle son bir torba filtre adımından önce uygulanmaktadır (bkz. Tablo 4.6). Tablo 4.7, mayalama işlemlerinden havaya salınan emisyonları azaltmak için siklonların uygulanmasıyla ilgili bazı tesisata özgü performans verilerini göstermektedir.

Tablo 4.7: Bir siklonda (kuru bazda) işlemden sonra demleme işlemlerinden havaya salınan toz emisyonları

Tesis kimliği-salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
360-2	1.75	21.00	NI	Yıllık	Malt taşıma sistemi
165-3	7.63	21.00	EN 13284-1	Yılda iki kez	Kum temizleme
Not: NI= bilgi mevcut değil Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

4.4.4.2 Koku azaltma teknikleri

4.4.4.2.1 Şıra kaynatma kazanından ısı geri kazanımı

Ayrıca bkz. Bölüm 4.4.1.3.

Şıra kazanlarından ısının geri kazanılması, buharın yaklaşık %95'ini yoğunlaştırarak enerji tasarrufu sağlar. Bu yöntem, yoğunlaşabilen kokulu buharların egzoz havasından temizlenmesi nedeniyle aynı zamanda koku emisyonlarını da azaltır.

4.4.4.3 Karbondioksit geri kazanımı ve arıtma

Tanım

Fermantasyon işlemi sırasında üretilen CO₂ toplanır, temizlenir, sıkıştırılır, kurutulur, saflaştırılır ve sıvılaştırılır.

Teknik Açıklama

CO₂, bir geri kazanım ünitesine geçirilir. Geri kazanılacak CO₂, oksijen, fusel yağları ve karbonil ve çok düşük tat eşikleri olan kükürt bileşikler, örneğin hidrojen sülfür dahil olmak üzere fermantasyon sırasında mevcut veya üretilen uçucu bileşenleri içerir. Bu nedenle, CO₂, amaçlanan kullanımı için gerekli derecede saflaştırılmalıdır.

Saflaştırma işlemi veya şartlandırma, bir köpük ayırıcıyı, kükürt bileşiklerini azaltmak için su ile gazla yıkamayı, kurutmayı, aktif kömür ile aroma giderimini, oksijeni giderimini ve depolanması için sıvının sıkıştırılmasını içerir. Daha sonra gerektiğinde depolama tankından alınabilir, yeniden buharlaştırılabilir ve üretimde kullanılabilir veya ürün olarak satılabilir. Bu biyogenik CO₂, örneğin teknik uygulamalar veya yiyecek ve içecek için kullanılabilir.

Temizlenen ve kurutulan gaz, çoğunlukla NH₃ soğutma yardımıyla -30 °C ile -40 °C arasında bir sıcaklığa soğutulur ve ardından sıvılaştırılır. O₂ veya N₂ gibi muhtemelen artık gazlar yoğunlaşmaz ve CO₂'nin saflığını artırmak için sistemin dışına atılır. Bu, amaçlanan kullanım için yeterli değilse, aşağı yönde düzeltme dahil edilebilir. Sıvı CO₂ daha sonra depolama tankında yaklaşık -25 °C ila -30 °C ve 14–16 bar arasında depolanır. Genel bir kural olarak, bu ekipman, saatlik iş hacminin yaklaşık 100 katı bir boyuta sahip

olmalıdır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

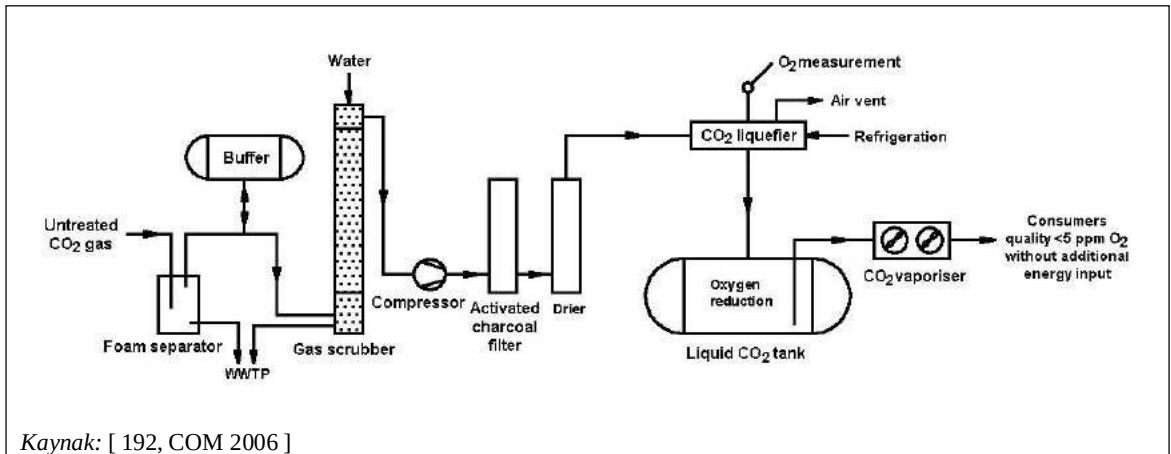
Tesis seviyesinde CO₂ emisyonlarının azaltılması. Özellikle tesiste kullanım için CO₂ üretimi amacıyla fosil yakıt tüketiminin ve enerji tüketiminin azaltılması (bir ton CO₂ üretmek için yaklaşık 140 kW's).

Çevresel performans ve işletim verileri

Biracılık sektöründe bu sistemle CO₂ emisyonlarında sağlanan azalma yaklaşık 2 kg/hl (20 kg/m³) biradır.

İşlenmemiş CO₂ fermantasyon sürecinden geri kazanılabilir. Sıvılaştırılmış CO₂'deki oksijen seviyesi, 40–1 000 ppm'lik bir başlangıç değerinden 5 ppm'lik bir çıkış saflığına düşürülebilir. Bu oksijen indirgeme sistemi ile elde edilir.

Şekil 4.19, CO₂ koşullandırma sistemindeki işlem sırasını göstermektedir.



Şekil 4.19 Büyük bir bira fabrikasındaki CO₂ şartlandırma sisteminin proses akış şeması

Hava kompresörlerini ve CO₂ kompresörünü soğutmak için kapalı devre soğutma suyu kullanılması su kayıplarını önler ve atık su hacimlerini en aza indirir.

CO₂'nin başka bir sektöre satılıp satılmama hususundaki karar, elde edilen mevcut kaliteye dayalı olarak alınabilir.

Çapraz ortam etkileri

CO₂'nin işlenmesi için enerji ve su tüketimi gereklidir. Aktif karbon ve kurutucu düzenli olarak değiştirilmeli ve boşaltılmalıdır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bu teknik, bira fabrikalarında, şarap imalathanelerinde, içki fabrikalarında, etanol ve elma şarabı üretiminde uygulanabilir. Geri kazanılan CO₂'yi kullanma olanakları sektörler arasında farklılık gösterir ve aşağıdaki gibidir:

- minimum saflaştırma ile atık suyu nötralize etme – tüm fermantasyon sektörleri;
- gazlı içecekler - bira, köpüklü şarap, elma şarabı, alkolsüz içecekler ve mineral su;
- içecek dağıtımı için bir taşıyıcı olarak, örneğin bira, elma şarabı ve karbonatlı yumuşak içecekler;
- filtrasyon ünitelerinde karşı basınç için; tanklar ve şişeler, örneğin bira, elma şarabı ve karbonatlı yumuşak içecekler.

Ekonomik boyut

Endüstriyel gaz şirketleri, genellikle diğer sektörlerin yan ürünü olan CO₂'yi tesisteki üretim maliyetinden daha ucuza temin edebilmektedir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- CO₂ 'nin değiştirilmesi nedeniyle CO₂ emisyonlarının önlenmesi ve üçüncü kişilerden CO₂ satın alma ihtiyacının ortadan kaldırılması.
- Kendi sahasında geri kazanılan CO₂ kullanımı saha dışından kaynaklanan kontaminasyon, tat ve koku problemlerini önler.

Örnek tesisler

Bira ve etanol üretim sektöründe kullanılır.

Referans literatür

[35, Almanya 2002], [88, CIAA-CEFS 2003], [94, Almanya 2003], [109, Finlandiya 2003], [192, COM 2006]

4.5 Yeni ortaya çıkan teknikler

4.5.1 Fermantasyon tankının harici soğutması

Tanım

Fermantasyon tankının harici soğutması.

Teknik Açıklama

Bir fermantasyon tankının soğutulması geleneksel olarak ceket soğutması ile gerçekleştirilir. Geleneksel fermantasyon tankı, herhangi bir mekanik çalkalama teçhizatı ile donatılmadığından, biranın karıştırılması yalnızca, soğutulmuş tank duvarları boyunca tankın dibine çöken daha soğuk biranın ve tankın merkezindeki daha sıcak biranın yerçekimi kuvvetlerine maruz kalmasıyla tahrik edilir ve tepeye doğru yükselmesini sağlar. Tanktaki tek etken yerçekimi kuvvetleri olduğundan, düz dikey paslanmaz çelik duvardan aşağı akış hızı düşük olacak ve konveksiyona (doğal konveksiyon) karşılık gelen ısı transfer katsayısı düşük olacaktır.

Bu teknolojinin ana fikri, fermantasyon tankının geleneksel ve düşük verimli ceket soğutmasını, biranın bir devridaim pompası tarafından tahrik edildiği harici bir ısı eşanjöründe daha verimli soğutulması ile değiştirmektir. Bu soğutma teknolojisinin ceket soğutma teknolojisine kıyasla sahip olduğu avantajlar, ceket soğutmasına göre harici bir ısı eşanjörü ile elde edilebilen çok daha büyük toplam ısı transferi ve artık tank geometrisine sabitlenmemiş olan ısı transfer alanının keyfi boyutudur. Isı transfer hızı, öncelikle bir pompa tarafından ısı transfer yüzeyi üzerindeki akış hızının mekanik olarak artırılması ve bira ile soğutma ortamı arasında çok ince plakalar kullanılarak iletim ısı transfer katsayısının artırılmasıyla elde edilir.

Harici soğutma sistemi, soğutma ortamının daha küçük bir sıcaklık farkı ve daha yüksek bir soğutma ortamı sıcaklığı sağlar; bu, soğutma tesisindeki soğutucunun buharlaşma sıcaklığının artırılabilceği anlamına gelir, bu da gelişmiş enerji verimliliğine ve soğutma tesisinin kapasitesinin artmasına yol açar. Bu çevresel avantaja ek olarak, biranın sirküle edilmesiyle sağlanan cebri çalkalama, maya ve biranın fermantasyon sürecinde daha iyi karışmasını sağlayarak, daha hızlı bir fermantasyon işlemi elde edilmesini sağlar.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Referans literatür

[169, İskandinav Bakanlar Konseyi 2011]

5 SÜT ÜRÜNLERİ

5.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

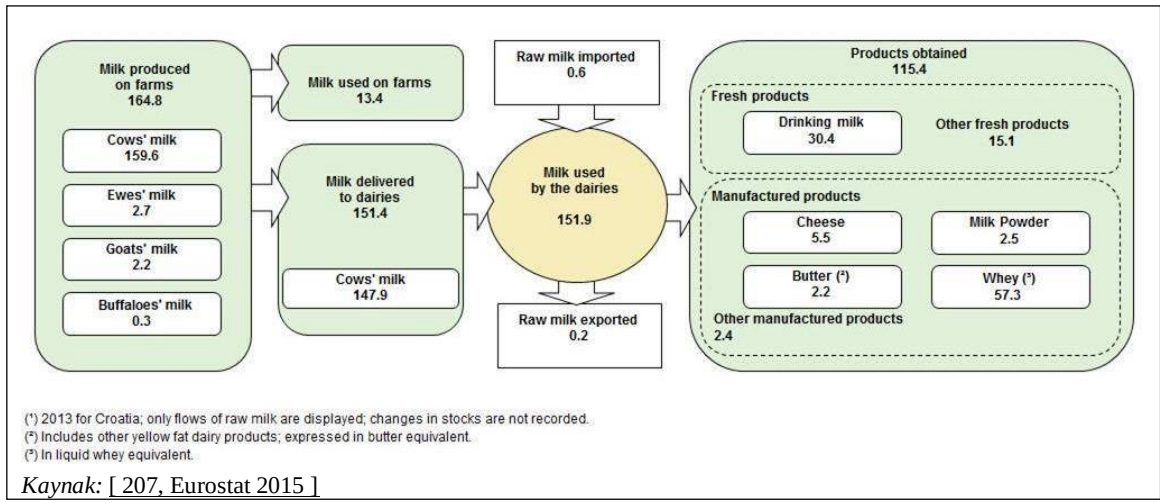
AB’de 300 000 kişiye doğrudan istihdam sağlayan 12 000’den fazla süt işleme tesisi bulunmaktadır. En büyük 10 küresel süt ürünleri şirketinin 5’i Avrupa’dadır ve Avrupa süt işleme sanayisi, toplam AB ticaret dengesine 9,3 milyar avronun üzerinde katkıda bulunmaktadır [206, EDA 2015].

2014’te AB-28 genelindeki çiftliklerde yaklaşık 164,8 milyon ton süt üretilmiş olup, bunun 159,6 milyon tonu (veya %96,8) inek sütü olmuştur.

Koyun, keçi ve manda sütü, toplam üretimin %3,2’sini oluşturmuştur. Çiftliklerde üretilen sütün çoğu süt ürünleri tesislerine verilmiş, geriye kalan miktar ise çiftliklerde kullanılmıştır (bakınız Şekil 5.1).

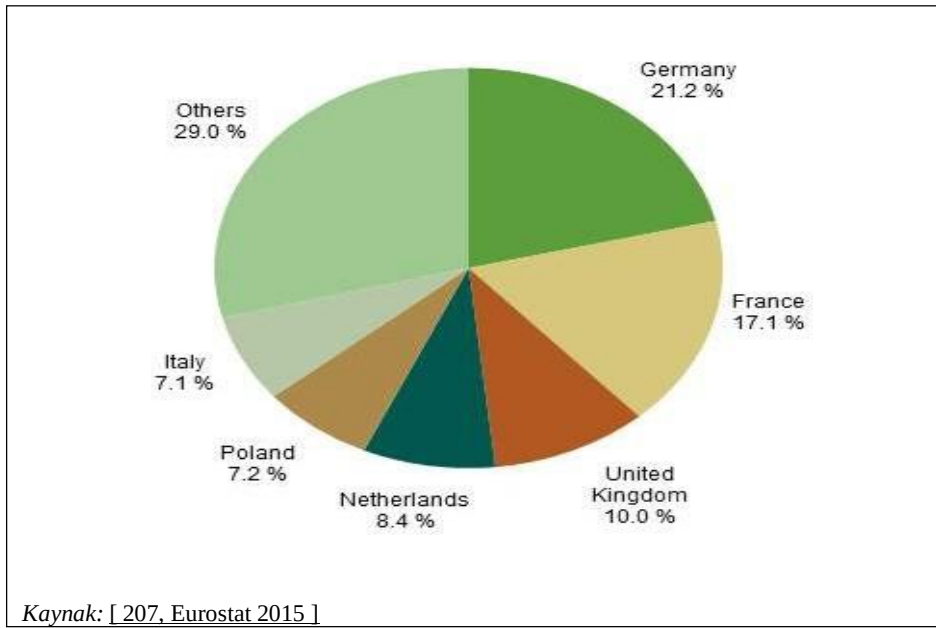
2013 - 2014 yılları arasında, AB-28’de çiftliklerdeki inek sütü üretimi yaklaşık 5,8 milyon ton (%3,8) artarken, süt ineği sayısı %0,4 artmıştır.

AB-28’in 2014’teki 23,6 milyon süt ineği, inek başına tahmini ortalama 6 777 kg süt vermiştir.



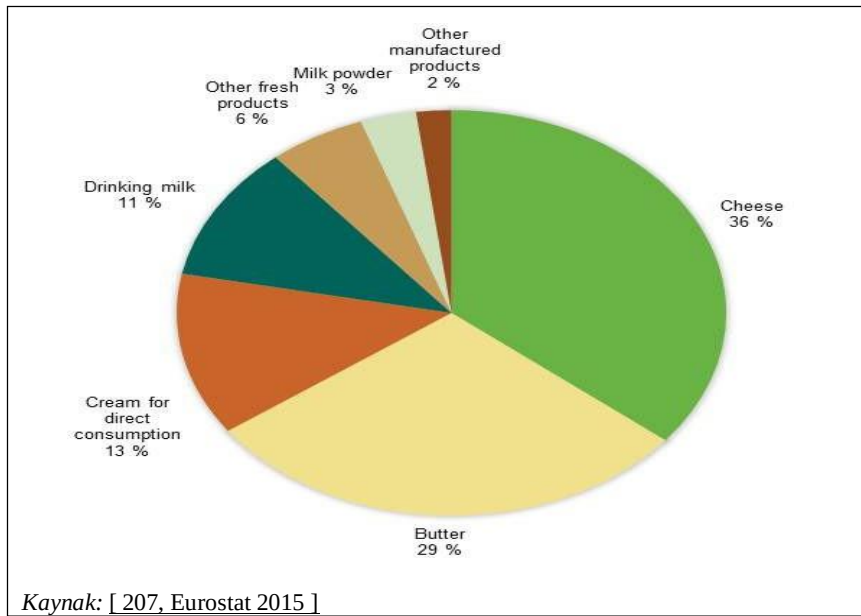
Şekil 5.1 2014 yılı AB-28 süt üretimi ve kullanımı (milyon ton)

2014’te AB-28 süt ürünleri tesisleri tarafından toplanan toplam inek sütünün beşte birinin biraz üstü (%21,2) Almanya’dan gelirken, toplam sütün altıda birinin biraz üstü (%17,1) Fransa süt ürünleri tesislerinden gelmiştir (bakınız Şekil 5.2). Çoğu AB Üye Devleti’nde süt ürünleri tesislerinin topladığı diğer hayvan (koyun, keçi ve manda) sütü görece az olmuştur. Bununla beraber, Yunanistan’da diğer türlerden alınan süt miktarı (669 000 ton), ineklerden alınan sütün seviyesinin (615 000 ton) üzerinde olmuştur. İtalya ve Fransa’da, diğer hayvanlardan alınan süt miktarı Yunanistan’a benzer olmuştur ancak, İtalya ve Fransa’nın süt ürünleri tesislerinin topladığı inek sütü miktarı bu miktarları gölgede bırakmıştır. İspanya, diğer hayvanlardan alınan süt miktarının en yüksek (1 120 000 ton) olduğu ülke olmuş, diğer hayvan sütü İspanya’da toplanan toplam sütün %14’ünü oluşturmuştur.



Şekil 5.2 2014 yılı süt ürünleri tesisleri itibarıyla toplanan inek sütü (AB-28 toplamının % payı)

Süt ürünleri tesislerine verilen süt, çok sayıda taze ürün ve mamul süt ürününe dönüştürülmektedir (bakınız Şekil 5.3). 2014'te AB-28'de yaklaşık 68,8 milyon ton çiğ süt esas olarak peynir, içme sütü, süt tozu, tereyağı, yağsız süt ve yayık ayranı üretmek için kullanılmıştır. 2014'te AB-28'de üretilen tahmini 30,4 milyon ton içme sütünün yaklaşık dörtte biri (%24,3) Birleşik Krallık'tan gelmiştir. Bununla beraber, Birleşik Krallık, AB-28'de üretilen sütün yalnızca yaklaşık onda birini üretmiştir. Bu görece ihtisaslaşma diğer süt ürünlerinde de gözlemlenmiştir: örneğin, Almanya, İtalya ve Hollanda 2014'te AB-28 genelinde üretilen 5,5 milyon ton peynirin hemen hemen üçte birini (%70,3) üretmiştir.



Şekil 5.3 2014 yılı AB-28 tam süt kullanımı

Bazı Üye Devletler'de, örneğin İtalya, süt ürünleri tesislerinin büyük çoğunluğu, ticari süt, süt ve süt türevleri ve/veya yoğurt ve/veya sebze, süt, süt türevleri ve peynir, yumuşak ve taze peynir ve/veya tereyağı, sert peynir, yumuşak, taze ve sert peynir gibi çiğ sütün birden fazla alt kategorisinin üretimi konusunda ihtisaslaşmıştır.

5.2 Uygulanan proses ve teknikler

Sütün yaklaşık %87'si su, geri kalanı ise protein, yağ, laktoz, kalsiyum, fosfor, demir ve vitaminlerden oluşmaktadır. Esas olarak inek sütü tüketilirken, keçi ve koyun sütü de önemli miktarlarda tüketilmektedir. Sütten krema, peynir ve tereyağı gibi birçok süt ürünü elde edilmektedir.

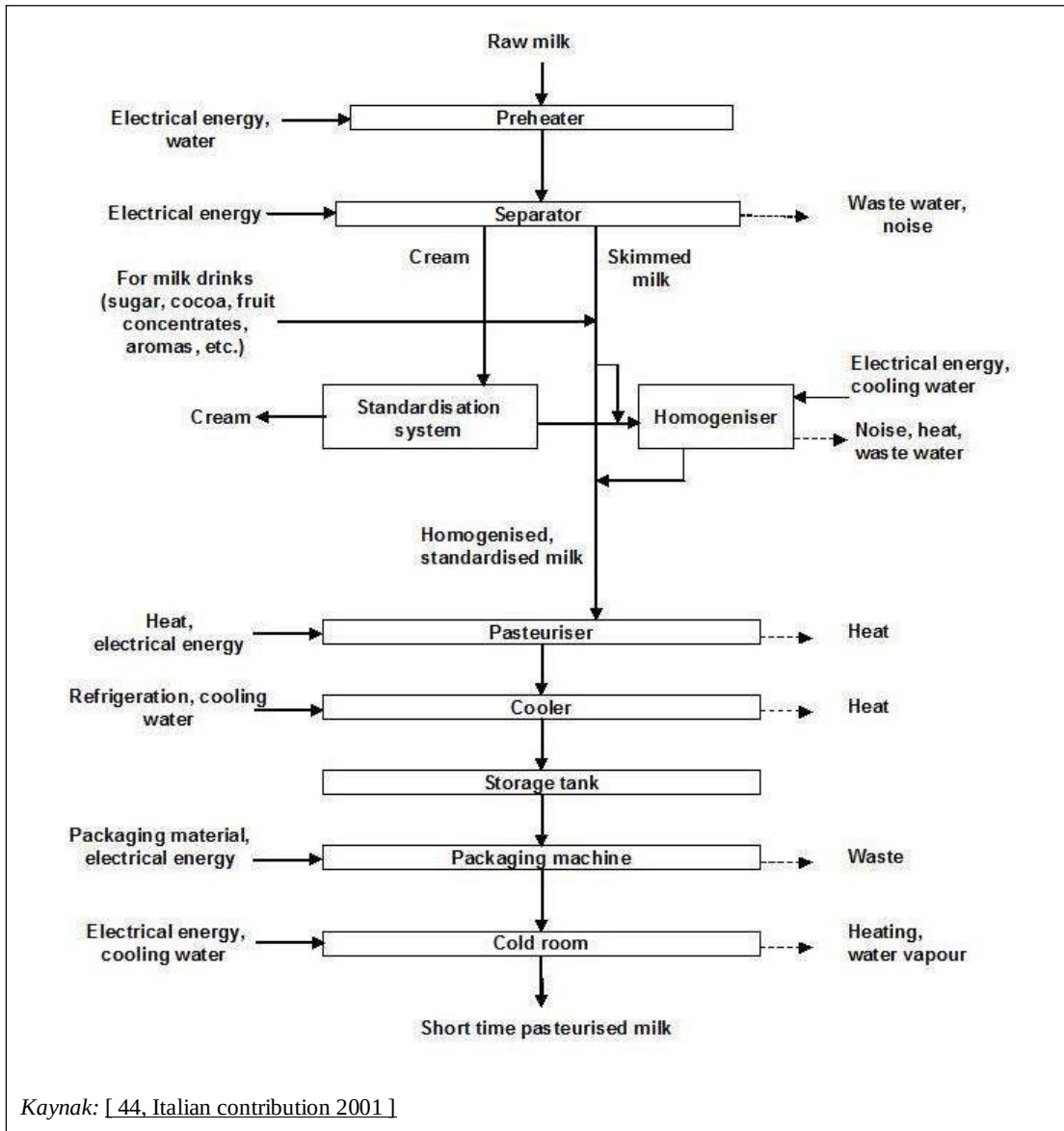
5.2.1 Süt ve krema

Çiğ soğuk süt süt ürünü tesisine kabul edilmekte ve dökme ürün deposuna aktarılmaktadır. Süt, yağsız veya yarı yağsız süt ve krema akımı elde etmek amacıyla santrifüjle separasyona tabi tutulabilmektedir. Daha sonra süt, pastörizasyon, UHT (ultra yüksek sıcaklık) olarak da bilinen sterilizasyon gibi çeşitli yöntemlerle ısı ile işleme tabi tutulmaktadır. Isı ile işleme, işlenecek süt miktarı ve uygulanacak yöntemle bağlı olarak kesikli veya sürekli işlem şeklinde olabilmektedir.

Süt ilk önce homojenize edilmektedir. Homojenizasyon, yağ globüllerini dağıtmakta ve krem bileşeninin ayrılmasını engellemektedir. Raf ömrü görece kısa pastörize sütler için yeterli kaymak bağlama kararlılığını elde etmek için, yağ globüllerinin boyunun ortalama 1 µm - 2 µm çapa indirilmesi gerekirken, raf ömrü uzun UHT sütlerde, yağ globülü boyunun çok daha fazla küçültülmesi, $\leq 0,7$ µm, gerekmektedir.

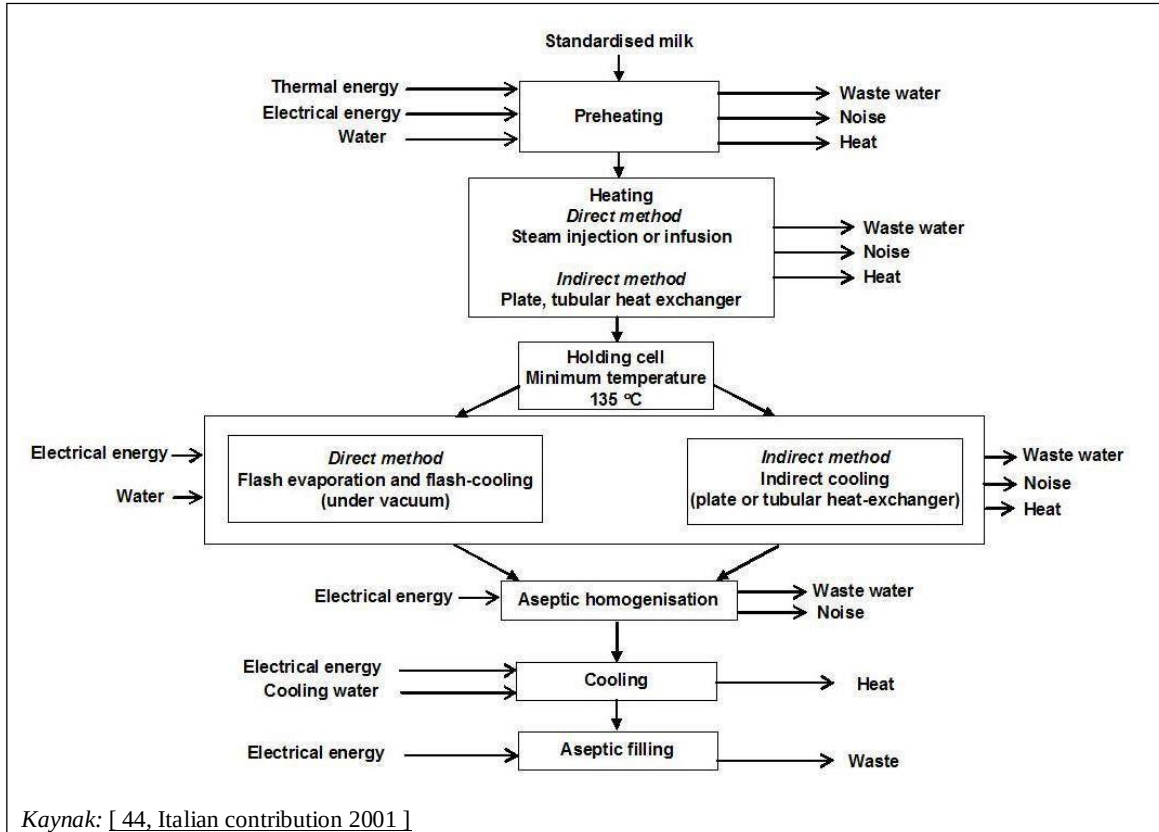
Homojenizasyonun bir başka etkisi, görünür yağ alanındaki, büyük oranda lipazların daha etkili olmasına yol açan büyük artıştır. Bu nedenle, homojenizasyondan hemen sonra lipazı etkisiz hale getirmek için sütün pastörize edilmesi normal uygulamadır. Şekil 5.4'te, kısa süreli pastörize süt prosesinin akış şeması gösterilmektedir.

Sürekli pastörizasyon prosesi için tipik ısıtma parametreleri, 72 °C / 15 saniye'dir. Bu, yüksek sıcaklık kısa süreli pastörizasyon (HTST) olarak bilinmektedir. Sıcak süt genelde, rejenerasyon olarak bilinen bir ısıtma adımıyla, giren soğuk sütü kısmen ısıtmak için kullanılmaktadır. Pastörizasyon sonrasında süt hızlı bir şekilde < 7 °C'ye soğutulmaktadır. Kaptaki ısı ile işleme tabi tutulmayan süt, temiz ve aseptik koşullarda kaplara doldurulmakta ve kaplar kapatılmaktadır. Giren süt, pastörize edilmeden önce, rejenerasyon aşamasından sonra homojenize edilebilmektedir.



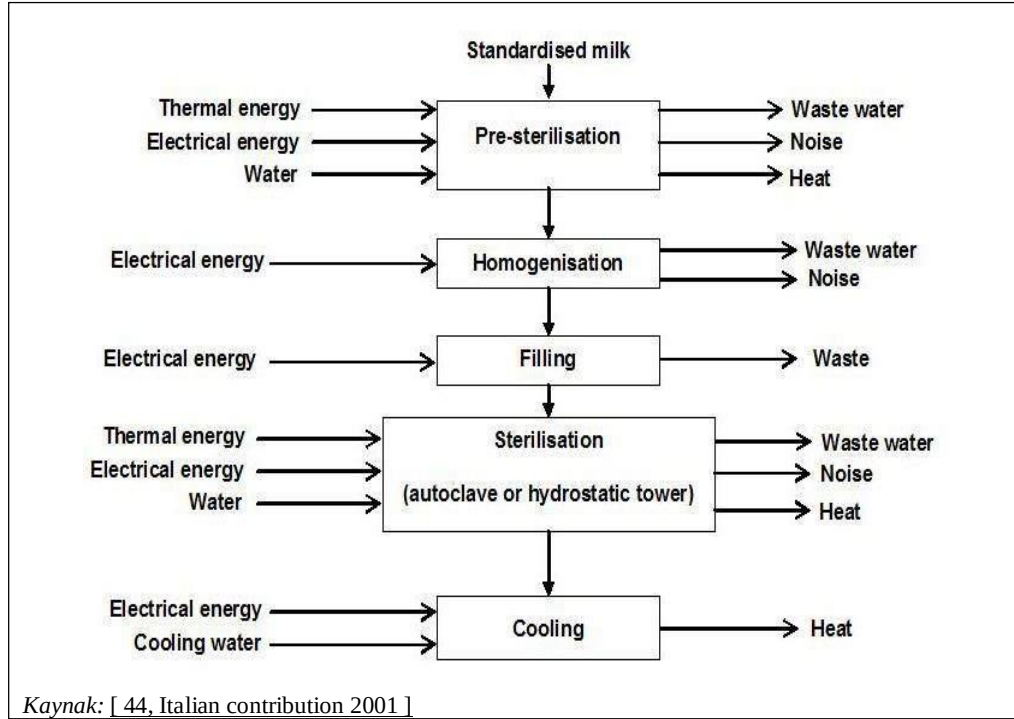
Şekil 5.4 Kısa süreli pastörize süt prosesi

UHT işlemi veya sterilizasyon, ürünün raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Sürekli UHT işlemi, minimum 135 °C sıcaklıkta 15 saniye süreyle gerçekleştirilmektedir. Bu iki farklı şekilde yapılabilmektedir: çeşitli tiplerde plaka ve borulara sahip ısı eşanjörlerini kullanarak sütü dolaylı olarak ısıtarak veya iki aşamada, bir başka ifadeyle ilk önce sütü dolaylı olarak yaklaşık 80 °C'ye ve daha sonra, buhar ve sütü karıştırarak doğrudan ısıtarak. Kullanılan buhar ve süt ağırlığının oranı yaklaşık 1/10'dur. Doğrudan ısıtmanın, ısı ile işlemiden hemen sonra uygulanması halinde, süt daha sonra, sterilizasyon fazında ürünle karışan buharın ekstraksiyonu için vakum altında genişletilerek soğutulmaktadır. Bu, hızlı soğutma olarak da adlandırılmaktadır. Sütün son sıcaklığı derhal, buharla karıştırma öncesi seviyesine dönmektedir. Bunu, bir soğutucu ile veya ters akışlı şekilde, giren ürün ile dolaylı değişimle soğutma izlemektedir. Şekil 5.5'te UHT süt üretimi özetlenmektedir.



Şekil 5.5 UHT süt üretimi

Uzun ömürlü sterilize sütün ısı ile işlemi iki fazdan oluşmaktadır. Birinci faz, UHT işlemi ile ilgili olarak tanımlanana benzer sürekli ısı ile işlem veya ön sterilizasyondur. İkinci faz, ön sterilizasyonu gerçekleştirilen ürünün doldurulup kapatılmasından sonra kapalı kabın son işleminden oluşmaktadır. İkinci ısı ile işlem genellikle, bir sprinklerli soğutma son fazı ile birlikte yaklaşık 110 – 125 °C’de 20 - 40 dakika boyunca partiler halinde bir otoklavda veya bir sürekli retortta gerçekleşmektedir. Uzun ömürlü sterilize süt ve diğer süt ürünleri, plastik veya cam şişe gibi kapalı kaplarda ambalajlanmaktadır. Şekil 5.6’da sterilize süt üretimi özetlenmektedir.

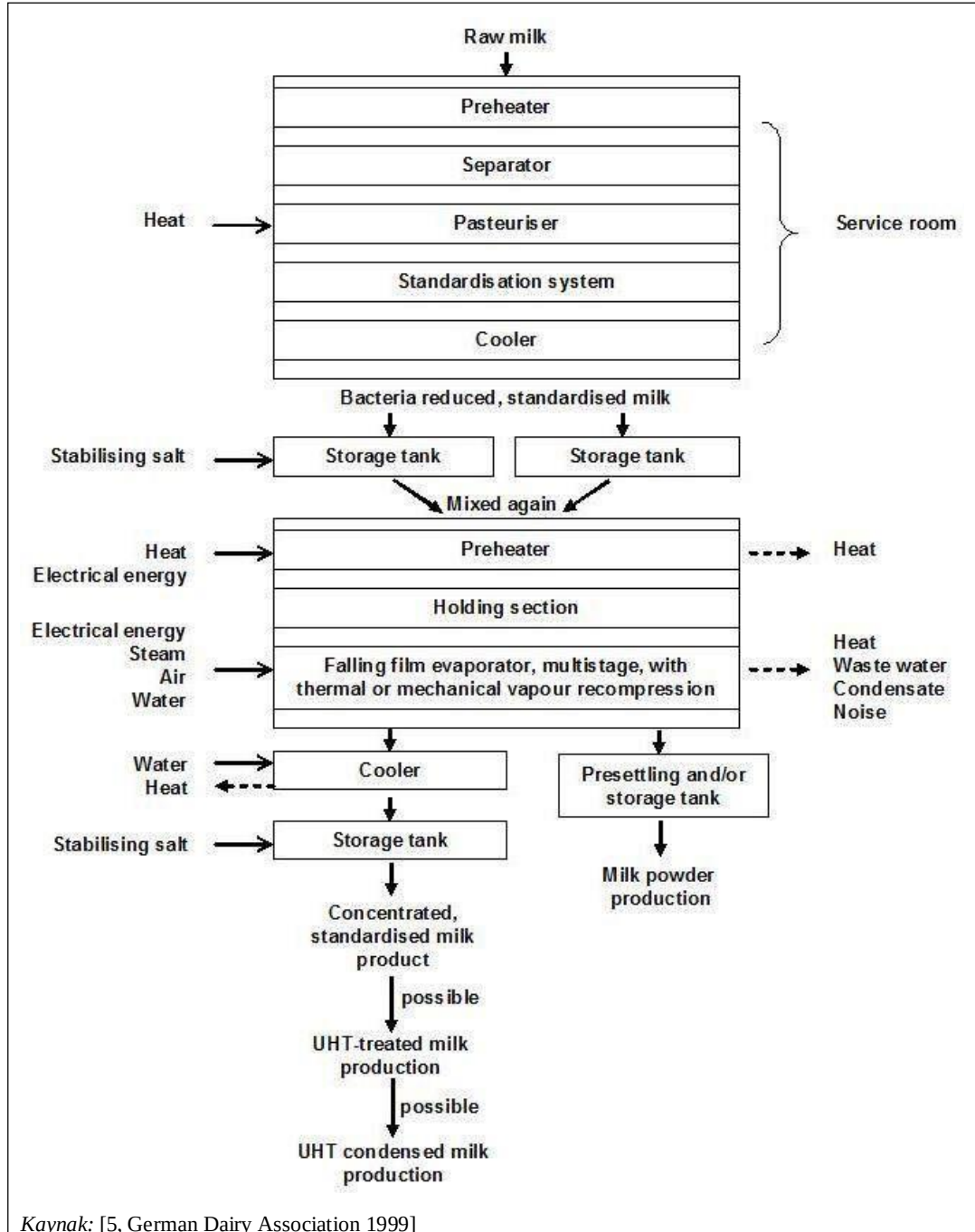


Şekil 5.6 Sterilize süt üretimi

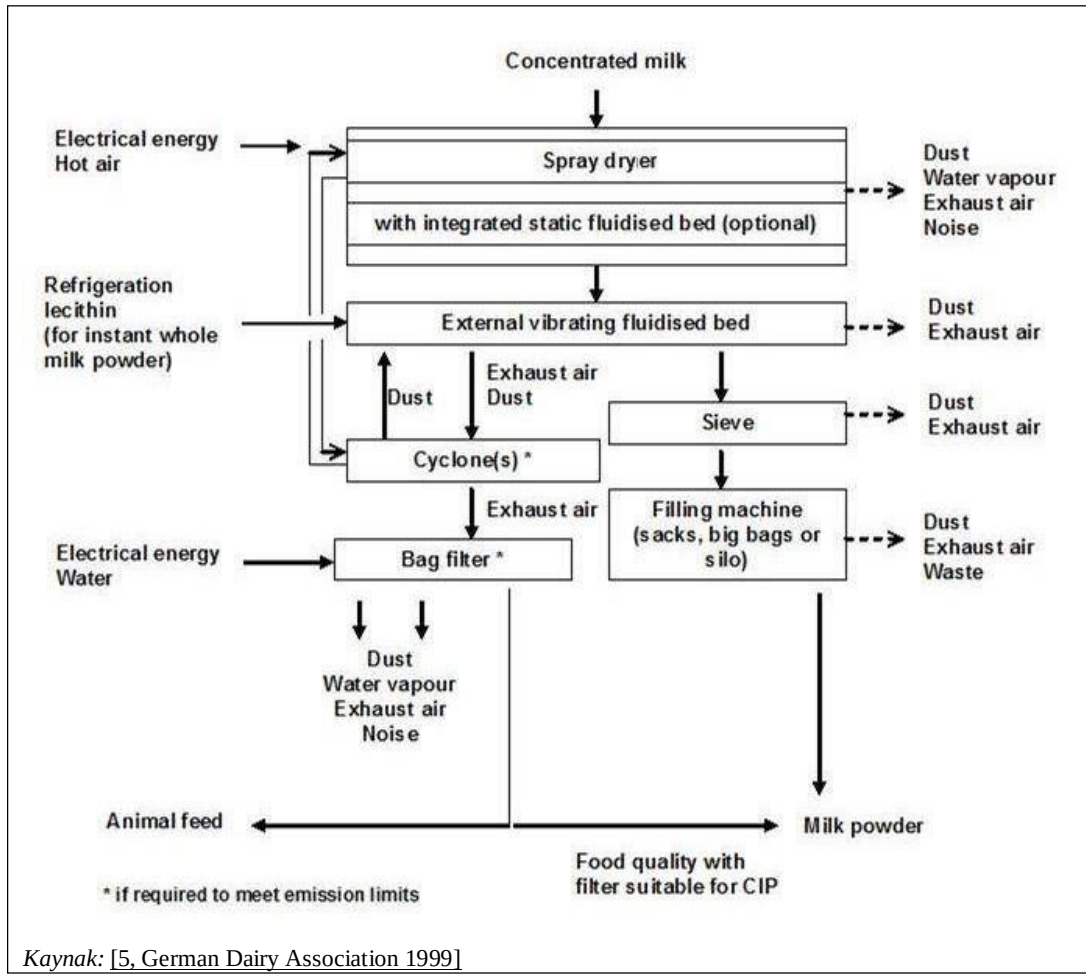
Laktozsuz sütlü içecekler, normal süt özellikleri ve tadına sahip ürünlerdir ancak laktoz içermemektedir. Bu ürünler, ultrafiltrasyon veya kromatografik kolonla sütün laktozunun bir kısmı ayrılarak üretilmekte ve laktozun geri kalan kısmı, laktazla parçalanmaktadır. Sütlü içecek, ambalajlama öncesinde pastörize edilmekte veya UHT işlemine tabi tutulmaktadır. Laktozsuz sütlü içeceklerin üretimi daha fazla adım ve daha fazla teknoloji gerektirmekte, bu nedenle proses, normal sıvı sütün işlenmesine göre daha yüksek spesifik atıksu deşarjı içermektedir.

5.2.2 Kondense süt ve süt tozu

Kondense süt ve süt tozu üretiminde ilk aşama, çiğ sütün yoğunlaştırılmasıdır. Homojenize süt genellikle evaporatörlerle yoğunlaştırılmaktadır. Genellikle, püskürtmeli kurutucu kullanarak kurutma adımının izlediği düşen film evaporatörler kullanılmaktadır. Alternatif olarak, ısı uygulamadan süttten suyun bir bölümünün mekanik olarak uzaklaştırılması için ters osmoz (RO) kullanılabilir. Katı maddelerin konsantrasyonunu artırmak amacıyla sıvıyı yarı geçirimli bir membrandan pompalamak için elektrik gücü kullanılmaktadır. Süt ve peyniraltı suyu konsantrasyonunun ikiye katlanması yaygındır [19, German Dairy Association 2001]. Yeniden oluşturmayı iyileştirmek için toz genelde toprak haline getirilmektedir. Kuru tam süt, oksidatif acılığa daha hassastır ve raf ömrünü uzatmak için bir koruyucu ortamda ambalajlanabilmektedir. Bu prosesler Şekil 5.7 ve Şekil 5.8’de gösterilmektedir.



Şekil 5.7 Kondense ürün (örneğin UHT kondense süt) ve ara ürün (örneğin süt konsantreleri) proses akış şeması



Şekil 5.8 Süz tozu üretimi akış şeması

Sıcak hava ile kurutma ve bir ısı transfer sistemiyle ısı iletimi yoluyla yüzey kurutması, olmak üzere, kurutma için iki farklı prensip uygulanabilmektedir.

Sıcak hava ile kurutmada, ısıtma ortamı olarak sıcak hava kullanılmaktadır ve hava, sıvı ürünle doğrudan veya dolaylı temas halindedir. Sıcak havadan ürüne aktarılan ısı, su içeriğinin buharlaşmasına yol açmaktadır.

Bir ısı transfer sistemiyle ısı iletimi yoluyla yüzey kurutmasında, ısıtma ortamı ıslak gıda ile temas halinde olmayıp, bir ısı transfer yüzeyi ile ıslak gıdadan ayrılmaktadır. Yüzey üzerinden iletim ve sıcak yüzeyden konveksiyon yoluyla ısı, gıdadaki suyun buharlaştırılması ve uzaklaştırılması için gıda ürününe aktarılmaktadır. Bunun sıcak havalı kurutuculara göre iki temel avantajı vardır: daha az miktarda hava gerekmektedir, bu nedenle termal verimlilik yüksektir ve işlem, oksijensiz ortamda gerçekleştirilebilmektedir.

Kullanılan kurutucular püskürtmeli, merdaneli, vakum bantlı ve vakum raflı kurutuculardır.

Püskürtmeli kurutmada, kurutulacak madde havada askıya alınmaktadır, bir başka ifadeyle sıvı buğu benzeri sise veya atomize sıvıya dönüştürülerek, geniş bir yüzey alanı sağlamaktadır. Atomize sıvı, kurutma odasında bir sıcak hava akımına maruz bırakılmaktadır. Nem hızlı bir şekilde buharlaşmakta ve katı maddeler, ince, boşluklu, küresel partiküllerden oluşan toz olarak geri kazanılmaktadır. Ürünün türüne bağlı olarak yaklaşık 250 °C veya daha da üzerine kadar çıkan hava giriş sıcaklıkları kullanılmakta ancak, buharlaşmadan dolayı, hava sıcaklığı çok hızlı bir şekilde, havanın çıkış sıcaklığı olan yaklaşık 95 °C'ye düşmektedir. Ürün sıcaklığı, hava çıkış sıcaklığının 20 – 30 °C altındadır. Kurutma havası, buharla veya doğrudan gazlı hava ısıtıcılarıyla veya gaz, sıvı ya da katı yakıtlı dolaylı ısıtıcılarla ısıtılabilir. Püskürtmeli kurutma, süt ürünleri sanayisinde büyük bir ölçekte uygulanmaktadır.

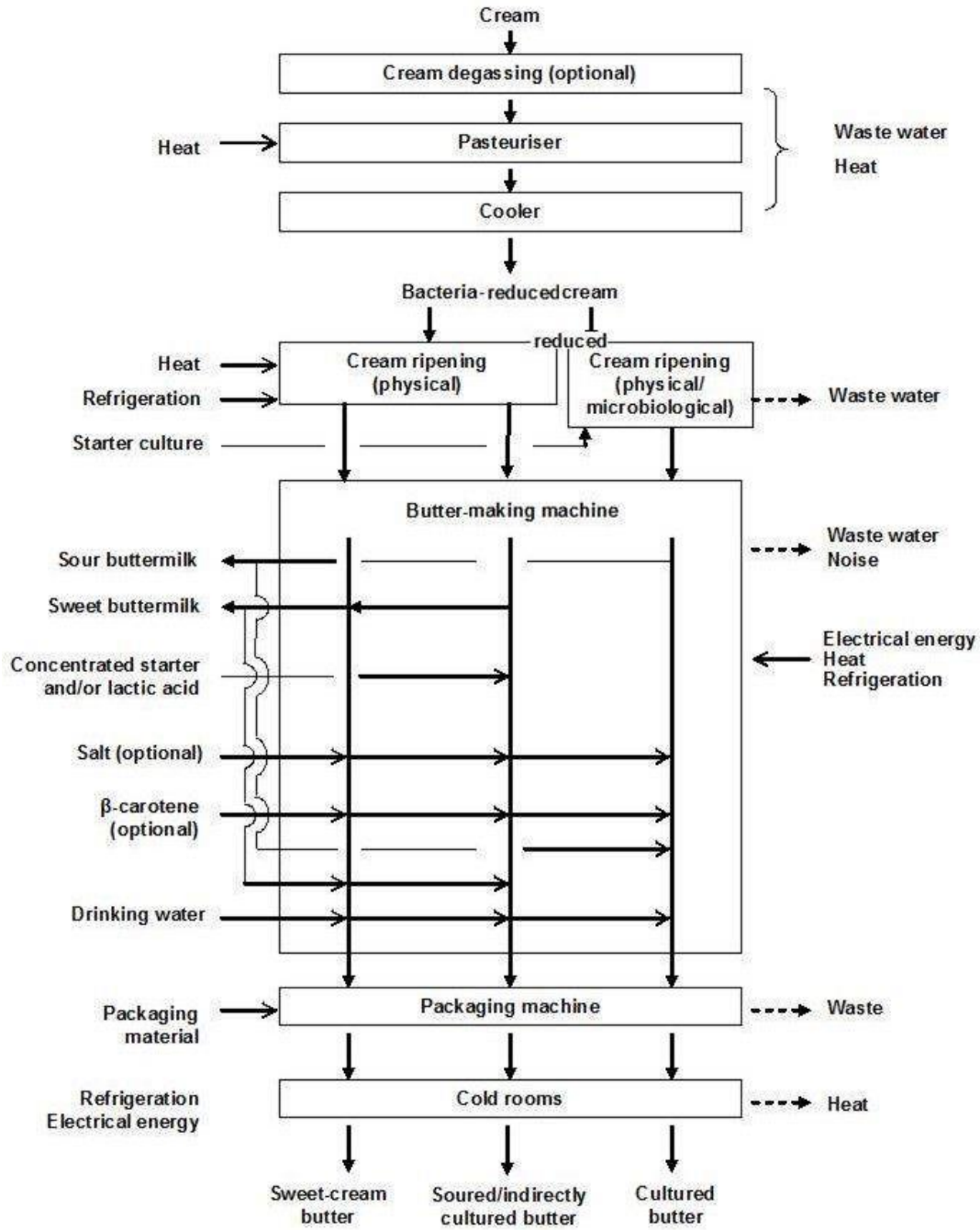
Genelde, prosesin bir parçası olarak, egzoz havasında taşınan partikül maddeleri veya tozu geri kazanmak amacıyla egzoz havası siklonlar ve/veya filtrelerden geçirilmektedir. Geri kazanılan malzeme ürüne geri verilmektedir.

Merdaneli kurutmanın prensibi, sürekli dönen, buhar ısıtmalı bir metal tamburun pürüzsüz yüzeyine bir ince madde filmi uygulanmasına dayanmaktadır. Kurutulan madde filmi, sıvı maddenin uygulama noktasının karşısında yer alan bir sabit bıçak tarafından sürekli olarak kazınmaktadır. Kurutucu, uydu merdaneli veya uydu merdaneleri olmadan tek tambur ya da bir çift tamburdan oluşmaktadır. Tamburlara uygulanan buhar basıncı, ürüne bağlı olarak 4 - 8 bar arasında değişebilmektedir. Merdaneli kurutma örneğin süt, nişasta ve patates fleykleri için uygulanmaktadır.

Son olarak, vakum bantlı ve vakum raflı kurutucularda, gıda bulamacı, bir vakum odasında iki adet boşluklu tamburdan geçen bir çelik bant üzerine serilmekte veya püskürtülmektedir. Gıda ilk önce buhar ısıtmalı tambur, daha sonra bant üzerinde bulunan buhar ısıtmalı serpantinler veya radyan ısıtıcılarla kurutulmaktadır. Kurutulan gıda, su soğutmalı ikinci bir tamburla soğutulmakta ve sıyırma bıçağı ile temizlenmektedir. Hızlı kuruma ve gıda için ısının sınırlı oranda zarar vermesi, bu yöntemi ısıya duyarlı gıdalar için uygun kılmaktadır.

5.2.3 Tereyağı

Tereyağı, pastörize süttten santrifüjle ayrılan kremadan üretilmektedir. Krema, yaklaşık %35 - 40 süt yağı içermektedir. Proses temelde, su içinde yağ emülsiyonu olan kremanın, yağ içinde su emülsiyonu olan tereyağına dönüştürüldüğü mekanik bir prosestir. Bu, kesikli veya sürekli yayıklama ile sağlanmaktadır. Krema hızlı bir şekilde soğutulmakta ve olgunlaştırma olarak adlandırılan bir işlemde tanımlı bir süre boyunca bu sıcaklıkta tutulmaktadır. Daha sonra krema yayıklama ve işlemeye tabi tutulmaktadır. Yayıklamada krema, yağ globülleri tereyağı taneleri oluşturacak şekilde birbirine bağlanıncaya kadar su emülsiyonundaki yağı kısmen parçalayacak şekilde çalkalanmaktadır. Yayık ayrıntı olarak adlandırılan sıvı faz uzaklaştırılmakta ve tereyağı taneleri suda yıkanmaktadır. Prosesin işleme aşaması başlamadan önce tuz eklenebilmektedir. Bu, yoğurma ve katlama işlemine tabi tutularak tanelerin yavaş bir şekilde çalkalanmasını içermektedir. Tereyağı ambalajlanmakta ve genelde soğuk veya dondurulmuş depolama ile depolanmaktadır. Kremanın yüksek hızlı yayıklama ve sürekli işlemeye tabi tutulduğu yöntemler gibi çok sayıda sürekli teknik mevcuttur. Şekil 5.9'da sürekli tereyağı yapımı özetlenmektedir.



Kaynak: [5, German Dairy Association 1999]

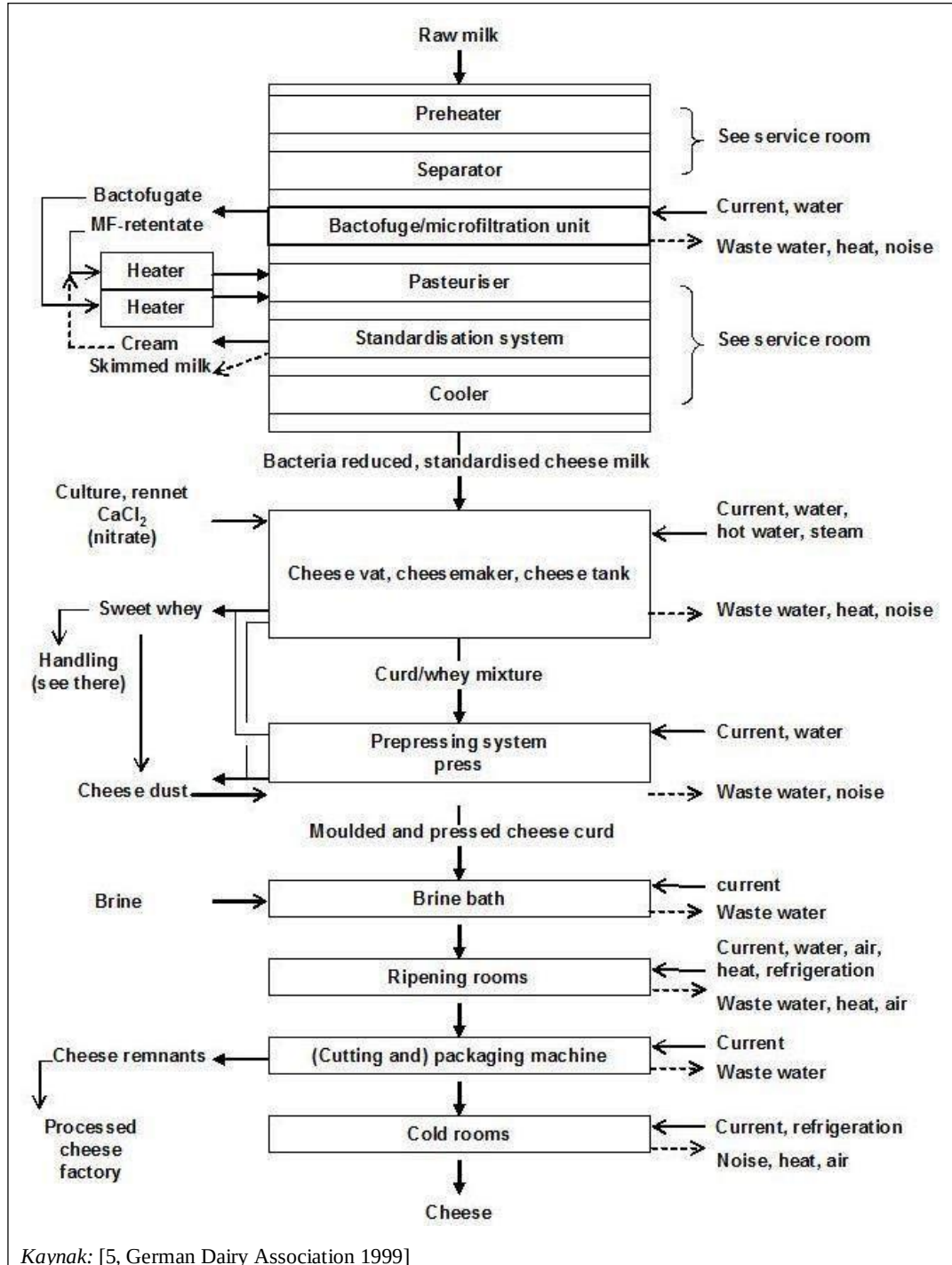
Şekil 5.9 Sürekli tereyağı yapımı

5.2.4 Peynir

Çok çeşitli peynir çeşidi ve işleme yöntemlerinde birçok ince farklılık bulunmaktadır. Bununla beraber, genelde, aşağıdaki proses adımları geçerlidir: rennet ve/veya laktik asidin etkisiyle koagulum üretilmesi, oluşan pıhtıların peyniraltı suyundan ayrılması, pıhtıların peynirin istenen özelliklerini elde etmek için kullanılması.

Geleneksel peynir üretimi manüel bir proses iken, modern prosesler oldukça mekaniktir. Laktik asit elde etmek için süte starter kültürler eklenmekte, daha sonra süt proteinini koagüle etmek için rennet kullanılmaktadır. Pıhtı oluşumundan sonra, pıhtı küçük parçalar halinde kesilmektedir. Peynir çeşidine bağlı sıcaklık işleminden sonra, peyniraltı suyu ve pıhtı ayrılmakta ve pıhtı bloklar halinde preslenmektedir. Bloklar tuzlu suda tuzlanmakta, daha sonra, olgunlaşma sırasında nem kaybı ve küflenmeye karşı korumak için sarılmaktadır. Peynirin olgunlaşması sırasında, belirli peynir çeşidine özgü aroma gelişmektedir. Mozzarella üretim prosesinde, peynire yapısının kazandırılması, pıhtıların sıkıştırılması ve gerilmesini içermektedir. Cheddar türü peynirlerin üretiminde, pıhtı blokları öğütülmekte, tuz eklenmekte ve pıhtılar preslenmektedir. Preslenmiş peynir, depolama sırasında nem kaybı ve küflenmeye karşı korumak için sarılmaktadır.

Şekil 5.10'da, peynir üretiminin genel akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 5.10 Peynir üretimi

Bir diğer proses, erimeyi içermektedir. İşlenmiş peynir üretiminde, öğütülmüş peynir ve diğer bileşenler bir işleme kazanına konularak normalde, işlenmiş peynirin tam pastörizasyonunu sağlamak için en az 75 °C sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır. İşlenmiş peynirin tam emülsifikasyonu için işleme sırasında çalkalama önemlidir. Prosesin sıcaklığı ve süresi, hedeflenen işlenmiş peynir türüne ve çiğ sütün kalitesine bağlıdır.

Sıcaklık, sütün pıhtılaşmasını etkileyen temel faktörlerden biridir. Gerekli sıcaklık, ısı eşanjörleri kullanılarak veya pıhtılaştırma teknesine doğrudan buhar enjeksiyonu ile elde edilmektedir. Sıcaklık 30 °C - 40 °C arasındadır. Süte, starterler ve diğer bileşenler katılır. Bu içerik, son ürünün spesifik özelliklerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Pıhtılaştırma, enzimatik koagülanlar, bir başka ifadeyle hayvansal veya mikrobiyel rennet, kullanarak veya starterler asitleştirilerek uygun tekne veya tanklarda gerçekleştirilmektedir.

Enzimatik koagülanlar veya asitleştirici starterler kullanıldığında, yağı çevreleyen bir kazein peltesi oluşmaktadır. Pelte, hangi koagülan yönteminin kullanıldığına bağlı olarak farklı özelliklere sahip olacaktır. Bu, istenen son ürünün elde edilmesi için önemlidir. Pıhtı, daha sonra toplanıp uygun şekilde ileri işleme için gönderilen peyniraltı suyunun ayrılmasıyla üretilmektedir. Peyniraltı suyunun daha fazla ayrılmasını sağlamak, örneğin sert veya yarı sert peynir elde etmek için, 40 – 53 °C'ye kadar çıkan sıcaklıkta karıştırarak pıhtıya bir başka ısı ile işlem uygulanmaktadır. Mozzarella veya provolone gibi diğer peynir çeşitleri için, pıhtı yine yüksek sıcaklıkta ısıtılmak üzere, karakteristik germe/erime özelliklerini elde etmek için mekanik işleme de gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, pH'nin kontrolü ve pıhtının germe özelliklerinin oluşması için doğru pH'de tutulması için organik asitler kullanılmaktadır.

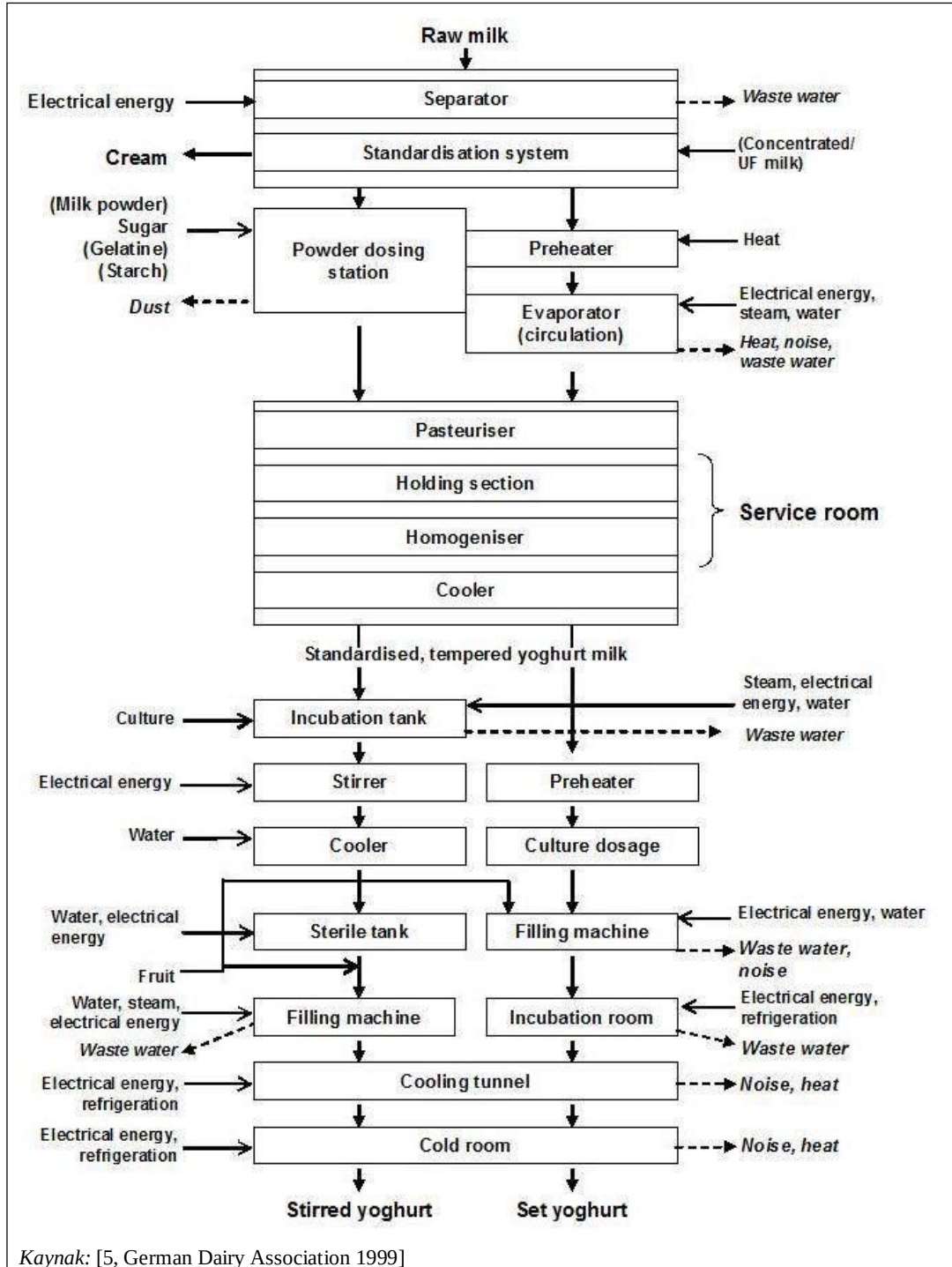
5.2.5 Yoğurt

Yoğurt, rennet'in eklenmemesi ve yoğunlaşmanın laktik asit bakterileri ile asitleştirme sonucunda oluşmasıyla peynirden ayrılan fermente süt ürünüdür. Yoğurdun ana bileşenlerini süt, süt tozları veya konsantre süt ya da ultra filtrelenmiş süt ile yapısı değiştirilmiş nişasta gibi stabilizatörler oluşturmaktadır. Üretilen yoğurdun çoğu, meyve ve/veya aroma artırıcıların eklenmesinden önce dökme olarak üretilmektedir.

Yoğurt üretiminin ana adımları (kefir gibi bazı diğer fermente süt ürünleri durumunda da benzerdir) aşağıda verilmektedir. Sütün yağ ve yağ dışı katı içeriği ilk olarak süt tozu eklenerek artırılmaktadır. Bu aşamada stabilizatörler eklenebilmektedir. Daha sonra süt yaklaşık 55 °C sıcaklıkta homojenize edilmekte ve kesikli proseste 30 dakika boyunca 80 – 90 °C veya sürekli proseste 5 dakika boyunca 90 – 95 °C'de ısı ile işleme tabi tutulmaktadır. Isı ile işleme tabi tutulan süt daha sonra yaklaşık 40 – 43 °C'ye kadar soğutulmakta ve iki starter organizma - *Streptococcus salivarius* alt türleri *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* alt türleri *bulgaricus* - ile aşılanmaktadır. Fermentasyon yaklaşık 4 saat sürmektedir. Prosesin sonunda, tank soğutma serpantinleri veya daha yaygın olarak, borulu veya plakalı ısı eşanjörleri kullanılarak ürün 15 – 20 °C'ye soğutulmaktadır. Yoğurda meyve ve aroma artırıcılar katılarak, yoğurt 5 °C'nin altına soğutulmakta ve depolama ve dağıtım için hazır kaplara doldurulmaktadır. Şekil 5.11'de, yoğurt üretim prosesi gösterilmektedir. Set yoğurt ambalajında fermente edilirken, pıhtısı kırılmış yoğurt, ambalajlanmadan önce bir tankta fermente edilmektedir.

Laktik asit fermentasyonunda, laktoz veya diğer şekerler, laktik aside ve küçük miktarlarda diğer bileşenlere dönüştürülmektedir. Laktik asit oluşumuna, ürünün tat, aroma ve korunması için önemli olan pH'de azalma eşlik etmektedir. Laktik asit üretebilen çok sayıda bakteri türü vardır. Her bir tür kendi tipik tat ve aromasını vermektedir. Laktik asit fermentasyonu, anaerobik bir prosestir. Bazı zamanlar, fermentasyon sürecini artırmak için mümkün olduğunca fazla oksijenin uzaklaştırılması gerekmektedir. Laktik asit fermentasyonu 20 – 40 °C'de gerçekleştirilmektedir.

İşlemi başlatmak için, starter olarak bilinen bakteriler, fermente edilecek hammaddeye eklenmektedir. Starter kültürlerinin hazırlanması hassas bir işlemdir zira hava ile taşınan enfeksiyon mutlak minimuma indirilmelidir. Bu nedenle, starter kültürleri, normal atmosferik basınca göre hafif pozitif basınçlı filtrelanmış hava ile dolu ayrı bir odada hazırlanmaktadır. Ayrıca, ekipman temizlik sistemi, deterjan ve sterilizatör artıklarının kültürlerle temas ederek onları kirlletmesini önleyecek şekilde dikkatli bir şekilde tasarlanmaktadır. Bu çok sıkı hijyen kısıtları, sıcaklık düzenlemesi gereklilikleri, bir başka ifadeyle altlığın ilk önce ısı ile işlemi, daha sonra soğutulması, ile birlikte, spesifik enerji tüketimi ve soğutma suyu kullanımı gerektirmektedir. Buna ek olarak, yoğurt ve diğer fermente süt ürünleri ağıdalıdır, bu nedenle ürün artıklarının temizlenmesi ve temizlik, ticari sütün temizlenmesinden daha fazla su gerektirmektedir.



Şekil 5.11 Yoğurt üretimi

5.2.6 Dondurma

Dondurma, genelde % 6 - 12 yağ, %7,5 - 1,5 yağ dışı süt katı maddeleri ve % 13 - 18 şeker içeren süt bazlı bir üründür. Ayrıca, stabilizatörler, emülgatörler, boyalar ve aroma artırıcılar eklenmektedir. Şeker genellikle sakkaroz olarak eklenmekte ve yağ dışı süt katı maddeleri genellikle yağsız süt katı maddelerinden elde edilmektedir. Yağ kaynağı süt, krema, tereyağı veya sadeyağ olabilmektedir. Çoğu dondurma, bitkisel yağ içermektedir. Bileşenler harmanlanarak yaklaşık 70 – 75 °C'ye ısıtılmakta ve homojenize edilmektedir. Karışım daha sonra, 4 - 24 saat boyunca soğuk sıcaklıklarda bekletilerek soğutulmadan ve olgunlaştırılmadan önce 2 - 15 saniye süreyle 80 – 85 °C'ye ısıtılarak pastörize edilmektedir.

Boyalar ve aroma artırıcılar, olgunlaştırma aşamasında eklenmektedir. Dondurma işlemi sırasında dondurmaya basınçlı hava verilmek üzere, dondurmaya hızlı bir şekilde yaklaşık -6 °C'de dondurmak için sürekli dondurucular kullanılmaktadır. Hava eklenmesi nedeniyle hacimdeki artış, hava ile hacim artışı (over-run) olarak bilinmektedir. Dondurma kaplara doldurularak, -30 °C ila -40 °C'de çalışan tünel dondurucularda ileri dondurma evresine tabi tutulmaktadır.

5.2.7 Peyniraltı suyu

Peynir üretiminde, kullanılan sütün yaklaşık %90'ı, peyniraltı suyuna dönüşmektedir. Peyniraltı suyu hala, özellikle küçük üreticiler arasında değerli bir besin maddesi olarak görülmektedir. Bununla beraber, insani tüketim amaçlı gıda sanayisinde işlevsel proteinlere yönelik gereksinimin gelişmesiyle beraber, farklı insani tüketim amaçlı gıda amaçlarıyla, süt ürünleri sanayisinde üretilen peyniraltı suyunda klarifikasyon, arıtma ve ayırlamada artış meydana gelmiştir. Genelde bu, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon, ters osmoz ve kristalizasyon ayrıca, kızılötesi, ultrasonik veya mikrodalga pastörizasyon gibi çeşitli teknolojileri içermektedir.

Peynir pıhtısı ve peyniraltı suyunun ayrılmasından sonra, peynirin ince kısımları ve artık yağ peyniraltı suyundan uzaklaştırılarak, peyniraltı suyu pastörize edilmektedir. Peyniraltı suyu genellikle ileri işleme öncesinde yoğunlaştırılmaktadır ve bu işlem ters osmoz (RO), nanofiltrasyon, buharlaştırma veya bunların bir kombinasyonu ile yapılabilmektedir. Standart peyniraltı suyu tozu üretiminde, peyniraltı suyu, püskürtmeli kurutucuda kurutulmadan önce toplam yaklaşık %60 katı içeriğe yoğunlaştırılmaktadır.

Peyniraltı suyu proteini konsantrelerinin üretiminde, peyniraltı suyu proteinleri ve peyniraltı suyunun diğer bileşenleri, ultrafiltrasyon yoluyla ayrılmaktadır. Geri kazanılan protein kısmı, püskürtmeli kurutucuda kurutulmadan önce buharlaştırma ile ileri yoğunlaştırmaya tabi tutulmaktadır. Toz, ambajlama öncesinde akışkan yatakta işleme tabi tutulmaktadır. Laktoz, doğrudan konsantre peyniraltı suyundan geri kazanılabildiği gibi, peyniraltı suyu ultrafiltrasyonu konsantre artıklarından geri kazanılabilmektedir. Laktoz, kristalleştirilmektedir ve kristaller, santrifüjleme ile ayrılmakta ve bunu, püskürtmeli kurutucuda kurutma işlemi izlemektedir. Geri kalan ana sıvı, kurutulabilmekte veya hayvan yemi olarak kullanılabilmektedir. Peyniraltı suyunun yüksek tuz içeriği, peyniraltı suyunun insan tüketimi için kullanımını sınırlandırmaktadır. Mineralsizleştirme işleminde tuzlar tamamen veya kısmen uzaklaştırılarak, peyniraltı suyu ürünlerinin uygulama alanları genişletilebilmektedir. Mineralsizleştirme, nanofiltrasyon, elektroliz, iyon değişimi veya bunların kombinasyonu ile gerçekleştirilebilmektedir. Elektroliz, doğrudan elektrik akımı kuvveti altında özel membranlar aracılığıyla iyonların taşınmasını dayanmaktadır. Nanofiltrasyon, düşük derecelerde mineralsizleştirme (%20 - 30) için uygun iken, elektroliz, ortam seviyeleri (%70'e kadar) ve iyon değişimi, yüksek dereceler (%90'a kadar) için uygundur. Mineralsizleştirme sonrasında, ürün evaporatörle yoğunlaştırılmakta ve kurutulmakta, daha sonra, akışkan yatakta işleme tabi tutulmakta ve paketlenmektedir.

Peyniraltı suyu proteini konsantreleri ve mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozları normalde gıda sanayisinde, klinik besin ürünleri üretiminde ve bebek mamalarında hammadde olarak kullanılmaktadır.

5.2.8 Süt ürünleri sanayisi temizlik işlemleri**5.2.8.1 Kimyasallarla temizlik**

İşleme ekipmanı ve üretim tesislerinin, süt ürünleri sanayisinin hijyen gereksinimlerine göre sabit aralıklarla temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Bu temizlik işleminin amacı, önceki üretim döngülerinden kaynaklanan kirleri ve bakteriyel kontaminasyonu gidermektir. Bu nedenle, ürün kalitesi ve tüketici güvenliğinin sağlanmasında temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri zorunlu adımlardır [210, EDA 2016].

5.2.8.1.1 Genel yaklaşım

Her temizlik işleminin amacı, sonraki üretim döngüsünde kir ve bakteri içermeyen ürünleri garanti etmek için önceki üretim adımlarından kaynaklanan kirleri temizlemektir. Bu yerinde temizlik (CIP) işlemi günümüzde yaygın olarak su esaslı bir işlemdir.

Süt ürünleri sanayisinde, üretim ekipmanından kirleri temizlemek için çevrimli alkali (kostik) asit yıkama kullanımı en yaygın temizlik işlemi olmaktadır. Bu nedenle, örneğin %1 - 5 arasındaki konsantrasyonlarda sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Bu yıkama adımının amacı, protein ve diğer organik kirleri temizlemektir. Temizlik etkisini artırmak ve kirlerin daha fazla temizlenmesini sağlamak için, sodyum hidroksit çözeltilerinin kombinasyonları ve kompleks oluşturan bileşikler ve zincirlenme bileşikler geliştirilmiştir. Bu ek bileşikler, örneğin bakteriyel büyüme için gereken enzimlerin eş faktörlerinin giderilmesinden sorumludur. Yaygın olarak, temizlik etkisini artırmak amacıyla alkali çözeltilisine EDTA tuzları eklenmektedir. Kostik temizlik işlemi sonucunda, alkali çözeltilerinin metal yüzeylere temasıyla madeni tufal oluşmaktadır. Bu tufalı gidermek için yaygın olarak alkali yıkama adımından sonra nitrik asit çözeltileri kullanılmaktadır. Bu asit yıkama adımı aynı zamanda, örneğin bakteriyel kontaminasyonun yükünü azaltmak için ek içerik ve temizlik maddesi kullanılmasını içerebilmektedir.

Alkali-asit yıkama işleminin etkinliği, kullanılan suyun kalitesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Genelde, temizlik işlemlerinde sert suyun etkinliği daha az olmaktadır. Bu nedenle, yumuşatılmış su kullanımı temizlik etkinliğini iyileştirebilmektedir. Bu, katıyağ, yağ, karbonhidrat ve proteinler gibi tüm organik artıklar için maksimum temizleme kapasitesi gösteren su kullanımını içermektedir. Bu bileşiklerin her biri sulu çözeltilerde ayrı çözünürlüğe sahiptir. Bu çözünürlük pH, sıcaklık, çözünmüş tuzlar (su sertliği) ve eklenen bileşikler, deterjanlar ve temizlik maddeleri tarafından etkilenebilmektedir. İdeal sulu çözeltil karışımının nasıl elde edilmesi gerektiği, duruma bağlı olmaktadır. Süt ürünleri tesisleri durumunda, temizliğin odağı yağ, protein ve mikrobiyel kontaminasyonun giderilmesine dayanmalıdır. Bu nedenle, sulu çözeltilye kostik, deterjan ve temizlik bileşikler karışımı eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu karışım, her bir süt ürünü tesisinin kendi ihtiyaçları bakımından iyileştirilmelidir.

5.2.8.1.2 Süt ürünleri kirleri ve doğru temizlik kimyasallarının seçimi

Süt ürünlerinde, yüzeyler esas olarak yağ, protein ve mikrobiyel yüklerle kirlenmektedir. Üretim tesislerinde kirlerde bu bulaşkanların her birinin bulunma oranı, tesis tarafından hangi ürünün işlendiği ve üretildiğine bağlıdır. Bu nedenle, ideal temizlik kimyasalı bileşimi, her bir durumda ayrı olarak seçilmelidir.

Proteinler, süt ürünleri sanayisindeki kir bileşiklerinin heterojen grubudur. Bunların sulu çözeltilerde çözünürlüğü büyük ölçüde çözeltinin sıcaklığı ve pH seviyesine bağlıdır. Protein çözünürlüğü, proteinin sodyum veya potasyum hidroksitle alkali ayrışmasıyla artırılabilir.

Süt ürünündeki katıyağ ve yağlar, suda çözünmezdir ve alkali ayrışmasına inerttir. Bu nedenle, yağ bileşiklerini uzaklaştırmak için yüzey aktif maddeler eklenebilmektedir. Süt ürünleri kirlerini çözmenin alternatif bir yolu, enzimleri kullanmaktır.

Bu seçeneğin yaygın bir dezavantajı, enzimlerin alkali veya asit koşullarıyla etkisiz hale gelerek, ilave temizlik adımına, bu nedenle temizlik maliyetlerinin artmasına yol açabilmesidir.

Ayrıca, temizlik işleminde mikrobiyel yük azaltılmak zorundadır. Dezenfeksiyon, imha etkinliği, sulu çözeltilerde kararlılık, biyobozunurluk veya malzeme aşındırıcılığı ile ilgili farklı özelliklere sahip çok çeşitli maddelerle gerçekleştirilebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan maddeler, sodyum hipoklorit veya peroksiasetik asittir. Her bir madde, münferit dezenfeksiyon özellikleri göstermektedir. Örneğin, sodyum hipoklorit iyi durulama özelliklerine sahiptir ancak, çevresel sonuca bağlı olarak toksik etkiler gösterebilmektedir. Bu yön, peroksit kullanımıyla daha iyi görülmektedir.

5.2.8.1.3 Biyositler

Biyositler, süt ürünleri tesislerinin mikrobiyolojik yükünü azaltmak için kullanılabilir. Bununla beraber, biyositlerin kullanımı farklı ülkelerde ayrı olarak düzenlenmektedir ve münferit maksimum artık seviyelerine ve çevre boyutlarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Tüm biyositlerin amacı, süt ürünleri tesislerinde üremelerini önlemek için mikroorganizmaların hücre yapısını etkilemektir. Yükseltgeci ve yükseltgeciyi olmayan biyositler ve UV ışınımı olarak sınıflandırma yapılabilmektedir. Genelde süt ürünleri sanayisinde kullanılan biyositler şunları içermektedir (minimum toksik etki):

- 2,2-dibromo-3-nitropropiyonamit (15 mg/kg),
- Metilenbistiosiyanat (4 mg/kg),
- Dörtlü amonyum bileşikler (maddeye bağlı),
- 2-bromo-2-nitropropan-1,3-diol (254 mg/kg),
- İzotiazolonlar (maddeye bağlı),
- Tetra-(hidroksimetil)-fosfonyum sülfat (sıçanlarda herhangi bir toksisite gözlemlenmemiştir),
- Perasetik asit (1 540 mg/kg),
- Glutaraldehit (1,3 mg/kg),
- Sodyum hipoklorit (1 – 5 mg/kg).

5.2.8.2 CIP işlemleri

Yerinde temizlik (CIP), endüstriyel gıda ve içecek üretiminde kullanılan en yaygın temizlik işlemidir. Özellikle süt ürünleri sanayisi, büyük endüstriyel tesislerin kolay bir şekilde sökülmesi, temizlenmesi ve yeniden montajının imkansız olmasından dolayı CIP işlemini kullanmak zorundadır. Bu nedenle, süt ürünlerinin kalitesi ile tüketici ve üreticilerin güvenliğini garanti etmek için güvenilir CIP işlemleri kullanılmak zorundadır.

Süt ürünleri sanayisinde CIP işlemlerinde hangi özel çabaların gösterilmek durumunda olduğu çok fazla olarak, günlük üretimden kaynaklanan kirin türüne bağlı olmaktadır. Ayrıca, kirlerin yapışkanlığını farklı fiziksel kuvvetler (örneğin van der Waals kuvvetleri, elektrostatik kuvvetler veya mekanik kuvvetler) tayin etmekte, bu durum CIP tekniği seçimi konusunda ilave sınırlamalar getirmektedir.

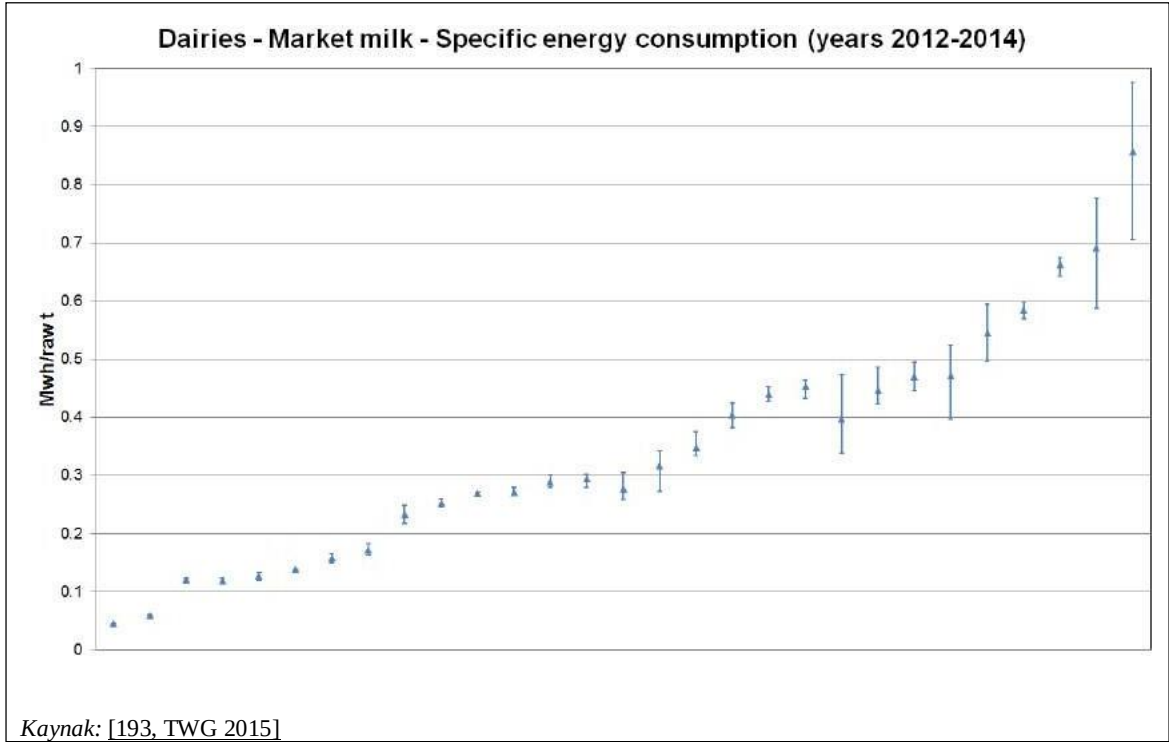
Temizlik stratejisi hakkında düşünürken dikkate alınması gereken bir diğer yön, münferit boru, tüp, varil ve diğer kap sırasından temizlenecek olan proses ekipmanıdır. Farklı çelik tipleri, asit ve kostik maddelere karşı farklı toleranslar göstermekte, bu durum da CIP’de kullanılan kimyanın seçimini etkilemektedir. Ayrıca, üretim prosesinin polimerik maddeler içermesi halinde, bu bileşikler polimerik maddeleri çözme yeteneğine sahip olmayabildiğinden tüm organik temizlik bileşenleri uygun olmayabilmektedir.

5.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

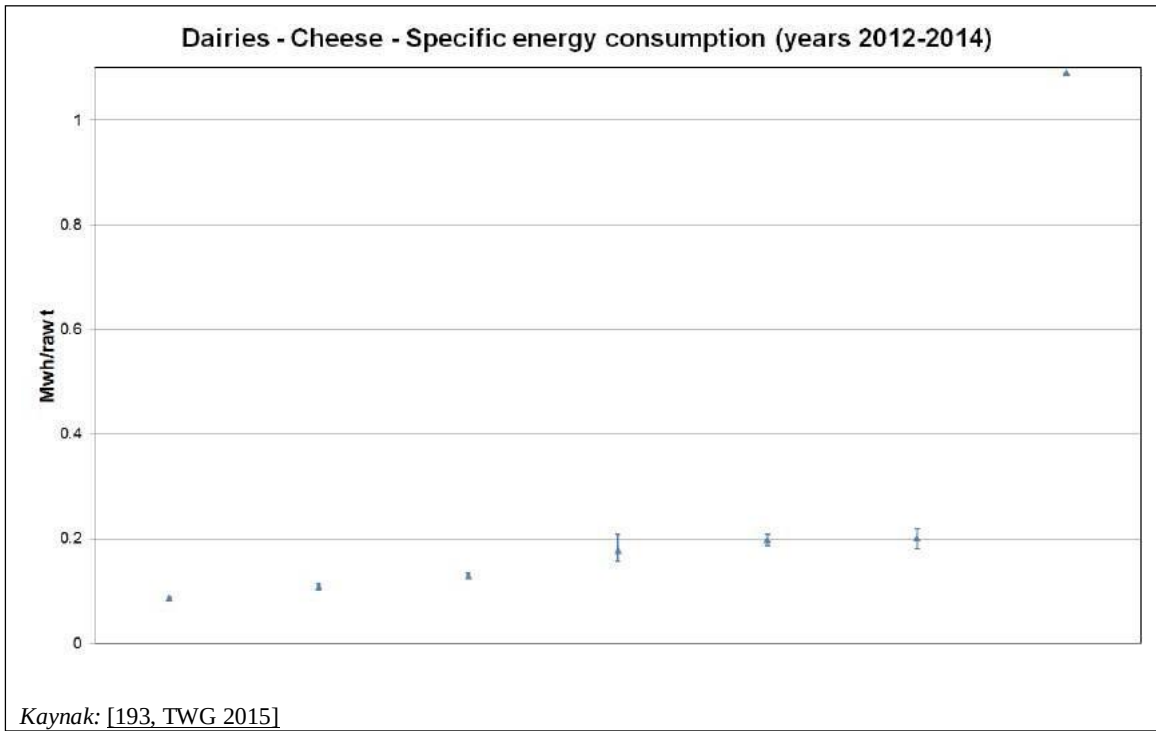
5.3.1 Enerji tüketimi

Süt ürünlerinde önemli bir enerji tüketimi söz konusudur. Enerjinin yaklaşık %80'i, buhar ve sıcak su üretmek için fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan termal enerji olarak tüketilmektedir. Enerji, ısıtma işlemleri ve temizlikte kullanılmaktadır. Geri kalan %20, makine, soğutma, havalandırma ve aydınlatmayı çalıştırmak için elektrik olarak tüketilmektedir. En çok enerji tüketen işlemler, buharlaştırma ve sütün kurutulmasıdır [21, Nordic Council of Ministers 2001]. Örneğin pastörizasyonda, ısıtma ve soğutma adımları için önemli miktarda enerji gerekmektedir. Isı eşanjörleri yoluyla ısı geri kazanımı uygulanabilmektedir. Buharlaştırma normalde, buhar yeniden sıkıştırılmasıyla birleştirilmektedir.

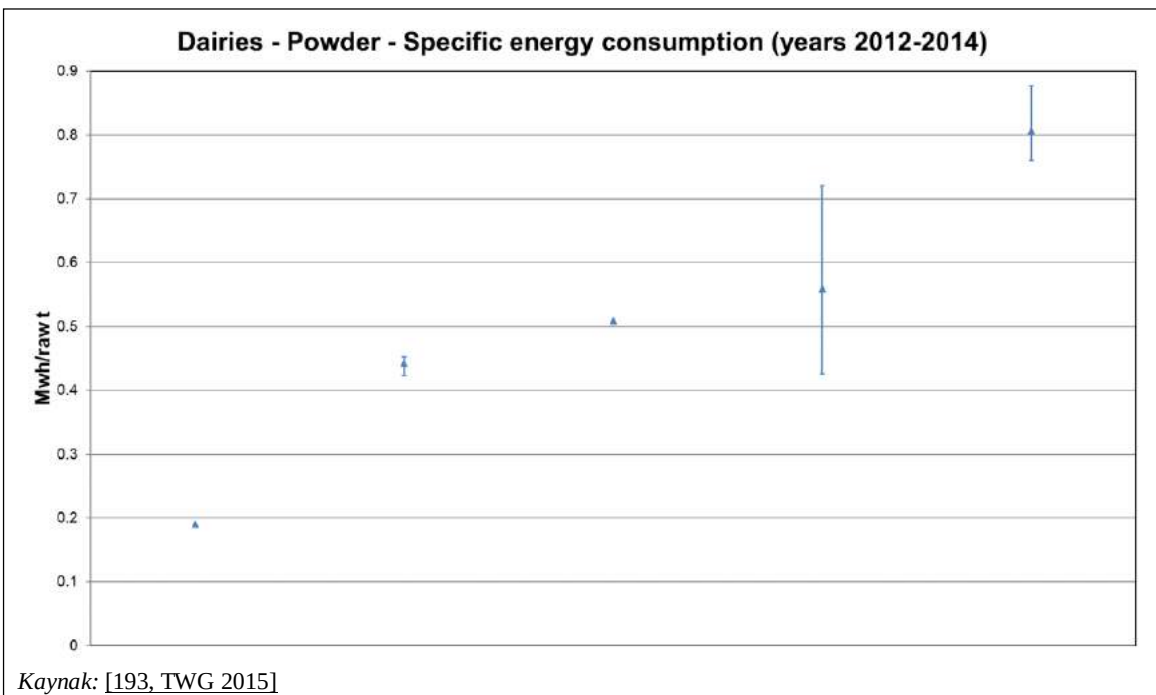
Avrupa süt ürünleri sanayisi için çok geniş aralıkta enerji tüketim verileri bildirilmiştir. Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'te, ana ürüne (ticari süt, peynir, toz, fermente süt) göre süt ürünlerindeki toplam spesifik enerji tüketimi ile ilgili bildirilen veriler gösterilmektedir. Bu Şekiller'de ana ürün, üretimin en az %80'ini ifade etmektedir.



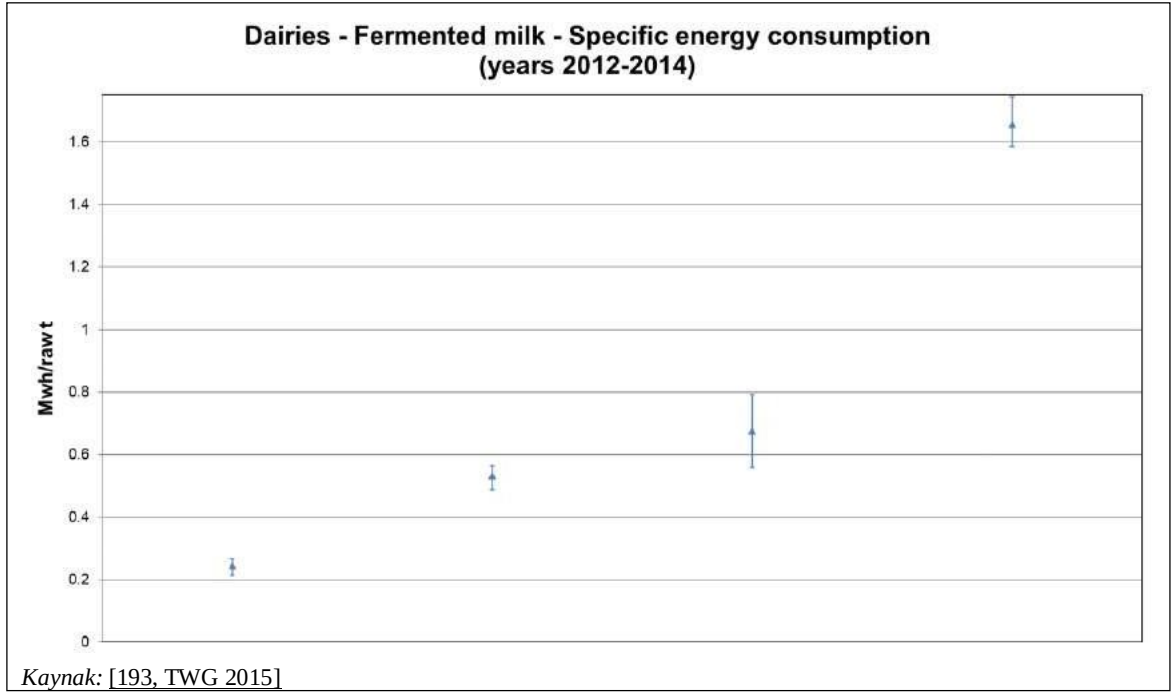
Şekil 5.12 Ticari süt üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)



Şekil 5.13 Peynir üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)



Şekil 5.14 Toz üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)



Şekil 5.15 Fermente süt üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)

Tereyağının yanı sıra içme sütünün üretildiği süt ürünleri tesisleri ile süt tozu üretiminin yüksek olduğu süt ürünleri tesislerinde daha fazla enerji kullanılmaktadır.

5.3.2 Su tüketimi

Su tüketimi esas olarak, temizlik işlemleriyle ilgili olmaktadır. Avrupa süt ürünleri tesislerinde su tüketimini etkileyen faktörler şöyledir [89, EDA 2002]:

- Soğutma için yüzeysel su ve yeraltı suyu kullanılabilirliği,
- Durulama için kullanılan su süresi ve miktarı,
- CIP programlarının özellikleri,
- Bakım, örneğin kaçakların onarılması.

Tablo 5.1’de, Avrupa süt ürünleri tesislerinde bildirilen su tüketimi verilmektedir.

Tablo 5.1 Avrupa süt ürünleri tesisleri su tüketimi (2012 - 2014)

Ürün	Su tüketimi (m ³ /ton hammadde)
Ticari süt	0,33 - 12,61
Peynir	0,24 - 4,90
Toz (örneğin süt, peyniraltı suyu)	0,50 - 4,27
Fermente süt	1,91 - 17,23

Kaynak: [193, TWG 2015]

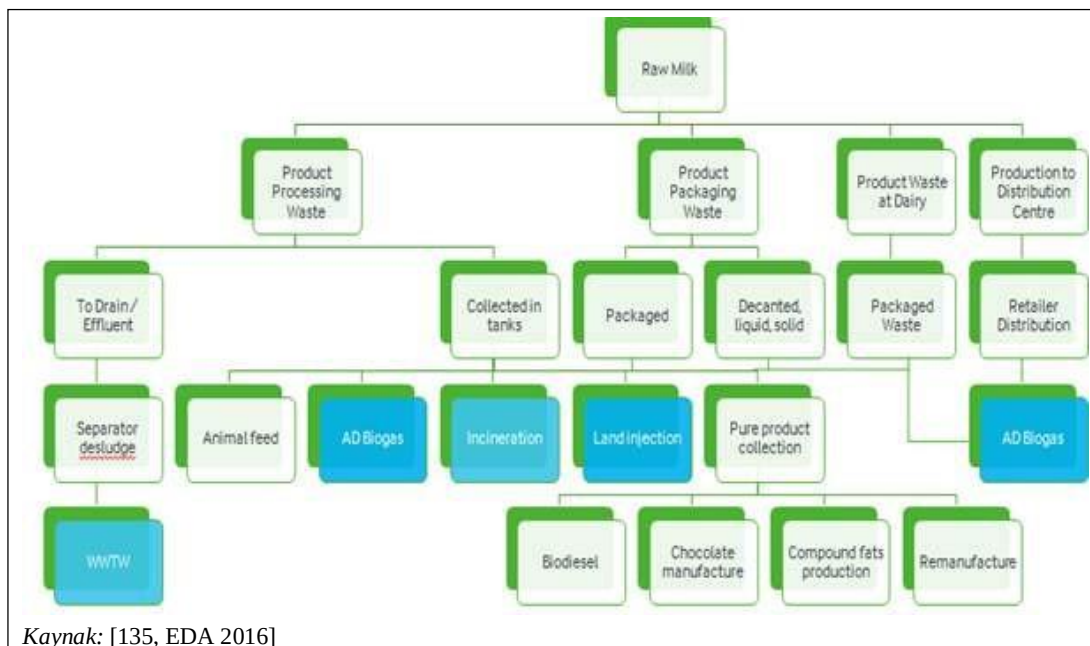
5.3.3 Katı ürün

Süt katı ürünlerinin özellikleri, son ürünler, sistem tipi ve üretim tesisinde kullanılan işletim yöntemlerine bağlı olarak büyük ölçüde değişebilmektedir. Katı ve sıvı atıklar esas olarak birincil, ikincil ve üçüncül ambalajın farklı türleri, servis ve test malzemeleri, yağlama akışkanları ve atık tüketim maddelerinden oluşmaktadır. Süt ürünleri tesisinin bütünlüğüne bağlı olarak, bunlar öncül atıkları (çiftçilik faaliyetlerinden kaynaklanan) veya ardıl atıkları (lojistik ve ambarlama faaliyetlerinden kaynaklanan) içerebilmektedir.

Süt ürünleri atıkları, sütün birincil işleme ve separasyonundan son ürünlerin üretim, ambalajlama ve dağıtımına kadar işlemlerin birçok aşamasında üretilmektedir. Atıklar sıvı, yarı katı, katı olabildiği gibi, suyla seyreltilmiş (arabirim olarak) olabilmektedir. Atıksu arıtma tesisine verilmedikleri sürece, atıklar sıvı halde ise tank veya depolarda toplanmakta, katı halde ise çeşitli konteynerlerde toplanmakta ve/veya paletlenmektedir. Ayrıca, birçok süt ürünü atığı, Hayvansal Yan Ürünler Direktifi başta olmak üzere gıda ve yem mevzuatı tarafından düzenlenmektedir [99, EC 2002].

Katı atıklar, tamamen ambalajla ilgili atıklardır. Ambalaj tipi, birincil kap (çok tabakalı kartondan çok çeşitli plastiklere kadar değişmektedir) ve küçük dükkanlardan devasa hipermarketlere kadar farklı Üye Devletler'de kullanılan perakende sistemlerinin tipine bağlı olarak, Avrupa genelinde büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Süt ürünleri atıklarının miktarları ve bileşenleri zaman içinde farklılaşmaktadır. Atıklar, genellikle bir dizi periyodik prosesten oluşan tesis üretim profilinden etkilenmektedir.

Tipik bir süt ürünleri tesisi gıda atıklarının tipik proses akış şeması, Şekil 5.16'da gösterilmektedir.



Kaynak: [135, EDA 2016]

Şekil 5.16 Tipik süt ürünleri tesisi gıda atıkları akış şeması

Sıvı atıklar - Şekil 5.16'da mavi ile gösterilmektedir – anaerobik çürütme veya araziye yarma olmak üzere geleneksel atıksu arıtma tipleri kullanılarak arıtılmaktadır. Atıkla ilgili son bir çözüm yakmadır ve yakma, süt ürünleri atıklarının Hayvansal Yan Ürünler Direktifi'nin 2. Kategorisi (insan ve hayvan tüketimi için uygun olmayacak şekilde yabancı bir madde ile kontamine olmuş) kapsamına girmesi halinde gerçekleştirilebilmektedir.

Süt ürünleri işletmecileri gittikçe daha fazla, süt ürünleri gıda fazlaları ve yan ürünlerini (örneğin peyniraltı suyu, bakınız 5.2.7 no'lu madde) diğer gıda, hayvan yemi veya enerji maddeleri elde edecek şekilde yeniden işlemenin yollarını bulmaktadır.

Süt ürünleri sanayisindeki, işlenen süt, yağ veya peyniraltı suyu miktarının yüzdesi olarak ifade edilen ürün kayıpları, Tablo 5.2’de özetlenmektedir.

Tablo 5.2 Süt ürünleri sanayisindeki bazı proseslerdeki ürün kayıpları

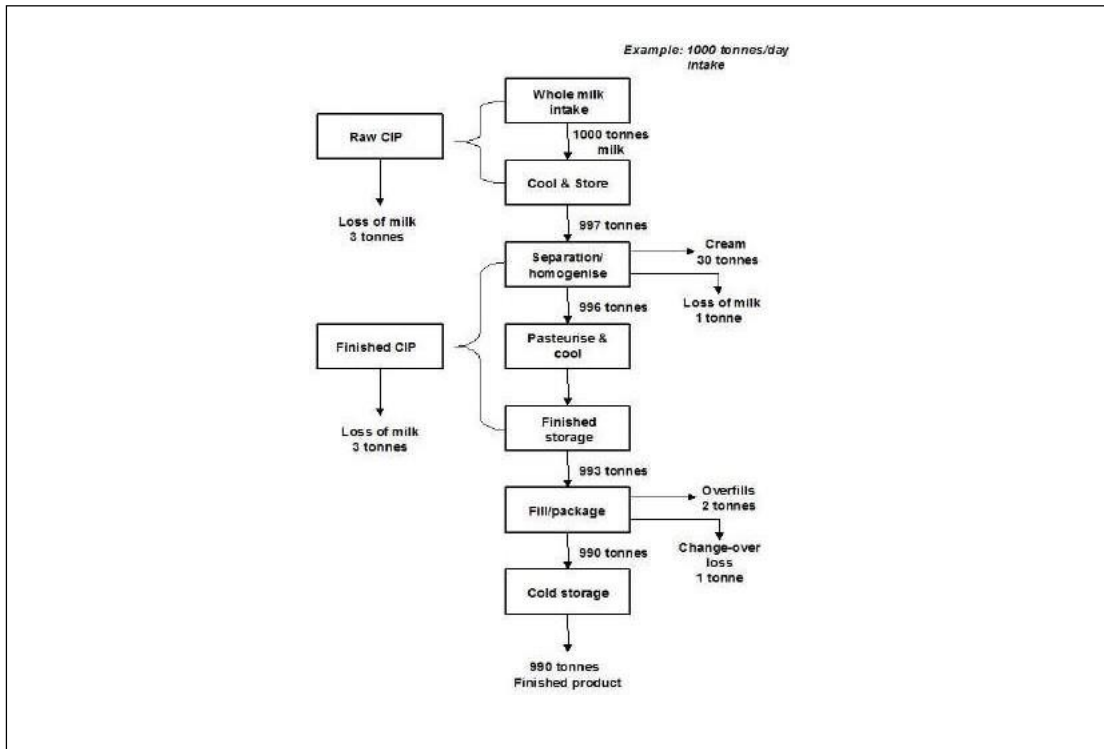
İşleme tipi	Ürün kayıpları (%)		
	Süt	Yağ	Peyniraltı suyu
Tereyağı/ yağsız süt taşınması	0,17	0,14	—
Tereyağı ve yağsız süt tozu	0,60	0,20	—
Peynir	0,20	0,10	1,6
Peynir ve peyniraltı suyu buharlaştırılması	0,20	0,10	2,2
Peynir ve peyniraltı suyu tozu	0,20	0,10	2,3
Tüketici sütü	1,9	0,7	—
Tam krema süt tozu	0,64	0,22	—
Kaynak: [74, World Bank (IBRD) ve ark. 1998]			

İşlenmiş süt tonu başına bildirilen katı ürün Tablo 5.3’te verilmektedir.

Tablo 5.3 İşlenmiş süt tonu başına katı ürün

İşleme tipi	Katı ürün (kg)	AAT çamuru (kg)
Sıvı süt, yoğurt	1,7 - 45,0	0,2 - 18,0
Peynir	1 - 20	0,2 - 24
Süt ve peyniraltı suyu tozu	0,5 - 16	3 - 30
Kaynak: [89, European Dairy Association 2002]		

Süt üretimi sırasında ürün kaybı, normalde ürünün %0,5 - 1,5’i atığa dönüşmek üzere %3 - 4’e kadar çıkabilmektedir. Bu süt kayıpları temizlik sırasında gerçekleşebilmekte, devreye alma, kapatma veya bir HTST ünitesi değişimi sırasında yüzeysel akış şeklinde olabilmekte veya kaza sonucu dökülmelerden kaynaklanabilmektedir. Atıksuya karışan ürün, KOİ, azot ve fosfor içeriğine büyük bir katkıda bulunabilmektedir. Tipik süt kayıpları Şekil 5.17’de gösterilmektedir.



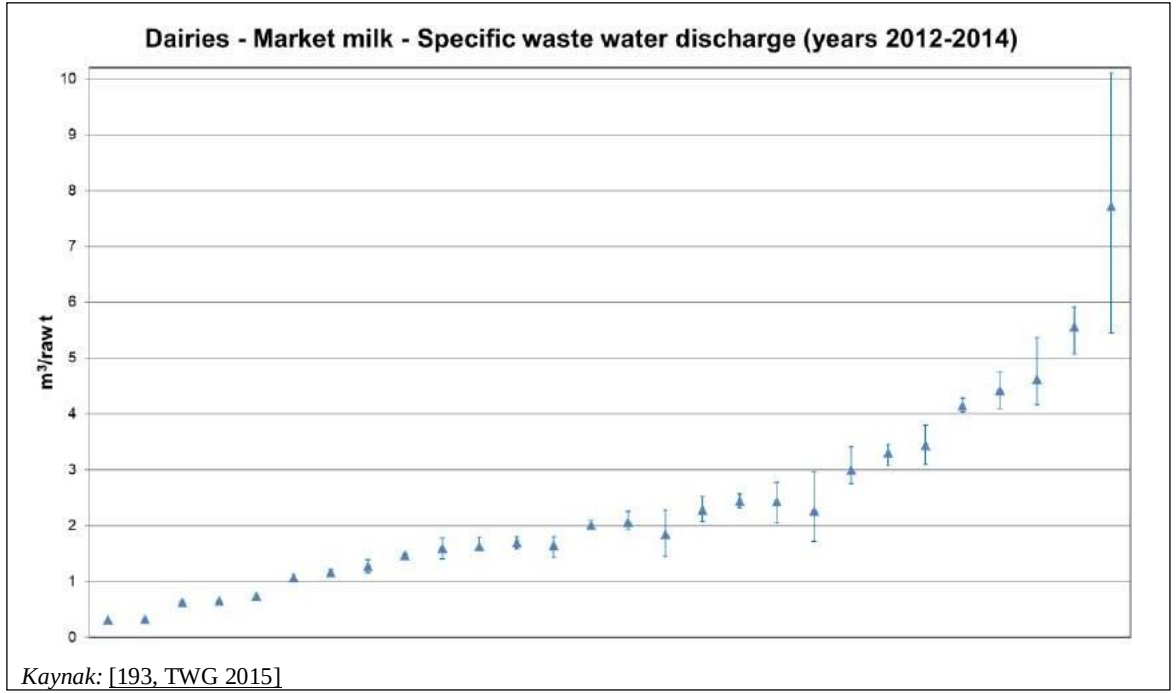
Şekil 5.17 Süt ürünleri sanayisi tipik süt kayıpları

Avrupa için bildirilen dondurma üretimi toplam katı ürün daha geniş bir aralıkta, bir başka ifadeyle 30 – 150 kg/t ürün, söz konusu olmaktadır [65, CIAA-EDA 2002].

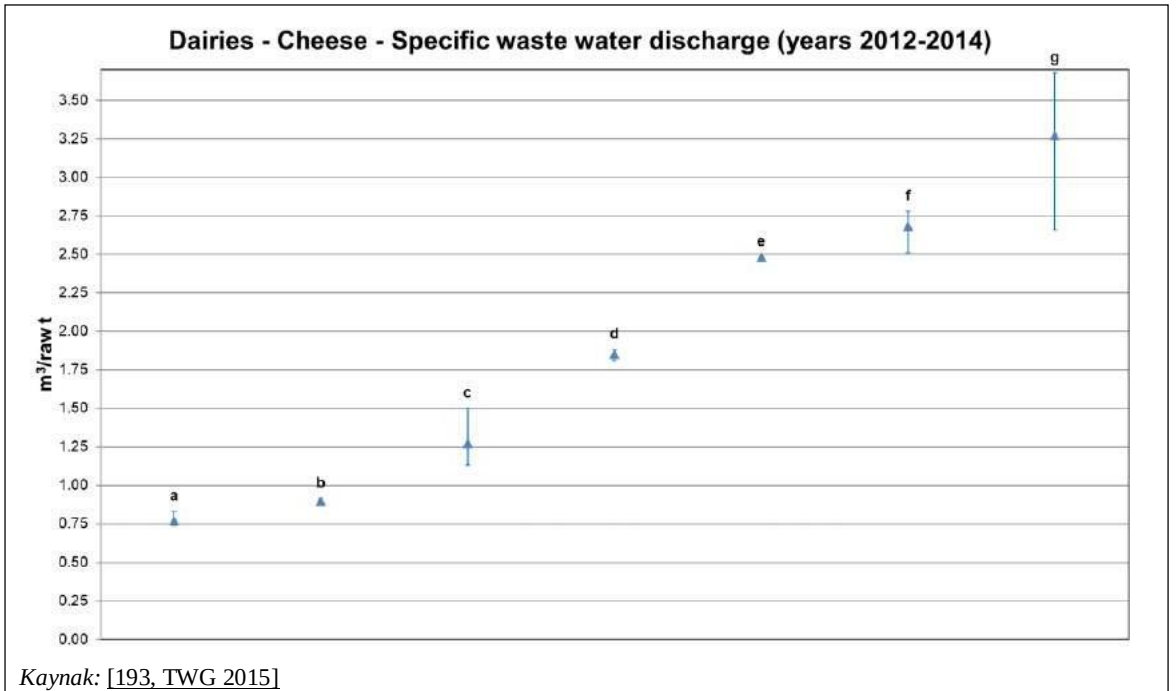
5.3.4 Suyu verilen emisyonlar

Süt ürünleri sektöründe ana çevre konusunu atıksu oluşturmaktadır. Sektörde, gereken hijyen ve temizlik seviyesinin sürdürülmesinde çok yüksek miktarlarda su kullanılmakta ve çok yüksek miktarlarda atıksu üretilmektedir.

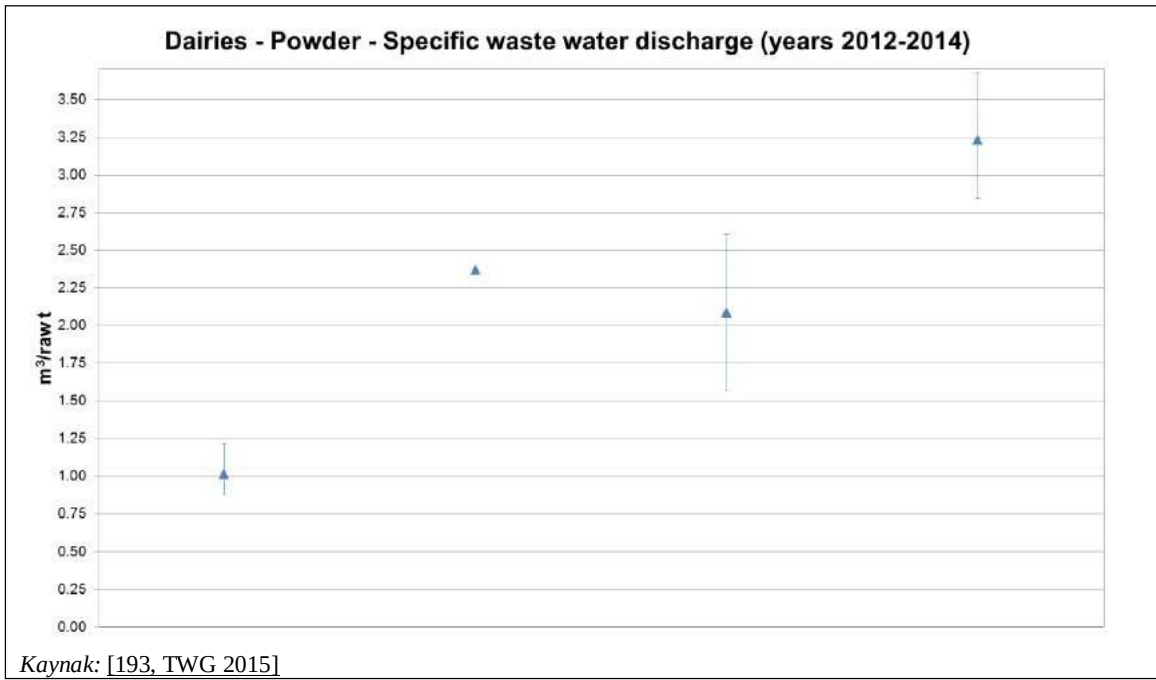
Şekil 5.18, Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de, ana ürüne (ticari süt, peynir, toz) göre ve tüm deşarj türleri için Avrupa süt ürünleri tesislerindeki spesifik atıksu deşarjı ile ilgili bildirilen veriler gösterilmektedir. Bu Şekiller’de ana ürün, üretimin en az %80’ini ifade etmektedir. Suyu verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no’lu maddede bulunabilir.



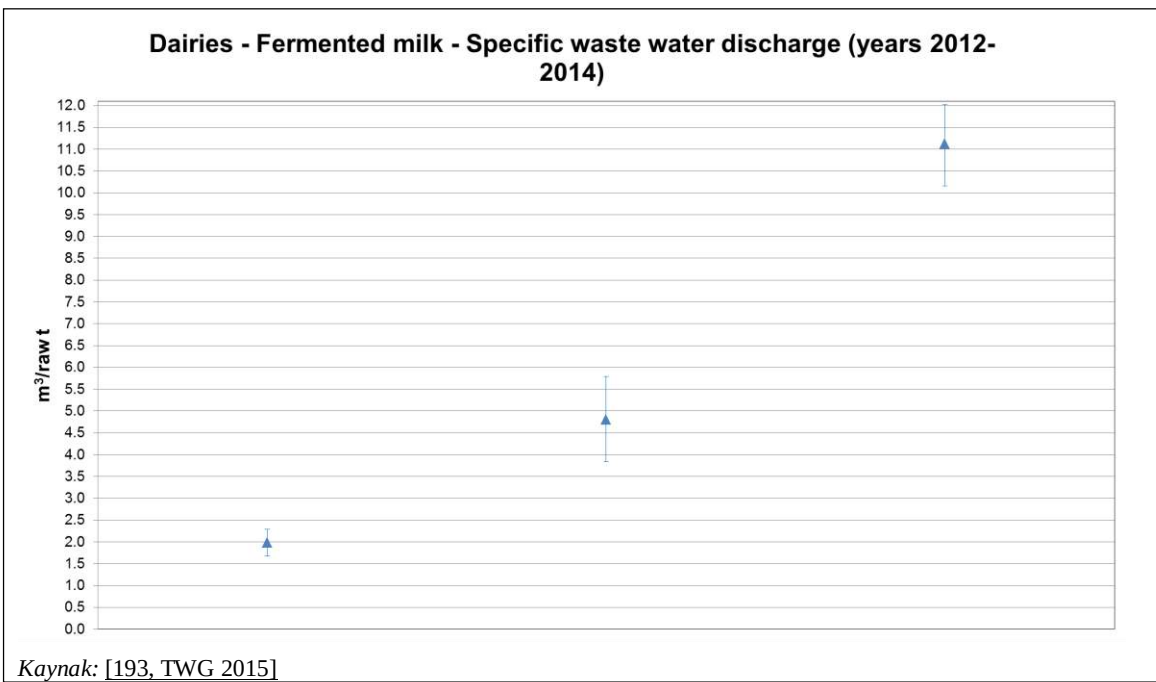
Şekil 5.18 Ticari süt üretimi spesifik atıksu deşarjı (m^3/ton hammadde)



Şekil 5.19 Peynir üretimi spesifik atıksu deşarjı (m^3/ton hammadde)



Şekil 5.20 Toz üretimi spesifik atıksu deşarjı (m³/ton hammadde)

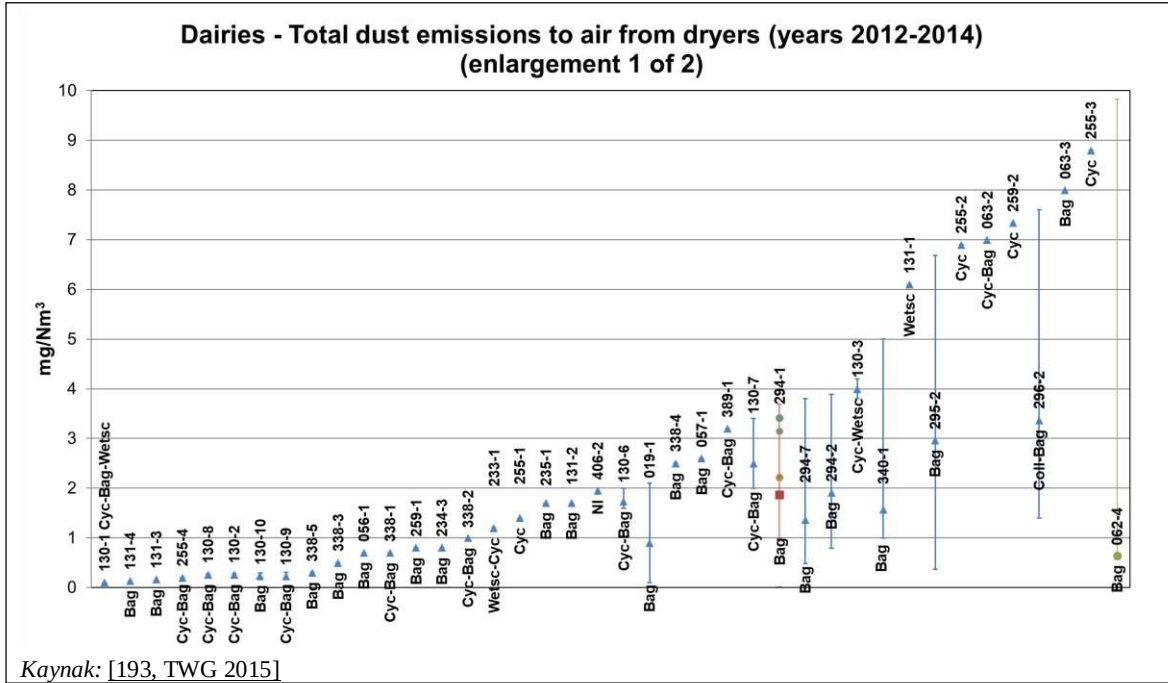


Şekil 5.21 Fermente süt üretimi spesifik atıksu deşarjı (m³/ton hammadde)

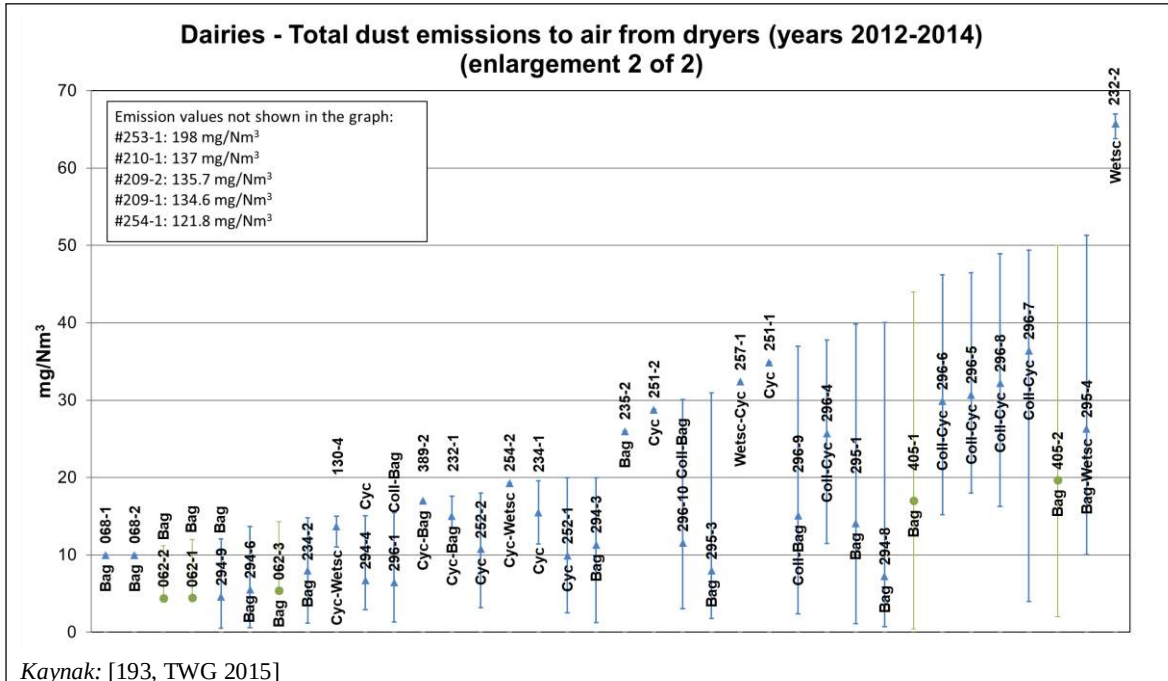
5.3.5 Havaya verilen emisyonlar

5.3.5.1 Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları

Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları ile ilgili alınan verilerin genel bir görünümü, Şekil 5.22 (düşük değerler) ve Şekil 5.23'te (yüksek değerler) sunulmaktadır. Ayrıca, uygulanan boru sonu azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 5.22 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (1 / 2)



Şekil 5.23 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (2 / 2)

Şekil 5.22 ve Şekil 5.23'te kullanılan simge ve kısaltmaların anlamları, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te verilmektedir.

Torba filtreler (esas olarak boru şeklindedir), siklonlar ve ıslak yıkayıcılar, kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları için nihai azaltım teknikleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, siklon ve torba filtre kombinasyonu yaygın olarak uygulanan bir işlemdir. Genellikle, torba filtreler elde edilen en düşük toz emisyonu seviyeleriyle ilişkilendirilmektedir. Emisyon akımındaki O₂ içeriği (%) genelde bildirilmemektedir ancak, elde edilen verilerden, çoğu kurutucunun atmosferik O₂ seviyelerine yakın çalıştığı varsayılmaktadır.

5.3.6 Kimyasal tüketimi

Kullanılan kimyasalların çoğu, proses makine ve borularının temizlik ve dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Taze ürün süt ürünleri tesisleri esas olarak, kostik ve nitrik asit ile bazı dezenfektanları, örneğin hidrojen peroksit, perasetik asit ve sodyum hipoklorit, kullanmaktadır. Ayrıca, 0,01 – 0,34 kg/t işlenmiş süt aralığında dezenfeksiyon maddeleri kullanılmaktadır [160, European Dairy Association, 2002]. Tablo 5.4, Avrupa süt ürünleri tesislerinde kullanılan temizlik maddeleri tüketimini göstermektedir.

5.4

Tablo 5.4 Avrupa süt ürünleri tesislerinde kullanılan temizlik maddeleri tüketimi

Ürünler	Temizleme maddeleri tüketimi (kg/t işlenmiş süt)		
	NaOH, %100	HNO ₃ , %100	Deterjanlar
Ticari süt ve yoğurt	0,2 - 10	0,2 - 5,0	*
Peynir	0,4 - 5,4	0,6 - 3,8	0,1 - 1,5
Süt ve peyniraltı suyu tozu	0,4 - 5,4	0,8 - 2,5	*
Not: Değerler, üretim uzunluğu ve kapasitesine göre değişmektedir. * Uygun değil Kaynak: [89, EDA 2002]			

Elektroliz, iyon değişimi, ultra ve nanofiltrasyon içeren peyniraltı suyu işlemesi, büyük miktarlarda fosforik, sülfürik asit ile hidroklorür asit ayrıca, potasyum hidroksit ve sodyum hipoklorit gerektirmektedir.

5.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

5.4.1 Genel çevre performansı

5.4.1.1 Üretim planlaması ile sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumunun en aza indirilmesi yoluyla EDTA kullanımının azaltılması

Tanım

Sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumu ve bunun sonucunda etilendiamintetraasetik asit (EDTA) kullanımını önlemeye dönük üretim planlamasıdır.

Teknik tanım

Sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumu, yüksek protein kararlılığına sahip süt kullanarak azaltılabilmektedir. Süt proteininin kararlılığı, yinelenen işleme ve pompalama ile azaltılmaktadır. Bu nedenle, yeniden işlemenin önlenmesine yönelik bir üretim planlaması, süt taşı oluşumu ve bunun sonucunda EDTA kullanımının önlenmesine katkıda bulunabilmektedir. Ayrıca, sütte mikroorganizma sayısının yüksek olması halinde sütte daha fazla kirlenme ve süt taşı oluşumu söz konusu olabilmekte, dolayısıyla bu kirlenme ve süt taşı oluşumu, yeterli hijyen koşullarının sağlanması halinde azaltılabilmektedir. Enzim aktivitesi gibi, sütte protein kararsızlığına yol açan çok sayıda başka faktör vardır.

Elde edilen çevresel yararlar

Sütün ideal kullanımı ve EDTA ve enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Süt işleme süresinin optimizasyonu ve proteinlerin yüksek ısı kararlılığına sahip olduğu kaliteli çiğ süt kullanımı ile, sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumu azaltılabilmektedir. Sütün kirlenmesi ve süt taşı oluşumu, özellikle plakalı ısı eşanjörlerinde ısı değişimi verimliliği ve debiyi azaltmaktadır. Sonuç olarak, dolaylı ısı eşanjörleri, çalıştırıldıktan en geç 8 - 9 saat sonra temizlenmek durumunda olmaktadır. Temizlik aralarının uzaması, sütte temizlenmesi daha zor kirlenme ve süt taşı oluşumuna yol açabilmektedir. Ekipmanın ne zaman temizlenmesi gerektiğine karar vermek için hazırlama cihazı girişi ile çıkışı arasındaki basınç düşümünü izlemek üzere fark basıncı ölçeri kullanılabilmektedir. Düşük süt kalitesi, çalışma süresini etkilemektedir zira proteinlerin ısı kararlılığı azalmaktadır ve proteinler yüzeylerde daha kolay çökelmektedir.

Sütün ısı kararlılığı, süt kaynama noktasına kadar ısıtılmak ve oluşan tortu miktarı değerlendirilmek suretiyle veya süt ve etanol karıştırılıp cam yüzeylerde herhangi bir çökelme oluşup oluşmadığı kontrol edilerek yapılan basit bir test ile kontrol edilebilmektedir. Daha kararlı proteinler, çökelmenin oluşması için daha yüksek etanol konsantrasyonları gerektirmektedir.

Ayrıca, sütün kararlılığı, yapımında sütün kullanılabileceği ürünleri belirlemektedir. Örneğin, yüksek kararlılığa sahip proteinleri içeren süt, peynir yapımından ziyade içme sütü için gerekli olmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji ve atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür
[150, Barale M. 2004]

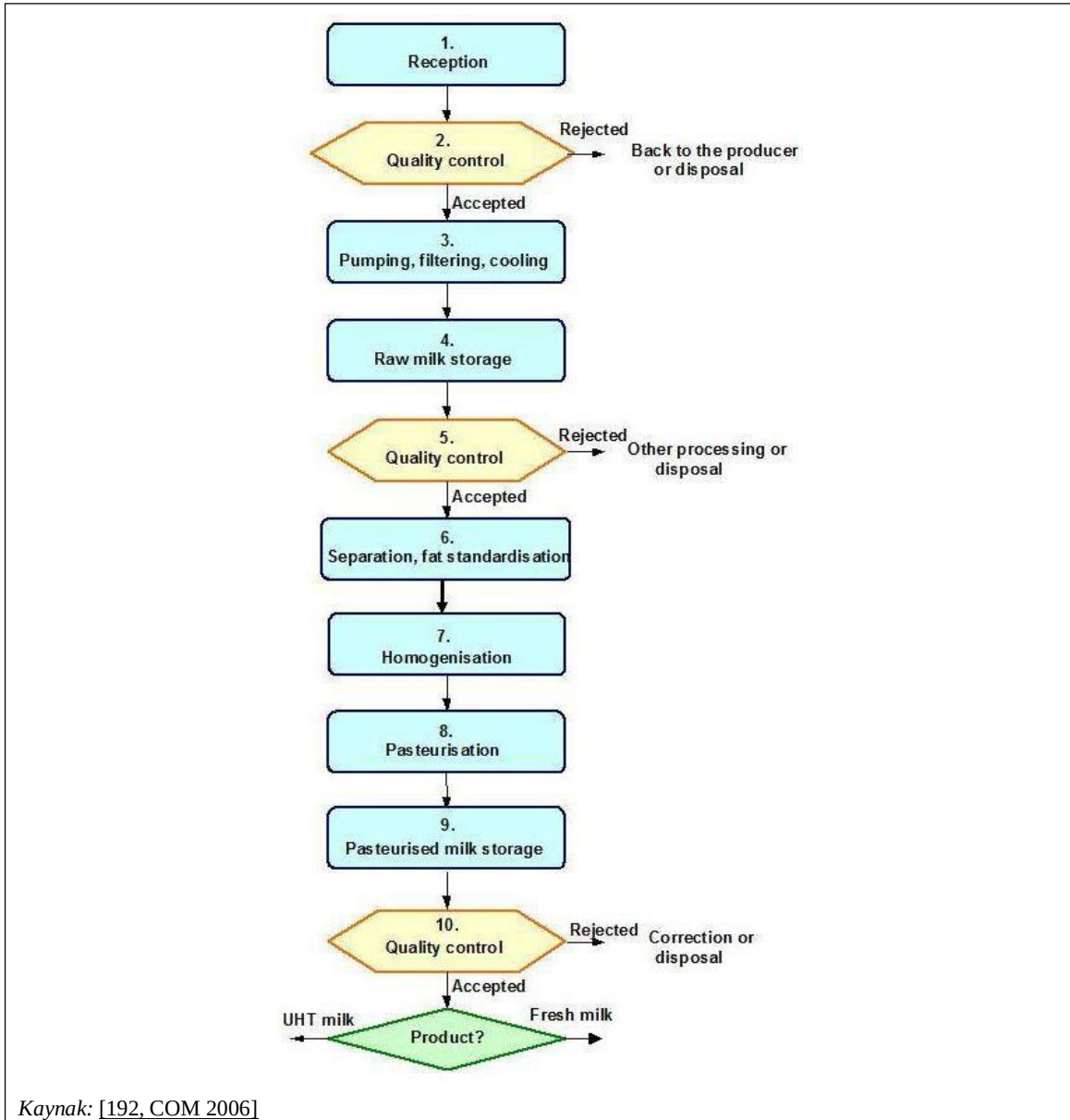
5.4.1.2 Bilgisayar kontrollü süt transfer, pastörizasyon, homojenizasyon ve CIP ekipmanı kullanılması

Tanım

Süt ürünleri tesislerinde bilgisayarlı proseslerin kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisi, 450 000 litre süt kabul etmektedir. Tesis, tedarikçilerine mekanik sağım yapma, uygun soğutma kapasitesine sahip olma ve HACCP uygulama şartı getirmektedir. Tesisin işleme akış şeması, Şekil 5.24'te gösterilmektedir.



Kaynak: [192, COM 2006]

Şekil 5.24 Süt üreten bir süt ürünleri tesisi işleme akış şeması

Süt kabulü, iki paralel programlanabilir mantık denetimi kontrollü kapalı sistemler yoluyla gerçekleştirilmektedir. Özel vanaların kullanıldığı bir tekniğin hayata geçirilmesiyle birlikte, süt kayıpları büyük ölçüde azalmıştır. Vanaların kullanıldığı yerlerde, borular arasında süt aktarımı sırasında, tankların doldurulurken ve insan hatalarına bağlı süt kayıplarının tamamen ortadan kalktığı, bunun sonucunda bu kaynaktan kaynaklanan atıksu kirliliğinin azaldığı bildirilmektedir.

Ayrıca, sütün pastörizasyonu, diğerlerine göre ısı değişimi için daha büyük bir yüzey alanına sahip olan ve otomatik yağ standardizasyon ve homojenizasyon üniteleri bulunan bilgisayar kontrollü plakalı ısı eşanjörleri ile gerçekleştirilmektedir.

İşleme, kapalı bir sistemde yapılmaktadır. Depolama ve hammadde, ara ürünler ve ürünleri tesisin farklı işleme ünitelerine pompalama kontrolü, bilgisayar destekli sistem ile gerçekleştirilmektedir. Bu sistem kullanılarak kayıplar en aza indirilmiştir. Aynı kontrol sistemi, yerinde temizlik (CIP) sistemini çalıştırmaktadır. Burada, son durulama suyu, sonraki temizlik döngüsü için kullanılmaktadır.

Bir başka örnekte, pastörizasyon için zincirlemeli ürün gönderim programlaması uygulanmaktadır. Bir ürün pastörize edilirken, sonraki gönderim programlanmakta, dolayısıyla bekleme adımı ortadan kaldırılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Süt kaybı ve atıksu kontaminasyonunun azaltılması. Ayrıca, bilgisayarlı CIP sistemi, daha az su kullanımı ve ayrıca tasarrufunu beraberinde getirmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Pastörizasyon sırasında, ısı değişimi için daha büyük yüzey alanı ve sıcak su resirkülasyonunun, eski pastörize etme cihazlarına göre, enerji tüketimi ve su tüketiminde sırasıyla yaklaşık %25 ve %50 tasarruf sağladığı bildirilmektedir.

Bilgisayarlı proses kontrolü, kabulde ve ileri işleme sırasında süt kayıplarını önlemekte veya azaltmaktadır. Otomatik dozlamının, hem su hem temizlik ve dezenfeksiyon maddeleri tüketiminde yaklaşık %15 tasarruf sağladığı bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, yeni ve mevcut tesislerde uygulanabilir. Verim artışı elde edilmekte ve bu proses sırasında zaman tasarrufu sağlanmaktadır.

Ekonomi

Yatırım maliyetleri yüksektir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji ve su maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Macaristan ve İspanya'daki süt ürünleri tesisleri [193, TWG 2015].

Referans literatür

[81, Sole 2003], [192, COM 2006], [193, TWG 2015], [226, EDA 2016]

5.4.2 Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler

5.4.2.1 Kısmi süt homojenizasyonu

Tanım

Krema, az miktarda yağsız sütle birlikte homojenleştirilir. Homojenizatör büyük ölçüde küçültülerek, enerji tasarrufu sağlar.

Teknik tanım

Krema, az miktarda yağsız sütle birlikte homojenleştirilmektedir. Karışımın ideal yağ içeriği, %12'dir. Yağsız süütün geri kalan bölümü doğrudan santrifüjlü separatörden, pastörize etme cihazının pastörizasyon bölümüne akmaktadır. Homojenleştirilen krema, son ısıtma bölümüne girmeden önce yağsız süt akımı ile yeniden karıştırılmaktadır. Bu teknik kullanılarak, homojenizatör büyük ölçüde küçültülerek, enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde, 25 000 l/s nominal kapasiteli bir pastörizasyon hattında kısmi homojenizasyonun devreye alınması ile, homojenizasyon kapasitesinin 8 500 l/s'ye inmiştir. Toplam elektrik gücü, 55 kW'lık daha küçük bir homojenizatör kurularak yaklaşık %65 oranında azaltılmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Küçük homojenizatörler, yatırım ve işletme maliyetleri bakımından daha ucuzdur. Küçük bir homojenizatörün fiyatı, hattın nominal kapasitesini işleme tabi tutabilen bir ekipmanın fiyatının yaklaşık %55'idir.

Uygulamanın ana etkeni

Yatırım ve enerji maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Modern süt ürünleri tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001]

5.4.2.2 Enerji etkin homojenizatör

Tanım

İdeal tasarımla homojenizatörün çalışma basıncı düşürülerek, sistemi tahrik etmek için gereken elektrik enerjisi azaltılır.

Teknik tanım

Bu teknik, homojenizasyon etkisi korunurken, basıncın düşürülmesini sağlamaktadır. Bir konvansiyonel homojenizatörün tahriki için gereken enerji, yağ globül boyunun yeterli bir şekilde küçültülmesi için sistemin çalıştırıldığı basınçla orantılıdır. Homojenizatör çalışma basıncı azaltılabilmektedir (homojenizasyon cihazı tasarımındaki yenilikler yoluyla), bu durumda, sistemi tahrik etmek için gereken ilgili elektrik enerjisi azaltılabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar
Elektrik tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Etkin tasarımlı bir homojenizatörle, elektrik tüketimi yaklaşık %30 azaltılabilmektedir (bakınız Tablo 5.5). Bu tür durumlarda, elektrik enerjisi ilave %15 - 33 oranında azaltılabilmektedir (yükselen kapasiteyle birlikte tasarruf artmaktadır).

Tablo 5.5 İki farklı homojenizasyon cihazının karşılaştırılması

	Konvansiyonel tasarım ⁽¹⁾	Etkin tasarım	Gelişmiş tasarım ⁽²⁾
Homojenizasyon basıncı (bar)	200	135	97
Gereken elektrik gücü (kW)	151	104	75
Yıllık elektrik kullanımı (kWh/yıl)	724 000	499 100	360 900
Yıllık elektrik maliyeti (avro)	72 400	49 910	36 090
(1) Koşullar: homojenizatör kapasitesi 25 000 l/s; istenen homojenizasyon etkisi %75 NIZO; üretim süresi 4 800 h/yıl; elektrik fiyatı 0,1 avro/kWh.			
(2) Gelişmiş tasarım yalnızca 15 000 l/s veya üzeri kapasitelerdeki süt homojenizasyonu için uygulanabilir. Kaynak: [182, Tetra Pak 2015]			

Çapraz ortam etkileri
Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik, pastörize süt, UHT süt, krema, yoğurt, kondense süt, dondurma karışımı, meyve suları, konsantreler, vb. dahil emülsiyon ve asıtlılar, aseptik veya aseptik olmayan yüksek veya düşük ağırlığa sahip ürünlerin yüksek basınçlı homojenizasyonu için uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- İşletme maliyetinin azalması.
- Ayrıca, düşük basınç, homojenizatör üzerinde daha az yük olması anlamına gelmektedir, dolayısıyla bakım ve aşınan parça değişim aralıkları kısalacaktır ve bu durum arıza süresinin azalması demektir.

Örnek tesisler

Bu teknik genellikle AB-28'de ve dünyada kullanılmaktadır. Örneğin, Danimarka'daki Arla Foods Holstebro, gelişmiş homojenizasyon cihazı uygulamıştır.

Kaynakça

[182, Tetra Pak 2015]

5.4.2.3 Homojenizatörde steril su kullanımı

Tanım

Aseptik bariyerlerin, buhar yerine sterilize su ile yıkanmasıdır.

Teknik tanım

Yüksek basınçlı aseptik homojenizatörlere yönelik bu teknoloji, aseptik bariyerlerin, buhar yerine sterilize su ile yıkanmasına dayanmaktadır. Karşılıklı hareket sırasında, piston yüzeyi üzerinde 50 – 60 °C'lik steril su kullanılmakta ve bu su, salmastralar ile piston yüzeyi arasındaki sürtünme ve sıcaklığın azalmasını sağlamaktadır. Basınçlı buhar bariyeri sistemlerine göre, piston salmastralarının ömrünü iki veya üç kat uzatmak için steril su sıcaklığı son derece uygun olmaktadır.

Soğu su rejeneratif plakalı ısı eşanjörüne girmekte ve bir konektör sistemi üzerinden, suyu aşırı ısıtan bir buhar enjektörüne ulaşmaktadır. Sıvı buradan, sterilizasyon süresince bekletildiği bir tutma borusuna ulaşmaktadır. Daha sonra sıvı, ters yönde ve homojenizasyon aseptik odalarına ulaşmadan önce soğuduğu eşanjör temiz tarafında olmasına rağmen döngüsüne başladığı rejeneratif plakalı eşanjöre dönmektedir.

Elde edilen çevresel etkiler

Buhar ve su tüketiminin azaltılması. Daha önce kondensasyon için ısı eşanjöründe kullanılan su artık buharla karıştırılmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde, eski tipik sistem, ısı eşanjöründe ham su kullanılarak (genellikle ısı veya su geri kazanımı olmadan) 50 °C'de yoğunlaştırılmış yaklaşık 300 kg/s buhar kullanılmaktadır. Bu tekniğin uygulanmasıyla birlikte, 20 kg/s'lik bir buhar tüketim seviyesi tahmin edilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

30 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir (17 m³'lük bir homojenizatör için). Amortisman süresi, bir buçuk yıldan azdır.

Uygulamanın ana etkeni

Tesisin enerji verimliliğinin iyileştirilmesi.

Örnek tesisler

AB'deki en az bir tesis.

Referans literatür

[193, TWG 2015]

5.4.2.4 Sürekli pastörize etme cihazları kullanımı

Tanım

Akışlı (flow through) ısı eşanjörleri kullanılmaktadır (örneğin, boru, plaka, çerçeve). Pastörizasyon süresi, kesikli sistemlere göre oldukça kısadır.

Teknik tanım

Sürekli pastörizasyonda, akışlı (flow through) - örneğin borulu, plakalı ve çerçeve - ısı eşanjörleri kullanılmaktadır. Bunların ısıtma, tutma ve soğutma bölümleri bulunmaktadır. Enerji tüketimi ve atıksu üretimini azaltmak için, kesikli pastörize etme cihazlarının yerine sürekli pastörize etme cihazları kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Kesikli pastörize etme cihazlarına göre enerji tüketimi ve atıksu üretiminin azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kesikli pastörizasyonda, 30 dakikaya kadar çıkan bir sürede 62 – 65 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır. Sürekli pastörize etme cihazları, yüksek sıcaklık kısa süreli pastörizasyon (HTST) ve yüksek ısı kısa süreli pastörizasyonu (HHST) içermektedir. HTST'de, 15 - 240 saniyelik sürede 72 – 75 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır. HHST'de, 1 - 25 saniyelik sürede 85 – 90 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji ve atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

5.4.2.5 Pastörizasyonda rejeneratif ısı değişimi**Tanım**

Giren sütün, pastörizasyon bölümünden çıkan sıcak sütle ters akışta ön ısıtması gerçekleştirilir.

Teknik tanım

Pastörize etme cihazlarında normalde bazı rejeneratif ters akışlı ısıtma bölümleri bulunmaktadır. Giren sütün, pastörizasyon bölümünden çıkan sıcak sütle ön ısıtması gerçekleştirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Genelde %90'ın üzerinde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde, art termal işlem ürünü ile giren ürün arasında dolaylı ısı değişimi uygulayarak, 148 000 kcal/t (619 232 kJ/t) spesifik enerji tüketiminin %80 oranında azaltılabildiği, bir başka ifadeyle 29 000 kcal/t'ye (121 336 kJ/t) indirilebildiği bildirilmektedir. Bildirilen proses sıcaklıkları şöyledir:

- Başlangıç sıcaklığı, 4 °C,
- Rejenerasyon ısıtma sıcaklığı, 65 °C,
- Pastörizasyon sıcaklığı, 78 °C,
- Rejenerasyon soğutma sıcaklığı, 20 °C,
- Pastörize süt sıcaklığı, 4 °C.

Ayrıca, giren soğuk ürün, bir başka ifadeyle soğuk süt, ile UHT işlemi sonrasında vakumlu genişletme sırasında ekstraksiyondan gelen buhar arasında ısı eşanjörlerinin uygulandığı bildirilmiştir.

251 000 kcal/t (1 050 184 kJ/t) spesifik enerji tüketimi, %26 oranında azaltılabilmektedir, bir başka ifadeyle 185 000 kcal/t'ye (774 040 kJ/t) indirilebilmektedir. Bildirilen proses sıcaklıkları şöyledir:

- Başlangıç süt sıcaklığı, 4 °C,
- Rejenerasyon ısıtma sıcaklığı, 70 °C,
- UHT işlemi sıcaklığı, 140 °C,
- UHT süt doldurma sıcaklığı, 25 °C.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Süt ürünleri tesislerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Eski süt ürünleri tesislerinde, ısıtma ve soğutma enerjisi, eski plakalı eşanjörler, daha etkin eşanjörlerle değiştirilerek daha fazla azaltılabilmektedir.

Ekonomi

Enerji maliyetlerinde azalma. Örnek olarak alınan bir tesiste, süt pastörizasyonunda yeni ısı eşanjörü kurulumu için yaklaşık 145 000 avro (düşük işletme maliyetleriyle birlikte) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Bildirilen bir başka örnek ise, yüksek rejeneratif verimliliğe sahip dokuz plakalı eşanjörün kurulduğu yeni bir süt ürünleri tesisine aittir. Verimliliği %85'ten %91'e veya %91'den %95'e çıkarılması için hesaplamalar yapılmıştır. 370 000 avro yatırım maliyeti ve 3,6 yıllık amortisman süresi ile birlikte, ısıtma enerjisinde 2 712 MWh/yıl ve elektrikte 542 MWh/yıl tasarruf tahmin edilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

AB genelinde çeşitli süt ürünleri tesisleri [193, TWG 2015].

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001], [43, Italian contribution 2002], [193, TWG 2015].

5.4.2.6 Pastörize etme cihazları ve sterilizatörler için hibernasyon

Tanım

Su sirkülasyonu sırasında, pastörize etme cihazı/sterilizatör hibernasyon modundadır (aseptik durumunu kaybetmeden aseptik hatlarında).

Teknik tanım

Pastörize etme cihazları ve sterilizatörler sık sık uzun bir süre, üretimsel olmayan sirkülasyonda kalmaktadır. Hibernasyon işleviyle birlikte, su sirkülasyonu sırasında, pastörize etme cihazı/sterilizatör hibernasyon moduna geçecektir (aseptik durumunu kaybetmeden aseptik hatlarında). Bu modda, debi düşmekte, soğutma en düşük seviyeye indirilmektedir ve toplam enerji tüketimi (buhar, elektrik ve soğutma suyu) azaltılacaktır.

Elde edilen çevresel yararlar

Hibernasyon modunda, pastörize etme cihazı/sterilizatör, üretim dışı sirkülasyon modunda olduğunda - örneğin hammadde için veya doldurma cihazlarının kullanılabilir hale gelmesi için bekleme - gereksiz enerji kaybı azaltılmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Hibernasyon modunda enerji tüketiminde %60 - %85 arasında azalma sağlanabilmektedir. Enerji tasarrufu örneği, Tablo 5.6'da sunulmaktadır.

Tablo 5.6 Hibernasyon uygulanarak UHT ünitesinde sağlanan enerji azalması

Doğrudan buhar enjeksiyonlu UHT ünitesiyle süt işlemleri (1)		
	Hibernasyon ile	Hibernasyon olmadan
Buhar tüketimi (kg/s)	1 350	2 250
Elektrik tüketimi (kW/s)	8	35
Kule suyu (kW/s)	350	1 050
Buhar azalması (kg/yıl)	540 000	Uygun değil (UD)
Elektrik azalması (Kw/yıl)	16 400	
(1) UHT ünitesi kapasitesi: 15 000 l/s. 2 s/gün su sirkülasyonu, 300 gün/yıl. Not: UD = Uygun değil. Kaynak: [183, Tetra Pak 2015]		

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, süt ürünleri tesislerinde bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

İşletme maliyetinin azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik genellikle AB’de ve dünya genelinde kullanılmaktadır.

Kaynakça

[183, Tetra Pak 2015]

5.4.2.7 Ara pastörizasyon olmadan sütün ultra yüksek sıcaklıkta işlenmesi

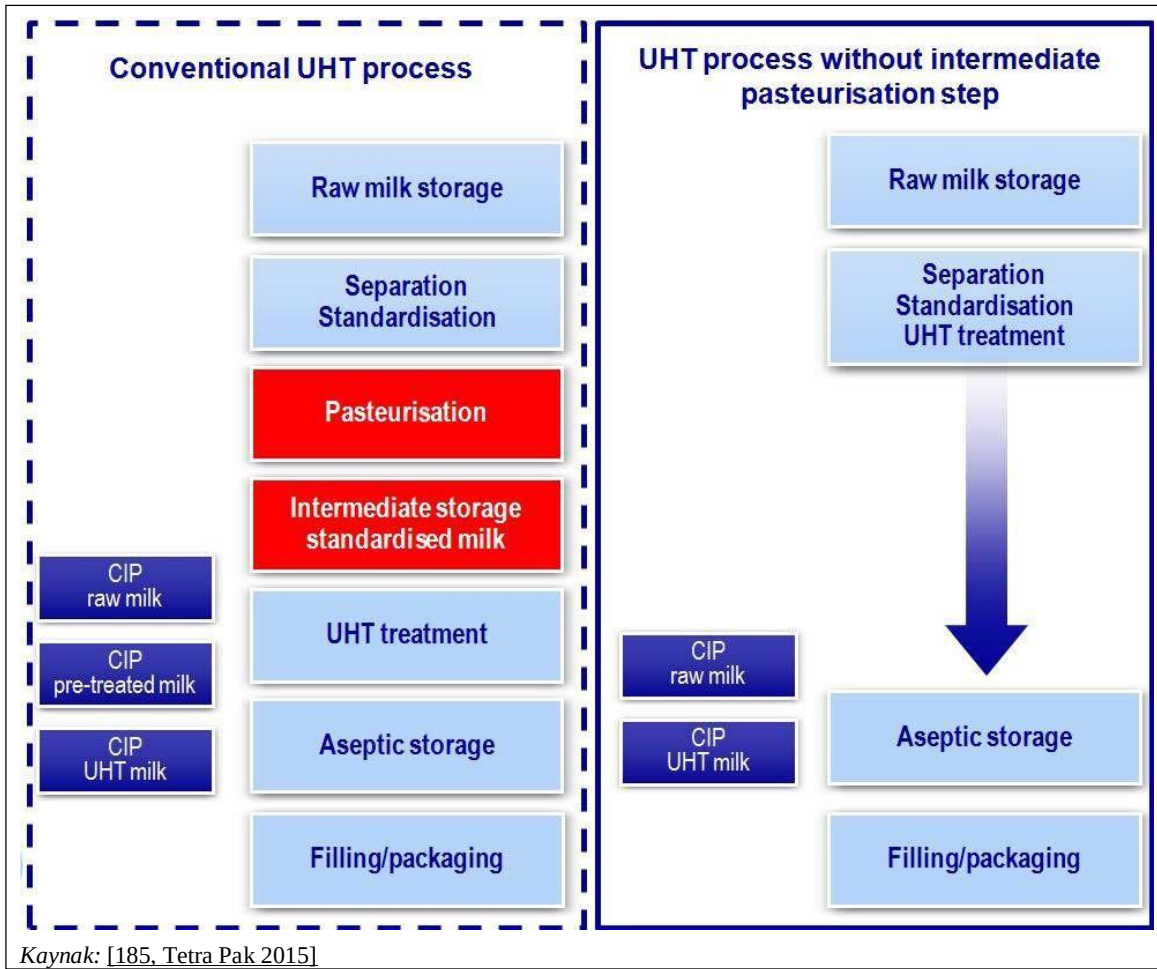
Tanım

UHT süt, tek adımda çiğ süttten üretilerek, pastörizasyon için gereken enerjinin önüne geçilir.

Teknik tanım

Tamamen kristalleşmiş yağ içeren soğuk çiğ süt, ön ısıtma, separasyon ve önceden tayin edilen yağ içeriği elde edilecek şekilde standardizasyona tabi tutulmakta ve homojenleştirilmektedir. Daha sonra süt, ortam sıcaklığına soğutulmadan ve aseptik tampon tanklara verilmeden önce, ısı ile işleme tabi tutularak UHT sıcaklığına getirilmektedir. Bu nedenle, çiğ süttten UHT süte geçiş işlemi tek adımdan oluşarak, geleneksel pastörizasyon adımının devre dışı bırakılmasıyla enerji, ürün kayıpları ve ekipmandan önemli miktarda tasarruf sağlamaktadır.

Şekil 5.25'te, bu teknik ile konvansiyonel proses karşılaştırılmaktadır.



Şekil 5.25 Ara pastörizasyon adımı ile birlikte ve bu adım olmadan UHT proseslerinin karşılaştırılması

Elde edilen çevresel yararlar

Buhar, elektrik, su ve temizlik maddesi tüketimi ve ürün kayıplarının (atık üretimi) azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Geleneksel UHT proses hattına göre, elektrik, buhar ve tatlı tüketimindeki azalma sırasıyla %38, %45 ve %60'a kadar çıkabilmekte ve ürün kayıpları %33'e kadar azaltılabilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, süt ürünleri tesislerinde bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur (ürün kullanılabilirliği ve üretim karışımının getirdiği kısıtlar dahilinde). Ayrıca, aromalı süt prosesleri için uygulanabilir.

Ekonomi

Bu teknik, geleneksel hata göre, yatırım ve işletme maliyetinde sırasıyla %30 ve %50 azalmayla sonuçlanmaktadır.

Uygulamanın ana etkeni

- Üretim verimindeki artış.
- Toplam maliyetin azalması.
- Döşeme alanının azalması.

Örnek tesisler

Bu teknik dünya genelinde 7 - 8 tesiste uygulanmaktadır.

Kaynakça

[185, Tetra Pak 2015]

5.4.2.8 Toz üretiminde çok kademeli kurutma

Tanım

Akışkan yataklı kurutucu gibi bir ardıl kurutucu ile birlikte bir püskürtmeli kurutma işlemi kullanılır.

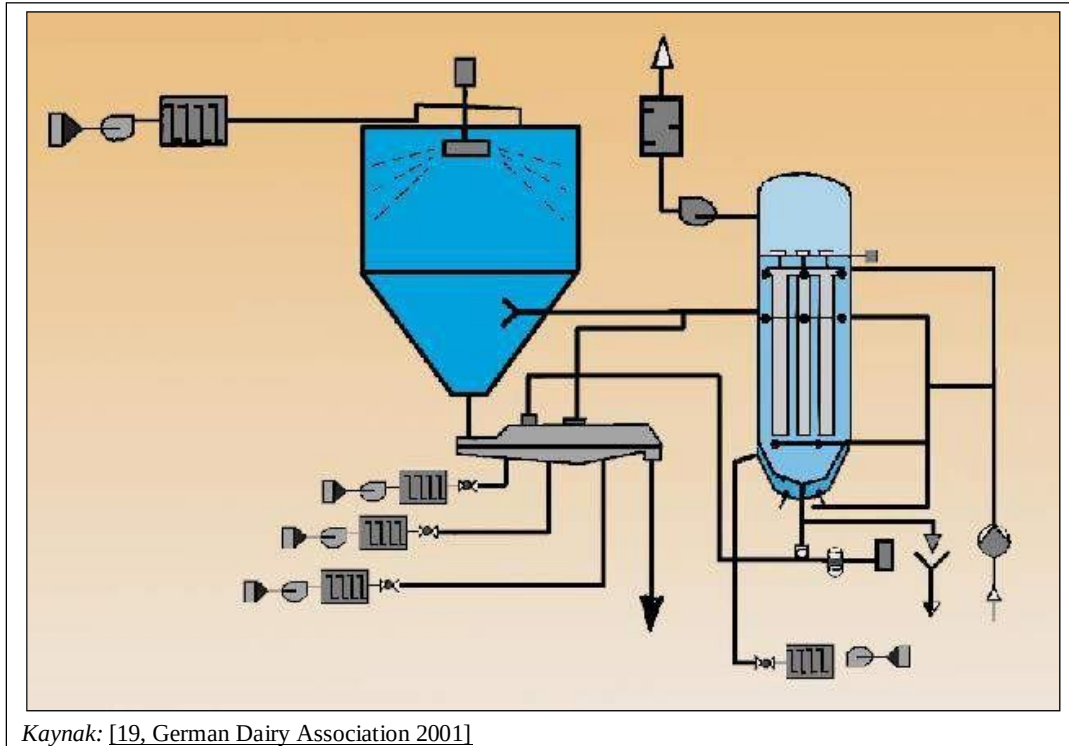
Teknik tanım

Süt bir evaporatörde %11 kuru maddeden %50 - 60 kuru maddeye yoğunlaştırıldıktan sonra, kondense süt ayrıca %95 - 97 kur madde içeriğine kurutulabilmektedir. Süt tozu işleminde, püskürtmeli kurutucular veya merdaneli kurutucular kullanılmaktadır. Süt ürünleri sektöründe merdaneli kurutuculara rastlanılabirle ve bu kurutucular bazı zamanlar özel ürünlerde yararlı olsa da ardıl veya entegre akışkan yataklı kurutucular (FBD'ler) ile birlikte püskürtmeli kurutucular daha yaygın hale gelmiştir (bakınız Şekil 5.8). Bunun nedeni, bu kurutucuların enerji kullanımının düşük olması, esas olarak tozsuz ürün elde edilmesi ve bu kurutucuların, ürün spesifikasyonu üzerinde etkisi olan termal streslerinin az olmasıdır.

Ardıl FBD kullanılan püskürtmeli kurutma prosesi, çok kademeli kurutucu olarak da adlandırılmaktadır. Çoğu modern konfigürasyonlar, üç kurutma kademelidir. Çoklu kademe kavramı, yeni tesisler kurulurken ve ekonomi dikkate alınırken göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, ürün spesifikasyonları dikkate alınmalıdır.

Şekil 5.26'da, bir döner atomizer ve ayrı harici FBD ile birlikte püskürtmeli kurutucu kullanarak gerçekleştirilen iki kademeli kurutma prosesi gösterilmektedir. Çıkış havası, siklonsuz borulu filtreden oluşan bir CIP filtresi ile filtrelenmektedir.

Çok kademeli kurutma kullanılırken, ürün kalitesine daha az zarar verilerek daha düşük artık ürün nemi ayrıca, daha verimli enerji kullanımı sağlanabilmektedir. Katı maddeler püskürtmeli kurutucudan % 3 - 5 artık nem ile çıkmaktadır. Akışkan yataktaki son kurutma adımı, düşük enerji kullanımının söz konusu olduğu hafif koşullarda gerçekleşmektedir.



Kaynak: [19, German Dairy Association 2001]

Şekil 5.26 Büyük bir süt ürünleri tesisindeki iki kademeli kurutma prosesi

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji ve su tüketiminin azalması. Toz emisyonlarının azalması.

Çapraz ortam etkileri

Püskürtmeli kurutucular, gürültü emisyonları oluşturmaktadır ve patlayıcı toz/hava karışımları oluşabilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Almanya'daki büyük bir süt ürünleri tesisi, yağsız süt ve tatlı peyniraltı suyu tozu üretmektedir. Tesis, 240 000 ton çiğ süt işlemekte ve 19 000 ton süt ve peyniraltı suyu tozu üretmektedir. Tesis, 1 t/s kapasiteli iki kademeli kurutma sistemi kullanmaktadır. Atık gaz miktarı, 45 000 m³/s'dir. En büyük pay, bir başka ifadeyle tesis termal enerji tüketiminin %58'i yani, toplam 67,5 milyon kWh tüketimin 39 milyon kWh'si, kurutma prosesindedir.

Toplam güç tüketiminin yaklaşık %30'unun, bir başka ifadeyle 18 milyon kWh, kurutma prosesine atfedildiği bildirilmiştir. Örnek olarak alınan bu süt ürünleri tesisinde, bildirilen spesifik elektrik tüketimi, 315,8 kWh/ton ürün veya 25 kWh/ton çiğ süt olmuştur. Spesifik termal enerji tüketimi, 2 052,6 kWh/ton ürün veya 162,5 kWh/ton çiğ süt olmuştur. 1 ton suyu buharlaştırmak için yaklaşık 600 kWh enerji gerektiği dikkate alındığında, bu rakamlar teorik enerji ihtiyacına yaklaşmaktadır. Ayrıca, kurutma adımıdaki toplam su tüketimi az, bir başka ifadeyle 9 500 m³ veya 0,5 m³/ton ürün ya da 0,04 m³/ton çiğ süt, olmuştur.

Entegre FBD'nin kullanılması halinde, kurutma ile ilgili enerji tüketiminin yaklaşık %20 oranında azaltılabileceği bildirilmektedir. Yangın ve patlama koruması gerekmektedir. CO algılaması, erken uyarılı yangın alarmı örneğidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Süt ürünleri sektörüne uygulanabilir.

Ekonomi

Yatırım, ek sermaye ve işletme maliyeti içermektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji ve su maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Almanya'daki süt tozu üreten büyük bir süt ürünleri tesisi.

Referans literatür

[19, German Dairy Association 2001]

5.4.2.9 Buzlu suyun ön soğutması**Tanım**

Buzlu su kullanıldığında, serpantinli evaporatörle buzlu su tankında son soğutma öncesinde, dönen buzlu suyun ön soğutması (örneğin plakalı ısı eşanjörü kullanılarak) gerçekleştirilir.

Teknik tanım

Buzlu su, örneğin süt ve sebzelerin soğutulması için soğutma ortamı olarak kullanılmaktadır. Buzlu su üretimi için tüketilen enerji miktarı, serpantinli evaporatörle buzlu su tankında son soğutma öncesinde, dönen buzlu suyun amonyakla ön soğutması amacıyla bir plakalı ısı eşanjörü kurularak azaltılabilmektedir. Bu, amonyağın buharlaşma sıcaklığının, evaporatör serpantinleri kullanıldığında plakalı soğutucudan daha yüksek olmasına, bir başka ifadeyle -11,5 °C yerine -1,5 °C, dayanmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde, mevcut buzlu su sistemine tesis edildiğinde ön soğutma sistemi neredeyse %20 elektrik tasarrufu sağlamıştır [21, Nordic Council of Ministers 2001].

Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde (#124), soğutma sisteminden ısı geri kazanımı için ısı pompaları kullanılmaktadır. Bu ekipman, üretim prosesinde ılık buzlu sudaki enerji içeriğini, soğuk sıcak suya taşımaktadır. Böylece, ekipman üretim prosesinde kullanılan buzlu suyun bir bölümünün üretilmesini (herhangi bir fazlı ısı çıkışı/ çevreye verilen emisyon olmadan) ve kazandan alınan ısı olmadan (ve havaya verilen emisyon olmadan) suyun ısıtılmasını mümkün kılmaktadır. Sistemde, üretimdeki 10 °C'lik buzlu su (ılık su), amonyak kullanılarak plakalı ısı eşanjöründe 1,5 °C'ye soğutulmaktadır. Isı, düşük basınçlı kompresörden yüksek basınçlı kompresörü gaz olarak aktarılmaktadır. Yüksek basınçlı kompresörde, gaz sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırılan gaz, üretim sıcak suyu (65 °C) ile karşılaştığından yoğunlaştığı bir plakalı ısı eşanjöründen verilmektedir.. Kondense gaz, 65 °C'lik suyu 90 °C'ye ısıtmaktadır. 90 °C'lik su, üretim prosesinde sütün pastörizasyonu için kullanılmaktadır. Sistemde amonyağın yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Amonyak kullanımı, güvenlik riskleri içermektedir. Sızıntılar, uygun tasarım, işletim ve bakımla önlenabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu soğutma sistemi yeni tesislerde yaygın olarak uygulansa da mevcut tesislerde de uygulanabilmektedir.

Ekonomi

Fiyat, mevcut buzlu su sistemi ve kapasitesine bağlıdır [21, Nordic Council of Ministers 2001]. Örnek olarak alınan bir süt ürünleri tesisinde, plakalı soğutucu, pompa, vanalar, regülatörler, borular ve tesisat dahil olmak üzere yatırım maliyetleri yaklaşık 50 000 avro olarak tahmin edilmiştir. İzin verilen süt üretim kapasitesi >600 ton/gün olan bir başka süt ürünleri tesisinde, 135 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Elektrik enerjisi tüketiminin azalması ve/veya yeni buzlu su tankına yatırım yapma ihtiyacı olmadan soğutma kapasitesinin artırılması.

Örnek tesisler

İsveç'teki bir süt ürünleri tesisi ve Danimarka'daki süt ürünleri tesisleri (#124 ve #133) [193, TWG 2015].

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001], [193, TWG 2015]

5.4.2.10 Peynir üretimi

5.4.2.10.1 Daha sonra havalandırma havasının nemlendirilmesi ve iyonlaşmasıyla birlikte yüksek sıcaklıklı peynir olgunlaşması

Tanım

Olgunlaşma sürelerini kısaltmak için havanın sıcaklığı artırılır. Havalandırma havası, havalandırma kanallarından geçen havayı iyonlaştıran bir deşarj borusu ile nemlendirilir ve temizlenir.

Teknik tanım

Peynir üretiminde, olgunlaşma sürelerini kısaltmak için havanın sıcaklığı artırılmaktadır. Böylece, depolama tesisleri, soğutma gücü ve havalandırma enerjisi ihtiyacı azalmaktadır. Yüksek sıcaklık, peynirde su kaybı ve küfle kontaminasyon riskini artırdığından, havalandırma havası, havalandırma kanallarından geçen havayı iyonlaştıran bir deşarj borusu ile nemlendirilir ve temizlenmektedir. Havalandırma havasındaki iyonlar, toz partikülleri, mikroorganizmalar ve virüslerle reaksiyona girdiğinden, hava bu kontaminasyon kaynaklarından etkin bir şekilde temizlenmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir peynir tesisinde, enerji tüketimini azaltmak amacıyla Ocak 1994'te bir proje başlatılmıştır. Projeden önce, üretici olgunlaşmanın gerçekleşmesi için peyniri 12 °C'de depolamıştır. Sıcaklık 15 °C'ye çıkarılmıştır. Havalandırma havası, depoya girmeden önce iyonlaşma ile nemlendirilmiş, toz ve mikroorganizmalardan arındırılmıştır. Yeni ekipman hava sıcaklığının %85 bağıl nemde 16 °C'ye yükselmesini sağlamıştır. 272 000 kWh/yıl veya 85 000 m³/yıl doğal gaz'a kadar çıkan enerji tasarrufu bildirilmiştir. Ayrıca, olgunlaşma süresinin %50 oranında kısaltılmasıyla, ürün kalitesinde iyileşme ve plastik ve fungisidal maddelerin tüketiminde azalma bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Peynir üretim tesislerine uygulanabilir. İstenen tat, ürün kalitesi ve kararlılıktan dolayı, yüksek sıcaklıklı olgunlaşma sınırlıdır.

Ekonomi

Örnek olarak alınan tesiste, işgücü ve bakım maliyetleri ile havalandırma sisteminin temizliği için malzeme kullanımında önemli tasarruf sağlanmıştır. Amortisman süresi yaklaşık iki yıldır.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

Hollanda'daki bir peynir deposu.

Referans literatür

[77, CADDET 1997], [128, CIAA-Federalimentare 2003], [144, CIAA-EDA 2003]

5.4.2.10.2 Peynir sütünün protein standardizasyonu için ultrafiltrasyon kullanımı**Tanım**

Süt basınç altında, protein moleküllerini tutan bir membran üzerinden akarak, işlenmiş süt ünitesi başına peynir verimini artırır.

Teknik tanım

Ultrafiltrasyon (UF), peynir sütünün protein standardizasyonu için kullanılabilir. Süt basınç altında, protein moleküllerini tutan bir membran üzerinden akarak, konsantre süt proteini ürününün (retentate) protein içeriğini artırmaktadır. Membranın gözenek boyu yaklaşık 10 nm - 100 nm arasındadır.

Ultrafiltrasyon kullanımı, işlenmiş süt ünitesi başına peynir veriminde bir artışa yol açtığından, geleneksel standardizasyona göre, üretilen peyniraltı suyu miktarı daha az olmaktadır. Ayrıca, geleneksel standardizasyona göre ultrafiltrasyon ek elektrik gücü, termal enerji ve su gerektirdiğinde dahi, büyük ölçekli üretimde, peynir verimindeki artış, enerji ve su tüketimindeki artışı dengelemektedir. Ultrafiltrasyon ünitesi permeatı ayrıca ters osmoz (RO) ile işleme tabi tutulmaktadır. İçme suyu kalitesinde olan RO suyu, temizlik amaçlarıyla kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Geleneksel standardizasyona göre enerji ve su tüketimi, peyniraltı suyu ve atıksuyun azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Danimarka'daki bir süt ürünleri tesisindeki ultrafiltrasyon ünitesi, polimer membran, dört pompa ve gerekli akış transmitterleri ve reglaj valflerine sahip, on spiral sarımlı modülden oluşmaktadır. Filtrasyon kapasitesi, 65 000 l/s'dir. Beslenen ürün ile permeat arasındaki oran kontrol edilerek, sütün protein içeriği %3,7 - 3,8 olarak standardize edilmektedir. Geleneksel standardizasyon yöntemine göre, peynir verimi daha yüksektir, bir başka ifadeyle süt miktarında yaklaşık %12 azalma elde edilmiştir. 25 000 t/yıl'lık kaşar peyniri üretim tesisi için yapılan bir hesaplamada, Tablo 5.7'de verilen tahmini su ve enerji tasarrufu bulunmuştur.

Tablo 5.7 Protein standardizasyonu için ultrafiltrasyon kullanan bir süt ürünleri tesisinde sağlanan su ve enerji tüketimi tasarrufu

Elektrik enerjisi	473 MWh/yıl	19 kWh/t peynir
Termal enerji	1 235 MWh/yıl	49 kWh/t peynir
Su	7 500 m ³ /yıl	300 l/t peynir
<i>Kaynak: [21, Nordic Council of Ministers 2001]</i>		

Uygulamadan dolayı, ultrafiltrasyon membranlarının ömrü 1 - 3 yıl ile sınırlıdır. Kullanıldıktan sonra yakılmakta veya düzenli depolama sahasına verilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Membranların temizlenmesi gereklidir. Bu amaçla kimyasallar kullanıldığından, filtre büyük miktarda su ile iyice durulanmak zorundadır. Kullanılan membranların bertarafı gerekmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Ultrafiltrasyon (UF) hem yağsız süt hem peyniraltı suyuna uygulanabilir. Düşük alan gereksinimlerinden dolayı, ultrafiltrasyon üniteleri yeni ve mevcut tesislere kurulabilir.

Ekonomi

Örnek olarak alınan Danimarka'daki süt ürünleri tesisinde yatırım maliyeti 430 000 avro, amortisman süresi 5,9 yıldır.

Uygulamanın ana etkeni

Bu teknik kullanılarak homojen kalitede peynir üretilebilmektedir. Ayrıca, farklı peynir çeşitlerinin yapımında daha fazla esneklik sunmaktadır.

Örnek tesisler

Danimarka'daki bir süt ürünleri tesisi.

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001]

5.4.3 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler

5.4.3.1 Kuru temizlik

Bu teknik, 2.3.3.2.1 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Teknik tanım

Teknikle ilgili bildirilen uygulama örnekleri aşağıda verilmektedir:

- Peynir üretiminden kaynaklanan katı artıkları toplamak için kuru temizlik yöntemlerinin uygulanması,
- Pıhtı atıklarının yıkayarak temizlemek yerine süpürülmesi,
- Pıhtı, yoğurt veya dondurma karışımı dökülmelerinin yıkayarak temizlemekten ziyade bir atık olarak değerlendirilmesi,
- Fazla tuzu yıkayarak temizlemekten ziyade bu tuzu toplamak için kuru proseslerin kullanılması,
- Atıksuya herhangi bir katı maddenin karışmasını önlemek için drenlere ızgara ve/veya kapan takılması.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [19, German Dairy Association 2001], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [42, Greek Ministry for the Environment 1997], [71, AWARENET 2002]

5.4.3.2 İyileştirilen ön süt filtrasyonu ve klarifikasyonu ile santrifüjle temizlik gereksinimlerinin azaltılması

Tanım

İyileştirilen ön süt filtrasyonu ve klarifikasyonu ile santrifüjle temizlik gereksinimlerinin azaltılmasıdır.

Teknik tanım

Ön süt filtrasyon ve klarifikasyon prosesleri iyileştirilerek, santrifüj separatörlerdeki birikintiler en aza indirilmekte, bunun sonucunda temizlik sıklığı azalmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve atıksu kirliliğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Su tüketiminde sağlanan tasarruf.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

5.4.3.3 Suyun yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesi

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Süt ürünleri tesislerinde temizlik için suyun yeniden kullanımı ve geri dönüştürülmesidir.

Teknik tanım

Soğutma suyu, buharlaştırma ve kurutma işlemlerinde üretilen kondensatlar, membran ayırma işlemlerinde üretilen permeatlar ve temizlik suyu, süt ürünleri tesislerinde yeniden kullanılabilir (örneğin evaporatör kondensatı, yerinde temizlik (CIP) durulama adımıyla yeniden kullanılabilir). Tasarımda, bir taraftan her bir su akımının kalite özellikleri ve sıcaklığı dikkate alınırken, diğer taraftan her bir prosesin kalite ve sıcaklık gereksinimlerinin dikkate alınması önemlidir. Bu yeniden kullanım, bu suyun mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesine ve tesislerin hijyen gereklilikleri ve mikrobiyolojik gerekliliklerine bağlıdır. Herhangi bir hijyen riskini en aza indirmenin bir yolu, suyun UV ışınımı ile işleme tabi tutulmasıdır.

İspanya'daki iki tesiste (#189 ve #191), yeniden kullanılacak ana su akımları şunlar olmaktadır:

- Termal işlem, dondurma ve soğutma sırasında üretilen üretim kondensatları,
- Soğutmadan kaynaklanan ısıtılmış su: doğru hijyen kalitesi, ürün yüzeyinin bu su ile temizlenmesi halinde sağlanacaktır,
- Ters osmoz atısu (rejected water): yüzey yıkamada yeniden kullanımı mümkündür.

Danimarka'daki iki tesiste (#125 ve #134), ters osmoz (RO) suyu (peyniraltı suyunun ters osmoz filtrasyonundan kaynaklanan permeat) yeniden kullanılmaktadır. Tesis #125'te, toplam süt ürünleri su tüketiminin %50'sinden CIP üniteleri sorumludur. Yeni boru sistemi, vanalar ve işletim sistemine yapılan ek yatırımların sonucunda, CIP'deki tatlı su tüketimi yerini büyük oranda ters osmoz suyuna bırakmıştır. Tesis #134'te, tutma tankları ve permeatın mikrobiyel güvenliğini temin etmek için UV ışığı bulunan bir ters osmoz (RO) suyu resirkülasyon sistemi tesis edilmiştir.

Kondensatın gereksiz kontaminasyonu önlenerek, kullanım amacına bağlı olarak bazı zamanlar herhangi bir arıtma olmadan suyun geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyelini en yüksek seviyeye çıkarmaktadır. En temiz kondensat, kazan besleme suyu olarak kullanım için uygun olabilmektedir.

Tablo 5.8'de, süt ürünleri tesislerindeki bazı su geri dönüşüm olanakları sunulmaktadır.

Tablo 5.8 Süt ürünleri tesisleri su geri dönüşüm olanakları

Kullanım Yeniden kullanım	CIP’de kullanıl an temizlik çözeltisi	CIP son durulama	Kondensat	RO tesisi permeatı
Araçların dış kısımlarının temizliği	1	1	1	1
Sandık temizliği	2	1	1	1
Ekipman dış kısmının manüel temizliği	3	3	1	1
CIP ön durulama	2	1	1	1
CIP ana temizlik suyu	3	3	3	1
CIP son durulama	YOK	3	3	3
Üretim hatlarının suyla temizliği	YOK	3	3	3
Not: 1 = Doğrudan yeniden kullanım; 2 = Katı maddelerin ızgaradan geçirilmesinden sonra yeniden kullanım; 3 = İleri arıtmadan sonra yeniden kullanım, örneğin membran separasyonu ve/veya dezenfeksiyon; NO = yeniden kullanım yok.				
Kaynak: [192, COM 2006]				

Süt ürünleri tesislerinde, membran separasyon tekniklerinin kullanımı sonrasında su geri dönüşümü hakkında daha fazla bilgi almak için 5.4.3.4 no’lu maddeye bakınız.

Peynir üretim suyu da yeniden kullanılabilir. Danimarka’daki bir tesiste (#129), bu su, içme suyu kalitesine ulaşmasını sağlamak için pastörize edilmekte ve üretim alanında CIP temizliğinde kullanılmaktadır.

Birçok süt işleminde ısı eşanjörlerinde soğuk su ile soğutma kullanılmakta, bunun sonucunda sıcak soğutma suyu oluşmaktadır. Genellikle, prosten kaynaklanan sıcak soğutma suyu, süt tankerlerinin temizliği başta olmak üzere temizlik amaçlarıyla yeniden kullanılmaktadır. Sıcak soğutma suyu genelde, sıcaklığına bakılmaksızın tesisin temizliğinde kullanılabilir. Süt ürünleri sanayisinde, 50 °C’nin üzerindeki su, süt tankerlerinin temizliğinde veya ekipmanın temizlik ya da yerinde temizliğinde (CIP) yeniden kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su ve enerji tüketimi ve atıksu üretiminin azaltılması ayrıca, atıksu kontaminasyonunun azalması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan, temizlik için sıcak soğutma suyunu yeniden kullanan bir İskandinav süt ürünleri tesisinde, su tüketiminde yaklaşık %2’lik bir azalma bildirilmiştir [21, Nordic Council of Ministers 2001].

İsveç’teki bir tesiste (#393), soğutma suyu toplanmakta ve 100 m³’lük bir tankta ılık su olarak depolanmaktadır. Bu su, CIP işleminde yeniden kullanılmaktadır. Su, yaklaşık 70 °C’de depolanmaktadır. Bu, suyun 8 °C’den 70 °C’ye çıkarılması için gereken enerjiden tasarruf sağlayacaktır.

Çapraz ortam etkileri

Pompalar için elektrik tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Soğutma suyu yeniden kullanımı, yeni ve mevcut tesislerde uygulanabilir. Sıcak su depolama tankları için alan gereksinimleri, mevcut tesislerde kısıt oluşturabilmektedir. Ayrıca bu suyun kullanımı, temizlikte daha önce varsa hangi kimyasalların kullanıldığına bağlı olmaktadır. Yeniden kullanılan su ve içme suyu için çift borulama gerekebilir.

Ekonomi

Tekniğin yatırım maliyetinin yüksek, işletme maliyetinin ise düşük olduğu bildirilmiştir (#189 ve #191) [193, TWG 2015].

%10 potansiyel su tasarrufuyla birlikte CIP işlemlerinde ters osmoz suyunun yeniden kullanımı için < 1 yıl'lık bir amortisman süresi (#125) bildirilmiştir. %16 potansiyel su tasarrufuyla birlikte, ters osmoz suyu yerine tatlı su kullanımı için 1- 2 yıl'lık bir amortisman süresi (#134) bildirilmiştir [47, Denmark 2017].

Uygulamanın ana etkeni

- Atıksu arıtma maliyeti bakımından önemli tasarruf sağlanması.
- İçme suyu satın alma ihtiyacının azalması.

Örnek tesisler

Biri İsveç, diğeri Finlandiya'da olmak üzere iki süt ürünleri tesisi, sıcak soğutma suyunu temizlik için yeniden kullanmaktadır [21, Nordic Council of Ministers 2001]. Birleşik Krallık'taki en az bir süt üretim tesisi, işleme tabi tutulmuş evaporatör kondensatını temizlik için kullanmaktadır.

Tesis #124, #129, #134, #189, #191 ve #393 [193, TWG 2015].

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001], [47, Denmark 2017], [57, Environment Agency of England and Wales 2002], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

5.4.3.4 Membran filtrasyonu tekniklerini kullanarak suyun geri dönüştürülmesi

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Süt ürünleri tesislerinde, membran filtrasyonu tekniklerini kullanarak suyun geri dönüştürülmesidir.

Teknik tanım

Çeşitli süt ürünleri üretim adımlarından kaynaklanan kullanılmış su, membran filtrasyonu tekniklerini kullanarak arıtmakta ve birçok proses bölümünde geri dönüştürülmektedir. Bu kaliteli su daha sonra kazan besleme suyu, proses, soğutma ve/veya durulama suyu olarak geri dönüştürülebilmekte veya doğrudan drenaj kanalına tahliye edilebilmektedir. Süt ürünleri tesislerinde su geri dönüştürüm örnekleri arasında şunlar bulunmaktadır:

- Buharlaştırma tesisleri kondensatı, ters osmoz (RO) kullanarak atık buharı su akımına dönüştürmek için bir kondensat arıtma tesisinde filtrelenebilmektedir.
- Atıksu, bir ultrafiltrasyon (UF) ve ters osmoz (RO) tesisine verilmekte ve proseste yeniden kullanılmaktadır.
- Aktif çamur arıtma atıksuyu, ultrafiltrasyon ve ters osmoz membranlarından geçtikten sonra yerinde temizlik (CIP) için yeniden kullanılmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

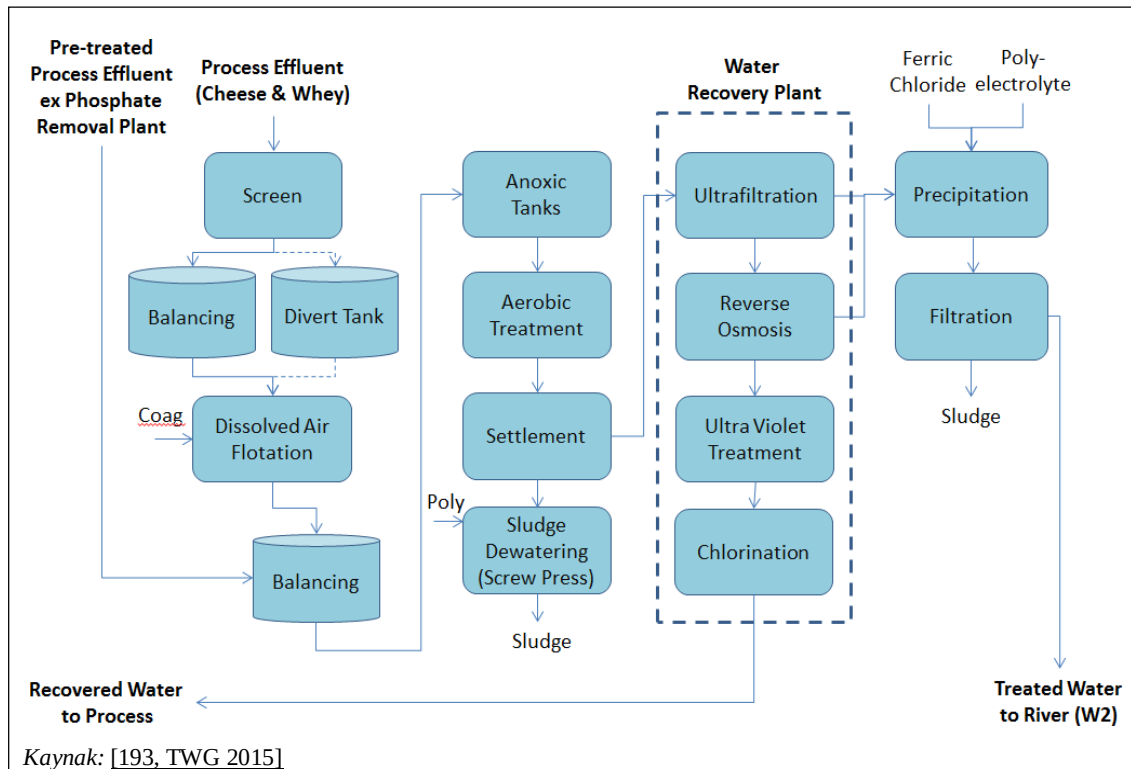
Su kullanımını ve atıksu üretiminin azaltılması. Değerli yan ürünler elde edilebilmekte ve atık üretimi azaltılabilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tesis #406'da, peyniraltı suyunun buharlaştırılması sırasında üretilen su buharı, ters osmoz membran tesisinde işleme tabi tutulduktan sonra tereyağı ve peynir üretim işlemlerinde yoğunlaştırılmakta ve geri dönüştürülmektedir. Evaporatör proses kondensatı, membranları korumak amacıyla, membran tesisine beslenmeden önce herhangi bir ürün kalıntısını kontrol etmek için iletkenlik problemleriyle izlenmektedir. Geri kazanılan su (membran tesisi permeatı), CIP katma suyu ve durulama suyu, kazan katma suyu, soğutma kulesi katma suyu, vb. gibi uygulamalar için kullanılan diğer giren su kaynaklarıyla beraber proses suyu tankına yönlendirilmektedir. Proses kondensatının geri dönüşüm amacıyla geri kazanımı:

- Tatlı su çekilmesini 300 000 m³/yıl'ın üzerinde miktarla azaltarak, tesis ihtiyacının %50'den fazlasına katkıda bulunmaktadır.
- Atıksu arıtma ile ilgili enerji tüketimini azaltmaktadır.
- Atıksu arıtma ile ilgili kimyasal kullanımını azaltmaktadır.

Ayrıca, tesis #406'da, proses suyu arıtmasına önemli bir yatırım yapılmıştır. Bu, proses çıkış suyu dengelemesi, anoksik işlem, havalandırma ve çökeltme için ek kapasiteyi içermektedir. Bu, mevcut fiziko-kimyasal (çözülmüş hava flotasyonu) ve biyolojik (aerobik) arıtma proseslerini tamamlamaktadır. Ayrıca, proses suyu arıtma tesisine yapılan yatırım, süt ürünleri proses işlemlerinde yeniden kullanım için uygun kaliteli su (biyolojik olarak inert ve iletkenlik $< 200 \mu\text{S}/\text{cm}$) elde etmek için birden çok üçüncül arıtma kademesine uzanmaktadır (bakınız Şekil 5.27). Yeniden kullanımın sağlanmasına yönelik su arıtma sistemi, tereyağı ve peynir üretiminde prosese geri verilmek üzere $1\,700\text{ m}^3/\text{gün}$ su geri kazanılacak şekilde tasarlanmaktadır. Ürün permeat daha sonra ultraviyole işlem ve klorlamaya tabi tutulmak üzere, membran separasyon prosesleri (ultrafiltrasyon ve bunu takip eden ters osmoz) dahil birçok işlem aşaması gerekmektedir. Daha sonra permeat, üretim proseslerinde kullanılmak üzere tereyağı ve peynir üretim tesisine geri verilmektedir.



Şekil 5.27 Süt ürünleri tesisi su geri dönüşüm planı

Tesis #408'de, separasyonu gerçekleştirilen peyniraltı suyu, proteinlerin uzaklaştırıldığı bir ultrafiltrasyon (UF) tesisinden geçirilmektedir. Ultrafiltrasyondan çıkan kondensat daha sonra, su ve laktozun separasyonunun gerçekleştirildiği bir ters osmoz (RO) membran tesisinden geçirilmektedir. Laktoz ileri işleme için verilmekte, daha sonra su (süt suyu), bir membran arıtma tesisinde ayrıca filtrelenmektedir. Bu arıtılan su daha sonra yerinde temizlikte (CIP) veya kazan katma suyu olarak kullanılabilir.

Tesis #295'te, ürün kondensatları, CIP gibi birkaç ikincil uygulama için su elde etmek üzere ters osmozdan geçirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Atıksuyun arıtılması için enerji tüketimi gerekmektedir. Membran malzemesinin korunmasıyla ilgili gerekliliklerden dolayı kimyasallar kullanılmaktadır.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Membran tesislerinde işletme maliyetleri genellikle yüksektir ancak, tesisin ölçeğine bağlıdır. İleri atıksu arıtma ve geri kazanıma yapılan yatırım, kentsel içme suyu alış fiyatının %50'sinden daha az bir fiyata, proses atıksuyundan tereyağı ve peynir üretim işlemlerinde yeniden kullanıma uygun geri kazanılmış su elde edilmesine olanak tanımaktadır [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Su ve enerji temini ile ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

Tesis #295, #406 ve #408.

Referans literatür

[26, Envirowise (UK) 2000], [193, TWG 2015]

5.4.4 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler**5.4.4.1 Kalıntıların ayrılması****Tanım**

Bu teknik, 2.3.5.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Sektörde bu tekniğin uygulanması için diğer birçok olanak bulunmaktadır:

- Sızan ve dökülen bileşenler ve kısmi ve tam işlenmiş maddelerin toplanması,
- Mizithra peyniri, çocuk maması veya diğer ürünlerin yapımı için düşünülmeyen peyniraltı suyunun toplanması,
- Pastörize etme cihazlarının devreye alınmasında oluşan sütlü atıksuyun toplanması,
- Kusurlarından dolayı reddedilen kartonlardan preslerle süütün geri kazanımı,
- Santrifüjleme sonrası elde edilen katı atıkların atıksuya karışmasının önlenmesi,
- Ürün değişimlerinden kaynaklanan ürün/ürün karışımlarının toplanması ve geri kazanımı,
- Örneğin düşük yağlı sürülebilir ürünler için bir baz olarak olmak üzere diğer proseslerde kullanmak için, yayık ayranı, yayık ayranı ilk yağları (rinse) ve yayık tereyağı işlemlerinde artık yağın ayrılması ve toplanması,
- Yoğurt teknesi tortularının (rinsings) toplanması,
- Süt ürünleri tesisi genelinde yoğurt ve meyve parçalarının (drainings) toplanması,
- Örneğin ambalaj yumuşamasıyla hatalı bir şekilde doldurulan kaplardan alınan ürünlerin toplanması ve boşaltılması,
- Hattaki yağların/katı maddelerin ölçülmesi (bulanıklık ölçer kullanarak) ve yeniden bir denge tankına yönlendirilmesi (ürünler daha sonra ürün verimini artırmak amacıyla, pastörize etme cihazına tekrar dozlanabilmektedir),
- Ambalajdan sıvının genel olarak ayrılması.

Elde edilen çevresel yararlar

Atık ve atıksu arıtmasının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

İsveç'teki bir tesiste (#387), döner kompresör vida ambalajları ezerek sıvı ürünleri boşaltmaktadır. Bir kompresör vida ezerek sıvının %99,5'ini boşaltmaktadır. Sıvı ürünler hayvan yemi olarak yeniden kullanılabilir veya biyogaz üretmek üzere anaerobik olarak çürütülebilmektedir. Daha sonra ambalaj parçalanarak kojenerasyon tesislerinde yakıt olarak kullanılmakta veya yeni karton elde etmek üzere geri dönüşüme verilebilmektedir. Sistem kapasitesi 8 000 ambalaj/saat (karton) ve 5 000 ambalaj/saat'tir (plastik) [193, TWG 2015].

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm süt ürünleri tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Ambalajdan sıvının ayrılmasına yönelik bir sistemin tesisi için yaklaşık 250 000 avro yatırım maliyeti bildirilmiştir (kapasite: karton için 8 000 ambalaj/saat, plastik için 5 000 ambalaj/saat) [193, TWG 2015].

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma ve atık bertarafı ile ilgili maliyetlerin azalması.

Örnek tesisler

AB genelinde çeşitli tesisler [193, TWG 2015].

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [19, German Dairy Association 2001], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [42, Greek Ministry for the Environment 1997], [71, AWARENET 2002], [193, TWG 2015]

5.4.4.2 Tam zamanında karışımılı bileşen dolumu

Tanım

Süt ürünleri, tercihen hemen dolum öncesinde olmak üzere mümkün olduğunca geç çeşitlendirilir.

Teknik tanım

Bileşen dolumu olarak adlandırılan bir dolum makinesi kavramı, süt ürünlerinin, tercihen hemen dolum öncesinde olmak üzere süt ürünlerinin mümkün olduğunca geç çeşitlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu makinede, bir yağsız süt, diğeri standart yağlı süt olmak üzere iki boru hattı vardır. Bunlar dolum makinesinde her bir belirli ürün için gereken oranda karıştırılmaktadır. Örneğin, bir süt ürünleri tesisi üç farklı yağ içeriğine sahip üç çeşit süt üretebilmektedir ve süt çeşitleri, anılan iki boru hattından sağlanan miktar değiştirilerek elde edilmektedir. Bu teknik kullanılarak, üretim değişimlerinin yol açtığı ürün kayıpları ve ambalaj malzemeleri ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, bileşen dolumu, hatta depolama tanklarına olan ihtiyacı ve karşılık gelen temizleme gereksinimlerini azaltmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Ürün ve ambalaj atıklarının azaltılması. Örneğin temizlik için su tüketiminin azaltılması, atıksu kirliliğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Normalde, geleneksel dolumda, üretim değişiminden dolayı, 75 -100 litre süt kolayca kaybedilebilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Makinenin mevcut tesise kurulmasından önce, boruların değiştirilmesi ve bir otomasyon sistemi gerekmektedir.

Ekonomi

12 000 - 12 500 ambalaj/s dolum kapasiteli bir yeni bileşen dolum makinesinin fiyatı, gerekebilecek herhangi bir proses değişikliği hariç, yaklaşık 1 milyon avrodur (2001). Birçok durumda, bir bileşen dolum makinesi, birkaç normal dolum makinesinin yerini alabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Üretim esnekliğinin artarak, daha müşteri odaklı bir yaklaşıma izin vermesi.

Örnek tesisler

Finlandiya'daki bir makine dahil olmak üzere İskandinav ülkelerinde toplam üç bileşen dolum makinesi bulunmaktadır.

Referans literatür

[21, Nordic Council of Ministers 2001], [109, Finland 2003]

5.4.4.3 Santrifüjlerin ideal işletimi**Tanım**

Ürün reddini en aza indirmek için santrifüjlerin özelliklerine göre işletilmesidir.

Teknik tanım

Santrifüjlerden atık deşarjlarının sıklığı ve miktarı genellikle ekipmanın üreticileri tarafından belirtilmektedir. Bu bilginin bilindiği durumlarda, fiili performans spesifikasyona karşı kontrol edilebilmektedir. Ekipman tanımlı performansında çalıştırılarak, kalite ve hijyen standartları korunurken, atık olarak deşarj edilen faz miktarı azaltılıp, ürün olarak tutulan faz artırılabilir. Bu, kalite güvence personeli ile yakın işbirliği sürdürülerek sağlanabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Hammadde israfının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Süt ürünleri tesislerinde, temin edilen çiğ sütün %1'inin israf edildiği ve bu israfın %0,1'inin sütün işlenmesi sırasında gerçekleştiği ve sütün büyük bölümünün santrifüjle separasyon sırasındaki deşarjlarla kaybolduğu bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm santrifüjlü separatörler için uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Hammadde kaybının azalması ve verimin artması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[7, Environment Agency of England and Wales 2000]

5.4.4.4 Tereyağı üretimi**5.4.4.4.1 Krema ısıtıcısının yağsız süt veya suyla durulanması****Tanım**

Temizlik işlemlerinden önce, krema ısıtıcısının, daha sonra geri kazanımı gerçekleştirilen ve yeniden kullanılan yağsız süt veya suyla durulanmasıdır.

Teknik tanım

Kremanın viskozitesinin yüksek olmasından dolayı, temizlik öncesi krema ısıtıcısı yağsız süt veya su ile durulanabilmekte, bu süt ve su daha sonra korunarak yeniden kullanılabilir. Bu, yağ kayıplarını azaltmaktadır. Yan ürün olarak elde edilen yayık ayrıntı ürün olarak kullanılabilir ve bertaraf edilmemektedir - örneğin atıksuya verilmemektedir.

Tasarruf edilen bu ürünler, örneğin düşük yağlı sürülebilir ürünler için baz olarak kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Gıda atıklarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tereyağı ve krema üretimine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıkların azalması ve ürün veriminin artması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[226, EDA 2016]

5.4.4.5 Dondurma üretimi

5.4.4.5.1 Dondurma karışımının sürekli dondurulması

Tanım

Durmaların sıklığını azaltan ideal devreye alma işlemleri ve kontrol devreleri kullanarak dondurma karışımının sürekli dondurulmasıdır.

Teknik tanım

Devreye alma yeniden işleme ve atık miktarını azaltan ideal devreye alma işlemleri ve kontrol devreleri kullanarak dondurma karışımının sürekli dondurulmasıdır. Ayrıca, iyileştirilmiş kontrol, istenen hedefe yakın çok daha eşit ürün vermektedir. Bu, standart sapma azaltılarak sağlanmaktadır. Bunun sonucunda daha az atık oluşmakta, alternatif olarak, dondurma üreticisi, aynı sürede ve fazla hammadde kullanmadan ilave dondurma karışımı miktarından daha fazla satılabilir uygun ürün yapabilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Bu teknik, hammaddenin (dondurma karışımı), tüm tedarik zincirinde herhangi bir çevresel etkiyi önleyen daha etkin kullanımını beraberinde getirmektedir. Ayrıca, atıkları ve sonuç olarak atıksudaki TOK veya KOİ yükünü azaltmaktadır. Son olarak, elektrik tüketimini azaltmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örneğin, 4 000 l/saat kapasiteli dondurma dökme dolum hattı dikkate alınarak, günde iki ürün değişiminde, devreye alma atığı üzerindeki KOİ atık yükü 20 kg'den 13 kg KOİ/ton dondurma karışımı'na indirilebilmektedir (%35 azaltma). Daha fazla dondurma/ürün değişikliğinde, devreye alma atığı ve KOİ yükü azaltımı daha da yüksek olacaktır.

Bir başka örnek olan 2 000 litre dondurma/saat üretim kapasitesi, 3 000 saat/yıl üretim süresi, günde iki temel devreye alma, günde iki ürün değişikliği olan bir tesiste, bu tekniği uygulamanın yararları şöyle olmaktadır:

- Daha az devreye alma atığı: 12 500 kg/yıl (23 000 litre),
- Daha az ürün atığı: 25 000 kg/yıl (44 000 litre),
- Elektrik tüketiminin azaltılması: 12 000 kWh/yıl.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bu teknik, dondurma karışımını sürekli dondurma uygulamasının söz konusu olduğu dondurma tesislerine uygulanabilir. Hem yeni tesislerde hem mevcut dondurma dondurucularının iyileştirilmesinde kullanılabilir.

Ekonomi

Amortisman süresi normalde bir yıldan azdır.

Uygulamanın ana etkeni

- İşletme maliyetinin azalması.
- Devreye alma sürelerinin kısılması.
- 1 kg dondurma karışımı başına daha fazla satılabilir ürün, dolayısıyla daha yüksek kar elde edilmesi.

Örnek tesisler

Bu teknik AB-28'in birçok dondurma tesisinde kullanımdadır ve tasarruflar teyit edilmiştir.

Referans literatür

[181, Tetra Pak 2015]

5.4.4.6 Peynir üretimi

5.4.4.6.1 Asitli peyniraltı suyu üretiminin en aza indirilmesi

Tanım

Asitli tip peynirlerin (ekşimik, kuark ve mozzarella gibi) üretiminden kaynaklanan peyniraltı suyu, laktik asit oluşumunu en aza indirmek amacıyla mümkün olduğunca hızlı bir şekilde işlenir.

Teknik tanım

Asitli tip peynirlerde, ortamlar üzerinde laktik asit ana kültürleri üremekte, daha sonra kütle kültürler yayılmakta ve peynir elde etmek için süte katılmaktadır. Asitli peyniraltı suyu, pıhtı oluşumundan sonra ayrılmaktadır. Atıksu arıtma tesisine (AAT) verilmesi halinde, asitli peyniraltı suyu düşük pH seviyelerine yol açabilmektedir. Bunu engellemek için, tuzlama teknelerinin üstü veya platformu drene edilerek dökülmeler önlenmektedir. Ayrıca, peyniraltı suyu hızlı bir şekilde işlenebilmekte, böylece laktik asit oluşumundan dolayı daha az asitli peyniraltı suyu üretilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Atıksu kirliliğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Ekşimik, kuark ve mozzarella gibi asitli tip peynirlerin üretiminde uygulanmaktadır.

Ekonomi

Atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000]

5.4.4.6.2 Peyniraltı suyundaki yağ ve peynir ince kısımlarının azaltılması**Tanım**

Mümkün olan en yüksek yağ ve protein verimi elde edilir, daha sonra peyniraltı suyu, geri kalan ince kısımları toplamak için ızgaradan geçirilir.

Teknik tanım

Peyniraltı suyundaki yağ ve peynir ince kısımlarının azaltılması için, ilk önce, pıhtı işleme sırasında, mümkün olan en yüksek yağ ve protein verimi elde edilmekte, daha sonra peyniraltı suyu, geri kalan ince kısımları toplamak için ızgaradan geçirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Elde edilen bir yarar, ürün kaybının azaltılmasıdır. Peyniraltı suyunun AAT'ye girişine izin verilmesi halinde, kirletici yükü daha az olmaktadır. Asitli peyniraltı suyunun en aza indirilmesiyle ilgili 5.4.4.6.1 no'lu maddeye bakınız.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Örneğin, ızgaradan geçen ince kısımların türü ve büyüklüğüne bağlı olarak, koku emisyonları oluşabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Peynir üretim tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Üretim maliyetlerinin optimizasyonu. Atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Uygulamanın ana etkeni

Ürün kayıplarının azalması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

5.4.4.6.3 Peyniraltı suyunun geri kazanımı ve yeniden kullanımı

Tanım

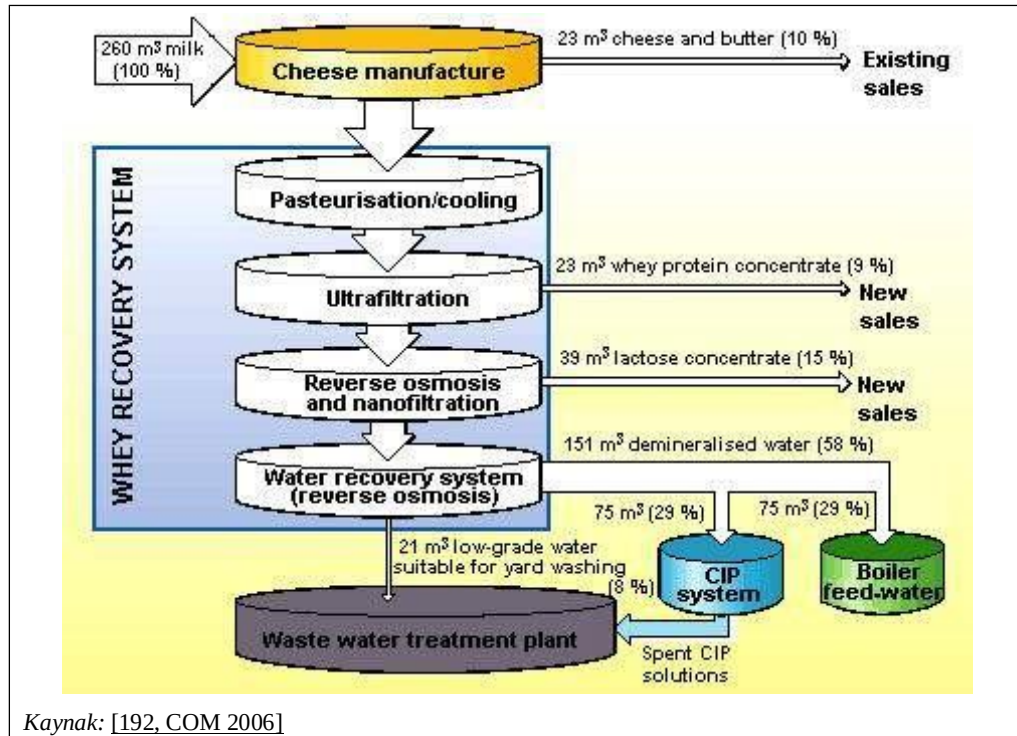
Peyniraltı suyu geri kazanılır (gerekirse buharlaştırma veya membran filtrasyonu gibi teknikler kullanılarak) ve kullanılır - örneğin peyniraltı suyu tozu, minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu protein konsantreleri veya laktoz üretmek için. Ayrıca, peyniraltı suyu ve peyniraltı suyu konsantreleri, hayvan yemi olarak ya da biyogaz tesisinde karbon kaynağı olarak kullanılabilir.

Teknik tanım

Edam peyniri veya İsviçre peyniri gibi rennet türü sert peynirlerin üretimi sırasında, tatlı peyniraltı suyu üretimi söz konusu olmaktadır. Cheddar türü peynirlerin üretiminde, pıhtıya tuz eklendikten sonra, tuzlu peyniraltı suyu üretimi söz konusu olmaktadır ve pıhtı, ilave tuzlu peyniraltı suyunu uzaklaştırmak için preslenmektedir. Tatlı peyniraltı suyu toplanarak proste veya örneğin protein geri kazanımı için, hayvan yemi ve gıda takviyesi olarak veya çocuk mamasında, yan ürün elde etmek amacıyla diğer proseslerde yeniden kullanılmaktadır. Tuzlu peyniraltı suyunun tuz uzaklaştırılmadan proste yeniden kullanımının mümkün olmadığı durumlarda dahi, tuzlu peyniraltı suyu olduğu gibi toplanabilmekte veya buharlaştırma yoluyla yoğunlaştırılmakta ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Peyniraltı suyu, proteinlerin uzaklaştırıldığı bir ultrafiltrasyon tesisine verilebilmektedir. Ultrafiltrasyondan çıkan kondensat daha sonra, su ve laktozun separasyonunun gerçekleştirildiği bir ters osmoz membran tesisinden geçirilmektedir. Laktoz ileri işleme için verilmekte, daha sonra su (süt suyu), bir membran arıtma tesisinde ayrıca filtrelenmektedir. Bu arıtılan su daha sonra yerinde temizlikte (CIP) veya kazan katma suyu olarak kullanılabilir.

Şekil 5.28’de, peynir üretimindeki membran işleme sisteminin akış şeması gösterilmektedir.



Elde edilen çevresel yararlar

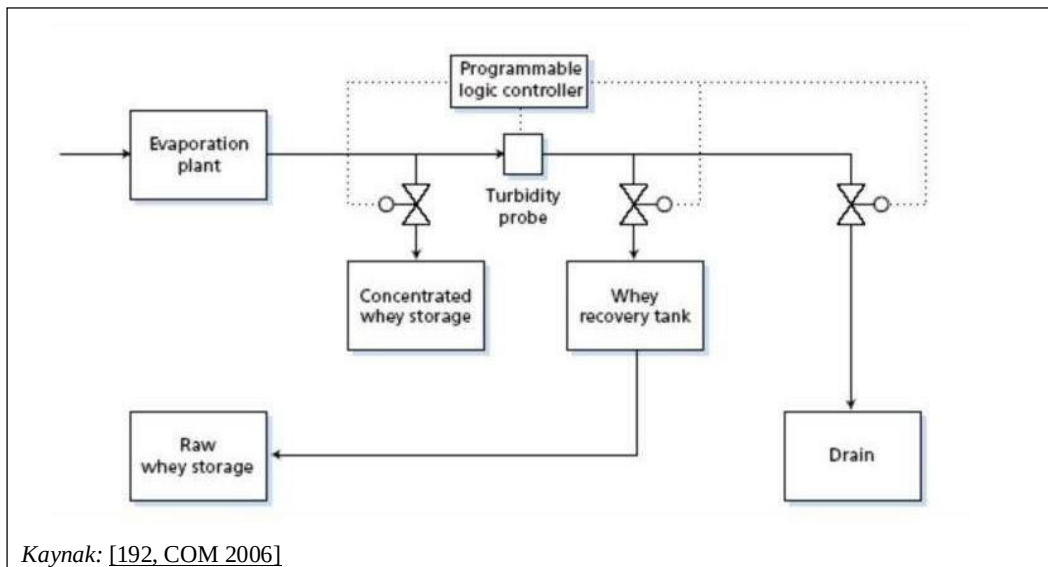
Atıksu kirliliğinin azaltılması. Atıkların azaltılması, bir başka ifadeyle peyniraltı suyunun yeniden kullanılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bir süt ürünleri tesisinde, peynir yapımı yan ürünü olan peyniraltı suyu, peyniraltı suyu tozu elde etmek için püskürtmeli kurutma öncesinde bir buharlaştırma adımından geçirilerek yoğunlaştırılmaktadır. Evaporatörler düzenli olarak yerinde temizlik ile temizlenmekte, bu işlem, deterjanla temizlik, bir başka ifadeyle ön durulama, öncesinde artık konsantre peyniraltı suyunun yıkanmasını içermektedir.

Yerinde temizlik (CIP) için evaporatör hat dışına alındığında önemli miktarda peyniraltı suyu drene verilmektedir [192, COM 2006].

Otomatik geri kazanım sisteminin bir parçası olarak, konsantre tankı dolum hattının sonuna bir bulanıklık probu kurulmuştur. Prob, su/peyniraltı suyu karışımlarının varlığını algılayarak, bu bilgileri kontrol sistemine geri göndermektedir. Daha sonra, peyniraltı suyu depolama tankında konsantre peyniraltı suyu geri kazanımı bir yoğunluk ölçer ile kontrol edilirken, bulanıklık probu, ayrı bir tanktaki su/peyniraltı suyu karışımı geri kazanımını kontrol etmektedir. Daha sonra karışım, yeniden işleme öncesinde ham peyniraltı suyu ile karıştırılmaktadır. Bulanıklık, peyniraltı suyu varlığını gösteren belli ayarlı noktalar arasında olduğunda, çalıştırılan vanalar aracılığıyla akış otomatik olarak geri kazanım tankına yönlendirilmektedir. Deterjan döngüsü başladığında, herhangi bir asitli veya alkali deterjanın peyniraltı suyuna yönlendirilmemesini sağlamak için prob sinyali geçersiz kılınmaktadır. Geri kazanılan peyniraltı suyunun kontaminasyonu önlenmekte ve atıksu arıtma için yalnızca temiz su veya deterjanlı su dışarı verilmektedir. Peyniraltı suyu geri kazanım prosesi Şekil 5.29'da gösterilmektedir.



Şekil 5.29 Bulanıklık ölçümü ile peyniraltı suyu geri kazanımı

1996'da peyniraltı suyu geri kazanım sisteminin faaliyete geçmesinden bu yana herhangi bir sorunun oluşmadığı bildirilmektedir. Sistem ilk tesis edildiğinde, yeni sistemin nasıl çalıştırılacağı ve yararları konusunda bilgilenmeleri için operatörlere eğitim verilmiştir. İşletme maliyetlerinin önemsiz düzeyde olduğu bildirilmektedir ve bulanıklık probu az bakım gerektirmektedir. Prob, ana evaporatör temizlenirken yerinde temizlenmektedir. Yıllık olarak planlı bakım yapılmaktadır. Bildirilen yararlar arasında, maliyet tasarrufu, artan ürün verimi, drene daha az peyniraltı suyu verilmesi ve daha düşük atıksu arıtma tesisi (AAT) maliyetleri yer almaktadır.

Tesis #406'da, sıvı peyniraltı suyu, çok kademeli evaporatörde yoğunlaştırılmaktadır. İlk yoğunlaştırma, Mekanik Buhar Yeniden Sıkıştırma (MVR) ile yapılarak katı madde içeriği %6'dan %35'e çıkarılmakta, bunu Termal Buhar Yeniden Sıkıştırma (TVR) ile ileri yoğunlaştırma izleyerek katı madde içeriği, kristalleştirme ve müteakip püskürtmeli kurutma öncesinde %60'a çıkarılmaktadır. MVR kompresör motorlarında genelde 3 500 MWh / yıl (elektrik) kullanılmaktadır.

Tesis #005'te, daha önce kullanılan vakumlu buharlaştırma yöntemine göre, peyniraltı suyunun yoğunlaştırılması için ters osmoz (RO) uygulanmasıyla her ay 22 000 kWh elektrik gücü ve yıllık 500 ton buhar tasarrufu sağlanmıştır.

Tesis #127'de, krem peynir üretiminden kaynaklanan peyniraltı suyu, biyogaz üretimi için sabit boru ile biyogaz tesisine gönderilmektedir.

Çapraz ortam etkileri
Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar
Peynir üretim tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi
Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni
Atıksu arıtma maliyetlerinin azalması.

Örnek tesisler
Tesis #005, #127 ve #406 [193, TWG 2015].

Referans literatür
[21, Nordic Council of Ministers 2001], [71, AWARENET 2002], [192, COM 2006],
[193, TWG 2015]

5.4.5 Suya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

5.4.5.1 Tuz yönetimi - Peynir üretiminde tuzlu suyun sevkı

Tanım

Atıksudaki tuzun azaltılması için peynir üretimindeki entegre tuz yönetimidir.

Teknik tanım

Uygulanabilen tuz yönetim teknikleri şöyledir:

- Tanklar üzerinden tuzlu su tahliye süresinin uzatılması, bir başka ifadeyle atıksuya tuzlu su verilmemesi.
- Atıksu arıtma tesisi (AAT) geçiş kuyularına, alarmlı iletkenlik ölçerler kurulması. Alarm, atıksudaki yüksek tuz içeriğinin kaynaklandığı peynir tesislerinde operatörlerin kontrol gerçekleştirme ve önlem almasını sağlamaktadır.
- Yerde temizlik (CIP) sıklığı değiştirilerek - örneğin bir haftadan iki haftaya çıkarılarak - salamura sisteminin yerinde temizliğinden (CIP) atıksu arıtma tesisine (AAT) daha az tuz deşarjı gerçekleşmesi.
- Çalışan katılımı - atıksudaki tuz içeriğinin azaltılması konusunda sorumluluk ile daha fazla kontrol ve odaklanma.
- Fazla tuzlu suyun biyogaz tesisine verilmesi (böylece artık AAT'ye verilmemesi). Fazla tuzlu suyun bertarafı, alıcı su ortamının yerel koşullarından dolayı değerlendirilmektedir. Fazla tuzlu su, biyolojik arıtmanın etkinliğini sağlamak için AAT'ye kesikli olarak değil sürekli olarak verilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Atıksu klorür içeriğinin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tesis #126'da sağlanan hammadde (tuz) kullanımı azaltımları:

- 2012: Üretilen 1 ton peynir başına 0,08 ton tuz,
- 2013: Üretilen 1 ton peynir başına 0,05 ton tuz,
- 2014: Üretilen 1 ton peynir başına 0,05 ton tuz.

Bu tesiste tuzlu su AAT'ye değil, bir biyogaz tesisine verilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

İletkenlik ölçerlerin kullanımından dolayı enerji tüketiminde küçük artış.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar
Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

Yaklaşık 32 000 avro yatırım maliyeti (üç iletkenlik ölçer alımı, tuzlu su drenaj süresinin uzatılması için vinç programlanması, alarm kurulması, atıksudaki tuz içeriği hakkında çalışanların bilgilendirilmesi) ve yaklaşık 11 000 avro/yıl işletme maliyeti (atıksu klorür içeriğinin günlük analizi dahil) bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma ile ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

AB’de en az bir tesis [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

5.4.6 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

5.4.6.1 Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler Kurutucu

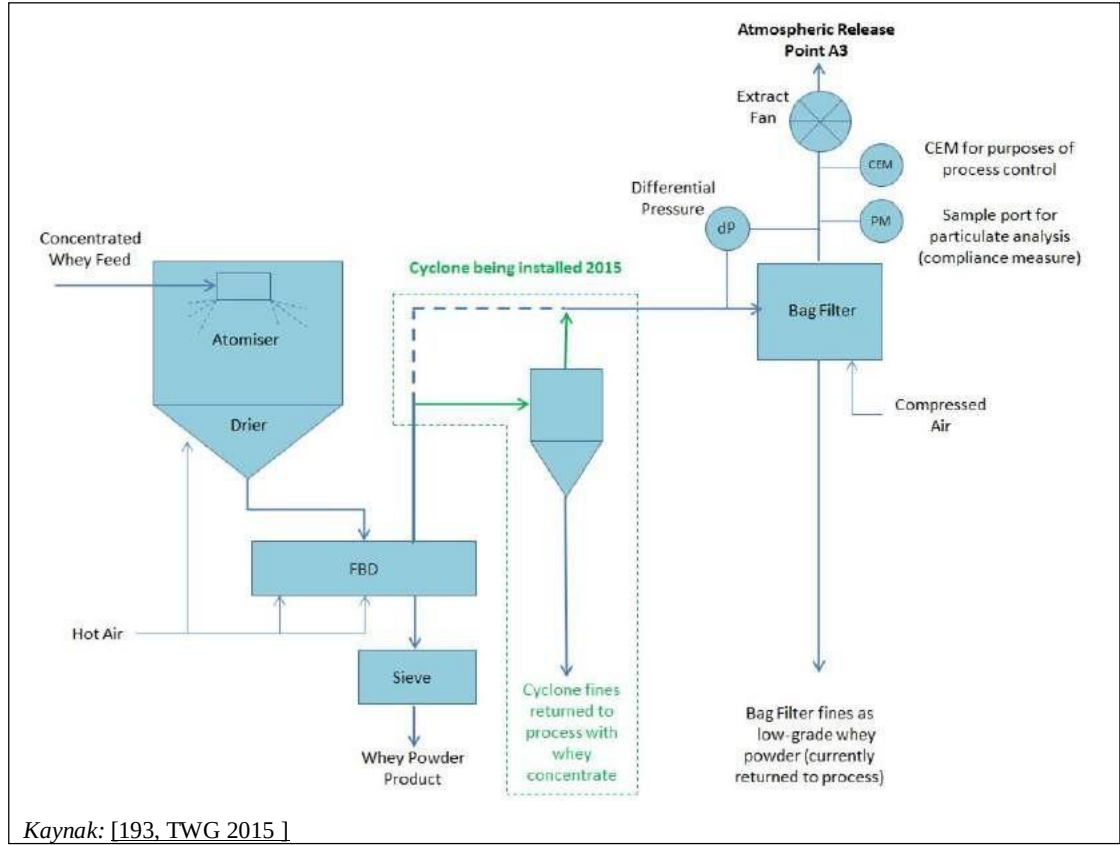
5.4.6.1.1 Torba filtre

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.2.2 no’lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Birleşik Krallık’taki bir süt ürünleri tesisinde (#406), peyniraltı suyu tozunun kurutulmasından kaynaklanan atmosferik emisyonlar, genelde $< 10 \text{ mg/Nm}^3$ toplam toz emisyonu konsantrasyonu elde etmek için ilk önce bir siklonda daha sonra ise bir torba filtrede (bakınız Şekil 5.30) işleme tabi tutulmaktadır. Gösterge volümetrik akış yaklaşık $105\,000 \text{ Nm}^3/\text{s}$ ’dir ve sistemin azaltım verimliliği %99’a ulaşmaktadır.

Siklondan gelen mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozu ince kısımları, ürün akımına (peyniraltı suyu konsantresiyle birlikte kurutucu girişi) geri verilmektedir. Torba filtreden gelen peyniraltı suyu tozu ince kısımları geçmişte ürün akımına geri verilmiştir. Bununla beraber, mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozu üretiminin başlamasıyla birlikte, mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu için kabul edilebilir olmayan torba filtre ortamı tutulması ihtimalinden dolayı torba filtre ince kısımlarının dahil edilmesi mümkün olmamaktadır. Torba filtre ince kısımları, hayvan yemi gibi uygulamalarda kullanım için düşük sınıf peyniraltı suyu olarak geri kazanılmaktadır. Kapatma dönemlerinde filtre rutin olarak muayene edilmektedir. Filtre ortamı genelde sürekli bir programda 2 yılda bir değiştirilmektedir.



Şekil 5.30 Peyniraltı suyu tozunun kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen emisyonlara ilişkin işlem örneği

Tablo 5.9 ve Tablo 5.10’da, kurutucudan kaynaklanan havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması için torba filtre uygulamasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 5.9 Torba filtrede işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
131-4	0,13	4,36	-	-	Püskürtmeli kurutucu (süt tozu) Doğal gaz Önce siklon adımı
255-4	0,20	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (bebek tozu (infant powder)) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Önce siklon adımı
130-2	0,28	-	VDI 2066	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini konsantresi) Doğal gaz Önce siklon adımı
338-5	0,30	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Konsantre sıvı ürünler Önce siklon adımı
056-1	0,70	-	EN 15259	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (yağsız süt tozu) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Boru filtre
234-3	0,80	-	EN 13284-1	İki yılda bir	Püskürtmeli kurutucu (mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozları) Buhar
235-1	1,70	21,00	SFS 3866	İki yılda bir	Püskürtmeli kurutucu (yağsız süt, yayık ayranı) Buhar

130-6	2,00	-	VDI 2066	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (permeat/laktoz tozu) Buhar Önce siklon adımı
338-4	2,50	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Konsantre sıvı ürünler Önce siklon adımı
057-1	2,60	-	EN 13284-1	-	Püskürtmeli kurutucu (yağsız süt) Buhar Toz, gıda sınıfı kalitededir (yağsız süt tozunun geri kalan kısmı filtreden geçmiştir)
130-7	3,40	-	VDI 2066	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini konsantresi) Buhar Önce siklon adımı
294-1	3,69	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (yağsız süt (skim), peyniraltı suyu proteini konsantresi) Buhar
340-1	5,00	-	-	İki yılda bir	Püskürtmeli kurutucu (toz ve laktoz) Buhar
295-2	6,68	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini tozu) Buhar
294-3	7,24	-	-	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (yayık ayanı tozu, peyniraltı suyu proteini konsantresi, yağsız süt tozu) Buhar
296-9	7,60	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (toz) Kömür
063-3	8,00	-	-	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu Buhar
294-6	9,40	-	-	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (laktoz) Buhar
068-1	10,00	21,00	-	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu tozu) Buhar
234-2	14,80	-	EN 13284-1	İki yılda bir	Püskürtmeli kurutucu (mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozları, yağsız süt tozları) Buhar
296-9	22,74	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Hızlı/halka kurutucu (toz, laktoz) Kömür

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Tablo 5.10 Torba filtrede işlem sonrası havaya verilen kurutucu emisyonları sürekli toz ölçümlerinin ortalama ve maksimum değerleri (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm³)		O ₂ içeriği (%)	Ek bilgi
	Yıllık ortalama	Maks.		
062-4	0,64	9,83	-	Püskürtmeli kurutucu (laktoz) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Boru filtre
062-2	4,42	11,20		Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini konsantresi) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Boru filtre
062-1	4,45	12,00		Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Boru filtre
062-3	5,40	14,30		Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini konsantresi) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Boru filtre
405-1	21,00	44,00	-	Püskürtmeli kurutucu (yağsız süt tozu, yayık ayranı tozu)
405-2	21,00	50,00		Fuel oil
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]				

Ekonomi

Yağ uzaklaştırmanın zorluğundan dolayı, yağsız süt yerine tam sütün işleme tabi tutulduğu kurutucularda temizlik maliyetleri artmaktadır [98, TWG 2017].

Referans literatür

[98, TWG 2017], [193, TWG 2015]

5.4.6.1.2 Siklon

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.2.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 5.11'de, kurutucudan kaynaklanan havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması için boru sonu tekniği olarak siklonların uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır. Siklonlar aynı zamanda, torba filtrenin nihai uygulaması öncesinde ön işlem adımı olarak kullanılmaktadır (bakınız Tablo 5.9).

Tablo 5.11 Siklonda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
255-1	1,40	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (süt kurutucu) Doğal gaz Çok küçük partiküller (süt tozu ve su buharı)
259-2	7,34	-	ISO/IES 17025, COFRAC 1-1488	Uygun değil (UD)	Püskürtmeli kurutucu (bebek formülü) Buhar
294-4	15,03	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (kazein) Buhar
255-3	8,80	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (karışım kurutucu - peyniraltı suyu, yayık ayranı, süt) Buhar Çok küçük partiküller (süt tozu ve su buharı)
294-6	13,64	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Laktoz kurutucu
234-1	19,60	-	EN 13284-1	İki yılda bir	Püskürtmeli bant kurutucu (mineralsizleştirilmiş peyniraltı suyu tozları, özel ürünler) Buhar
252-2	16,60	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (bebek tozu ve formüle toz) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava
252-1	13,63	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (yağ ve ince toz) Doğal gaz
251-1	34,90	-	Norme COFRAC	Yıllık	(bebek tozu) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava
296-4	37,79	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (toz, laktoz) Kömür
296-5	46,50	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Püskürtmeli kurutucu (toz, laktoz) Kömür

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193, TWG 2015]

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.3.1 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 5.12'de, kurutucudan kaynaklanan havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması için boru sonu tekniği olarak ıslak yıkayıcıların uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 5.12 Islak yıkayıcıda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
130-1	0,10	-	VDI 2066	Yılda üç kez	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu proteini konsantresi) Buhar Önce siklon ve torba filtre adımları
130-3	4,20	-	VDI 2066	Yılda üç kez	Püskürtmeli kurutucu (laktoz) Buhar Önce siklon adımı
131-1	6,10	6,20	-	-	Püskürtmeli kurutucu (çocuk maması, tam süt tozu) Doğal gaz
296-2	7,60	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Akışkan yataklı kurutucu (toz) Kömür Önce torba filtre adımı
130-4	15,00	-	VDI 2066	Yıllık	Akışkan yataklı kurutucu (laktoz) Önce siklon adımı
254-2	19,30	-	EN 13284-1	Yıllık	Püskürtmeli kurutucu (peyniraltı suyu, mikrofiltrasyon permeatı) Doğal gaz Önce siklon adımı
295-4	51,30	-	EN 13284-1	-	Püskürtmeli kurutucu (maya ekstrat tozu) Buhar Önce torba filtre adımı
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

6 ETANOL ÜRETİMİ

6.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

Etanol, şekerlerin alkole fermente edilmesiyle üretilmektedir. AB etanol sektörü, buğday, mısır, arpa, çavdar, tritikale gibi çok çeşitli tarım ürünleri ile şeker pancarı ve tahıl nişastası üretim prosesleri ara ürünler, yan ürünleri ve kalıntılarından elde edilen şekeri kullanmaktadır. Bunlardan en yaygın kullanılanı, ekim ve hasat oranı pazar koşullarına bağlı olmak üzere, buğday, pancar ve mısırdır. . Etanol, işlenmiş ürünler ve organik maddelerden üretildiğinden, yenilenebilir etanol olarak anılmaktadır. Etanol fabrikaları genellikle şeker ve nişasta fabrikalarıyla entegredir. Sonuç olarak, etanol fabrikaları aynı zamanda gıda, yem ve gübre etmektedir.

Avrupa'nın yıllık etanol üretimi, tahıl (%62,4), pancar ve melas şekeri (%25,4) ve diğerlerinden (%12,2) elde edilmek üzere 420 milyar litredir (5 100 000 ton).

Etanol birçok farklı özelliğe sahiptir ve içecek, farmasötik, kozmetik gibi muhtelif ürünlerde ve gittikçe daha fazla, yenilenebilir ulaşım yakıtı olarak ve diğer amaçlar için kullanılabilir. Etanolün temel kullanımlarını gıda (%30), yakıt ve diğer endüstriyel kullanımlar (%70) oluşturmaktadır. Ayrıca, etanolün çözücü ve koruyucu nitelikleri yüksek talep görmektedir. Etanol, çözünürleştirme özellikleri, su ile karışabilirliği ve çok zayıf kokusundan dolayı kullanılmaktadır. Ayrıca etanol, antiseptik özellikleri (harici kullanım için dezenfektan) veya sıkılaştırma ve tazeleme özelliklerinden dolayı aranmaktadır.

Tarım kökenli etanol, alkollü içkiler, sirke, kozmetik ve parfümeri, farmasötik ve diğer birçok sektör olmak üzere farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Kullanım alanlarına bağlı olarak, Tablo 6.1'de görüldüğü üzere birçok alkol sınıfı üretilmektedir.

Tablo 6.1 Sanayi sektörü itibarıyla etanol türleri

Sanayi sektörü	Susuz gıda etanolü	Gıda etanolü
Kozmetoloji, koruyucu (screen) Losyon, parakimya	X	X
Farmasötik	X	X
Gıda (sirke)	-	X
Gıda (şeker)	X	-
Alkollü içkiler ve mutfak preparatları	-	X
Kaynak: [198, FoodDrinkEurope 2015]		

Tıbbi amaçlı alkol (denatüre alkol olarak adlandırılmaktadır) durumunda etanol, etanolü nahoş hale getiren maddelerle karıştırılmaktadır. Fiziko-kimyasal özellikleri etanolü, öksürük ilaçları, dekonjestanlar ve diğer birçok ilaç olmak üzere ilaçlarda mükemmel bir ilaç desteği yapmaktadır. Çözücü olarak, farmasötik sanayisi etanolü, antibiyotik, aşı, pastil, tablet ve vitamin üretiminde kullanmaktadır.

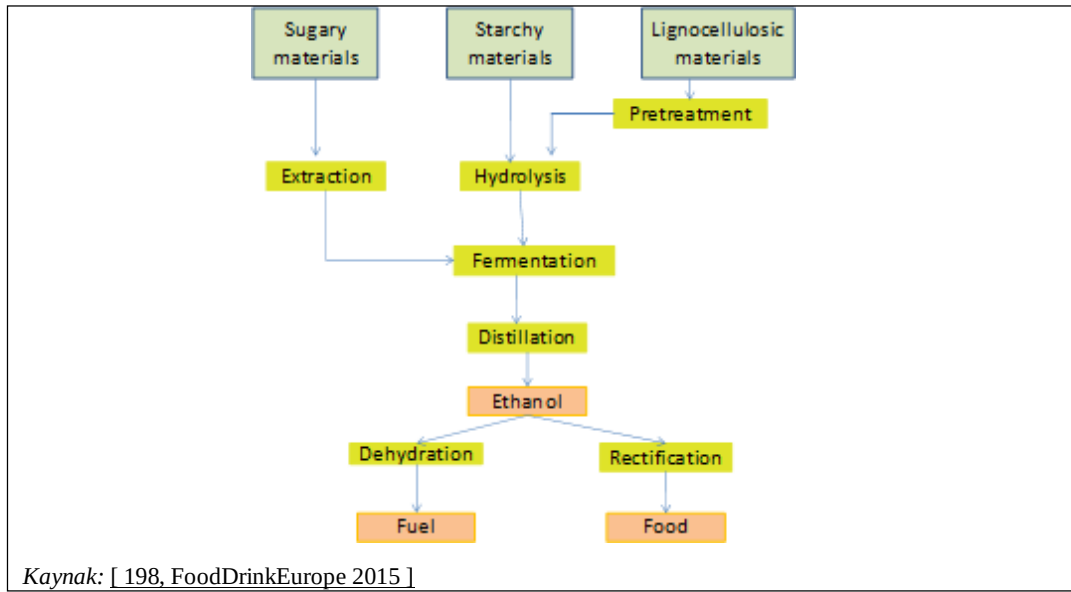
6.2 Uygulanan proses ve teknikler

Tarımsal kökenli etanol aşağıdakilerin damıtılmasıyla elde edilmektedir:

- Fermente edilebilir şekerleri içeren hammaddeler,
- Örneğin kökler, saplar, yumrular, nişastalı maddeler, selülozik maddenin hidrolizinden elde edilen fermente edilebilir şekerler.

Fermentasyonla üretilen şarabın ayırlamalı damıtmasından türetilen ham etil alkol daha sonra, çok ince alkol (gıda, sirke, kozmetik ve farmasötikler için, çözücü olarak ve endüstriyel uygulamalarda kullanım için) elde etmek amacıyla ayırlamalı damıtma prosesleriyle rektifikasyona tabi tutulmakta veya yakıt amacıyla dehidrasyona tabi tutulmaktadır.

Etanol üretimine ilişkin basitleştirilmiş genel şema Şekil 6.1’de sunulmaktadır.



Şekil 6.1 Etanol üretim prosesi

Ana proses adımları ayrıca aşağıda analiz edilmektedir [198, FoodDrinkEurope 2015].

Fermente edilebilir sıraların (must) preparasyonu

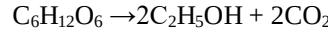
Pancar: Sukrozun hidrolizini artırmak ve mayayı kendisi için uygun bir ortama yerleştirmek ve laktik ve butirik asit gibi mikroorganizmalara maruz bırakmamak için ham usare basitçe asitleştirilir. Şeker şurupları seyreltilir ve asitleştirilir.

Tahıl: Tahıl öğütülür ve elde edilen un sıvılaştırılır ve termal aktivite ile birlikte enzimatik etkiyle şekere dönüştürülür. Amaç, fermente edilebilir şekerleri elde etmek için nişasta makromolekülünün glikozidik bağlarını parçalamaktır. Daha sonra tahıl, nişasta moleküllerine doğru enzimatik difüzyonu sağlamak için yoğurulur. Yoğurma işlemi, ürünün jelatinleşmesini önlemek için dikkatli bir şekilde yapılır. Ayrıca, sanayide nişasta ve glukoz bazı ürünler üretilmektedir.

Nişasta ürünleri, glukoz elde etmek için karbonhidratların hidrolizini gerektirmektedir. Nişastanın glukozla dönüşümü, çift enzimatik proses veya kombine asit/enzimatik prosesle gerçekleştirilebilir. Lignoselülozik hammadde, hemiselülozun şekerlere biyokimyasal dönüştürümünü gerektirmektedir.

Fermantasyon

Bu adımın amacı, yukarıda açıklanan çeşitli sübstratlardan hazırlanan şıralardan (must) alkol elde etmektir. Basit şekerlerin alkole parçalanması normalde alkol fermantasyonu olarak anılmaktadır. Mayalar, genellikle cerevisae veya bayanus gibi *Saccharomyces sp.*, karbonhidratlar ve çok küçük miktarlarda diğer organik bileşiklerden etanol elde etmek için kullanılmaktadır. Bu dönüştürüm, aşağıdaki denklemle gösterilebilmektedir:



Bu bir anaerobik procestir, bir başka ifadeyle oksijen varlığını gerektirmemektedir. Sıcaklık, fermantasyon hızını, dönüştürüm verimliliğini ve mamulün tat ve aromasını etkilemektedir. Bakteri üremesini engellemek için fermantasyon sıcaklığı 30 – 35 °C civarında ve pH, 4.5'in altında tutulmaktadır.

Azot, vitaminler, tuzlar ve maya gelişimi için gerekli eser elementler kullanılmaktadır. Fermantasyon kapları, CO₂ geri kazanımına izin veren silindirik kapalı tanklardır. Fermantasyon sürekli, yarı sürekli veya kesikli olarak gerçekleştirilebilmektedir. Alkol verimini optimize etmek için genelde seçili maya suşları kullanılmaktadır. Maya, gıda etanolü ve endüstriyel etanol üreticilerine genellikle parçalanmış/sıkıştırılmış/sıvı formda veya aktif kuru maya olarak temin edilmektedir.

Prosesin başlangıcında, hava kompresörleri ve tank tabanına doğrudan hava enjeksiyonunu kullanarak maya gelişimine izin vermek amacıyla ilk tanklar havalandırılmaktadır. Prosesin sonunda, etanol üretimine yönelik fermantasyon tamamen anaerobiktir.

Prosesin tamamı veya bir bölümünün santrifüjlenmesi, santrifüjlenen maya bakterilerinin kıvamlı kısımlarının uzaklaştırılmasına yardımcı olan güçlü asit (mayaları yıkayan) eklenerek pH2'de isteğe bağlı işlemden sonra geri dönüştürülebilir mayanın geri kazanımına izin vermektedir. Elde edilen alkol hacmen %10 - 14'tür. Fermantasyon gazları etanolü geri kazanmak için yıkanmaktadır. Ayrıca, ekonomik olarak uygun olduğunda CO₂ kullanılabilir.

Fermantasyon tekniği hakkında daha fazla bilgi, 4.2.2.2 no'lu maddede bulunabilir.

Damıtma

Yerel üretim ünitelerine bağlı olarak, damıtma prosesinin çok fazla değişik şekli olabilmektedir. Proses, pota imbik ve kolon imbik olmak üzere iki temel ekipman tipinde gerçekleşmektedir. İmbikler tekli veya grup olarak işletilebilmektedir. Isının eklenmesi, alkol/sulu bileşiklerin imbikteki beslenen ilk sıvı üründen ayrılmasına olanak tanımaktadır. Kondense sulu alkol, imbik kafasından sıvı alkol olarak uzaklaştırılırken, geri kalan akım tabandan boşaltılmaktadır.

Pota imbik, kesikli veya sürekli olarak işletilebilmektedir. Kesikli işletimde, imbik potasına bir parti madde doldurularak kaynama başlatılmakta, daha sonra buharlar ortalama bileşimleri istenen değere ulaşmaya kadar sürekli olarak uzaklaştırılmakta, yoğunlaştırılmakta ve toplanmaktadır. Sürekli işletimde ise, buhar ve sıvı kısımlar sürekli uzaklaştırılmak üzere, beslenen ürün sürekli olarak imbik potasına verilmektedir.

Kolon damıtmada, alkollü sıvı, buharla ısıtılan bir damıtma kulesine girmektedir. Genellikle bir tava olmak üzere temas eden her bir cihazda, uçucu bileşiklerle zenginleştirilen buhar ile kondense sıvı arasında bir denge kurulmaktadır. Ham alkol kulenin üstünden çekilerek, alkolün %95'inin yüksek alkollerden ayrıldığı bir başka kulede rektifikasyona tabi tutulmaktadır. İlk kulenin tabanından sulu harman veya stilaj çekilmektedir. Hafif bir şekilde organiklerle kontamine olmuş kondense su veya stilaj suyu, alkolün dehidrasyonu gerçekleştirildikten sonra ikinci kulenin tabanından çekilmektedir. %95 alkol, birçok farklı teknoloji ile susuz alkole dönüştürülebilmektedir. Bu teknolojiler arasında, bir üçüncü bileşenin kullanıldığı eşkaynar damıtma, bir molekül eleği ile adsorpsiyon veya membran tekniğiyle dehidrasyon yer almaktadır. Bazı tarımsal kökenli alkoller ile etil alkoller, %84'ün üzerinde damıtılabilir.

İmbiklerdeki, stilaj, şilempe, ilk damıtma sonrası kalan sıvı (pot ale), tortu ve kalıntı sıvı atık (spent wash) gibi alkolsüz kısım, mümkün olan ölçüde, tatlı su ihtiyacını azaltmak için öncül proses adımlarında (örneğin sıvılaştırma) kullanılacaktır/yeniden kullanılacaktır. Fazla tortular ile kalıntı sıvı atıklar imbiklerden, TAKM ve çok yüksek BOİ seviyeleri içeren atıksu olarak deşarj edilmektedir. Havaya verilen emisyonlar, TVOC ve kokudan oluşmaktadır. Esas olarak kolon imbiklerden kaynaklanan karbon dioksit ve etanol olmak üzere, küçük miktarlarda, yoğunlaşabilir olmayan uçucu bileşikler olabilmektedir. Pota imbikler ile ilgili herhangi bir sorun bulunmamaktadır.

Genelde, damıtmadan kaynaklanan stilaj ve diğer katı içeren kısımlar, hayvan yemi veya şeker ve tahıl bazlı üretimde hammadde olarak kullanılan şilempe, konsantre stilaj (CDS) veya kurutulmuş stilaj (DDGS) gibi yan ürünleri elde etmek üzere ileri işlemeye tabi tutulan etanol üretimi ara ürünleridir. Damıtmadan kaynaklanan stilaj ve diğer katı içeren kısımların diğer kullanımları arasında biyogaz üretimi (gaz, enerji üretiminde kullanılmaktadır) veya sulama/gübreleme (araziye yayma) yer almaktadır.

İki temel örnek aşağıda verilmektedir:

1. örnek: Alkollü sıvı, kolonun tepesinde buharın kondensasyonundan sonra hacmen en az %90 alkol içeriği ile, elde edilen etil alkolün sıvı formda sürekli olarak ayrılmasını mümkün kılan, bir boşaltma bölümü ile konsantrasyon bölümünden oluşan bir distilasyon kolonuna verilir.

Kolonlar, damıtma aşamalarını temsil eden çok sayıda tablaya sahiptir. Daha sonra ham alkolün rektifikasyonu gerçekleştirilir ve/veya alkol dehidrasyona tabi tutulur. Sürekli rektifikasyon, fraksiyonlamanın ham alkoldeki çeşitli katışkıların sınıflandırılması ve ekstraksiyonunu sağladığı birkaç kolondan oluşur.

Genelde, düşük alkol derecesinde çalışan saflaştırma kolonu veya hidro seçim, yüksek alkol derecesinde çalışan damıtma kolonu, metanol ekstraksiyon kolonu, tadı kötü (mauvais goût) alkolün (bu alkol, kullanılan ham alkolün %2 - 6'sını oluşturmakta ve önceki kolonlardan çekilen çeşitli fraksiyonlardan oluşmaktadır) kolon konsantrasyonu ve arıtma kolonu vardır. Katışkılar genellikle alkolde çözünürdür, suda hafif çözünürdür veya çözünmezdir. Bu nedenle, alkol içeriği yüksek alkolden katışkıları ayırmak çok zordur, bu nedenle ham alkolün rektifikasyonunu, rektifikasyon prosesinin başlangıcında gerçekleştirmek üzere seyreltilmek durumundadır.

Geri kalan su içeriğini ayırmak için, molekül eleği kullanımı veya üçüncü bir molekül (sikloheksan) kullanımı gibi özel teknikler gerçekleştirilir.

2. örnek: Damıtma prosesi, sıyırma, saflaştırma, rektifikasyon ve dehidrasyon olmak üzere dört ana adımı izler.

Sıyırma kolonunda, su ve alkol karışımı elde etmek amacıyla, fermente hammadde ısıtılır. Isıtma için genellikle buhar kullanılır. Bu adımda, fermente hammaddeden yaklaşık ağırlıkça %40 - 50 alkol elde edilebilmektedir.

Bu karışım, uçucu bileşikleri ayırmak için saflaştırma kolonuna geçer. Saflaştırma kolonunda ekstraksiyonu gerçekleştirilen uçucu bileşikler, enerji kullanan bir prosese veya ek prosese verilebilmektedir. Kolon tabanı, rektifikasyon kolonunu beslemek için, yaklaşık ağırlıkça %50 alkol içeren ana akıştır. Bu rektifikasyon adımı, su alkolden ayrılır. Bu adımda dehidrasyondan gelen su da ayrılır. Rektifikasyon kolonu - dehidrasyon adımı ekstraksiyonu sırasında alkol içeriği yaklaşık ağırlıkça %92 alkoldür.

6.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

6.3.1 Enerji tüketimi

İçki fabrikaları, prosesin neredeyse her adımında elektrik enerjisi ile termal enerjiyi gerektirmektedir. Elektriğe, aydınlatma, tesisin proses kontrolü, ısıtma, soğutma için ve makinelerin tahrik gücü olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Elektrik, elektrik şirketleri tarafından üretilmekte ve temin edilebilmektedir. Verimlilik faktörü oldukça yüksek olduğunda, genelde buhar ve elektrik sahada üretilmektedir.

Isıtma prosesi hatları ve binalar için termal enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Fosil yakıtlar veya biyokütlenin yakılmasıyla üretilen ısı, gereksinime bağlı olarak, buhar, sıcak su ve hava transfer ortamlarıyla tüketicilere aktarılmaktadır. Yerinde kombine ısı ve güç üretimi (CHP), ısı ve güç yüklerinin dengelendiği içki fabrikaları için değerli bir alternatiftir. İçki fabrikalarında, yüksek basınçlı buhar kazanları/buhar türbinleri kullanılmaktadır. Doğal gaz, kömür ve biyokütle, en erişilebilir yakıtlardır.

Büyük içki fabrikalarında, buhar ve elektrik, CHP tesisleri kullanılarak üretilmektedir. Küçük içki fabrikaları, proses ihtiyaçları ve kurgularına bağlı olarak farklı çalışma basınçlarına sahip kazanlar kullanılmaktadır. Isı, nişastanın glukoza dönüştürülmesi, damıtma kolonları, buharlaştırma, kurutma ve tank ve boruların sterilizasyonu için gereklidir. Proses kurgusuna bağlı olarak, taze buhar veya geri kazanılan buhar kullanılmaktadır.

Üç tesiste 1 ton ürün başına 2 MWh - 8.5 MWh arasında spesifik enerji tüketimi değerleri bildirilmiştir [193, TWG 2015]. Damıtma kulesi, buharla ısıtılmaktadır. Pota imbicler için, 12 – 13 kWh/litre saf alkol gereklidir. Kullanılan hammadde ve ilgili nişasta/şeker tesisine muhtemel entegrasyona bağlı olarak, spesifik enerji tüketimi, büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir.

6.3.2 Su tüketimi

İçki fabrikası sektörü, faaliyet için suya ihtiyaç duymakta ve genelde farklı niteliklerde proses suyu kullanılmaktadır. Genelde, su kullanımının kontrolü ve su tüketiminin ve kontaminasyonunun azaltılmasına yönelik sistematik bir yaklaşım uygulanmaktadır.

Her su uygulaması kendi özel kalitesini gerektirmektedir. İçki fabrikası sektöründe, kalite gereksinimleri, su ile gıda ürünü arasında temasın mümkün olup olmamasına bağlıdır. Bu normalde, tehlike analizi ve kritik kontrol noktası sistemi (HACCP) dahilinde gerçekleştirilmektedir. İçki fabrikası sektöründe aşağıdaki su kaynakları kullanılmaktadır: içme suyu, yeraltı suyu, yüzeysel su, hammadde kaynaklı su, geri dönüştürülmüş su ve proses suyu.

Su tüketiminin çoğunluğu (yaklaşık %70), enerji üretimiyle ilgilidir: tesisin sevkini sağlayan kazan sistemi ve proses suyu ve ekipmanının soğutulması. Geri kalanı ise (yaklaşık %30), fermantasyon prosesi, beslenen ürün işleme, nişastanın şekere dönüştürülmesi içindir. Su çok sık olarak proseste geri dönüştürülmektedir [198, FoodDrinkEurope 2015].

Fermantasyon sıcaklığını korumak ve buharları yoğunlaştırmak için soğutma suyu gereklidir. Bira fabrikalarında, genellikle uygulanan soğutma sistemleri, kapalı sirkülasyonlu soğutma sistemleri veya soğutma kuleleridir. Açık soğutma sistemlerinde, bir başka ifadeyle, soğutma kulelerinde, yalnızca suyun buharlaşması gerçekleşmemekte aynı zamanda suyun küçük bir bölümü püskürtülebilmektedir.

Üç tesis tarafından 1 ton ürün başına 2,94 m³ - 20,35 m³ arasında spesifik su tüketimi değerleri bildirilmiştir (yıllar, 2012 - 2014) [193, TWG 2015]. Kullanılan hammadde ve ilgili nişasta/şeker tesisine muhtemel entegrasyona bağlı olarak, spesifik su tüketimi, büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir.

6.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

6.4.1 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

6.4.1.1 Karbon dioksit geri kazanımı ve saflaştırması

Bakınız 4.4.4.3 no'lu madde.

6.4.2 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler

6.4.2.1 Stilaj kurutulmuş damıtma çözünür tanelerin geri kazanımı ve ileri işlemesi

Ayrıca bakınız 2.3.5.2 no'lu madde.

Tanım

Tahıl ve pancar şilempesi, hayvan yemi üretimi için kurutulmadan önce yoğunlaştırılır ve katı yan ürünlere eklenir.

Teknik tanım

Alkol, damıtma yoluyla mayşeden ayrılmaktadır. Alkolsüzleştirilen mayşe, şilempe olarak adlandırılmaktadır. Şilempe, çeşitli şekillerde, dekantör santrifüjler, buharlaştırma ve kurutma teknikleri uygulanarak susuzlaştırılmaktadır. Şilempeden uzaklaştırılan su kısmen diğer üretim adımları için proses suyu olarak kullanılmakta (tesis kurgusu ve ürün portföyüne bağlı olarak), aksi takdirde atıksu olarak atıksu arıtmaya verilmektedir.

Geri kalan şilempe doğrudan, yaklaşık %32 - 40 aralığında kuru madde içeriğine sahip damıtma çözünür taneler (DGS) olarak satılmakta veya yaklaşık %90 kuru madde içeriğine kadar susuzlaştırılmaktadır ve bu durumda, kurutulmuş damıtma çözünür taneler (DDGS) olarak adlandırılmaktadır. Şilempe genelde hayvan yemi olarak kullanılmakta ve protein, lif, vitamin ve mineral içermektedir.

Fermantasyon öncesi, öğütülmüş tahıldan glüten ve/veya kepek separasyonu durumunda, stilajın katı madde içeriği düşmektedir. Bu tür durumlarda, stilaj yine de dekantör santrifüjlerle ve buharlaştırma teknikleriyle susuzlaştırılabilir. Elde edilen ürün kondense damıtma çözünür taneler (CDS) olarak adlandırılmakta ve genelde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. CDS, protein, vitamin ve mineral içermektedir ve %23 - 30 kuru madde içeriğine sahiptir.

Elde edilen çevresel yararlar

Daha az atık üretilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kurutma öncesi, karışık sıvı ve katı maddelerin sıcaklığı 70 °C civarındadır ve 110 °C'ye çıkarılmaktadır. Ürünün sıcaklığı 30 °C civarındadır. Evaporatör, alkol fermantasyonu sırasında pH kontrolü için de kullanılabilen sodyum hidroksit ile temizlenmektedir. Tüketimle ilgili bazı bilgiler Tablo 6.2'de verilmektedir.

Tablo 6.2 DDGS kurutulması tüketim verileri

Parametre	Tüketim/ton üretilen DDGS
Buhar	4,5 t
Elektrik enerjisi	300 kWh
NaOH	15 kg
Su	0,1 m ³
Kaynak: [192, COM 2006]	

Çapraz ortam etkileri

Kurutma teknikleri uygulandığında toz emisyonu söz konusu olabilmektedir ve enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Koku emisyonu söz konusu olabilmektedir. Atıksu üretilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tahıldan alkol üretiminde uygulanabilir.

Ekonomi

Şilempe değeri, yem üretimi ile ekonomik fayda sağlamaktadır. Ürün neredeyse tahılla aynı fiyata satılabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Bu geri kazanım olmadan, stilaj artıklarının bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[92, Gergely E. 2003], [192, COM 2006], [198, FoodDrinkEurope 2015]

6.4.2.2 Fermantasyon sonrasında mayanın geri kazanımı ve (yeniden) kullanımı

Bakınız 2.3.5.2 ve 4.4.3.1 no'lu madde.

Stilaj hayvan yemi olarak kullanıldığında mayanın geri kazanımı gerçekleştirilemeyebilmektedir.

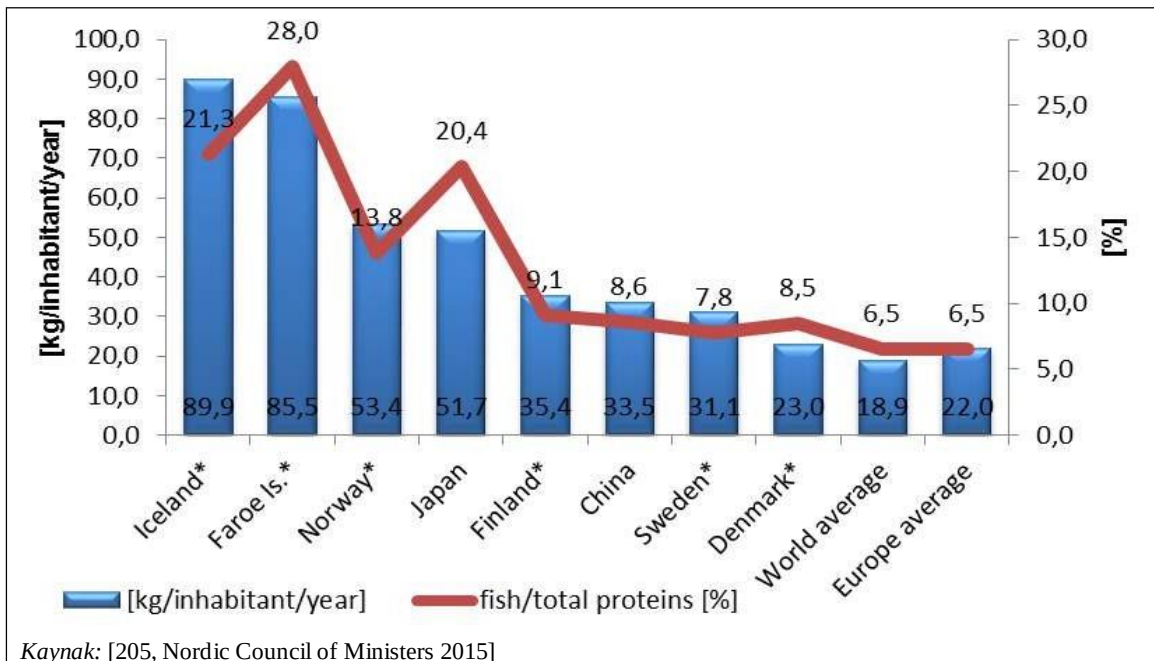
7 BALIK VE KABUKLU SU ÜRÜNLERİ İŞLEME

7.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

Bu sektör, akbalık veya pelajik balıklar, yağlı balıklar, kabuklu su ürünleri, bir başka ifadeyle kabuklular ve yumuşakçaların işlenmesini kapsamaktadır. Balık işleme çok yaygın ve çeşitlidir. Morina, ton, ringa, uskumru, polak, barlam, mezigit, somon, hamsi ve sardalya dahil olmak üzere birçok balık türü toplu işlenmektedir.

Artan deniz ürünleri üretimi, küresel gıda talebinin karşılanmasına yönelik çözümün çok önemli bir unsurunu oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre, 2012'de dünyada su ürünleri avcılığı ve su ürünleri yetiştiriciliği yaklaşık 158 milyon ton balık ve diğer su ürünleri (insani tüketim amaçlı yaklaşık 136 milyon ton) arzı gerçekleştirerek, kişi başı 18,9 kg'lık arz sağlamıştır (bakınız Şekil 7.1). Bu toplamın %42'sini su ürünleri yetiştiriciliği oluşturmuştur. Geçtiğimiz son otuz yılda, küresel su ürünleri yetiştiriciliği üretimi 1982'deki yaklaşık 5 milyon tondan 2012'de 66 milyon tonun üzerine çıkmıştır.

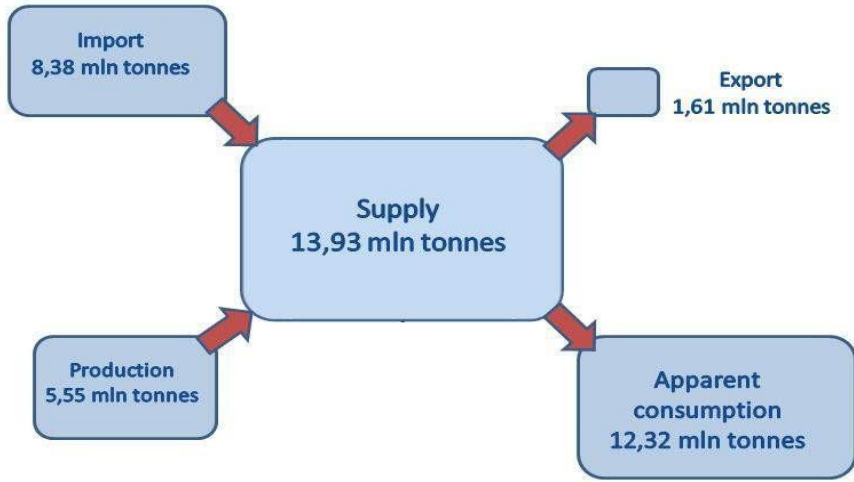
Prognoz, 2030'da bu rakamın 93,6 milyon tona ulaşmasının beklendiğini göstermektedir [205, Nordic Council of Ministers 2015].



Şekil 7.1 Canlı ağırlık olarak balık ve su ürünleri ve protein arzına su ürünleri katkısı (2012)

2011'de AB, dünyada 52,2 milyar avroya karşılık gelen 12,3 milyon ton ile deniz ürünlerinin büyük bir tüketim pazarıdır (bakınız Şekil 7.2).

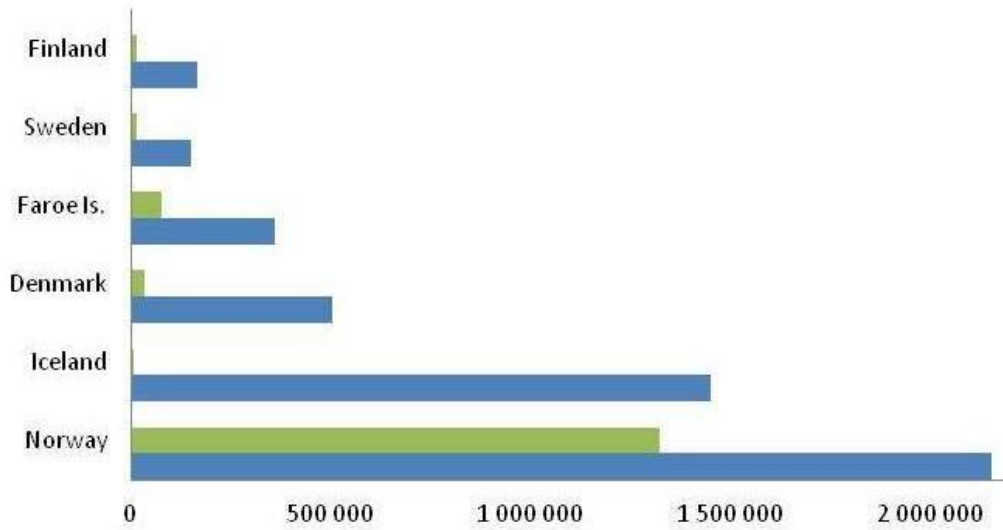
AB, deniz ürünlerinin ana ithalatçısıdır ve değer olarak toplam dünya mübadelesinin %24'ünü almaktadır. AB kişi başına tüketimi 22 kg'dır. Kuzey Üye Devletler ağırlığı işlenmiş su ürünlerine verirken, güney Üye Devletler taze ürünleri tercih etmeye devam etmekte ve hanehalkı harcamalarının büyük bölümü su ürünlerine ayrılmaktadır. Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri, AB ortalamasının altında olsalar da tüketimde bir artış kaydetmiştir [205, Nordic Council of Ministers 2015].



Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]

Şekil 7.2 2011 yılı AB deniz ürünleri dengesi (canlı ağırlık eşdeğeri)

İskandinav ülkelerindeki su ürünleri üretimi Şekil 7.3'te gösterilmektedir.



	Norway	Iceland	Denmark	Faroe Is.	Sweden	Finland
Total	3 471 674	1 457 018	536 315	437 035	165 366	179 569
Aquaculture	1 321 119	7 431	33 586	76 564	13 757	12 659
Capture	2 150 555	1 449 587	502 729	360 471	151 609	166 910

Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]

Şekil 7.3 2012 yılı su ürünleri avcılığı ve su ürünleri yetiştiriciliği itibariyle İskandinav ülkeleri su ürünleri üretimi (ton)

AB ihracatı neredeyse tamamen su ürünleri avcılığı ürünlerinden oluşurken, AB su ürünleri yetiştiriciliği ürünleri Avrupa pazarında kalmaktadır. AB'nin üçüncü ülkelere ihracatı 2009 - 2012 yılları arasında değer olarak %50 artarak 4,1 milyar avroya ulaşmıştır. İspanya, Hollanda ve Danimarka üçüncü ülkelere ihracat yapan başlıca Üye Devletler'dir. Tablo 7.1'de, başlıca Avrupa pazarı deniz ürünleri tedarikçileri sunulmaktadır.

Tablo 7.1 2012 yılı AB ana deniz ürünleri tedarikçileri

Ülke	Değer (bin avro)	Katkı (%)
Norveç	3 874 711	20
Çin	1 565 995	8
İzlanda	968 758	5
Ekvador	952 646	5
Amerika Birleşik Devletleri	873 906	5
Diğer tedarikçiler	11 002 401	57
Toplam	19 238 417	100
Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]		

AB işleme sanayisi ürünlerinin toplam değeri yaklaşık 30 milyar avrodur. Birleşik Krallık, Fransa, İspanya, İtalya ve Almanya, üretim bakımından önde gelen ülkelerdir. Sektörde yaklaşık 116 000 kişi istihdam edilmektedir. 2012’de, Avrupa balık işleme sanayisindeki toplam işletme sayısı 3 454 ‘tür. Avrupa üretiminin esasını balık, kabuklu ve yumuşakça konserve ve hazır yemekleri oluşturmaktadır.

7.2 Uygulanan proses ve teknikler

7.2.1 Genel

Balığın ön işlemei çoğunlukla, kara işleme tesislerinde gerçekleştirilmektedir. Bununla beraber, balığın iç organların çıkarılması, temizleme ve bazı zamanlar başını çıkarma işlemleri denizde balıkçı teknelerinde - örneğin az yağlı akbalık işleminde - gerçekleştirilmektedir.

Herhangi bir değerlendirme yönteminin ana amacı, sıcaklığı mümkün olduğunca hızlı bir şekilde 0 °C'ye indirerek balığın kalitesini korumaktır. Değerlendirme ve soğutmada gecikme, balık ambarında sıcaklık kontrolünün düzgün olmaması, kaba değerlendirmeden kaynaklanan zarar, balığın iç organlarının çıkarılması, kesilmesi (bleeding) ve yıkanmasında standartların zayıf olması, kapların aşırı doldurulmasından dolayı oluşan mekanik hasar gibi faktörler, balığın kalitesine zarar vermekte ve raf ömrünün kısalması ve ağırlık kaybıyla sonuçlanmaktadır.

Balığın korunması için çok sayıda yöntem uygulanmaktadır. Bazı yöntemlerde buz, soğutma veya dondurma işleminden yararlanarak sıcaklık kontrolüne dayalı teknikler kullanılırken, bazı yöntemlerin teknikleri su aktivitesinin kontrolüne dayanmakta ve kurutma, tuzlama, dumanlama ve dondurma-kurutma tekniklerini içermektedir. Teknikler, konserveleme, mikrodalga ısıtması veya iyonlaşan radyasyon gibi mikrobiyel balık yüklerinin fiziksel kontrolüne ya da su ürünlerine, örneğin asit ekleyerek, mikrobiyel aktivite ve yüklerin kimyasal Kontrolüne dayanabilmektedir. Ayrıca, vakum paketleme gibi oksijen seviyesinin düşürülmesine dayalı teknikler kullanılmaktadır. Balığın korunmasında en sık farklı tekniklerin bir kombinasyonu kullanılmaktadır.

Dondurma-kurutma veya liyofilizasyon, süblimleşme ve desorpsiyon yoluyla bir üründen suyun uzaklaştırılması işlemidir. Bu işlemin amacı, buharlaştırmayla kurutulamayacak hassas gıda maddesini korumaktır. Yüksek sıcaklıklarda belirli bileşenlerde, tat kaybına veya diğer kalite yönlerinin kaybına yol açan bozulma tehlikesi bulunmaktadır.

Dondurma-kurutma ekipmanı, sıcaklık kontrollü rafları olan bir kurutma odasından oluşmaktadır. Bu, kurutma işlemi boyunca tavaların ısıtma plakaları üzerinde sabit kaldığı kesikli oda veya tavaların vakum kilidinden kurutma tüneline geçtiği yarı sürekli tip olabilmektedir. Ayrıca ekipman, kurutma odasında üründen uzaklaştırılan suyu tutmak ve kurutma işlemini kolaylaştırmak için bir kondansatör, raflara ve kondansatöre soğutucu beslemek için bir soğutma sistemi ve odanın basıncını düşürmek için bir vakum sistemi içermektedir.

Balık işleme tesisleri sık sık, örneğin taze balığın sarılması ve toptancılar, perakendeciler ve restoranlara taşınması için taneli buz kullanmaktadır. Taneli buz özel buz tesisinden satın alınabilmekte ve çalışma şekli, taneli buzun balık işleme tesisine dondurulmuş olarak taşınmasını gerektirmektedir.

Daha sonra katı gıda maddesi elle veya makine ile kurutma odasındaki tavalara beslenmektedir. Kurutma odasının sıcaklığı 0 °C'nin oldukça altındadır. Tam sıcaklık, kurutulmakta olan ürüne bağlıdır. Odada vakum uygulanmaktadır. Buz, bu koşullarda buharlaşmaktadır. Bu buharlaşma, ürünün sıcaklığını daha fazla düşürmekte, sıcaklıktaki bu düşme, sıcaklık kontrollü tavalara aracılığıyla ürüne ısıtma plakaları yoluyla ısı eklenerek karşılanmaktadır. Buharlaştırılan su, odadaki mevcut koşullarda süblimleşme sıcaklığının oldukça altında bir sıcaklığa sahip olan kondansatörün yüzeyinde yeniden dondurulmaktadır. Zaman zaman kondansatör yüzeyi ısıtılarak kondansatörün buzu giderilmektedir. Su sıvılaştırılmakta ve drene edilmektedir. Vakum, vakum pompası ile sürdürülmektedir. Vakum pompası çıkışı havaya deşarj etmektedir. Katı maddelerin girmesini ve vakum pompasına zarar vermesini önlemek için genellikle pompanın önüne bir filtre yerleştirilmektedir.

Son olarak, balık işleme işlemleri, uygun atık yönetim tekniklerini içermektedir. Hazır gıda ürünleri veya servis öncesinde çok az hazırlık gerektiren gıda ürünlerine yönelik talepteki artışla birlikte su ürünlerinin muhtelif katma değerli ürünler elde etmek üzere işlenmesi artık yaygın bir durum haline gelmiştir. Soğuk ve dondurulmuş balığın karayolu, denizyolu veya havayoluyla taşınmasında, baştan sona soğuk zincirin sürdürülmesi zorunludur.

Bu, yalıtımlı kaplar veya taşıma araçları ile yeterli miktarda soğutucu ya da mekanik soğutma kullanımını gerektirmektedir. Kap teknolojisi artık, değiştirilmiş veya kontrollü ortamlarla birleşmiş bir soğutma kombinasyonunun mümkün kılınmaktadır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.2 Ön işleme

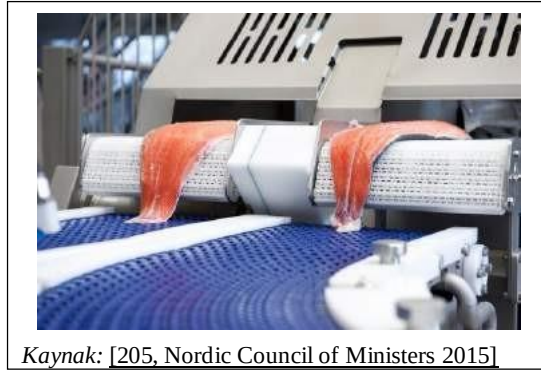
7.2.2.1 Genel

Alınan taze balık işleme öncesinde, kontrol edilmekte ve içme suyuyla yeterli bir şekilde yıkanmaktadır. Dondurulmuş halde alınan tüm balıklar derhal buz çözme işlemine tabi tutulmakta ve işlenmekte veya balıkları dondurulmuş halde tutacak bir sıcaklıkta depolanmaktadır. Buz çözme işlemi, balığın iç sıcaklığının 3,3 °C'yi aşmaması için mümkün olduğunca hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Ön işlemenin ana amacı, yenilebilir kısımları, yenilemeyen kısımlardan tamamen veya kısmen ayırmaktır. Sonuç olarak, tüketicilerin onayladığı şekil, boy ve kalitede olan ve ileri işleme gereksinimlerini karşılayan ürünler elde edilmektedir. Ayrıca, yenilemeyen kısımlardan etkin bir şekilde yararlanılması -örneğin hayvan yemi üretimi için- sağlanmaktadır. Kolay bozulabilir kısımların ayrılması, ileri işlemede kullanılan kısımların ömrünü uzatmaktadır. Hammadde kütlesinin küçültülmesi, yarı ürünler veya son ürünlerin taşınmasına ekonomi sağlamaktadır.

En az emek yoğunundan en emek yoğununa kadar balıkların ön işlemlerinden elde edilen birkaç yarı ürün bulunmaktadır: başı ve iç organları çıkarılmış balık filetoları, V şeklinde kesilmiş filetolar, kelebek filetolar ve başı çıkarıldıktan sonra balık. Sonraki işlemlerde, yenilebilir ve yenilemeyen kısımlar ayrılmaktadır. Belirli bir ön işleme şeklinin seçimi, teknoloji gereksinimleri, gıda maddesinin türü ve boyu ile üreticinin teknik potansiyeline bağlıdır. Ayrıca, ekonomi ve pazarlama boyutları büyük önem taşımaktadır.

Modern su ürünleri sanayisinde, ön işleme esas olarak mekaniktir. Pul ayıklama, iç organları çıkarma, başını çıkarma, fileto yapma, deri yüzme, kesme ve et ayırma için özel makineler bulunmaktadır. Ön işleme işlemlerinde, dondurucular, buz giderme cihazları veya sınıflandırma cihazları gibi diğer makineler de kullanılmaktadır. Yukarıda anılan makinelerin birçok tipi bulunmaktadır. Bu makineler çıkış kapasitesi, işlenen gıda maddesinin büyüklüğü ve türü, işlemin gerçekleştirilme şekli, teknolojik verim, vb. bakımından farklılık göstermektedir. Şekil 7.4 ve Şekil 7.5'te, makinelerin iki farklı tipi gösterilmektedir.



Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]

Şekil 7.4 Somon fileto makinesi



Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]

Şekil 7.5 Baş çıkarma, iç organları çıkarma ve balık yumurtası geri kazanım makinesi

Ön işleme sırasında kullanılan çoğu su ürünleri işleme makinesi tesisinin işletimi büyük miktarlarda su kullanımına dayanmaktadır. Bu gerekli su kullanımının dışında, bu tesislere su akışı genelde kontrolsüz ve aşırıdır. Atıklar genelde kesilmekte veya oldukça kirli atıksu üreten makinelerin çalışmasıyla birlikte su ile ezilmekte ve karışmaktadır. İç organları çıkarılmamış ve yağlı pelajik balıkların işlenmesinde bu özellikle sorun olmaktadır. Makinelere kaynaklanan katı atıklar genelde kaynağında etkin bir şekilde ayrılmamaktadır. Bu atıklar sık sık tesislerin çevresindeki döşemeye atılmaktadır. Hatalar yalnızca işleme makinelerinin kendisinden değil aynı zamanda, balıkları, ürünleri ve atıkları taşımak için genellikle bu makinelerin çevresine kurulan yakalama tavası, şut, konveyör ve kanal sistemlerinden kaynaklanmaktadır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.2.2 Dondurma/buz çözme

Dondurma işlemi tek başına bir koruma yöntemi değildir. Bu işlem yalnızca balıkların uygun bir düşük sıcaklıkta depolama için hazırlanması aracıdır. İyi bir ürün elde etmek için dondurma işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu amaç için özel olarak tasarlanmış bir dondurucuya ihtiyaç vardır, dolayısıyla dondurma, düşük sıcaklıklı depolamadan ayrı bir işlemdir. Su ürünlerinin dondurulmasında üç temel yöntem şöyledir: (i) su ürünlerinin üzerine sürekli soğuk hava akımı verilmesi: hava fanlı dondurucular, (ii) su ürünleri ile soğutulmuş yüzey arasında doğrudan temas: temaslı veya plakalı dondurucular, (iii) soğutulmuş sıvıya daldırma veya soğutulmuş sıvı püskürtme: dalgıç veya püskürtmeli dondurucular. Dondurulmuş yarı deniz ürünlerinin çoğu, ileri işleme öncesinde buz çözme işlemi gerektirmektedir.

Buz çözme, bir ürünün donmuş halden donmamış hale getirilmesi işlemidir. Buz çözme, dondurma işlemi sırasında ette oluşan buzı eritmek için, dondurulmuş ürüne ısı aktarımını içermektedir. Balık işleme sanayisi, her yıl büyük miktarda dondurulmuş balık ve kabuklu su ürünleri kullanmaktadır. Bu ürünlerin çoğu, ileri işleme veya kullanımdan önce buz çözme işlemi gerektirmektedir. Şirketler genelde deniz ürünlerinin buz çözme işlemini bir dizi farklı yöntem uygulayarak kurum içinde gerçekleştirmektedir. Bu yöntemler su (daldırma veya püskürtme), hava veya buhardan, mikrodalga ve radyo frekansı sistemlerine kadar değişmektedir. Buz çözme sonrasında, su ürünleri işleme öncesi içme suyuyla yeterli bir şekilde yıkanacaktır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Aşağıdaki bölümlerde bazı en yaygın kullanılan buz çözme işlemleri tanımlanmaktadır.

7.2.2.2.1 Su resirkülasyonu ve hava ile karıştırma yoluyla buz çözme

Buz çözmede kullanılan suyun kapalı bir devrede resirkülasyonu gerçekleştirilmekte ve su yeniden kullanılmaktadır. Buz çözme sırasında suyu karıştırmak için hava kullanılmaktadır. Tanka beslenen su miktarını kontrol etmek için kademeli şalterler tesis edilebilmektedir. Karidesler için, filtrelenmiş kabuk soyma suyu kullanılabilir [71, AWARENET 2002], [94, Germany 2003].

7.2.2.2.2 Tabanda hava kabarcıkları bulunan sıcak su doldurulmuş kaplarda buz çözme

Buz çözme işlemi, tabanda hava kabarcıkları oluşmak üzere, 30 – 35 °C’de su doldurulmuş kaplarda gerçekleştirilmektedir. Tanka beslenen su miktarını kontrol etmek için kademeli şalterler tesis edilebilmektedir. Su akışı aynı zamanda sıcaklığı etkilemektedir. Karidesler için, filtrelenmiş kabuk soyma suyu kullanılabilir [13, Nordic Council of Ministers 1997], [71, AWARENET 2002].

7.2.2.2.3 Püskürtme ile buz çözme

Buz çözme işlemi, gıdaya su püskürtülerek gerçekleştirilmektedir. Akan suya daldırma ile buz çözmeye göre, bu teknik daha az su tüketmektedir ancak, daha uzun süreler ve daha büyük yüzey alanları gerektirmektedir [71, AWARENET 2002].

7.2.2.2.4 %100 suya doymuş ısıtılmış hava ile buz çözme

Buz çözme işlemi, gıda %100 suya doymuş sıcak veya ılık havaya tabi tutularak gerçekleştirilmektedir.

Akan suya daldırma ile buz çözmeye göre, bu teknik daha az su tüketmektedir ancak, daha uzun süreler ve daha büyük yüzey alanları gerektirmektedir.

Sıcak hava kullanmak, buzlu çözülen ürünün yüzey katmanlarında hızlı mikroorganizma üremesine yol açabilmekte ve çözülen suyun yeniden absorpsiyonunu engelleyebilmektedir. Bu, hoş olmayan ve genelde besin değeri olarak yıkıcı damla kaybı oluşturmaktadır. Ayrıca, gıda yüzeyi kuruyabilmekte ve gıdanın doymamış yağları oksitlenebilmektedir. Sıcak hava kullanıldığından, diğer buz çözme tekniklerine göre enerji tüketimi yüksektir.

Dondurulmuş akbalık bloklarının buzunu çözmek için sıcak nemli hava kullanıldığında bu, dondurulmuş blokun kenarındaki balığın buz, blokun ortasındaki balıktan önce çözüldüğünden, son ürünün kalitesinin korunmasında sorunlara yol açabilmektedir.

Kuru buz çözme işleminin, karideslerin kalitesini olumsuz etkilediği bildirilmektedir [13, Nordic Council of Ministers 1997], [71, AWARENET 2002]

7.2.2.3 Sınıflandırma

İşleme, hammaddenin tür ve boya göre sınıflandırılmasının yanı sıra tüketim için uygun olmayan veya zarar görmüş olan su ürünlerinin ayrılmasıyla başlamaktadır. Su ürünleri sınıflandırması, etkin endüstriyel su ürünleri işlemesi için mutlak ön koşuldur. Fiili av genelde farklı boy ve türlerde su ürünleri içermektedir. Boya göre sınıflandırma ve türlerin ayrılması, sonraki işlemler için üniform akış sağlamakta, dolayısıyla kapasite ve kaliteyi artırmaktadır.

Su ürünleri sınıflandırması, ringa, uskumru, çaça ve sardalya gibi küçük pelajik balıklar için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Gıda maddesi, balığın boyu ile ilişkili olduğundan maksimum kalınlığa göre sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırma en sık, birkaç titreşimli elemandan oluşan yarıklı tabla (opening slit) veya döner merdaneler arasında gerçekleşmektedir [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Bir titreşimli sınıflandırma makinesi Şekil 7.6’da gösterilmektedir.



Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]

Şekil 7.6 Titreşimli sınıflandırma makinesi

7.2.2.4 Pul ayıklama

Bazı balık türlerinde, elle pul ayıklama ilk işleme süresinin yaklaşık %50’sini almaktadır. Mekanik pul ayıklamada kullanılan makineler deriye zarar vermemeli veya kas dokusunun dokusunu zayıflatmamalıdır. Balık ön işleminde iki tip pul ayıklama makinesi kullanılmaktadır: balıklar dönen tamburun pürüzlü çeperlerine sürtünüp geçerek balığın pulunun ayıklandığı tamburlu makineler; balığın bir sabit veya hareketli sıyrıcı sisteminden geçirildiği makineli sıyrıcılar [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.2.5 Başını ve iç organlarını çıkarma

Balığın başı balığın ağırlığının %20’sine kadarını oluşturmakta ve genellikle yenilemeyen kısım olarak kabul edilmektedir. Balığın başı elle veya makine ile çıkarılabilmektedir. Küçük tatlı su balıklarında, elle kesme daha kolay olmaktadır. 20 - 40 cm arasındaki büyük balıkların başı mekanik cihazlarla çıkarılmaktadır. Balıklar üç farklı yolla kesilebilmektedir: yuvarlak kesim, düz kesim ve kontur kesim. Çoğu balık tesisinde, en az et kaybına yol açtığından balığın başı elle çıkarılmaktadır. Solungaç kapağının çevresinden yapılan kesim, yuvarlak kesim olarak adlandırılmakta ve en az et kaybı ile sonuçlanmaktadır. Bu kesim esas olarak, son ürün kılçıksız ve derisiz fileto olduğunda kullanılmaktadır. Yuvarlak veya kontur kesime tabi tutulan büyük balıklarda, giyotin bıçaklı makineler uygun olmaktadır. Düz kesime tabi tutulan büyük balıklarda ise, elle çalıştırılan yuvarlak testere uygun olmaktadır. Balık işlemede oluşan, çıkarılan başlardan oluşan artık miktarı %27 - 32’dir.

Balık iç organlarının çıkarılması, iç organların çıkarılması ve isteğe bağlı olarak karın zarının karın boşluğu, böbrek dokusu ve kanın temizlenmesidir. İç organları çıkarma işleminde, yıkanması kolay olan ve akışkanları emmeyen özel malzemeden yapılan bir tablanın üzerinde balık, iç organlarını çıkarmak üzere boyuna kesilmektedir. Tabla yıkanmakta ve periyodik olarak dezenfekte edilmektedir. Alabalık, yılan balığı ve diğer balıklar için bazı mekanik iç organ çıkarma makineleri bulunmaktadır ancak, bu makinelerin kullanımı balık işleme maliyetini artırmaktadır. İç organlar balık ağırlığının yaklaşık %5 – 8’ini oluşturmaktadır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.2.6 Fileto yapma ve deri yüzme

Fileto yapma, ön işlem, balığı fileto yapma, filetoları kesme, paketlenme ve depolama olmak üzere çok sayıda ünite işlemini içerebilmektedir. Fileto, sırt ve karın kaslarından oluşan et blokudur ve piyasadaki, balıktan elde edilen en popüler yemek hammaddesidir. Fileto yapmanın teknolojik verimi, balığın türü, cinsiyeti, boyutu, beslenme şekli, vb. ye bağlıdır. Elle fileto yapma emek yoğunudur ve yüksek verimlilik, yüksek vasıf ve deneyime sahip işçileri gerektirmektedir. Bu nedenle, geniş ölçekte balık işlemede fileto makineleri uygulanmıştır. Aynı boy aralığında oldukları ve benzer gövde şekline sahip oldukları sürece, bu cihazlarda farklı türler işlenebilmektedir. İç organları ve başı çıkarılan balıklar için en basit fileto makinesinin, balığın omurgasının kalınlığına eşit bir mesafede birbirinden ayrı olarak düzenlenen iki disk bıçağı bulunmaktadır.

Fileto makinelerinin yaygın bir şekilde uygulanmasını takiben, deri yüzme makineleri uygulamaya konulmuştur. Balık deri yüzme makineleri, balık derisini balığın filetolarından sıyırmak ve işlemin yüksek verim ve etkinliğe sahip olmasını sağlamak üzere tasarlanmaktadır. Derisi doğru bir şekilde yüzülen bir fileto, gümüş renginde ince deriyi bağlayan monomerlerin kaldığı derinin yüzüldüğü tarafta zarar görmemelidir [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.3 Su ürünleri koruma yöntemleri

7.2.3.1 Konserve

Konserve işlemi, su ürünlerinde bulunan mikroorganizmaları öldüren, ileride mikrobiyel kontaminasyonu önleyen ve bozunur enzimleri etkisiz hale getiren bir sterilizasyon tekniğidir. Bu işlemde, su ürünleri hava ve su geçirmeyecek şekilde kaplara yerleştirilip kapatılmakta, daha sonra belli bir süre yüksek sıcaklıklara ısıtılmaktadır. Balık konserve üretim işlemi, fileto yapmadan sonra, balığın kutularda ön pişirmesi gerçekleştirildiğinde başlamaktadır. Daha sonra, tuz, yağ veya sos eklenmekte ve son olarak, kutular kapatılıp otoklavlanmaktadır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

7.2.3.2 Tuzlama

Tuzlama, balık ve diğer su ürünlerinin nem veya su miktarının, mikroorganizmaların yaşaması ve üremesi için elverişli olmayan bir noktaya indirildiği işlemidir. Sodyum klorür veya tuz, balığı sertleştirdiğinden balık dokusunu iyileştirmektedir. Tuz kısmen balığın suyunu kaybetmesini sağlar ve bakterileri öldürür. Balığın korunması için üç temel tuzlama yöntemi şöyledir:

- Salamura - balıklar tuzla kaplanır ve tabakalar halinde su geçirmez kaplarda paketlenir. Bu, balığı tamamen kaplayan doymuş tuzlu su çözeltisi görevi gören salamurayı oluşturur.
- Tuzlu su ile tuzlama - balıklar 25 ölçü tuz ve 100 ölçü sudan oluşan doymuş çözeltiye daldırılır. Tuzlu su ile tuzlama yalnızca, kurutulmadan, dumanlanmadan veya işlenmeden önce balıkları korumak amacıyla geçici bir yol olarak gerçekleştirilir.
- Kuru tuzlama - balıklar granüler tuzla tuzlanır. Tuz/balık oranı, balığın ağırlığının %10'u ile %35'i arasında değişir.

7.2.3.3 Dumanlama

Dumanlanmış deniz ürünleri, iki temel işlemle hazırlanmaktadır. Sıcak dumanlama ürünü pişirirken, soğuk dumanlama pişirmemektedir. Soğuk dumanlama cihazlarının tek bir temel işlevi vardır: ürüne duman uygulamak. Sıcak dumanlama cihazları ek olarak ısı uygulama işlevine sahiptir. Su ürünlerinin korunması genellikle nem giderimini gerektirdiğinden, balıkların sıcak veya soğuk dumanlanması için tasarlanan sistemler ek olarak dehidrasyon işlevine sahiptir. Modern balık dumanlama ekipmanı genellikle, sıcak veya soğuk dumanlanmış ürünler elde etmek üzere tasarlanırsa da her bir durumda da bu ekipmanlar genellikle, üründen büyük miktarlarda suyun uzaklaştırılması (suyun sistemden atılması) için yeterli hava akımı ve değişimine sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır.

Dumanlama öncesinde, balıklar son ürünün yeterli ve uygun su fazı tuz içeriğine sahip olmasını sağlayacak şekilde kuru tuzlama veya tuzlu su ile tuzlanmaktadır. Tuzlama çözeltisinden alındıktan sonra, balıklar içme suyuyla yıkanmaktadır. Termal prosesten hemen sonra, dumanlanan balıklar yaklaşık 3,3 °C veya altı sıcaklığa soğutulmaktadır ve depolama, pazarlama ve satış kanalları dahil olmak üzere daima bu sıcaklıkta veya bu sıcaklığın altında tutulmalıdır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Genelde, farklı dumanlama teknolojileri aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir:

- Gıda maddesinin yanma dumanı (konvansiyonel duman) ile dumanlanması,
- Gıda maddesinin sürtünme dumanı (konvansiyonel duman) ile dumanlanması,
- Gıda maddesinin saf duman ile dumanlanması.

Yanma dumanı, ısıtma teli ile tutuşturuldukları ve kömürleştirme için bir hava akımının altına yerleştirildikleri bir parlama bölgesine sürekli veya aralıklarla beslenen talaş ya da küçük odun parçaları (farklı tane boylarında ve farklı nem içeriklerine sahip) ile oluşturulan dumandır. Tipik piroliz sıcaklığı 500 °C - 800 °C arasındadır. Egzoz havasındaki kirleticileri azaltmak için hava temizleme sistemleri gereklidir.

Sürtünme dumanı, ağaç blokları ile oluşturulan dumandır. Bir ağaç bloku, hızlı bir şekilde dönen çelik sürtünme çarkına preslenmektedir. Artan sıcaklık sürtünme yüzeyinde duman oluşturmaktadır. Tipik piroliz sıcaklığı 300 °C - 400 °C arasındadır. Sürtünme ağacının tutuşmasını önlemek için, duman jeneratörü aralıklarla çalışmaktadır. Egzoz havası için temizleme sistemleri gereklidir.

Saf duman, aşağıdaki aşamalarda oluşturulmakta ve kullanılmaktadır:

- Bir kapalı devrede, duman birincil ürünler temelinde oluşturulmaktadır.
- Böylece, elde edilen gıda maddesi, konvansiyonel dumanlama odalarında dumana tabi tutulmaktadır.

Saf duman uygulaması ile elde edilen ürün, konvansiyonel dumanlama işlemleri ile elde edilen ürüne benzerdir. 1321/2013 sayılı AB Tüzüğünde belirtildiği üzere, saf duman veya rejenerasyon dumanı ile gerçekleştirilen dumanlama bir dumanlama işlemidir. Saf duman ile dumanlama işlemi sırasında, dumanlanmış ürünlerdeki polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve 3-MCPD en aza indirilmektedir [32, CleanSmoke 2018].

Birincil ürünler (sıvı duman aroma artırıcılar olarak da bilinmektedir), aşağıdaki aşamalarda üretilmektedir (genellikle FDM tesisi dışında):

- Bir kapalı devrede, duman işleme tabi tutulmamış sert ağaç talaşı (talaş ağaç sanayisinin atık ürünü olmak üzere) temelinde oluşturulmaktadır.
- Bu şekilde oluşturulan duman bir sulu maddede (içme suyu içeren çözelti) yoğunlaştırılmaktadır.
- Dumanlı çözelti birkaç aşamada filtrelenebilmektedir (kül, katran ve PAH'ler uzaklaştırılmaktadır).

Dumanlama fırınları egzozu, yakma ile işleme tabi tutulmaktadır. Katalitik yakma ve ısı geri kazanımı ile enerji tüketimi azaltılabilmektedir.

Dumanlama çubuklarında ve dumanlama odasında katran birikintisi oluşmaktadır. Çubuklar, birikintileri temizlemek için çubukların sert bir şekilde birbirine sürtünmesini sağlayan, sürekli hareketli bir tamburda temizlenmektedir. Daha sonra katran, akan suyla değil, kontrollü su ile uzaklaştırılmaktadır. Fırın veya kanallarda biriken katran toplanmakta ve atıksu arıtma tesisinde (AAT) değil, kimyasal atık olarak ele alınmaktadır.

Dumanlama çerçeveleri genelde bir basınçlı temizleyici ile elle temizlenmektedir. Deterjanlı suyu toplayan ve bu suyun resirkülasyonunu gerçekleştiren bir yıkama kabini kullanılmaktadır. Son durulamada dren otomatik olarak AAT'ye çevrilebilmektedir. Alternatif olarak, ilk durulama için yeniden kullanılan ikinci aşamadan gelen su ile bir yıkama tüneli kullanılabilir.

Tablo 7.2’de, farklı duman oluşturma yöntemlerinin çevresel etkisi sunulmaktadır.

Tablo 7.2 Farklı duman oluşturma yöntemlerinin çevresel etkisi

	Havaya verilen emisyonlar	Hava işlemi	Katran birikintileri	Temizlik (su tüketimi/atıksu kirliliği)
Ağaç yakılması	Yüksek TVOC içeriği	Gerekli	Yüksek	Temizliğe bağlı su tüketimi ve atıksu üretimi
Alevsiz ağaç yakılması	200’e kadar kimyasal bileşen	Gerekli	Yüksek	Temizliğe bağlı su tüketimi ve atıksu üretimi
Saf duman	Sınırlı	Gereksiz	Yok	Az, güçlü deterjanlara ihtiyaç yok
Sürtünme dumanı	Az	Az	Az	Az, güçlü deterjanlara ihtiyaç yok
Kızgın buhar	Az	Gerekli	Yüksek (atıksuya karışma)	Su katran içerir
Kaynak: [2, IED Forum 2018] [17, TWG 2018] [32, CleanSmoke 2018] [192, COM 2006]				

7.2.3.4 Kurutma

Tuzlama yöntemi gibi, kurutma işlemi ile, su ürünlerindeki su miktarı, mikroorganizmalar, bakteriler, enzimler ve mayaların üremesi ve çoğalması için elverişli olmayan bir noktaya indirilmektedir. En popüler su ürünleri koruma yöntemi, güneş ışığı ile kurutmadır (doğal dehidrasyon). Kurutma, tuzlama ile birlikte yapılmaktadır. Güneşte kurutulan su ürünleri daha iyi bir görünüm ve tada sahip olmaktadır.

7.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

7.3.1 Genel bakış

Balık işleme işlemleriyle ilgili başlıca çevresel etkiler yüksek su tüketimi, enerji tüketimi ve yağ, protein ve TAKM içermesinden dolayı yüksek organik konsantrasyona sahip atıksu deşarjıdır. Atıksu yüksek fosfat, nitrat ve klorür seviyeleri de içerebilmektedir. Ayrıca, bazı tesisler için gürültü, koku ve katı atıklar sorun oluşturabilmektedir. Buna ek olarak, diğer FDM ürünlerine göre su ürünlerinin kolay bozulmasından dolayı, uygun bir şekilde soğutulmaması halinde, ürün verimi düşmekte ve ürün kayıpları, katı ve sıvı atık yüküne katkıda bulunmaktadır. Söz konusu katı atıklar balık unu üretiminde kullanılabilir. Altyapı hizmetlerinin (su, enerji) tüketim ve emisyonu büyük oranda işlem teknolojisi, ürün özellikleri, tesis konumu, ekipman özellikleri ve altyapı hizmeti kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Tablo 7.3'te, sektörde uygulanan işlemlerin çevresel etkisi özetlenmektedir.

Tablo 7.3 Su ürünleri işleme sanayisi işlemlerinin çevresel etkisi

İşlem	Çevresel etki						
	Su tüketimi	Atıksu üretimi	Enerji tüketimi	Atık üretimi	Koku	Gürültü	Kimyasal tüketimi
Ön işleme	+	+	+	+	-	+	-
Buz çözme/dondurma	+	+	+	-	-	-	-
Sınıflandırma	-	-	+	-	-	-	-
Ölçekleme	+	+	+	+	-	-	-
Başını ve iç organlarını çıkarma	+	+	+	+	-	-	-
Fileto yapma ve deri yüzme	+	+	+	+	-	-	-
Konserve	+	+	+	+	+	-	+
Tuzlama	+	+		-	-	-	+
Dumanlama	+	+	+	-	+	-	-
Kurutma	-	-	+	-	+	-	-
Temizleme	+	+	-	+	-	-	+
Not: + = çevresel etki. - = çevresel etki yok/ önemli değil. Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]							

Tablo 7.4’te, farklı balık üretim tiplerinin girdi ve çıktıları sunulmaktadır.

Tablo 7.4 Farklı balık üretim tiplerinin girdi ve çıktıları (1000 kg balık başına)

İşlem	Girdiler	Çıktılar					
	Enerji (kWh)	Atıksu (m ³)	BOİ (kg)	KOI (kg)	Azot (kg)	Fosfor (kg)	Katı atık (kg)
Akbalık fileto yapma	Buz: 10 - 12 Dondurma: 50 - 70 Fileto yapma: 5	5 - 11	35	50	-	-	Deri: 40–50 Baş: 210 - 250 Kılçık: 240 - 340
Yağlı balık fileto yapma	Buz: 10 - 12 Dondurma: 50 - 70 Fileto yapma: 2–5	5 - 8	50	85	2,5	0,1 - 0,3	400 - 450
Dondurulmuş balık buz çözme	-	5	-	1 - 7	-	-	-
Buz çözme ve yıkama	0,8 - 1,2	1	-	0,7–4,9	-	-	0 - 20
Öğütme	0,1 - 0,3	0,3 - 0,4	-	0,4–1,7	-	-	0 - 20
Akbalık pul ayıklama	0,1 - 0,3	10 - 15	-	-	-	-	Pul: 20 - 40
Akbalık baş çıkarma	0,3 - 0,8	1	-	2 - 4	-	-	Baş ve artıklar: 270 - 320
Başı çıkarılan akbalık fileto yapma	1,8	1 - 3	-	4 - 12	-	-	Balık gövdesi ve kesme atıkları
İç organları çıkarılmış yağlı balık fileto yapma	0,7 - 2,2	1 - 2	-	7 - 5	-	-	İç organlar, kuyruk, baş ve balık gövdesi: 400
Akbalık deri yüzme	0,4 - 0,9	0,2 - 0,6	-	1,7 - 5	-	-	Cilt: 40
Yağlı balık deri yüzme	0,2 - 0,4	0,2 - 0,9	-	3 - 5	-	-	Cilt: 40
Akbalık kesme	0,3 - 3	0,1	-	-	-	-	-
Fileto paketlenme	5 - 7,5	-	-	-	-	-	-
Dondurma ve depolama	10 - 14	-	-	-	-	-	-
Su ürünleri taşıma ve depolama	10 - 12	-	-	130–140	-	-	-
Su ürünleri boşaltma	3	2 - 5	-	27–34	-	-	-
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [205, Nordic Council of Ministers 2015]							

7.3.2 Enerji tüketimi

Balık işleme tesisleri, işlem ve temizlik uygulamaları için sıcak su, buhar ve elektrik üretmek amacıyla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Elektrik, elektrikli ekipman, iklimleme, soğutma, dondurma ve buz üretiminde kullanılmaktadır. Enerji tüketimi iki bölüme ayrılabilir: enerji tüketiminin yaklaşık %80'i üretime bağlıdır, %20'si ise sabittir ve üretimden bağımsızdır [205, Nordic Council of Ministers 2015].

Enerji tüketimi, tesis, ekipman ve gerçekleşen su ürünleri üretim işlemlerine bağlıdır. Konserve gibi, ısıtma, soğutma, buz üretimi, kurutma, buharlaştırma ve yağ üretimini içeren işlemler, fileto yapma gibi, bunları içermeyen, enerji tüketiminin düşük olduğu işlemlerden daha fazla enerji tüketmektedir. Ortalama olarak, fileto yapmada 65 – 87 kWh/t balık tüketilirken, konserve 150 – 190 kWh/t balık tüketilmektedir [192, COM 2006].

7.3.3 Su tüketimi

Balık işleme, esas olarak yıkama ve temizlik amaçları için ancak aynı zamanda, işlemler öncesinde ve sırasında su ürünlerini depolama ve soğutma ortamı olarak, büyük miktarlarda su gerektirmektedir. Ayrıca, belirli taşıma ve işleme adımlarında su önemli bir taşıma ortamıdır. Deniz türleri işleme sanayisi genelde, temizlik işlemi kapsamında deniz suyu kullanılmaktadır ve balık filetosunun deniz suyuyla temizlenmesi, son ürünün kalitesinin iyileştirilmesi için önemli görülmektedir. Bu amaçla kullanılan deniz suyu normalde filtrelenmekte ve bakteri yayılmasını engellemek amacıyla UV dezenfeksiyonu ile işleme tabi tutulmaktadır.

Balık konserve ve fileto yapma, büyük miktarlarda su - örneğin fileto makinelerinin temizliği ve kayganlaştırılması için - tüketilmektedir. Tatlı su tüketimiyle ilgili tipik rakamlar şöyledir: buz çözme, yaklaşık 1 m³/t balık; fileto yapma, 5 – 11 m³/t balık; ve konserve, 15 m³/t balık. Balık ve iç organların taşınması, tesis ve ekipmanın temizliği, hammadde ve ürünlerin yıkanması ve buz çözme işleminde su kullanılmaktadır. Geleneksel balık işleme ile ilgili bildirilen su tüketim ve spesifik KOİ yükleri Tablo 7.5'te özetlenmektedir.

Tablo 7.5 İskandinav ülkeleri spesifik su tüketimi ve organik yük

Üretim	Su tüketimi (m ³ / t ham su ürünü)	KOİ (kg/t ham su ürünü)
Ringa fileto yapma	3,3 - 10	95'e kadar
Uskumru işleme	-	-
Temizleme ve baş kesme	20	270
Buz çözme dahil	26 - 32	-
Akbalık işleme	-	-
Taze balık işleme	4,8	5 - 36
Buz çözme dahil	9,8	-
Karides işleme	23 - 32	100 - 130
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [13, Nordic Council of Ministers 1997]		

7.3.4 Suya verilen emisyonlar

Su ürünleri işleme sanayisinde su tüketimi ve yüksek derecede kirli atıksu üretimi, dünya genelinde büyük bir sorundur. Nitekim, bu tür sanayilerde, temizlik, pişirme, soğutma, sanitizasyon ve yer yıkanması dahil tüm adımlarda çok büyük miktarda su kullanılmaktadır. Su ürünleri işlemede tüketilen suyun çoğu, atıksuya dönüşmektedir. Buz çözme, yıkama, baş kesme, fileto yapma, deri yüzme ve kesme gibi farklı işlem adımlarında ve ekipman ve tesis temizliğinde işleme bağlantılı atıksu üretilmektedir.

Su ürünleri işleme atıksularının, çözünür, koloidal ve partikül formunda organik bulaşkanlar içerdiği bilinmektedir. Biyobozunur organik madde esas olarak, protein ve lipid formundadır. Su ürünleri işlemeden kaynaklanan atıksuların konsantrasyonu ve miktarı, diğer faktörler arasında işlenecek balık, kullanılacak katkı maddeleri (örneğin tuzlu su, yağ, domates sosu), kullanılan ünite işlemleri ve suyun kaynağına bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir.

Ham madde olarak dondurulmuş balık kullanıldığında, buz çözme adımı gereklidir. Atıksuyun organik kirliliği görece küçüktür. Pul ayıklama normalde, döner delikli tamburlarda gerçekleştirilmektedir. Pullar büyük miktarda, 10 – 15 m³/t balık, su kullanarak yıkanmaktadır. Büyük miktarlarda atıksu ve organik kirlilik oluşmaktadır. Filetoların derilerinin yüzülecek olması halinde, pul ayıklama gerekmemektedir. Otomatik fileto yapma ve iç organ çıkarma işlemlerinde su, makineden geçerken balığı kayganlaştırmak için kullanılmaktadır. Uskumru gibi bazı türlerde, deriyi yüzmek için sıcak kostik banyosu gereklidir ve deşarj edilmeden önce atıksuyun nötralize edilmesi gerekmektedir.

Su, balıkların yıkanması ve durulanmasında kullanılmakta, balık artıkları ve iç organları taşıyan atıksu ortaya çıkarmaktadır. Yağlı balık iç organları, yüksek yağ ve çözünür madde emisyonu içermekte, dolayısıyla bu balıkların fileto yapılmasından kaynaklanan atıksular, akbalık filetosundan (2 000 – 6 000 mg/l) daha yüksek KOİ seviyelerine (3 000–60 000 mg/l) sahip olmaktadır. Katı atıkların, kan ve yağ içeren su ile temas süresine bağlı olarak, yüksek derecede kirli atıksu üretilmektedir. Otomatik deri yüzmeye, fileto bir dondurma tamburunun üzerinden çekilmektedir. Makineyi temizlemek ve kayganlaştırmak için su kullanılmaktadır. Yağlı balık deri yüzülmesinde, atıksuya büyük miktarlarda yağ verilmektedir. Deri yüzme işlemi, fileto tesislerindeki atıksudaki toplam organik kirliliğin yaklaşık üçte birine katkıda bulunmaktadır.

Yağlı balık iç organları çıkarılması, işleme tesisinde gerçekleştirildiği ve akbalık iç organları denizde çıkarıldığından, bu da atıksudaki yüksek KOİ ve TAKM seviyelerinin nedenlerinden biri olmaktadır. Tablo 7.6’da, bildirilen balık fileto atıksu özellikleri sunulmaktadır.

Tablo 7.6 Balık fileto atıksu özellikleri

Parametre	Ringa filetosu		Morina filetosu	
	Ortalama (kg/m ³)	Aralık (kg/m ³)	Konsantrasyon (kg/m ³)	Yük (kg/t balık)
BOİ ₇	10 000	5 000 – 20 000	600 - 1300	8 - 19
Yağ	12 000	2 500 – 16 000	50 - 70	0,3 - 1,4
Kuru madde	20 000	5 000 – 28 000	-	-
Protein	6 000	-	-	-
Toplam azot	-	-	100 - 600	0,3 - 3,1
Askıda katı maddeler	-	-	-	1,6 - 11,3
Su tüketimi (m ³ / t)	-	5	-	-
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [71, AWARENET 2002]				

Ön pişirmede, su birkaç kez yeniden kullanılmakta ve geri kazanılabilmektedir. Yaklaşık 3 -4 g yağ/kg yağlı balık, protein ve balık parçaları suya verilmekte, yağ yüzeyde bir tabaka oluşturmaktadır. Balıkların tuzlu suda hazırlanması halinde, atıksuda yüksek tuz konsantrasyonu olmaktadır. Uskumru gibi bazı türlerde deri, sıcak kostik banyosu yardımıyla yüzülmektedir. Bunun sonucunda atıksu alkalileşmekte ve nötralizasyon ile artılmaktadır.

Atıksu kan, et, iç organlar, çözünür protein ve atık madde içermektedir ve atıksuda BOİ, KOİ, TAKM, FOG ve fosfat ayrıca, deterjan ve diğer temizlik maddelerini yüksek seviyede bulunmaktadır.

Tablo 7.7’de, su ürünleri sektöründeki arıtılmamış atıksuyun özellikleri ile birincil arıtma verimlilikleri sunulmaktadır.

Tablo 7.7 Su ürünleri sanayisi arıtılmamış atıksu özellikleri ve birincil arıtma verimlilikleri

Arıtma yöntemi	BOİ (mg/l)	Toplam Azot (mg/l)	Toplam P (mg/l)	FOG (mg/l)
Arıtılmamış	2 000–28 000	400–1 000	80 - 150	500–25 000
Santrifüjleme	1 500–5 000	-	-	500–2 000
DAF	1 500–6 000	200 - 600	40 - 90	400–2 000
Çökeltme (H ₂ SO ₄) ve DAF	800–3 000	150 - 300	30 - 50	100 - 500
Çökeltme (Fe/Mo) ve polielektrolit	600–3 000	150 - 300	5 - 10	100 - 500
Çökeltme (Fe/Mo) ve polielektrolit ile birlikte iki aşamalı DAF	500–1 500	100 - 200	5 - 10	50 - 300
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [71, AWARENET 2002]				

Atıksu üretim oranları ve özellikleri büyük oranda üretim hatlarına bağlıdır. Almanya ile ilgili veriler, Tablo 7.8’de sunulmaktadır.

Tablo 7.8 Almanya tipik su ürünleri işleme atıksu üretim oranları ve özellikleri

Üretim	Atıksu üretimi (m ³ /t)	TAKM (mg/l)	BOİ ₅ (mg/l)	Yağlar* (mg/l)
Ringa	17 - 40	220 – 1 520	2 300 – 4 000	190 - 450
Taze balık	Yaklaşık 8	170 – 3 650	1 000 – 6 250	46 – 2 500
Balık dumanlaması	Yaklaşık 8	14 - 845	1 000–1 700	24 - 180
Somon tuzlaması	Yaklaşık 35	-	-	-
Derin dondurulmuş balık	2 - 15	-	-	-
Çözme	-	0 - 70	30–1 800	4 - 46
* Petroleer ekstratı olarak ifade edilmektedir. Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [12, ATV 2000]				

Su ürünleri işleme atıksuları genellikle fiziko-kimyasal yöntemler (birincil arıtma), biyolojik yöntemler (ikincil arıtma) veya bunların bir kombinasyonu kullanılarak arıtılmaktadır. Birincil arıtma, denkleştirme, ızgaradan geçirme, sedimentasyon, pH ayarı, flokülasyon, flotasyon ve mikrofiltrasyon gibi prosesleri içermektedir. Biyolojik proseslerin (aerobik ve anaerobik), çözünmüş organikler ve besin maddelerinin uzaklaştırılması için daha uygun olduğu bilinmektedir.

Kademeli bir atıksu arıtma yaklaşımı genellikle en ekonomik yolla en iyi sonuçları vermektedir. Birincil arıtmada, askıda katı maddeler, koloidal maddeler ve büyük ızgaradan geçebilir ve çökebilir katılar ele alınmaktadır. Su ürünleri işleme atıksu katı maddeleri ve koloidlerinin arıtmasında, yağ ve organiklerin (KOİ) suda çözünmesini önlemek amacıyla bu madde ve koloidler hızlı bir şekilde ve düşük kayma teknolojileriyle uzaklaştırılmalıdır. Atıksu arıtma, kirlilik kontrolü için son olanak olduğu ve değerli maddelerin geri kazanımı için iyi bir fırsat sunduğundan, proses sırasında kaybolan maddeleri toplamak için bir önlem olmaktadır.

Su ürünleri işleme tesisleri tarafından kendi üretim prosesleri için alınan suyun (içme suyu temin şirketleri aracılığıyla) sertliği, bu tesislerin atıksularındaki klorür konsantrasyonunu etkilemektedir.

Bu tesislere (ayrıca diğer tesislere) yumuşak su temin edildiğinde, klorür konsantrasyonu düşecektir. İçme suyu veya gri suyun, sert sudan elde edilmesi halinde, bu suyun merkezi olarak, artan tuz konsantrasyonlarının alıcı akarsu üzerinde herhangi bir zararlı etkisinin olmadığı tesislerde yumuşatılması daha iyi olmaktadır.

Suya verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no'lu maddede bulunabilir.

7.3.5 Havaya verilen emisyonlar

Toz, karbonmonoksit, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, organik asitler, akrolein, asetaldehit, formaldehit, azot oksitler ve en önemlisi, toplam uçucu organik bileşikler, dumanlama odalarıyla ilişkili kirleticiler olarak belirlenmiştir.

7.3.5.1 Koku

Su ürünleri işlemede koku genelde önemli bir hava kirliliği şeklidir. Başlıca koku kaynakları arasında işleme atıkları depolama yerleri, su ürünleri kurutma işlemleri sırasında yan ürünlerin pişirilmesi ve dökme yük tankları ve siloların doldurulması ve boşaltılması sırasında yayılan koku yer almaktadır. Su ürünleri işleme tesisleri depolarında bulunan anaerobik koşullarda su ürünlerinin kalitesi bozulabilmektedir. Bu bozulma, amonyak, merkaptanlar ve hidrojen sülfür gaz gibi kokulu bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadır.

Su ürünleri yan ürünleri bölümünde en büyük koku kaynağı, balık unu kurutucularıdır. Redüksiyon pişiricilerden kaynaklanan kokulu gazlar esas olarak hidrojen sülfür (H_2S) ve trimetilaminden $[(CH_3)_3N]$ oluşmaktadır ancak, bu aşamada, balık unu kurutucularına göre oldukça daha küçük miktarlarda yayılmaktadır. Ayrıca, konserve işlemleri bazı kokular yaymaktadır. Su ürünleri konserve ve su ürünleri yan ürün işleme kokuları, son yakıcılar, klorinatör-yıkıcılar veya kondensatörler aracılığıyla kontrol edilebilmektedir [205, Nordic Council of Ministers 2015]. Tahliye edilen duman aynı zamanda, uçucu organik bileşikler (VOC) içermektedir. Bazı tesisler, havaya verilmeden önce duman kokularını temizlemektedir.

7.3.6 Katı ürün

Su ürünleri atıklarının miktarı, su ürünleri türleri, boyu, mevsimi ve balıkçılık alanına göre değişmektedir. Katı atıklar, balıkların iç organları, başları çıkarıldığında ve balıklar fileto olarak ileri işlemeye tabi tutulduğunda oluşmaktadır. Üretim prosesinin verimliliğine bağlı olarak, toplam balık avının yalnızca %50 - 60'ı, insan tüketimine gitmektedir. Atıklar baş, iç organlar, deri, kesilen parçalar ve ısıkarta balıklardan oluşmaktadır. Atıklar genellikle dökülmekte, hayvan yemi veya gübre olarak kullanılmaktadır. Dünya genelinde balık stoklarının azalmasından dolayı, yan av ve yan ürünlerin daha iyi değerlendirilmesi önemli olmaktadır. Yüksek protein içerikleri ve vitamin, mineral ve balık yağı gibi zorunlu besin maddesi seviyelerinden dolayı bu biyokütle türleri, değerli ürün kaynağı olarak büyük potansiyel sunmaktadır.

Atıksuların bir bölümü ve katı ürünün neredeyse tamamı, farklı amaçlarla kullanılabilir. Pişirme suyundan yağlı asitler ve aromalar geri kazanılabilmektedir. Isıkarta balıklar hayvan yeminde veya balık unu ve yağı üretimi için ve daha sonra, gıda maddeleri, hayvan yemi ve kaplamalarda kullanılmaktadır.

Fileto yapma, deri yüzme, kesme ve konserve adımları yan ürünleri aşağıdaki amaçlarla kullanılmaktadır:

- Balık unu, gıda bileşeni, surimi, çoklu doymamış yağ asitleri, jelatin ve kolajen gibi gıda maddelerinin üretimi,
- Balık proteini, balık silajı, balık protein hidrolizatları, hayvan yemi, balık yağı ve çözünür maddeleri gibi hayvan yemi üretimi,
- Balık çözünür maddeleri ve balık protein hidrolizatı gibi gübre üretimi
- Jelatin ve kolajen gibi farmasötik üretimi,
- Balık yağı ve inci özü gibi kaplamalar ve balık tutkalı gibi yapışkan üretimi,
- Deri üretimi.

Balıktan kaynaklanan akışkan, biyogaz üretmek amacıyla anaerobik olarak işleme tabi tutulabilmektedir. Baş, kabuk, bağırsak ve ıskartalar, aşağıdakiler gibi farklı uygulamalara sahiptir:

- Balık unu, kediler için kabuklu unu ve su ürünleri yetiştiriciliği için astaksantin gibi hayvan yemi üretimi,
- Balık unu, kitin ve kitosan gibi gıda maddesi üretimi,
- Atıksu arıtma için kitin ve kitosan gibi flokülant üretimi,
- Kitin ve kitosan gibi farmasötik üretimi.

Balığın fileto, kürlleme, tuzlama ve dumanlamasından kaynaklanan katı yan ürünler, yukarıda belirtilen su ürünleri konservesine benzer kullanımlara sahiptir. Talaş külü genellikle kentsel katı atıklarla birlikte bertaraf edilmektedir.

7.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

7.4.1 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler

7.4.1.1 Genel işleme teknikleri

7.4.1.1.1 Yağ ve iç organların vakumla çıkarılması

Tanım

Balık yağ ve iç organlarını çıkarmak için su yerine vakum kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Deri yüzme ve kesmede, yağ ve iç organların toplama tesislerine taşınması için kapalı sistemler kullanılmaktadır. Balık yağ ve iç organları su ile değil, vakumla çıkarılmaktadır. Emme ekipmanı, kesilen başın hemen arkasına yerleştirilen, özel olarak tasarlanmış emme nozulunda sonlanan bir vakumdan oluşmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketiminin azaltılması. Atıksu kirliliğinin azaltılması. Atıkların en aza indirilmesi - örneğin yan ürünler, balık unu üretimi amacıyla satılabilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kirlilik yükünde %30 – 50 azalma sağlanmaktadır. Tüketilen enerji, başın kesilerek çıkarılması ve iç organların yıkanarak çıkarılması için tüketilen enerjiden yüksektir.

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketimi ve gürültü kirliliği.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Su ürünleri sektörüne uygulanabilir - örneğin kesme, iç organları çıkarma ve fileto yapma sırasında.

Ekonomi

Bu teknik, atıksu arıtmada tasarruf sağlamaktadır. Yan ürünün su içeriği düşük olduğundan, bu ürün daha yüksek fiyattan satılabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtmada ekonomik tasarruf sağlamaktadır.

Örnek tesisler

İskandinav ülkelerinde uskumru işlemede kullanılmaktadır.

Referans literatür

[13, Nordic Council of Ministers 1997], [71, AWARENET 2002]

7.4.1.1.2 Filtrelenmiş yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmiş pul ayıklama atıksuyunun, balığın ön yıkaması için kullanılması

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Pul ayıklama atıksuyu, balığın ön yıkaması için filtrasyonu ve yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmektedir.

Teknik tanım

Pul ayıklama ekipmanı, pulların temizlenmesi için üzerine su uygulanan delikli döner tamburdan oluşmaktadır. Filtrelenmiş yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmiş pul ayıklama atıksuyunun balığın ön yıkaması için kullanılması, toplam su tüketimini en aza indirmektedir. Ayrıca, belirli su debisi için pul miktarı tartılarak, pul ayıklama işlemi uygun bir şekilde ayarlanmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

%70'e kadar su tasarrufu bildirilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Pul ayıklama suyunun yeniden kullanımı için enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Su ürünleri sektörüne uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtmada ekonomik tasarruf sağlamaktadır.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Su ürünleri sektörüne uygulanabilir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

7.4.1.1.3 Balığın daha sonra derisinin yüzülmesi halinde pul ayıklamanın önlenmesi

Tanım

Balığın daha sonra derisinin yüzülmesi halinde pul ayıklamanın önlenmesidir.

Teknik tanım

Pul ayıklama ekipmanı, pulların temizlenmesi için üzerine su uygulanan delikli döner tamburdan oluşmaktadır. Balığın daha sonra derisi yüzülecekse, pul ayıklama gerçekleştirilmemektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketiminin azaltılması. Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

10 – 15 m³/t su tasarrufu sağlanmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Su ürünleri sektörüne uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtmada ekonomik tasarruf sağlamaktadır.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür
[71, AWARENET 2002]

7.4.1.1.4 Yağ, iç organlar, deri ve filetoların kuru taşınması

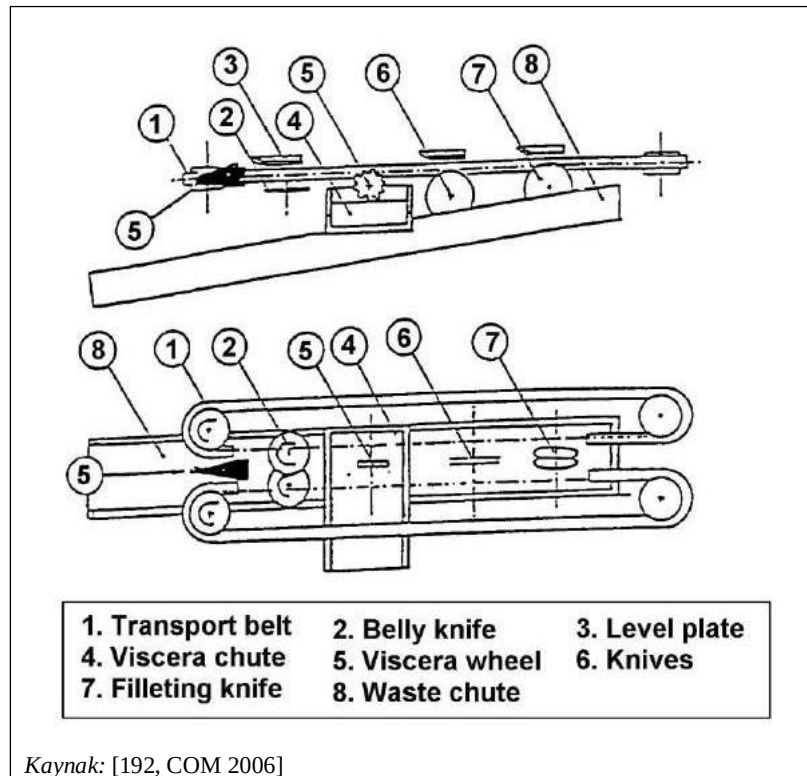
Tanım

Su yerine konveyörlerin kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Fileto yapma, deri yüzme, yağ ve iç organ çıkarma işlemlerinde taşıma suyu kullanmak yerine, her bir hattın altında bir konveyör kurulabilmekte veya tek bir filtre konveyörü tüm makinelere hizmet verebilmektedir. Kuru taşıma, iç organ çıkarma çarkının altına monte edilen yaklaşık %20 eğimli bir şut ile gerçekleştirilmektedir. Burada, iç organlar, yağlı karın parçaları ve çark suyu yakalanmaktadır. Fileto makinesinde kullanılan yöntem, Şekil 7.7’de gösterilmektedir. İç organlar, parçalar ve su şuttan, suyun drene edildiği ince ağılı sentetik kumaşlı konveyörün üzerine akmaktadır. İç organlar bir kaba taşınmaktadır.

Akbalık fileto yapma işleminde, kuru taşıma, ağ gözü 0,25 mm olan filtreli konveyör ile gerçekleştirilmektedir. Makine suları ve küçük parçalar filtreden geçerken, yağ ve iç organlar gibi katı maddeler tutulmaktadır. Ekipmanı temiz tutmak ve filtre kapasitesini korumak için, bir su püskürtme sistemi kurulması gerekebilir. Süzüntü, püskürtme suyu olarak kullanılabilir.



Şekil 7.7 İç organların kuru çıkarılmasında kullanılan yöntem

Elde edilen çevresel yararlar

Atıksu kirlilik yükünün azaltılması. Atıkların en aza indirilmesi - örneğin balık unu üretimi amacıyla satılabilen büyük miktarda, satılabilir yan ürün toplanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 7.9’da belirtildiği üzere, atıksuyun kirlilik yükü % 29 - 52 oranında azalmaktadır.

Tablo 7.9 İç organların kuru çıkarılması ve taşınmasından önceki ve sonraki deşarj verileri

Parametre	Islak (kg/t ham ringa)	Kuru (kg/t ham ringa)	Azaltım (%)
Toplam azot	1,4	0,99	30
Toplam fosfor	0,17	0,12	29
KOİ	26,3	15,0	43
Kuru madde	17,8	10,9	39
Yağ	7,3	3,5	52
Kaynak: [192, COM 2006]			

Fileto makinelerinin altındaki filtreli konveyörlerin toplam KOİ deşarjını, tesis merkezi filtreli konveyöre sahipse yaklaşık %5 - 15, tesis tamburlu eleğe sahipse yaklaşık % 15 - 25 oranında azalttığı tahmin edilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Örneğin ekipman bıçak ve çarklarının soğutulması, filtreli bandın temizlenmesi ve karın boşluğunun temizlenmesi için su tüketimi. Enerji tüketimi söz konusudur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Su ürünleri sektörüne uygulanabilir - örneğin deri yüzme, iç organları çıkarma, fileto yapma ve kesme sırasında.

Ekonomi

Yan ürünün su içeriği düşük olduğundan, bu ürün daha yüksek fiyattan satılabilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtmada ekonomik tasarruf sağlamaktadır.

Örnek tesisler

Danimarka ringa sanayisinde, İskandinav ülkelerinde akbalık işlemede ve Birleşik Krallık'ta balık işleme sanayisinde kullanılmaktadır.

Referans literatür

[13, Nordic Council of Ministers 1997], [28, Envirowise (UK) 1999], [192, COM 2006]

7.4.1.2 Temizlik ile ilgili teknikler

7.4.1.2.1 Kuru temizlik

Bu teknik, 2.3.3.2.1 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Kabuklu ve yumuşakça işlemlerinden kaynaklanan katı atıklarla ilgili, ızgara ve etkin geri kazanım sistemleri gibi kuru sistemler, bu atıkların atıksu arıtma tesisine (AAT) girmesini önlemektedir ve bildirildiğine göre, BOİ₅'i %55'e kadar azaltabilmektedir.

Bir başka örnek, deri yüzme tamburundaki deri ve yağı emen bir emme cihazı kullanımıdır

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm balık ve deniz ürünleri işleme tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

7.4.2 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler

7.4.2.1 Kalıntıların ayrılması

Bu teknik, 2.3.5.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Sektörde bu tekniğin uygulanması için diğer birçok olanak bulunabilmektedir. Örneğin, katı atıkların yere düşmesi ve AAT'ye girmesini önlemek için tüm bu katı atıkları tava veya sepetlerle kuru yöntemle toplama uygulaması için.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm balık ve deniz ürünleri işleme tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

7.4.2.2 Yalnızca kaliteli balık kullanılması

Tanım

Proses verimini artırmak amacıyla filetolar için kaliteli balık seçilebilir.

Teknik tanım

Balık kalitesi kötü olduğunda, deri yüzme bıçağına yumuşak filetolar takılabilmektedir. Bu, proses verimini düşürerek yan ürün ve atık oluşumunu artırmaktadır. Yağlı balıkların derisinin yüzülmesinde atıksuya büyük miktarda, toplam TOK veya KOİ yükünün yaklaşık üçte birini oluşturan yağ tahliyesi gerçekleşmektedir. Makineyi temizlemek ve kayganlaştırmak için su kullanılmaktadır. Ayrıca, deri yüzme bıçaklarının keskinliğinin korunması, etkin deri yüzme ve atıkların en aza indirilmesine önemli bir katkıda bulunmaktadır.

Balıkçı teknesi üzerinde depolama sırasında mevcut olan anaerobik koşullarda su ürünleri bozulabilmektedir, dolayısıyla hızlı teslim ve işleme temin edilmesi ayrıca, kaliteyi koruyan depolama koşullarının sağlanması, kalitenin korunmasına katkıda bulunmaktadır. Denizde iken su ürünleri, buzda depolanmaktadır. Karada ise, buzda ve bazı zamanlar soğuk depoda depolanabilmektedir. Depolama yöntemi, su ürünlerinin avlanması ile işlenmesi arasındaki zaman aralığına bağlı olabilmektedir. Kaliteli balıklar fileto için seçilebilirken, düşük kaliteli balıklar örneğin balık ve yağı üretimi için kullanılabilir. Parçalanmış balıklar, biçimlendirilmiş ürünler ve çorbalar gibi tam fileto görünümü gerektirmeyen gıdalarda kullanılabilir.

Bu tekniğin başarılı bir şekilde uygulanması, balıkçı tekneleri işletmecileri ve toptancı ve taşıyıcılar gibi ara su ürünleri hamilleriyle işbirliğine bağlıdır.

Elde edilen çevresel yararlar

Azalan atık üretimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Depolama için enerji gerekebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Balık işlemede uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Azalan atık üretimi.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[13, Nordic Council of Ministers 1997], [71, AWARENET 2002]

7.4.3 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

7.4.3.1 Dumanlama fırınları TVOC emisyonlarının ve kokunun azaltılmasına yönelik teknikler

7.4.3.1.1 Saf duman kullanımı

Tanım

Dumanlama odasında ürünün dumanlanması için, saflaştırılmış birincil dumanlama kondensatlarından elde edilen duman kullanılır.

Teknik tanım

Geleneksel dumanlama yöntemlerinde, duman yanma sonrası doğrudan ürünlere uygulanırken, saf duman yönteminde, bir ara adım eklenmektedir. Bu adımda duman, temizleme amacıyla (örneğin katran ve kül gibi istenmeyen ve zararlı maddelerin uzaklaştırılması) bir sıvı fazda işleme tabi tutulmaktadır. Daha sonra, saf duman basınçlı hava kullanılarak bir kapalı devrede duman olarak yeniden üretilmekte ve hava ile, dumanlanacak ürüne uygulanmaktadır.

Saf duman, sıvı dumandan farklıdır ve aşağıdaki aşamalarda oluşturulmaktadır:

- Bir kapalı devrede, duman birincil ürünler temelinde oluşturulmaktadır.
- Gıda dumana tabi tutulmakta, böylece konvansiyonel dumanlama işlemindeki gibi üretilmektedir.

Birincil ürünler aşağıdaki aşamalarda üretilmektedir [32, CleanSmoke 2018]:

- Bir kapalı devrede, duman işleme tabi tutulmamış sert ağaç talaşı (talaş ağaç sanayisinin atık ürünü olmak üzere) temelinde oluşturulmaktadır.
- Bu şekilde oluşturulan duman bir sulu maddede (içme suyu içeren çözelti) yoğunlaştırılmaktadır.
- Dumanlı çözelti birkaç aşamada filtrelenmektedir (kül, katran ve PAH'ler uzaklaştırılmaktadır).

Daha ayrıntılı olarak, saf duman işlemi, işleme tabi tutulmamış kaliteli talaşın kontrollü proliz işlemi ile alevsiz yanmasının gerçekleştirildiği yanma işlemi ile başlamaktadır. Yeni oluşan dumanın işlenebilmesi için, oluşan dumana su katılmaktadır. Duman ve su bir araya getirildiğinde, meydana gelen dispersiyonda faz separasyonu gerçekleşmektedir. İstenmeyen katranlar aşağı çökmekte ve çökelmektedir. Bu katran fazı, sedimantasyon ve filtrasyon ile ayrılarak, enerji üretimi için kullanılmaktadır. Geri kalan bölüm, ön temizleme işleminden geçmiş birincil duman kondensatıdır. Ön temizleme işleminden geçmiş birincil duman kondensatı dispersiyondur, bu nedenle sıvı ve katı maddeleri içermektedir. Birincil duman kondensatından birincil aromatik duman elde etmek için, gaz fazı, damlacık fazı (< 50 µm) ve katı fazdan bir karışım oluşturulmalıdır.

Hassa bir şekilde ölçülen basınçlı hava ve ön temizleme işleminden geçmiş duman kondensatı, en az 5,0 bar basınçta, iki maddeli bir nozula beslenmektedir. Basınçlı hava/birincil duman kondensatı karışımı çıkışıyla birlikte, atmosferik basınçta bir azalma gerçekleşmekte ve bu azalma ile birlikte, kinetik enerji açığa çıkmaktadır. Bu kinetik enerji, özellikle gaz fazı ve katı maddelerde uçucu bileşenlerin kısmi buharlaşmasıyla, basınçlı hava/birincil duman kondensatı karışımının, ultra ince damlacıklarda çözünmesiyle sonuçlanmaktadır.

Ölçümler, belirtilen parametreler altında maksimum damlacık boyunun 5 µm olduğunu göstermiştir. Oluşan damlacıkların toplam %85'inin boyu, < 1 µm'dir [32, CleanSmoke 2018].

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen muhtemel emisyonların azaltılması. Su tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Saf duman, kapalı dumanlama odalarında gerçekleştirilmekte, dolayısıyla havaya verilen emisyon oluşmamaktadır [76, CleanSmoke 2017].

Ön temizleme işlemi gerçekleştirilmiş birincil duman kondensatı ve dumanlama işleminin kapalı sistemde birlikte gerçekleştirilmesi, kaynak ve çevrenin korunmasını sağlamaktadır. Konvansiyonel dumanlanmış ürünlere göre, saf duman, aşağıdakileri gerçekleştirme potansiyeline sahiptir [32, CleanSmoke 2018]:

- Su tüketiminin %92 oranında azaltılması,
- CO₂ emisyonlarının %83 oranında azaltılması,
- Atıksuyun %83 oranında azaltılması,
- Temizlik deterjanı tüketiminin %68 oranında azaltılması.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Balık ve su ürünleri ile et ürünleri işlemede uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Dumanlanmış ürünün katran içeriğinin azalması.

Örnek tesisler

İsveç, Fransa, Belçika ve Almanya balık ve et sektöründe birçok tesiste uygulanmaktadır [32, CleanSmoke 2018].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [32, CleanSmoke 2018], [69, Layman 2015],[76, CleanSmoke 2017]

7.4.3.1.2 Biyofiltre

Genel bilgiler için 2.3.7.3.4 no'lu maddeye bakınız.

Çevre performansı ve işletim verileri

Norveç'teki bir somon tesisinde, bir yalıtımlı kaset içine, 3 000 m³ hava/s için boyutlandırılmış bir biyofiltre tesis edilmiştir. Biyoortam, bozunur olmayan bileşiklerden oluşmaktadır ve biyofiltre uygulamasından sonra, yerel çevrede herhangi bir kötü koku algılanmamıştır [224, Denmark 2015].

Referans literatür

[224, Denmark 2015]

7.4.3.1.3 Termal olmayan plazma işlemi

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.8 no'lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 7.10'da, bazı örnek balık unu tesisleri ile ilgili veriler sunulmaktadır.

Tablo 7.10 Termal olmayan plazma işlemi ile koku azaltımı

Sanayi	Numune sayısı	İç koku (ortalama a) (OU_E/m^3)	Dış koku (ortalama) (OU_E/m^3)	Ortalama (aralık) azaltım verimliliği (%)
Balık unu	3	15 833	3 233	80 (± 4)
Balık unu	3	16 350	1 600	90 (± 1)
Kaynak: [192, COM 2006]				

Referans literatür

[192, COM 2006]

7.4.3.1.4 Atık gazların termal yükseltgenmesi

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.6 no'lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

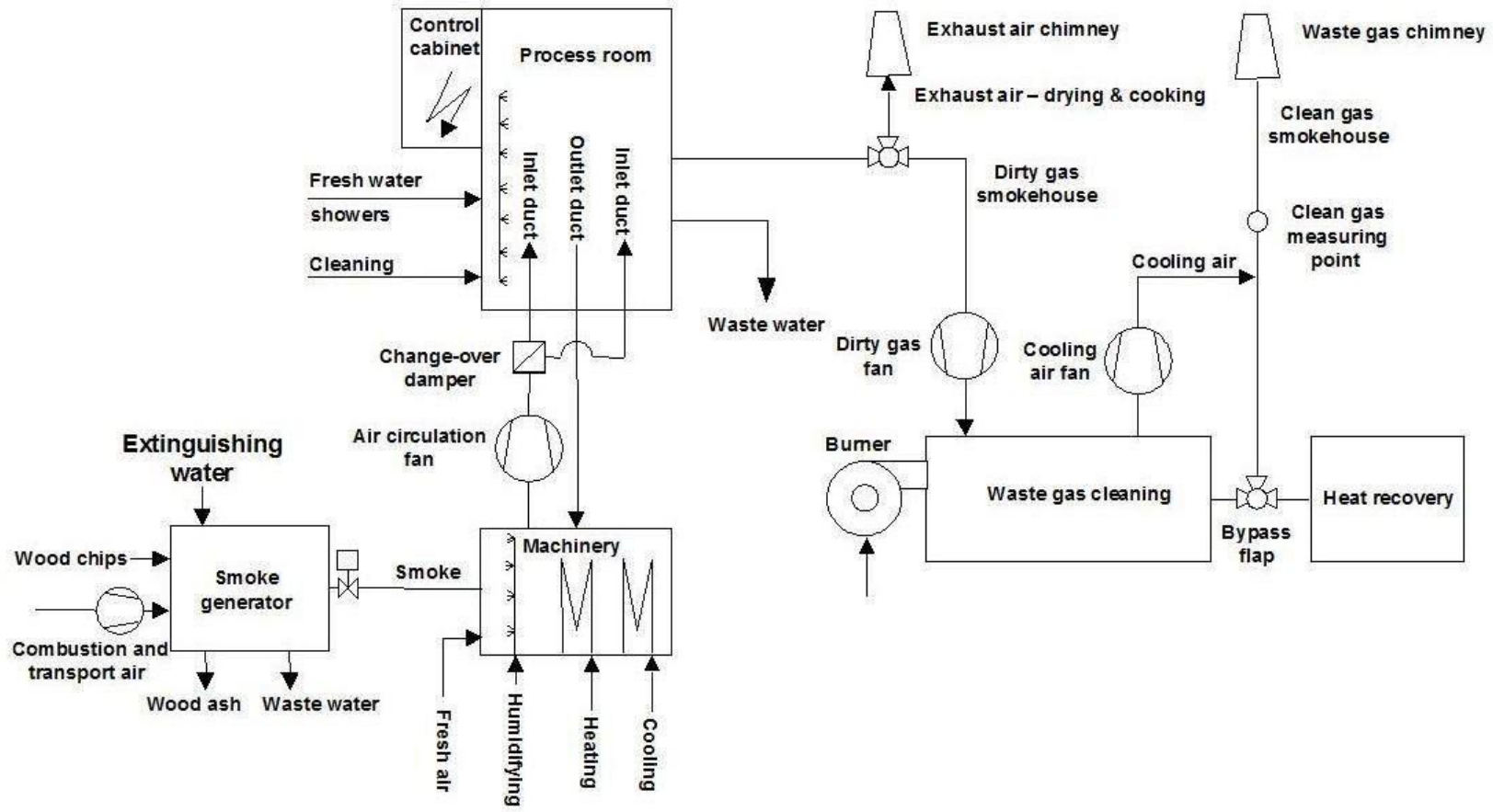
Örnek olarak alınan, yıllık yaklaşık 3 000 ton dumanlanmış ürün üretim kapasiteli bir dumanlama odasında, dumanlama atık gazları, doğrudan alevli termal yükseltgeyici kullanarak yakılmaktadır. Emisyon azaltımı gerektirmeyen dumansız işlem fazları atık gazı işleme tabi tutulmamaktadır. Sistem, az bakım gerektiren güçlü bir atık işlemi olarak kabul edilmektedir.

Termal yükseltgeyici, duman jeneratörleri çalıştırılmadan önce işletim sıcaklığına ısıtılmaktadır. Dumanlama sırasında, egzoz gazı fanı, duman taşıyan atık gazı, bir atık gaz baypas kapağından bir ön ısıtıcıya cebri olarak beslemektedir. Ön ısıtıcıda, kirli gaz, gaz yakıcıdan çıkan sıcak gazlarla birlikte karıştırıldığı yanma odasına girmeden önce 300 – 350 °C'ye kadar ısıtılmaktadır. İşlemden sonra, temiz gaz, bir entegre ısı eşanjörü ile kirli gazın ön ısıtmasını gerçekleştirmek için kullanılmakta ve baca ile havaya verilmeden önce 400 – 450 °C'ye soğutulmaktadır.

Tablo 7.11'de, örnek olarak alınan dumanlama odasında doğrudan alevli termal yükseltgenme ile ilgili teknik bilgiler verilmektedir. Bu dumanlama odası sıcak gazının kaynağı ve proses yönetimi akış şeması, Şekil 7.8'de gösterilmektedir.

Tablo 7.11 Dumanlama odasında uygulanan doğrudan alevli termal yükseltgeyici teknik bilgileri

Boyutlar	
Yakıcı dahil toplam uzunluk	4 250 mm
Yakıcı hariç toplam uzunluk	3 750 mm
Çap	1 150 mm
Kirli gaz bağlantısı	200 x 200 mm veya 200 mm çap
Temiz gaz bağlantısı	300 mm
Ağırlık	Yaklaşık 1 250 kg
Nominal bağlantılar	
Yakıt	Yağ
Elektrik bağlantısı	220 V/50 Hz (yaklaşık 1 kW)
Egzoz gazı fanı	380 V/50 Hz (yaklaşık 4 kW)
Kaynak: [192, COM 2006]	



Kaynak: [192, COM 2006]

Şekil 7.8 Dumanlama odası atık gaz temizlik sistemi sıcak gazı kaynağı ve proses yönetimi akış şeması

Bölüm 7

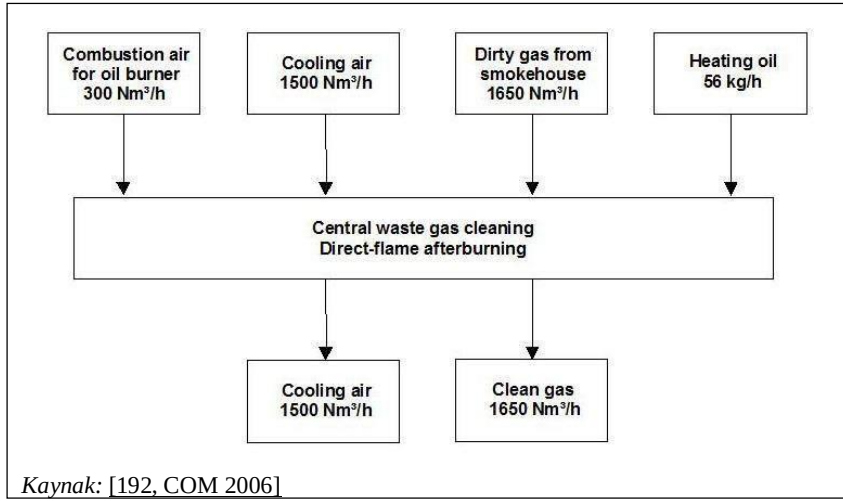
Örnek olarak alınan dumanlama odasında, boyutlarından bağımsız olarak tüm duman ünitelerinde bir duman jeneratörü bulunmaktadır. Dumanlama yoğunluğu, yaklaşık 60 - 120 dakika/parti olan dumanlama süresi ile belirlenmektedir. Bir duman jeneratörü için debi 200 Nm³/s'dir ve 11 dumanlama odası için toplam debi yaklaşık 2 300 Nm³/s olmaktadır. %75'lik gerçekçi paralel işletim faktörü uygulandığında, fiili debi 1 650 Nm³/s'dir. Tablo 7.12'de, kullanılan doğrudan alevli termal yükseltgeyici ile ilgili teknik bilgiler verilmektedir.

Tablo 7.12 Dumanlama odasında uygulanan doğrudan alevli termal yükseltgeyici teknik bilgileri

Parametre	Değer	Görüşler
Atık gaz debisi	2 300 m ³ /s	Normal durum (bir başka ifadeyle 0 °C ve 1 013 mbar, kuru)
Yakıcı kapasitesi	600 kW	Kapasite sürekli modüle edilmektedir.
Atık gazdaki madde konsantrasyonu	Elde edilen seviye bildirilmemiştir (< 50 mg/Nm ³ TOK <0,115 kg/s)	2 300 Nm ³ /s x 50 mg/Nm ³ = 0,115 kg/s
Kaynak: [192, COM 2006]		

620 – 660 °C'de, koku emisyonları tamamen giderilmektedir ve genel bir kural olarak, 50 mg/Nm³'ün altında tanımlanmamış bir seviyede TOK emisyonu gerçekleşmektedir. Doğrudan alevli termal yükseltgenme, 1 000 °C'ye kadar sıcaklıklarda çalıştırılabilmektedir. Tekniğin etkinliği, işletim sıcaklığı, kalış süresi ve yanma odasındaki karıştırma koşulları gibi birçok parametreye bağlıdır. 10 mg/Nm³'ün altındaki TOK emisyon seviyelerine kolayca ulaşılmaktadır.

Şekli 7.9'da, atık gaz işleme sistemi için girdi/çıktı diyagramı olarak maddelerin dengesi gösterilmektedir.



Şekil 7.9 Doğrudan alevli termal yükseltgenmeli atık gaz sistemi kütle dengesi

Almanya'daki tesislerle (veri toplama çalışmasına katılmayan) ile ilgili ek bilgiler (2017 ölçümleri) Tablo 7.13'te sunulmaktadır.

Tablo 7.13 Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri

N O	TVOC (mg/Nm ³)	CO (g/Nm ³)	NO _x (g/Nm ³)	Dumanlama yöntemi	Ek bilgi
DE-SmK-02 (2009 verileri)	43	0,36	0,05	- (Balık)	- O ₂ içeriği %17,5 - Termal yükseltgeyici sıcaklığı 712 – 732 °C
DE-SmK-03 (2011 verileri)	1) 15,1 2) 17,4 3) 17,5	-	-	Talaş alevsiz yakılması (Uskumru)	- Yarım saatlik ortalama - O ₂ içeriği 1) %16,3 2) %16,5 3) %16,6 Termal yükseltgeyici sıcaklığı 680 – 710 °C
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [60, Germany 2017]					

Referans literatür

[60, Germany 2017], [192, COM 2006]

7.4.3.1.5 Islak yıkayıcı ve elektrostatik çöktürücü

Islak yıkayıcılar ile ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.1 no'lu maddede verilmektedir.. Ön işlem adımı olarak genellikle elektrostatik çöktürücü kullanılmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Almanya'daki bir tesisle (veri toplama çalışmasına katılmayan) ile ilgili bilgiler Tablo 7.14'te sunulmaktadır.

Alkali yıkama çözeltisi kullanılmıştır. Yıkama öncesinde, havaya verilen emisyonlar bir elektrostatik çöktürücüde işleme tabi tutulmuştur. Dumanlama yöntemi olarak talaş alevsiz yakılması kullanılmıştır.

Tablo 7.14 Islak yıkama sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri

NO	TVOC (mg/Nm ³)	TVOC (kg/s)	Ürünler	Ek bilgi
SmK-07 (2016 verileri)	Silika jel yöntemi : 1) 29,8 2) 24,4 3) 22,0	Silika jel yöntemi : 1) 0,082 2) 0,085 3) 0,063	Somon, alabalık	Yarım saatlik ortalama Soğuk dumanlama için 2 araba 4 oda Sıcak dumanlama için 2 araba 2 oda
Kaynak: [60, Germany 2017]				

Referans literatür

[60, Germany 2017]

8 MEYVE VE SEBZELER

8.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

AB, çeşitli iklim ve topografik koşulları sayesinde çok çeşitli meyve ve sebzeler üretmektedir. Örneğin, ana küresel domates üreticilerinden biridir. AB-28 ülkeleri 2014 yılında tahmini olarak 16,8 milyon ton domates üretmiş olup bunun yaklaşık üçte ikisi İtalya ve İspanya'da gerçekleştirilmiştir.

AB-28 ülkeleri ayrıca 2014 yılında tahminen 5,5 milyon ton havuç ve 6,4 milyon ton soğan üretmiştir. Havuç üretimi Polonya ve Birleşik Krallıkta nispeten daha yüksek gerçekleşmiştir; bu iki ülke, 2014 yılında AB-28 üretiminin dörtte birinden (sırasıyla %14,2 ve %14,9) fazlasını gerçekleştirmiştir. Hollanda ve İspanya, AB'nin başlıca soğan üreten ülkeleri olup, bu iki ülkenin üretimi, AB-28 ülkelerinin 2014 yılı toplam üretimin beşte ikiden biraz fazlasına (%46,0) karşılık gelmektedir.

2014 yılında AB-28 ülkelerinde yaklaşık 14 milyon ton elma üretilmiştir. Polonya, İtalya ve Fransa açık ara en büyük üreticiler olmalarına rağmen, elma neredeyse tüm AB Üye Devletlerinde üretilmektedir. AB'de narenciye üretimi iklim koşulları nedeniyle çok daha kısıtlıdır; turuncgillerin büyük çoğunluğu (%59,8) İspanya'da üretilmektedir [218, Eurostat 2015].

Avrupa aynı zamanda dünya genelinde ikinci büyük patates üreticisi konumundadır; bu sektör Avrupa çapında tarımsal tedarik zincirinde köklü bir sanayi koludur. Avrupa'nın tamamı yılda 122 milyon ton patates yetiştirmektedir ve 52 milyon ton patates işlemektedir. Sektörün cirosu 8 milyar Avrodur.

Meyve ve sebzeler, doğrudan tüketilmelerinin ve ham mal olarak alınıp satılmalarının yanı sıra, dondurulmuş ve konserve edilmiş meyve ve sebze (konserve sebzeler, reçeller, marmelatlar ve kuru meyveler) (% 71,7), meyve suları olarak da gruplandırılabilen çok sayıda gıda ürününe dönüştürülmek üzere işlenmektedir: meyve suları (%19,5), domates ketçapı (%3,7), hazır yemekler (%3,6) ve süzölmüş meyveler ve homojenize sebze ve meyveler (%1,5). Meyve ve sebze işleme, esas olarak, 2015 yılında toplam üretim değerinin üçte ikisinden (%67,4) sorumlu olan beş Üye Devlette gerçekleştirilmiştir. Bu sektörde önde gelen Üye Devletler, İtalya (%18,9) ve İspanya (%14,5) olup bu ülkeler toplam değerin üçte birinden fazlasını üretmektedir. Bu ülkeleri Almanya (%11,8), Fransa (%11,35) ve Birleşik Krallık (%11,0) izlemektedir [54, EUPPA 2018].

8.2 Uygulanan prosesler ve teknikler

Meyve ve sebzelerin karakteristik özellikleri, nispeten yüksek nem içerikleri nedeniyle taze halde bozulabilen yumuşak, yenilebilir bitkisel ürünler olmalarıdır. Bazı meyve ve sebzelerin olası işleme yöntemleri genel hatlarıyla Tablo 8.1'de gösterilmiştir.

Tablo 8.1: Bazı meyve ve sebzelerin olası işleme yöntemleri

	Hammadde	Uygulanan işlem	Koruma yöntemi
Bahçe sebzeleri	Bezelye, fasulye, ıspanak, patates, kuşkonmaz, mısır ve mercimek	Sulu ambalajlama	Isıl işlem
	Zeytin, lahana, enginar, mantar, soğan, biber, havuç ve salatalık	Yağ koyun, dekapaj/salamura, sülfittenmiş	Doğal veya yapay ısıtıl işlem
	Lahana ve salatalık	Laktik asit fermentasyon	mikrobiyal işlem
	Çeşitli bahçe sebzeleri	Meyve suyu	Isıl işlem
	Çeşitli bahçe sebzeleri	Kurutulmuş	Kurutma
	Çeşitli bahçe sebzeleri	Dondurucu, derin dondurulmuş ve kullanıma hazır sebzeler	Soğutma
Domates	Domates	Ezme	Dehidrasyon ve ısıtıl işlem
		Bütün halde soyulmuş	Isıl işlem
		Parçalı, soyulmuş (doğranmış veya ezilmiş)	Isıl işlem
		Suyu, süzölmüş, passata	Isıl işlem
		Toz ve pul	Kurutma
Meyve	Çilekler, armutlar, elmalar, şeftaliler, kayısılar, erikler, ananaslar, kirazlar ve Üzüm	Suya batırılmış, şurup içine	Şekerin isteğe bağlı sinerjik etkisi ile ısıtıl işlem (a_w 'nin azaltılması)
	Şeftali, kayısı, erik, kiraz, çilek ve incir	Reçel ve jöleler	İsteğe bağlı sinerjik etki ile ısıtıl işlem şeker (a_w 'nin azaltılması)
	Narenciye	Marmelat	Isıl işlem, şekerin isteğe bağlı sinerjik etkisi (a_w 'nin azaltılması)
	Armut, elma, şeftali, kayısı, erik, tropikal meyveler ve ham meyveler	Meyve suları ve nektarlar	Isıl işlem
	çeşitli meyveler	Şekerlemeler	Şeker etkisi (a_w 'nin azaltılması)
	çeşitli meyveler	Konsantreler	Isıl işlem (w 'nin azaltılması)
	çeşitli meyveler	Alkole batırılmış	a_w 'nin azaltılması
	çeşitli meyveler	Kurutulmuş meyveler	Kurutma
	çeşitli meyveler	Donmuş ve derin-dondurulmuş meyve	Dondurma
Patates		Suya batırılmış Yağa batırılmış Gevrek ve tane şeklinde	Isıl işlem Dondurma, soğutma Kurutma
Kaynak: [52, İtalya 2001], [54, EUPPA 2018]			

Meyve ve sebze sektörlerinde yaygın olarak uygulanan bazı işlemler öncelikle aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır. İlerleyen bölümlerde belirli ürünler için daha detaylı bilgi verilecektir.

8.2.1 Kabuk soyma

Kabuk soyma işleminin amacı, çiğ meyve ve sebzelerin dış çeperini/kabuğunu çıkarmaktır. Bu işlem, nihai ürünün görünümünü ve tadını iyileştirir. Soyma sırasında, altta yatan gıdanın mümkün olduğu kadar azı çıkarılarak ve bununla birlikte temiz soyulmuş bir yüzey elde etmeye gayret edilerek kayıpların en aza indirilmesi gerekir. Çeşitli soyma yöntemleri: buharlı soyma, bıçaklı soyma, aşındırma soyma, kostik soyma ve alevle soymadır. Bu yöntemler, meyve veya sebzelerin türüne ve ürünün kullanım amacına göre seçilmektedir.

Çoğu soyma işleminde soyulmuş kabuğu çıkarmak için su spreyi kullanılır. Bu işlem sırasında TSS içeren atık su oluşur. Geleneksel buhar veya sıcak su ile soyma, kostik soyma için gerekenin dört katına kadar büyük miktarlarda su kullanır ve yüksek düzeyde ürün kalıntısı olan atık su üretir. Patates işleme tesislerinde, kabuklar toplanmadığı takdirde toplam BOİ'ye önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Kuru kostik soyma yöntemleri, bu işlemde kaynaklanan atık suyun hacmini ve kirletici yükünü büyük ölçüde azaltabilir ve kabuğun pompalanabilir bulamaç olarak toplanmasına olanak verebilir. Kabuk soymada kostik kullanılması, atık suda pH dalgalanmalarına neden olabilir. Bazı ürünler, örneğin domatesler, güçlü kostik çözeltiler ve ıslatma maddelerinin eklenmesini gerektirir. Kuru kostik soyma, ıslak yöntemlere göre daha düşük kostik tüketimine sahip olma eğilimindedir. Buharlı soymada soyulan malzemenin çoğu buharla birlikte dışarı atılır; bu, konsantre bir atık akışının toplanmasıyla sonuçlanır. Kalan izler su veya fırçalarla püskürtülür. Ancak fırçalar hasara veya mikrobiyolojik kontaminasyona neden olabilir. Bu işlem, diğer ıslak kabuk soyma yöntemlerine göre daha düşük su tüketimine sahiptir.

Alevle kabuk soyma uygulandığında bir miktar toz ve koku emisyonu meydana gelebilir. Kabuklar genellikle geri kazanılır ve hayvan yemi olarak kullanılır; aksi takdirde atık olarak atılırlar. Aşındırma ile soyma, flaş buharlı soymaya göre önemli ölçüde daha yüksek ürün kaybına, %8-15 kayba kıyasla %25 kayba sahiptir ve önemli ölçüde daha fazla atık su oluşur. Kostik soymada ürün kaybı %17 civarındadır. Kuru kostik soyma, su tüketimini azaltır ve bertaraf edilecek konsantre bir kostik macun oluşur.

Flaş buharla soyma, kostik soyma ve alevle soyma işlemleri ısıya ihtiyaç duyar; diğer soyma işlemlerinde ise elektrik enerjisi kullanılır.

Meyve ve sebze sektöründe uygulanan en yaygın soyma işlemleri aşağıdaki alt bölümlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır [1, CIAA 2002] 8, İngiltere ve Galler Çevre Ajansı 2000], [14, VITO ve arkadaşları 2001], [15, Van Bael J. 1998], [23, Envirowise (Birleşik Krallık) ve Ashact 2001], [66, İtalya 2002], [94, Almanya 2003], [110, CIAA 2003], [116, CIAA-AAC-UFE 2003], [138, Üyeler PJ 2000], [160, Federación Conservas 2005].

8.2.1.1 Buharlı kabuk soyma– sürekli işlem

Sürekli buharlı soyucu, içinde vida bulunan bir silindirik bir tanktan oluşur. Buhar, genellikle kesikli işlemde daha düşük bir basınçta (bkz. Bölüm 8.2.1.2) doğrudan doğruya tanka gönderilir ve ürün, ayarlanabilir bir bekletme süresi boyunca ısıtılır. Soyulan malzemenin çoğu buharla dışarı atılır. Kalan artıklar su veya fırçalarla püskürtülür. Ancak bu fırçalar hasara veya mikrobiyolojik kontaminasyona neden olabilmektedir. Bu su filtrelenebilir niteliktedir ve çiğ meyve ve sebzeleri yıkamak için kullanılabilir.

Bu işlem sayesinde diğer soyma tekniklerine kıyasla daha az atık üretimi sağlanır ve kabuk genellikle geri dönüştürülür ve hayvan yemi olarak kullanılır. Ayrıca, aşındırma ve bıçakla soyma kombinasyonundan daha az su kullanılır.

Bölüm 8

Buharla soyma yönteminde, örneğin enerji için, kostik soymaya göre yaklaşık beş kat daha fazla buhar kullanılır. Tablo 8.2’de sebzelerin dondurulmasından önce buharla soyma için gerekli enerji aktarımları ve tüketimi gösterilmektedir.

Tablo 8.2: Sebzeleri dondurmadan önce buharla soyma için gerekli enerji aktarımları ve tüketim

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kWs/t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.9
Buhar basıncı (bar)	7-15
Elektrik (kWs/t dondurulmuş sebzeler)	3.5

Kaynak: [192, COM 2006]

Buharlı soyma yönteminde, kostik soyma için gereken miktarın beş katı kadar su tüketilmekte olup aşındırma ve bıçakla soyma yöntemlerinin birlikte uygulaması durumunda ise bunun yarısı kadar su kullanılmaktadır. Bu işlemle aynı zamanda yüksek düzeyde ürün kalıntısı içeren atık su oluşur. Patates işleme tesislerinde kabuklar, toplam BOİ’nin %80’ine kadar katkıda bulunabilir. Meyve işlemede, soyma atık suyu toplam atık su akışının %10’unu ve BOİ’nin %60’ını oluşturabilir. Buharlı kabuk soyma uygulandığında buharı yoğunlaştırmak için soğuk su kullanılabilir. Su soğutma kullanılmazsa daha az su kullanılır, daha az atık üretilir ve atık suda daha düşük organik yükler oluşur. Kabuk soyma işleminde ürün kaybı %8-15 arasındadır.

Atık, katı soyma kalıntılarının yanı sıra nişasta veya doku sıvıları gibi çözünmüş maddeler de içerir. Katı malzeme genellikle çöktürme ile ayrılır, kurutulur ve kompostlaştırılır. Bu fraksiyon mineraller ve biyoaktif fenolik maddeler içerir, ayrıca patates söz konusu olduğunda doğrudan beslenme kullanımını sınırlayan glikoalkaloidler de içerir.

Örnek bir patates işleme tesisindeki buharlı soyma işlemi Şekil 8.1’de gösterilmektedir.



Şekil 8.1: Örnek bir patates işleme tesisindeki buharlı soyma işlemi

8.2.1.2 Buharlı kabuk soyma– kesikli işlem

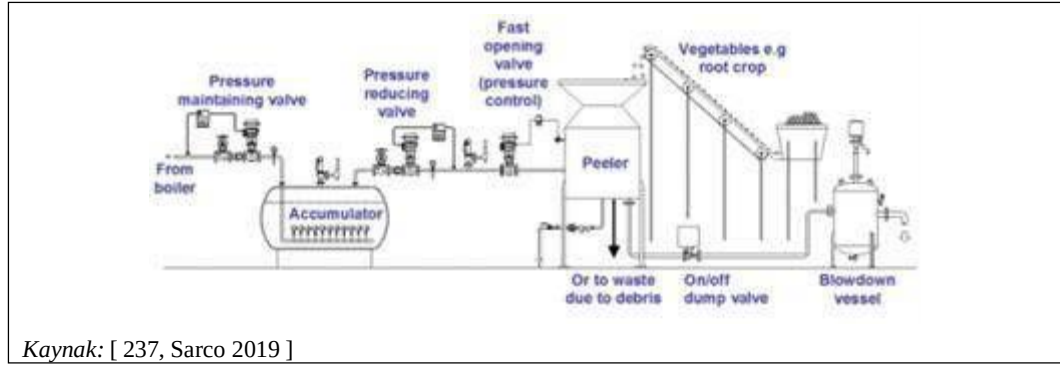
Kesikli buharlı kabuk soyma, aynı zamanda flaş buharlı kabuk soyma olarak da adlandırılmaktadır. Kökler ve yumru kökler gibi hammaddeler, dönen bir basınçlı kaptan 1500 kPa'dan 2000 kPa'ya kadar yüksek basınçlı buhara maruz bırakılır. Yüksek sıcaklık, yüzey tabakasının 15 ila 30 saniye içinde hızlı bir şekilde ısınmasına ve pışmesine neden olur. Basınç daha sonra anlık olarak serbest bırakılır, bu da pışmış kabuğun kopmasına neden olur.

Soyulan malzemenin çoğu buharla dışarı atılır. Su veya fırçalar yalnızca kalan artıkları gidermek için gereklidir. Ancak fırçalar hasara veya mikrobiyolojik kontaminasyona neden olabilir.

Sürekli buharlı soymaya kıyasla daha az su tüketilir ve daha az atık su oluşur, ancak ürün kalıntısı seviyeleri artar. Diğer soyma tekniklerine kıyasla daha az atık üretimi sağlanır ve kabuk genellikle geri dönüştürülür ve hayvan yemi olarak kullanılır.

İşlem, sürekli buharlı soymaya göre daha düşük su tüketimine ve atık su üretimine sahiptir. Domatesler için kullanılan basınç 200 kPa ile 350 kPa arasında değişmektedir. Bu tür soyucunun, daha düşük su tüketimi, minimum ürün kaybı, soyulmuş yüzeylerin iyi görünümü ve soymanın otomatik kontrolü ile 4.500 kg/saat'e varan yüksek verim elde etme olanağı nedeniyle popülerlik kazandığı bildirilmiştir.

Şekil 8.2'de hızlı buharlı soyma prosesi gösterilmektedir.



Şekil 8.2: Hızlı buharla soyma

8.2.1.3 Aşındırıcı soyma

Aşınma etkisi ile soymada, soyulacak malzeme karborundum silindirlere veya karborundum ile kaplı dönen bir kaseye gönderilir. Aşındırıcı karborundum yüzeyi, daha sonra bol miktarda su ile yıkanan kabuğu yerinden söker. İşlem normal olarak ortam sıcaklığında gerçekleştirilir.

Enerji, suyu ısıtmak veya buhar üretmek için gerekli olmasa da silindirlerin veya döner kazanın çalışması için gereklidir.

Tüm gıda parçalarının aşındırıcı yüzeylerle temas etmesi gerektiğinden elde edilen verimler nispeten daha düşüktür. Kabuk soyma suyu eklenmediğinden suyun soğutma işlevi yerine getirilmediği ve lokalize yüksek sıcaklıklar olabileceği için hijyen kalitesi bazen sorun teşkil etmektedir. Bununla birlikte, patateslerin kalitesinin karborundum kullanılarak soyma işlemi sırasında korunabileceği bildirilmiştir.

Çok miktarda su tüketilir. Yüksek ürün kaybı ve yüksek atık su üretimi vardır. Koku emisyonları bir sorun olabilir. Aşındırma ile soyma ve bıçakla soyma kombinasyonu, buharla soymaya göre daha yüksek atık su kirliliği yükü üretir. Kabuk geri kazanılabilir ve hayvan yemi olarak kullanılabilir.

8.2.1.4 Bıçakla kabuk soyma

Bıçakla soymada soyulacak malzeme dönen bıçaklara doğru bastırılır veya sabit bıçaklara karşı döndürülür. Gerçek soyma işlemi sırasında su kullanılmazsa da, merdanelerin ve bıçakların sürekli temizliği için su kullanılır ve bu nedenle de kirli atık su üretilir.

Kabuk geri dönüştürülebilir ve doğrudan hayvan yemi olarak veya bileşenlerinin geri kazanılması için kullanılabilir. Enerji tüketimi buharlı soymaya göre daha düşüktür.

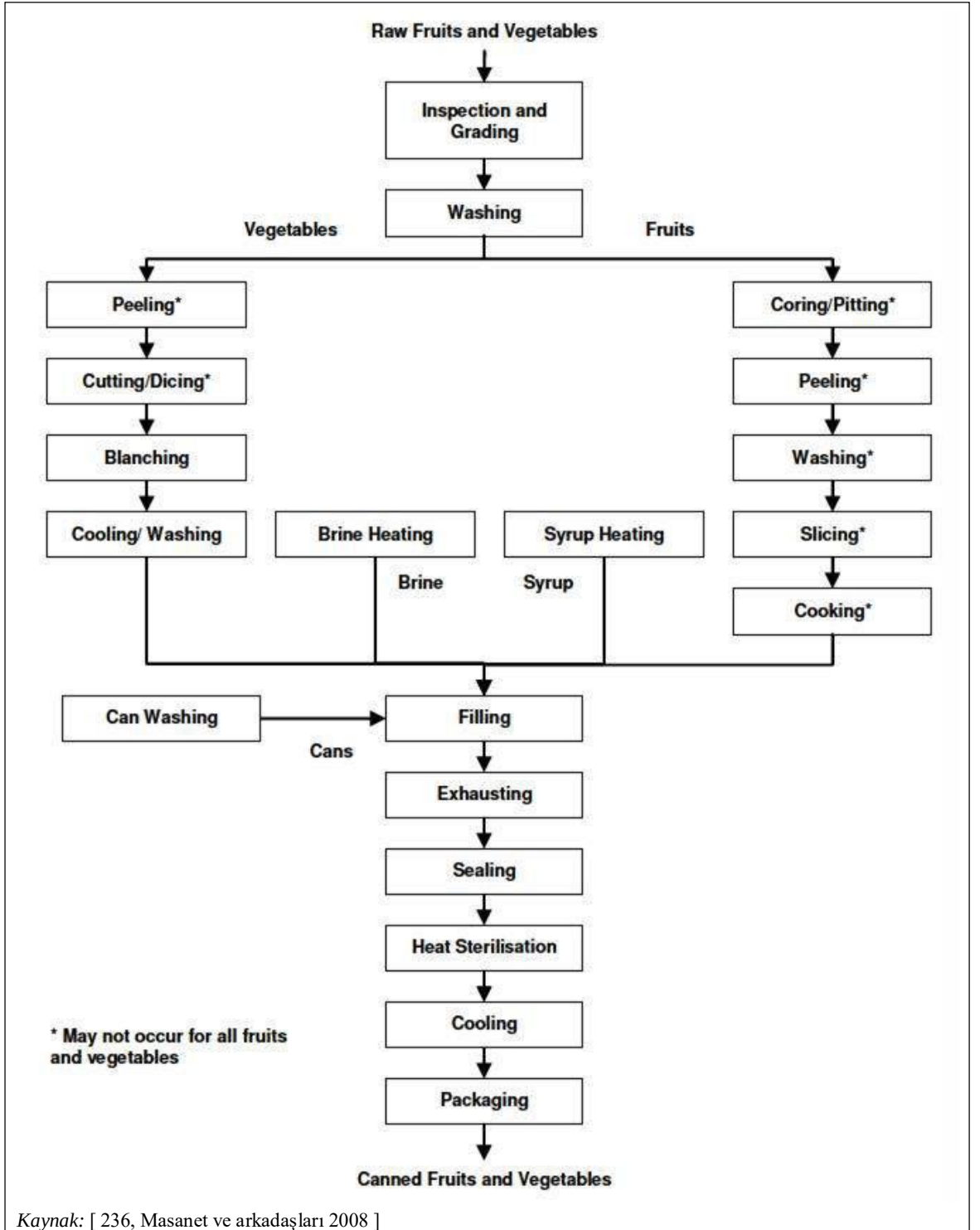
Bıçakla soyma sonrası oluşan ürün kaybı %16-17'dir. Bıçağın keskinliğinin korunması, ürüne verilen zararı ve buna bağlı olarak israfı azaltır. Kesilen ürün, çok koyu veya çok küçük kusurlu parçalar halinde ayrılabilir ve hayvan yemi olarak kullanılabilir. Havuç işlemede, C vitamini, lif, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi birçok değerli madde yan ürün olarak geri kazanılabilir.

Tablo 8.3'de, şuruplu yarım armut üretiminde aşındırıcı ön soyma ve bıçaklı soyma kombinasyonunun su kirliliği üzerindeki etkisi gösterilmektedir.

Tablo 8.3: Aşındırıcı ön soyma ve bıçaklı soyma kombinasyonunun şurup içinde yarım armut üretiminde su kirlilik yükleri üzerindeki etkisi

	BOİ (kg/t)	KOI (kg/t)	SS (kg/t)
Aşındırıcı ön soyma artı bıçaklı soyma	21.6	36.5	21.5
Not: Su, sterilizasyondan sonra soğutma kapları için tekrar kullanılmazsa su tüketimi: 29,6 m ³ /t'dir. Suyun sterilizasyondan sonra soğutma kapları için yeniden kullanılması durumunda su tüketimi: 6,2 m ³ /t'dir. Kaynak: [192, COM 2006]			

Şekil 8.3, meyve ve sebze konservesinin tipik bir akış şemasını göstermektedir.



Kaynak: [236, Masanet ve arkadaşları 2008]

Şekil 8.3: Meyve ve sebze konservesinin akış şeması

8.2.1.5 Islak kostikli kabuk soyma

Soyulacak malzeme seyreltik bir çözeltiye yerleştirilir ya da örneğin 60–90 °C'de %0,3–9'luk NaOH'den geçirilir. Bu işlem, kabuğu yumuşatır ve daha sonra da yumuşayan kabuk yüksek basınçlı su spreyları ile püskürtülür. Kostik konsantrasyonu ve sıcaklık, meyve veya sebzenin türüne ve gerekli soyulma derecesine bağlıdır. Soyma işleminin gerçekleştirilmesi sırasında su kullanılmasa da, merdanelerin ve bıçakların sürekli temiz tutulması için su kullanılması gereklidir ve bu nedenle de kirli atık su oluşur. Bazı durumlarda, kostik soda aynı amaç için ve benzer proses koşulları altında üre ile karıştırılabilir [54, EUPPA 2018].

Buharlı soymaya göre daha az su ve enerji tüketimi sağlanır.

Islak kostikli soymada, buharlı soymaya göre dört kat daha az su kullanılır. Bazı ürünler, örneğin domatesler, güçlü kostik çözeltiler ve ıslatma maddelerinin ilave edilmesini gerektirir. Kornişonda kostik konsantrasyonu yaklaşık %2, havuçta yaklaşık %10 ve balkabağında %20'ye kadardır. Ürün kaybı yaklaşık 17 %'dir.

Tablo 8.4'te, şurup içinde ikiye ayrılmış armut üretiminde kostik soymanın su kirliliği üzerindeki etkisini göstermektedir. Bu, aşındırıcı soyma ve ardından bıçaklı soymadan yararlanılan aynı işlemle karşılaştırılabilir. Tablo 8.5'de, sebzelerin dondurulmasından önce kullanılan kostik soyma için gerekli enerji taşıyıcıları ve tüketim verileri gösterilmektedir.

Tablo 8.4 : Şurup içinde yarım armut üretiminde kostikli soymanın su kirliliği üzerindeki etkisi

	BOİ (kg/t)	K Oİ (k g/t)	SS (kg/t)
Kostikli soyma	39.7	66.3	11.4
Not: Sterilizasyondan sonra su kapları soğutmak için tekrar kullanılmazsa su tüketimi: 29.6 m ³ /t'dur. Suyun sterilizasyondan sonra soğutma kapları için yeniden kullanılması durumunda su tüketimi: 6,2 m ³ /t'dur. Kaynak: [192, COM 2006]			

Tablo 8.5: Sebzeler dondurulmadan önce kostikli soyma için kullanılan enerji taşıyıcılar ve tüketim seviyeleri

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kWs/t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.16
Buhar basıncı (bar)	7
Elektrik (kWs/t dondurulmuş sebzeler)	2
Kaynak: [192, COM 2006]	

8.2.1.6 Kuru kostikli kabuk soyma

Kuru kostikli soymada, malzeme kabuğu yumuşatmak için 80-120 °C'ye ısıtılmış %10'luk bir kostik solüsyona batırılır ve daha sonra da yumuşayan kabuk kauçuk diskler veya silindirler yardımıyla atılır. Bu yöntem, su tüketimini azaltır ve bertaraf edilecek olan konsantre bir kostik macun oluşur. Kabuklu soyma işleminin ardından kabuğu ve kalan kostiği çıkarmak için yıkama yapılır.

Şeftali ve kayısıların soyulması durumunda, kabuk çok ince ve yumuşaktır ve örneğin domates, biber ve patates gibi meyvenin etli kısmından kolayca ayırt edilemez, bu nedenle etli kısma yapışır. Kabuk, daha ham meyvenin etli kısmına, olgun meyveninkinden daha güçlü bir biçimde yapışmış durumdadır. Şeftali ve kayısı kostik solüsyona daldırılır ve kabukları ayrıştırılır. Tortu daha sonra meyveye su püskürtülerek uzaklaştırılır. Uygulamada, farklı olgunluktaki meyveler birlikte soyulur ve en az olgun meyvenin soyulmasını sağlamak için süreç uzatılır. Örneğin şeftali ve kayısıların daha sonra ya bütün olarak ya da yarılar halinde muhafaza edilmek üzere soyulması durumunda, yumuşatılmış kabuğun mekanik olarak çıkarılması, meyvenin yüzeyinde kabul edilemez bir hasara neden olacaktır.

Bu yöntemle, buharlı soyma ve ıslak kostikli soyma ile karşılaştırıldığında daha az su tüketimi ve ıslak kostik soyma ile karşılaştırıldığında da daha düşük katı atık ve atık su üretimi sağlanmaktadır. Ayrıca ıslak kostikli soymaya göre daha düşük kostik tüketimi ve buharlı soymaya göre daha düşük enerji tüketimi elde edilmektedir.

Kuru kostik soyma yöntemleri, buharlı soyma ve ıslak kostik soyma ile karşılaştırıldığında atık suyun hacmini ve kirletici yükünü büyük ölçüde azaltabilir. Kabuk, atılması gereken pompalanabilir bir bulamaç olarak toplanabilir. Kostik ile kirlenmiş kabuğun, en azından bazı durumlarda, tamponlamadan sonra küçük miktarlarda AAT'ye gönderilerek bertaraf edildiği bildirilmiştir. Kuru kostikli soyma, ıslak kostikli soyma yönteminden daha düşük kostik tüketimine sahip olma eğilimindedir.

8.2.1.7 Enzimatik kabuk soyma

Turunçgillere enzimatik kabuk soyma uygulanabilir. Enzimler, silindirlere yerleştirilmiş iğneler kullanılarak meyvenin kabuğunun altına uygulanır. Enzimler, kabuk ve meyvenin etli kısmı arasındaki beyaz doku ile tepkimeye girer. Belirli bir tepkime süresinden sonra kabuk gevşer ve elle çıkarılabilir. Elde edilen sonuç, beyaz doku içermeyen temiz, hasarsız bir meyvedir. [87, Belçika-VITO 2015].

8.2.2 Haşlama

Haşlama yöntemi, tüm ürünü kısa bir süre için yüksek sıcaklıklara maruz bırakmak için tasarlanmıştır. Bu işlemin birincil işlevi, diğer türlü hızlı kalite dejenerasyonuna neden olabilecek bakteri ve enzim etkisini etkisiz hale getirmek veya geciktirmektir. Haşlamanın arzu edilen diğer üç etkisi, ürünündeki hava ve gazların dışarı atılmasını, ürün hacminde bir azalmayı ve patates işleme durumunda indirgen şekerlerin sızmasını içerir.

Haşlamadan önce, yiyecek önceden ısıtılabilir. Haşlama, doğrudan veya dolaylı ısıtma sistemleri ile gerçekleştirilebilir. Bu ürüne bağlı olabilir. Doğrudan ısıtma normalde 80–100 °C'de sıcak suya daldırılarak veya canlı buhara maruz bırakılarak yapılır. İşlem normalde yatay odalarda gerçekleştirilir. Haşlama ünitesinde kalma süresi, haşlanan meyve veya sebzeye bağlı olarak yaklaşık 1 ila 5 dakika arasında değişebilir. Bazı ürünler için su ile doğrudan temastan kaçınılmalıdır ve bu nedenle sıcak su veya buharla çalışan ısı eşanjörleri uygulanmalıdır.

Meyve ve sebze sektöründe uygulanan en yaygın haşlama işlemleri aşağıdaki alt bölümlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır [1, CIAA 2002], [14, VITO ve arkadaşları. 2001], [15, Van Bael J. 1998], [51, Ullmann 2001], [138, Fellows PJ 2000].

8.2.2.1 Hava soğutmalı buharlı haşlama

Buharlı haşlama, besin maddesinin uzun, delikli bir taşıma bandı üzerinde hareket ettirildiği sürekli bir işlemdir. Ön ısıtma besin maddesine yukarıdan su serpilir ve alttan su püskürtülür. Ön ısıtma suyu, buhar kullanılarak 60 °C'de tutulur.

Haşlama aşaması sırasında, besin maddesi alttan doğrudan buhar enjeksiyonu ile bir miktar daha ısıtılır. Su ve enerji tüketimini en aza indirmek için buhar geri dönüştürülür ve işlem, buhar tüketimini en aza indirecek şekilde tasarlanmış kapalı ekipmanda gerçekleşir.

Son olarak, besin maddesi, ağır hizmet tipi fanlar kullanılarak hava ile soğutulur. Hava akışına su püskürtülerek, hava daha düşük bir sıcaklığa kadar soğutulur. Bu su, yiyeceklerin kurumasını engeller. Gerekirse, gıda son soğutma bölümünde su ile bir miktar daha soğutulabilir. Bu soğutma suyunun ön ısıtma bölümünde tekrar kullanılması, su fazla enerji tutmadığından kullanışlı değildir. Isı yeniden kullanılmadığından ve havayı besin maddelerinin üzerine üfleme için kullanılan fanlar yüksek enerjiye sahip olduğundan, hava soğutması su soğutmasından daha az enerji verimlidir.

Optimum haşlama sıcaklığı ve süresi, besin maddesinin türüne ve haşlanan parçaların boyutuna bağlıdır. Tipik haşlama koşulları, bir dakika veya daha fazla süreyle 65–95 °C'dir. Buharla haşlama, yüksek BOİ seviyelerine sahip atık su oluşturur.

Enerji verimliliği, buhar basıncını koruma yöntemine bağlı olabilir. Gıda, buhar kayıplarını azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak için döner valfler ve contalar yoluyla ağartıcıya girebilir ve çıkabilir veya buhar, venturi valflerinden geçirilerek yeniden kullanılabilir. Hidrostatik ve venturi valflerinin bir kombinasyonunun kullanılması verimliliği daha da artırabilir.

8.2.2.2 Su soğutmalı bantlı haşlama

Su soğutmalı bantlı haşlama, besin maddesinin uzun, delikli bir konveyör bant üzerinde hareket ettirildiği sürekli bir işlemdir. Haşlanacak besin maddesi, yukarıdan serpilir ve aşağıdan püskürtülen su ile önceden ısıtılır ve ters yönde akar. Ön ısıtma suyunun sıcaklığı, buhar kullanılarak 60 °C'de tutulur. Soğutulan ön ısıtma suyu diğer proseslerde tekrar kullanılabilir;

dondurma tünellerinin yıkanması, kesilmesi ve ön durulanması buna örnek verilebilir.

Haşlama bölümünde ayrıca besin maddelerine yukarıdan su serpilir ve alttan su püskürtülür. Bu adım için su sıcaklığı, örneğin buhar enjeksiyonu ile 80–95 °C'de tutulur.

Son olarak besin maddesi su ile soğutulur. Soğutma, bir dizi farklı bölmede gerçekleştirilir. Her bölmede, besin maddelerinin üzerine ve altına su püskürtülür. Taze soğutma suyu, örneğin 2–15 °C'de soğutma bölümünün son bölümüne girer ve önceki bölmelerde yeniden kullanılır. Soğutma bölümünün birinci bölümünden, yani haşlamadan hemen sonra sıcak olan su, ön ısıtma bölümünde yeniden kullanılarak ısı geri kazanımı ve su tüketiminde azalma sağlanır. Soğutma için mevcut en soğuk su kullanılırsa, bu aynı zamanda hem haşlamadan sonraki soğutma adımı için hem de gıda düşük sıcaklıkta depolama veya işleme, örneğin dondurma gibi amaçlarla kullanılıyorsa, enerji tüketimini de azaltır. Optimum haşlama sıcaklığı ve süresi, yiyeceğin türüne ve boyutuna bağlıdır. Sıcak su haşlama yöntemiyle, yüksek BOİ seviyelerine sahip atık su oluşmaktadır.

Bantlı bir haşlama düzeneği su soğutma ile birleştirilirse, 2–8 kW_s/t'luk donmuş ürün tüketilir. Su soğutmalı bantlı halama, enerji açısından en verimli ağartma tekniğidir. Bunun nedeni, soğutma bölgesinde gıdanın soğutulmasıyla açığa çıkan ısıнын, sebzelerin haşlanmadan önce ısıtılması için kullanılmasıdır. Ayrıca soğutma bölmelerinde tekrar kullanılarak ve ön ısıtma için su tüketimi en aza indirilmektedir.

Tablo 8.6, donmuş ürün miktarı cinsinden ifade edilen su soğutmalı bant ağartıcı için enerji taşıyıcılarını ve tüketimini göstermekte olup bu düzende yani ürünün dondurulduktan sonra donacağı varsayılmaktadır.

Tablo 8.6: Su soğutmalı bantlı bir haşlama sisteminin enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0*
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.09
Buhar basıncı (bar)	7
Elektrik (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	2–9
* Su buhar enjeksiyonu ile ısıtıldığı için sıcak su 0'dır. Kaynak: [192, COM 2006]	

8.2.2.3 Hava soğutmalı bantlı haşlama

Bu yöntem, besin maddesinin uzun, delikli bir taşıma bandı üzerinde hareket ettirildiği sürekli bir işlemdir. Haşlanacak besin maddesi, yukarıdan serpilen ve aşağıdan püskürtülen su ile önceden ısıtılır ve ters yönde akar. Ön ısıtma suyu, buhar kullanılarak 60 °C'de tutulur. Soğutulan ön ısıtma suyu, örneğin yıkama ve kesme işlemleri ve dondurma tünellerinin ön durulanması gibi diğer işlemlerde yeniden kullanılabilir.

Haşlama bölümünde besin maddelerine yukarıdan su serpilir ve alttan su püskürtülür. Su sıcaklığı, örneğin buhar enjeksiyonu ile 80–95 °C'de tutulur.

Haşlanan besin maddesi, ağır hizmet tipi fanlar kullanılarak hava ile soğutulur. Hava akışına su püskürtülerek hava daha düşük bir sıcaklığa kadar soğutulur. Bu su, besin maddelerinin kurumasını engeller. Gerekirse, gıda son soğutma bölümünde su ile daha da soğutulabilir. Bu soğutma suyunun ön ısıtma bölümünde tekrar kullanılması, su fazla enerji tutmadığından kullanışlı değildir. Bu teknik daha az enerji verimlidir, çünkü hava soğutması ile ısı yeniden kullanılamaz ve havayı yiyeceklere üfleme için kullanılan fanlar yüksek enerji tüketimine sahiptir.

Optimum haşlama sıcaklığı ve süresi, yiyeceğin türüne ve boyutuna bağlıdır. Sıcak suda haşlama, yüksek BOİ seviyeleri içeren atık su üretir.

Hava soğutma ile birlikte bantlı haşlama yöntemi kullanıldığında 7–28 kW_s/t'luk donmuş ürün elde edilir. Ağır hizmet tipi fanlar 60 kW_s enerji tüketir. Tablo 8.7, donmuş ürün miktarı cinsinden ifade edilen, hava soğutmalı bantlı ağırtıcı için enerji taşıyıcılarını ve tüketimini göstermektedir.

Tablo 8.7: Hava soğutmalı bantlı bir haşlama prosesinin enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi

Enerji taşıyıcı	Büyüklik sırasına göre göstergeler
Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0*
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.16
Buhar basıncı (bar)	7
Elektrik (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	7-30
* Su buhar enjeksiyonu ile ısıtıldığı için sıcak su 0'dır. Kaynak: [192, COM 2006]	

Konservelerin işlenmesi sırasında, gıdanın yaklaşık 40 °C'ye soğutulması yeterlidir, çünkü bakteriyolojik problemlerin gelişmesini engelleyen ısı içeren daha fazla işleme tabi tutulmaktadır. Koruyucular daha sonraki bir aşamada, örneğin sterilizasyon ve pastörizasyon sırasında ısı işleme tabi tutulur. Bu, meyve ve sebze sektörünün daha fazla soğutulması gereken diğer kullanımlarına kıyasla, konserveler için bu tekniği uygularken daha az enerji kullanıldığı anlamına gelir.

8.2.2.4 Ters akımda su soğutmalı silindirik tanklı haşlama

Bu yöntem, haşlanacak besin maddesinin sisteme bir oluk ve dönen bir vida aracılığıyla aktarıldığı kesikli bir işlemdir. Haşlama düzeneğinde kullanılacak su buhar enjeksiyonu ile ısıtılır. Besin maddesi, delikli bir kürek aracılığıyla sistemden ayrılır. Daha sonra ürün, besin maddesine ters yönde akan su kullanılarak soğutulur. Isıtılan soğutma suyu, örneğin taze gıdayı aynı anda önceden ısıtmak ve silindirik tanklı haşlama düzeneğine taşımak gibi diğer işlemlerde yeniden kullanılabilir.

Optimum haşlama sıcaklığı ve süresi, yiyeceğin türüne ve boyutuna bağlıdır. Ters akımda su soğutmalı silindirik tanklı haşlama düzeneği, ürünün tonu başına 1–2,6 kW_s /t'luk enerji tüketir. Ters akımda silindirik tanklı soğutucu, bir kilogram besin maddesi başına için 2–4 litre su tüketir.

Tablo 8.8'de, gıdanın donacağı varsayılarak, dondurulmuş ürün miktarı cinsinden ifade edilen silindirik tanklı haşlama için kullanılan enerji taşıyıcıları ve gerçekleşen enerji tüketimi gösterilmektedir.

Tablo 8.8: Silindirik tanklı haşlama düzeneğini enerji taşıyıcıları ve büyüklik sırası göstergeleri

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
-----------------	------------------

Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0*
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.16
Buhar basıncı (bar)	7
Elektrik (kW _s _e /t dondurulmuş sebzeler)	0,5–1,3
* Su buhar enjeksiyonu ile ısıtıldığı için sıcak su 0'dır. Kaynak: [192, COM 2006]	

Tablo 8.9, gıdanın donacağı varsayılarak, donmuş ürün miktarı cinsinden ifade edilen, ters akımda silindirik tanklı su soğutması için gerekli enerji taşıyıcılarını ve enerji tüketimini göstermektedir.

Tablo 8.9: Ters akımda silindirik tanklı su soğutması için kullanılan enerji taşıyıcıları ve enerji tüketimi

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar basıncı (bar)	0
Elektrik (kW _s _e /t dondurulmuş sebzeler)	0,5–1,3
Kaynak: [192, COM 2006]	

8.2.3 Ağırlıklı olarak meyve içeren hazır yemekler ve sebzeler

Bazı meyve ve sebzeler muhafaza edilerek korunur. Bu amaçla meyve ve sebzelerin cinsine göre farklı işlemler kullanılmakta ve hazır yemek gibi çeşitli ürünler elde edilmektedir. Çoğu tesiste, çeşitli meyve ve sebze türleri aynı anda ve ardışık olarak farklı ürünlere dönüştürülmek üzere işlenmektedir. Tesislerin çoğu, ürünleri toplu olarak işlemekte ve ürün rotasyonuna uygun olarak mevsimsel değişikliklere tabidir. Ancak bazılarında mevsimsel dalgalanmalardan etkilenmeyen ürün grupları vardır. Dondurulmuş hammaddelerin ek olarak işlenmesine yıl boyunca devam edilir. Bu tür ürün işleme için işleme kapasiteleri giderek daha fazla genişletilmektedir.

8.2.4 Meyve suyu

Avrupa meyve suyu üretiminin büyük kısmı, çoğunlukla portakal olmak üzere turuncgillerden, elma ve armut tipi meyvelerden ve asma meyvelerinden yapılmaktadır. Bazı çekirdekli meyve suları da üretilmekte olsa da bu üretim çok daha küçük miktarlarda gerçekleştirilmektedir.

Tipik bir narenciye suyu işleminde, meyve, çubuklar ve yapraklar, yapışan kir ve böcekler gibi yabancı maddeleri çıkarmak için sınıflandırılır, derecelendirilir ve yıkanır. Meyve daha sonra yağ çıkarma ekipmanından geçirilir ve burada yağ keselerini yırtmak ve yıkama yoluyla çıkarılan narenciye yağını serbest bırakmak için meyve kabuğunun yüzlerce küçük parçasına tabi tutulur. Meyve suyu çıkarma işleminden sonra yağ ekstraksiyonu yapılabilir. Meyve suyu mekanik olarak çıkarılır ve kalan malzeme fazla küspeyi, kabuk parçalarını ve tohumları gidermek amacıyla elenir. Elenen meyve suyu, konserve, aseptik işleme, kimyasal inhibisyon, dondurma ve membran ayırma gibi bir dizi yöntemle korunur. Nakliye maliyetlerini azaltmak için paketlemeden önce konsantre edilebilir. Meyve suyu muhafaza edilmeden önce veya sonra berraklaştırılabilir.

Tipik bir nar suyu prosesi, benzer prosesleri içerir, ancak bir yağ çıkarma adımı mevcut değildir. Taze meyveler, işleme tesisine teslim edilir ve boşaltılır, yıkanır, tasnif edilir ve daha sonra da örneğin şeftali ve kayısı için nihai çekirdek veya çekirdek çıkarma işleminden sonra ezilir. Beyaz meyveler, enzimatik esmerleşmeyi önlemek için ısıtılır. Ezilmiş meyveler daha sonra süzülür ve sularının çıkarılması için rafine edilir. Elma suyu için, meyve suyu bazen enzimatik bir işlem ve filtreleme ile berraklaştırılır.

Portakal, elma ve domates suları genellikle normal olarak buharlaştırma veya bazı durumlarda RO veya kriyokonsantrasyon yoluyla konsantre edilir. Meyve suyu ya taze meyvelerden ya da narenciye, ananas ve diğer tropik meyvelerin yeniden yapılandırılmış konsantrelerinden elde edilir. Meyve sularında olduğu gibi doğrudan paketlenabilir veya nektarlarda olduğu gibi şeker ve su ile karıştırılabilir. Daha sonra meyve sularının havası alınır ve şişelere doldurulur veya sıcak halde dolum yapılır.

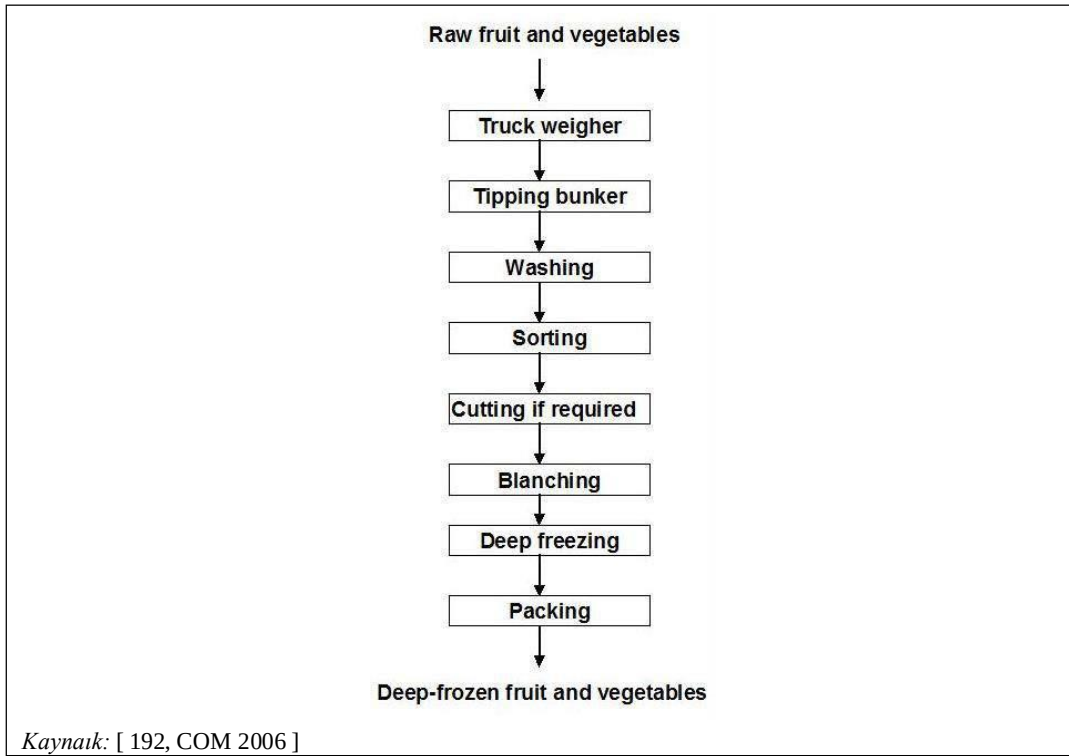
Düşük pH nedeniyle, bir buhar tüneline şişe sterilizasyonundan sonra ürünü stabilize etmek için bir HTST pastörizasyon işlemi ile doldurma yeterlidir. Aseptik paketlenme, tümü aseptik koşullarda pastörizasyon, soğutma ve dolum yoluyla gerçekleştirilir. Doldurma, karton kutularda veya önceden oluşturulmuş karton kaplarda gerçekleştirilir.

8.2.5 Isıl işlem görmüş meyve

Tipik meyve konservesi işlemlerinde, meyve ideal olarak teslimattan sonra mümkün olan en kısa sürede kullanılır, ancak genellikle elmalarda olduğu gibi bir süre soğuk koşullarda saklanması gerekir. Meyveler önce yıkanır, daha sonra tasnif edilir ve gerekirse kesilir ve daha sonra soyulmadan önce derecelendirilir veya çekirdekleri çıkarılır. Soyma işlemi için aşındırıcı, kostik, buhar veya mekanik soyma dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılır. Soyulmuş meyveler haşlanabilir veya esmerleşmeyi önlemek için tuzlu su veya askorbik asit çözeltileri gibi malzemeler içeren tanklara aktarılabilir. Gerekirse meyve dilimlenebilir. Portakal dilimleri gibi ürünler, konserve öncesi meyve liflerini çıkarmak için asit ve kostik ıslatmalara tabi tutulur. Meyve, şurup veya doğal meyve suyu, kaplara, örneğin kutulara veya cam kavanozlara doldurulur. Sızdırmazlıktan önce, sürüklenen gazları çıkarmak için hafifçe ısıtılabilirler, bu işlem, boşaltma olarak bilinir. Vakum koşullarında doldurma yapılması, boşaltma ihtiyacını ortadan kaldırır. Kap daha sonra kapatılır, ısıl işlemden geçirilir ve soğutulur. Meyveler için 100 °C'nin altında bir sıcaklıkta pastörizasyon işlemi uygulanması yeterlidir.

8.2.6 Dondurulmuş meyve ve sebzeler

Meyve ve sebzelerin dondurulması başlı başına önemli bir muhafaza yöntemidir ve örneğin reçel üretimi için daha fazla işlenecek meyve ve sebzeleri korumak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Dondurulması amaçlanan meyve ve sebzeler, genellikle tek tek hızlı dondurulmadan veya şurup içinde paketlenmeden veya dondurulmadan önce püre haline getirilmeden önce yıkanır ve incelenir. Tipik hızlı dondurma yöntemleri, örneğin bant veya tamburlu dondurucular gibi soğutulmuş bir katı ile doğrudan teması, soğutulmuş hava veya diğer gazlı karışımlarla, örneğin üfleme havası, akışkan yataklı ve spiral dondurucular ile doğrudan teması, soğutulmuş bir sıvıya doğrudan daldırmayı, örneğin tuzlu su dondurucularını veya kriyojenik dondurucular. Derin dondurulmuş meyve ve sebzeler için süreç Şekil 8.4'te gösterilmektedir.



Şekil 8.4: Derin dondurulmuş meyve ve sebzeler için uygulanan proses

8.2.7 Meyve konserveleri

Konserve, reçel, jöle, marmelat ve kıyma üretimini içerir. Esasen meyve ve şekerin sonraki pişirme ile birleştirilmesidir. Yeterince yüksek şeker içeriğine, düşük a_w değerine ve tatmin edici bir raf ömrüne sahip lezzetli bir ürün üretilir.

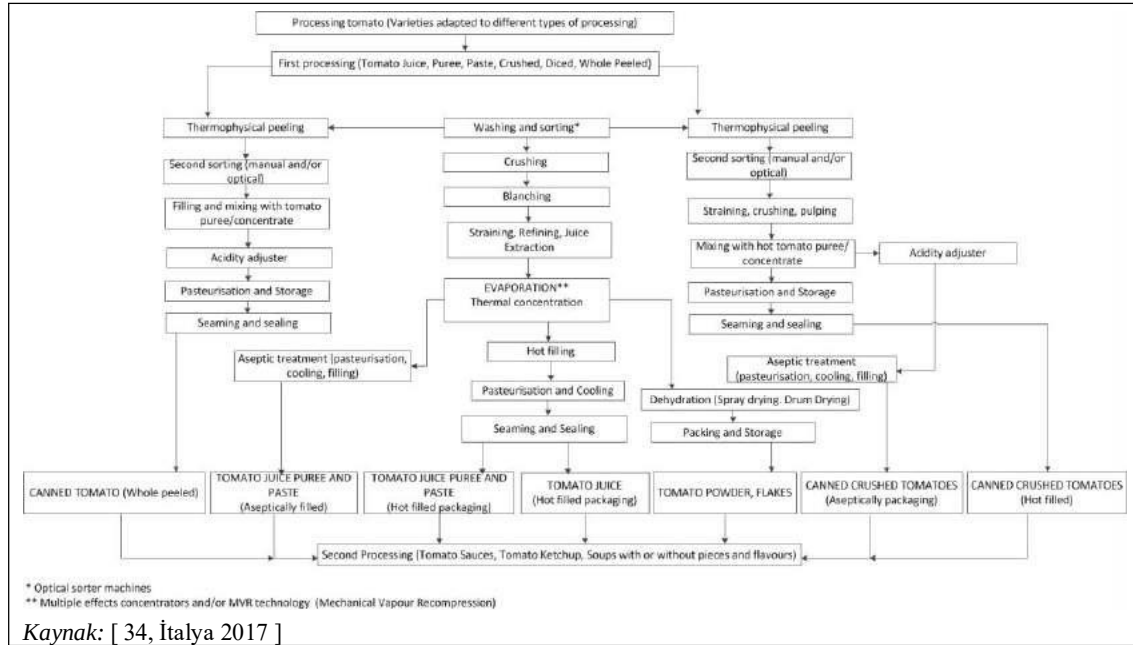
85 °C veya üzerinde pastörizasyon işlemi uygulanır. Reçeller posa ve meyve suyu kullanılarak yapılır, örneğin marmelat için narenciye ve jöleler için berrak meyve suyu elde edilir. Bir konservenin temel bileşeni meyvedir; kullanılan tatlandırıcı maddeler, tipik olarak sakaroz ve/veya çeşitli şeker şurupları; asitler, tipik olarak sitrik veya malik asit; trisodyum sitrat gibi tamponlar; lor/kıyılmış ezme içindeki yağlar; narenciye kabuğu, kıyılmış ürün ve marmelat için; jelleştirici maddeler, genellikle pektin ve köpük önleyici maddeler – donmuş veya kükürtlü meyveler. Tipik bir işlemde, meyve genellikle önceden hazırlanmış olarak ya donmuş ya da kükürtlenmiş olarak gelir. Hazırlanan meyve, pektin, sakaroz, glikoz şurubu ve diğer küçük bileşenler daha sonra bir karıştırma kabında karıştırılır. Karışım, kesikli veya sürekli yöntemler kullanılarak atmosferik basınçta ya da vakum altında kaynatılır. Kaynattıktan sonra reçel, fırına sürülmek üzere ayrı porsiyonlardan dökme tanklarına kadar çeşitli kaplara doldurulur.

8.2.8 Kurutulmuş meyve

Kuru meyve işlemede üzüm, kayısı, armut, muz ve erik gibi hammaddeler kullanılır. Uygulanan proses temel olarak ayırma, sınıflandırma, yıkama, kurutma ve paketlenme işlemlerinden oluşur. Bazı üreticiler mekanik yöntemler, tipik olarak içinden sıcak havanın geçtiği tüneller kullanmasına rağmen, meyvelerin büyük bölümü kaynağında güneşte kurutulur. Bazı meyveler, meyveyi korumak ve meyve dokusunu yumuşatmak için kurutmadan önce kükürtlenir, bu da kurutma sırasında daha hızlı nem kaybına neden olur. Bazı durumlarda, hasattan sonra meyve, daldırma yağı da içeren bir potasyum karbonat çözeltisi ile işlenir veya bu çözeltiye daldırılır. Daldırma yağının bileşimi üreticilere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, bazı üreticiler zeytinyağı kullanmakta olup diğerleri ise yağ asitlerinin etil esterleri ve serbest oleik asit karışımlarını kullanabilmektedir.

8.2.9 Domates

AB'de 2000 yılında yaklaşık 8 milyon ton domates işlenmiş olup bunun 5 milyon tonu İtalya'da işlenmiştir (2016'da 5.18 milyon ton). İspanya, Portekiz, Yunanistan ve Fransa'da da önemli miktarlarda domates işlenmektedir. Domatesler, farklı ürün türleri için farklı şekillerde işleme tabi tutulur. Ana ürün, meyve suyundan konsantre edilerek elde edilen 28–30 °Bx'lik domates salçasıdır. Diğer ürünler, bütün, doğranmış veya ezilmiş soyulmuş domatesler, passata gibi domates suları ve toz ve pul gibi kurutulmuş ürünlerdir. Domates üretimi için uygulanan temel işlemler Şekil 8.5'te gösterilmektedir.



Şekil 8.5: Endüstriyel domates türleri prosesinin ana üniteler operasyonları

8.2.10 Patates

Patates bazlı başlıca ürünlerden ikisi cips ve patates kızartmasıdır. Her ikisinin de üretimi, esasen, ham maddenin soyulması, uygun bir boyuta dilimlenmesi ve haşlanması ve bunların ardından da arzu edilen duyu özelliklerinin elde edilmesi için kızartılmasından oluşur. Patateslerin renginin solmasını önlemek için patates işleme sektöründe genellikle disodyumdifosfat (E450i) adı verilen bir madde kullanılır. Bu madde, patates işleme tesislerinden çıkan atık suda bulunan çok önemli bir fosfor kaynağıdır. Patateslerin renginin solmasını önlemek için sodyum metasüfit (E223) de kullanılabilir. Kızartmalar çoğunlukla dondurulmuş olarak satılır ve kısmen veya tamamen kızartılabilir. Cipslerin modifiye edilmiş ortamlı paketlerde satılması giderek yaygınlaşmaktadır.

Ürün ister patates kızartması, ister patates püresi veya başka bir patates ürünü olsun, yıkama banyosunda ciddi işleme zorluklarına yol açabilecek köpük oluşumu ortaya çıkabilmektedir. Nişasta köpüğü çok kararlı bir maddedir ve çıkarılması zordur. Köpük kontrolünde uygulanan mekanik yöntemlerinin etkisi o kadar sınırlıdır ki, köpük kontrol ajanlarının eklenmesi en pratik çözüm olabilir [51, Ullmann 2001].

Kızartmanın amacı, patatesi yemeklik yağda 175 °C civarındaki sıcaklıklarda pişirmektir. Normal olarak bitkisel yağ veya hayvansal yağ ve bitkisel yağ karışımı kullanılır. Ürün, ortalı bir bant üzerinde fritöze alınır. Fritöz, yağ içeren yatay bir hazneden oluşmaktadır. Ürün yağın içine düşer ve hamurla kaplandığında genleşerek yağın yüzeyine çıkar. ortalı bant, ürünü fritözden geçiren ve kızartma süresini kontrol eden ana fritöz bandının altında beslenmektedir. Fritözün ucundaki çıkarma kayışı vasıtasıyla fritöz ürünü yağdan çıkarır, drenajı sağlar ve ürünü muayene ve paketleme bantlarına aktarır. Fritözler, duman sızıntısını önlemek için bir duman tahliye fanı ile donatılmıştır. Kızartma sıcaklığı ve süresi işlenen ürüne göre değişmektedir. Sıcaklıklar 160 °C ile 175 °C arasında değişmekte olup ve fritözde kalma süreleri normalde yaklaşık 35 saniyedir ancak daha uzun da olabilir.

Bazı Üye Ülkelerde (örneğin: Belçika, Hollanda, Fransa vb.), patates kızartmalarının entegre tesislerde üretilmesi tipik bir uygulamadır (patates kızartması veya püresi ürünleri üretimi ve patates nişastası üretimi aynı tesislerde gerçekleştirilir).

8.2.10.1 Patates kızartma

Patatesler tesise teslim edilir ve taşları, çakılları ve diğer yabancı maddelerin temizlenmesi için tasnif edilir. Hammadde yıkanır, derecelendirilir ve soyulur. Mekanik, buhar ve kostik soyma dahil olmak üzere bir dizi soyma yöntemi mevcuttur. Büyük yumrular genellikle patates kızartması üretiminde kullanılmak üzere sınıflandırılır. Patatesler, bağımsız olarak çalıştırılan çoklu bıçaklar kullanılarak gerekli boyut ulaşıncaya kadar kesilir. Haşlamadan önce kesik parça artıkları, şeritler ve kırık parçalar temizlenir. Patatesler genellikle yaklaşık 60-85 °C'de buhar veya su kullanılarak haşlanır. Çoklu haşlama aşamaları uygulanabilir.

Hem kızartma yağının ömrünü korumak hem de kızartmaların nem içeriğini azaltmak için kızartmalardaki fazla nem uzaklaştırılır. Bu, ayrıca gerekli kızartma süresinde bir azalmaya da yol açar. Konveyör kurutucular, büyük işleme tesislerinde kullanılmaktadır. Patates kızartması tipik olarak 160–175 °C'de kızartılır; Kızartma süresi tamamen kızartılmış ve kısmen kızartılmış ürünler için değişmektedir. Dondurulmadan önce patateslerin fazla yağları alınır. Bazı üreticiler yağı yeniden kullanmak üzere geri dönüştürmektedir. Bantlı dondurmanın daha fazla enerji verimliliği sağladığı bildirilse de, bitmiş ürünün dondurmak için seçenek olarak akışkan yataklı dondurma kullanılabilir.

8.2.10.2 Patates cipsi

Cips üretimi için işleme yöntemleri büyük ölçüde farklılık göstermekte olsa da genellikle yıkama, soyma, düzeltme ve ayırma, dilimleme, durulama, kısmi kurutma, kızartma, tuzlama, tatlandırma, soğutma ve paketlenme şeklindedir. Patatesler önce silindirik tank veya yüzer yıkama üniteleri ile yıkanır. Taş, kum, kir ve yabancı maddeler temizlenir. Patatesler yıkayıcılara alınır ve aşındırma yöntemiyle soyulur. Soyulmuş patatesler, gözleri, çürükleri ve çürüyen kısımları gidermek için budanır. Dilimleme, dairesel bir sabit plaka ve dönen bir tambur üzerine monte edilmiş bir dizi bıçak kullanılarak gerçekleştirilir. Nişastayı ekipmandan temizlemek için su verilir. Dilimlenmiş patatesler, yüzeydeki nişastayı ve şekeri çıkarmak için genellikle tamburlu yıkayıcılarda yıkanır.

Bazı üreticiler cipsleri kızartmadan önce işleme buhar ceketli su dolu tanklar kullanarak haşlarlar. Tipik haşlama koşulları, bir dakika veya daha fazla sürede ve 65–95 °C sıcaklıkta gerçekleştirilir. Yıkandıktan sonra yüzey nemi, basınçlı hava ve üfleyici fanlar, titreşimli örgü kayışlar ve ısıtılmış hava gibi çeşitli yöntemlerle giderilir. Gevrek kızartma kesikli veya sürekli olabilir. Sıcaklıklar 160 °C ila 190 °C arasındadır ve pişirme süreleri tipik olarak 1,5 ila 3 dakika arasındadır. Cipsler fritözden ayrıldığında, fazla yağı çıkarmak için çalkalanır ve bir tuzun altında çalışan bir kayışa boşaltılır. Tatlandırıcı tuzla karıştırılabilir veya döner tamburlarda cipslerin üzerine toz/püskürtülebilir. Son olarak cipsler soğutulur ve paketlenir.

8.2.11 Sebze suyu

Havuç, kereviz, pancar ve lahana gibi bitkisel kaynaklardan önemli miktarlarda sebze suyu üretilmektedir. Genel olarak, taze sebzeler kaba öğütme işleminden önce yıkanır ve tasnif edilir ve daha sonra da suyunu çıkarmak için preslenir. Çoğu sebze suyunun asitliği düşüktür, yani $pH > 4,5$ 'tir ve bu nedenle muhafaza için tam bir sterilizasyon işlemi gereklidir. Sebze suları bazen pH'ı düşürmek için organik veya mineral asitlerle asitlendirilir, böylece pastörizasyon gibi daha hafif bir ısıl işlemin uygulanması mümkün olur. Bazı düşük asitli meyve suları, domates, ravent, narenciye, ananas veya lahana gibi yüksek asitli meyve suları ile karıştırılır ve böylece sadece pastörizasyon gerektirecek kadar asidik hale gelirler. Bazı sebzeler asitlendirme ve ekstraksiyondan önce haşlanabilir. Kök sebzeler genellikle maserasyon ve ekstraksiyondan önce soyulur.

8.2.12 Isıl işlem görmüş ve dondurulmuş sebzeler

Proses koşulları sebzenin türüne göre değişkenlik gösterse de gerek ısıl işlem gören gerekse de dondurulmuş sebzelerle ilgili ilk işlemler Bölüm 8.2.5'te açıklananlara benzer yöntemler içerir. Genellikle taş ve kir gibi yabancı maddeleri çıkarmak için yıkama, derecelendirme ve eleme işlemleri uygulanır. Yıkandıktan sonra sebzeler soyulur ve kesilebilir. Soyulduktan sonra, sebzeler bütün olarak bırakılabilir veya dilimlenmiş veya doğranmış olarak çeşitli şekillerde kesilebilir. Bazı sebzeler, yüzeydeki nişastayı çıkarmak için dilimlendikten sonra yıkanır. Çoğu sebze için haşlama işlemi gereklidir. Buhar veya su ile haşlama kullanılan en yaygın yöntemlerdir. Ürün daha sonra hızla soğutulur. Soğutulduktan sonra ürün, hızlı bir şekilde dondurulmadan veya kutulara veya cam kavanozlara, genellikle örneğin şeker, tuz veya asit gibi sıcak tuzlu su ile doldurulmadan ve ardından ısıl işlemde geçirilmeden önce yeniden incelenebilir ve elenebilir. pH, mikrobiyal inhibisyon için çok yüksek olduğundan sebzeler genellikle tam bir sterilizasyon işleminden geçer.

8.2.13 Sebze turşuları

Tipik bir turşu yapma işleminde, çiğ sebzeler alınır, yıkanır ve ardından taş gibi yabancı maddelerin ayıklanmasını için elenir. Sebzeye bağlı olarak, hammadde buharda pişirildikten sonra soğutulabilir. Ürün daha sonra tipik olarak buhar kullanılarak soyulur ve gerekli boyutlara kesilmeden önce yeniden incelenir, örneğin dilimlenmiş/doğranmış/rendelenmiş ve dolum hattına nakledilir. Doğranmış sebzeler daha sonra kaplara doldurulur.

Sebzeler bir fermentasyon sürecinden geçtiğinde, düşük pH'ları bakterilerin çoğalmasını ve çimlenmesini sınırlar. Bu nedenle pastörizasyon işlemi, yalnızca ortam koruma koşullarında depolama gerekiyorsa gereklidir. Ürün tuzlu su, sos veya herhangi bir sıvı dolgu (formülasyona bağlı olarak tipik olarak asetik asit, malt sirkesi, ruh sirkesi, damıtılmış malt sirkesi, sıvı şeker ve tuzdan oluşur) ile paketlenildiğinde, gıda ürününün pastörizasyonu ve ambalajı pastörizasyon ekipmanı (örn. tünel) kullanmak yerine paketleme ortamı ile sağlanabilir. Bu durumda sıvı ortam, ürünün pH derecesine bağlı olarak 80–95 °C'ye kadar ısıtılır. Daha sonra ambalaja doldurulur, böylece bitkisel hücreler, mayalar ve küfler inaktive edilir. Ambalaj hemen kapatılır, ardından ters çevrilir, böylece dekontaminasyonu sağlamak için sıcak sıvı ortam kapakla temas eder. Ürün daha sonra ters çevrilir ve ya doğal olarak ya da soğutma tünelleri ile soğutulur. Sıvı sıcaklığının ve çevirme süresinin izlenmesi, bu ürünlerin içerdiği mikrobiyolojik risklerle ilgili kritik parametrelerdir [54, EUPPA 2018].

8.2.14 Sebze kurutma

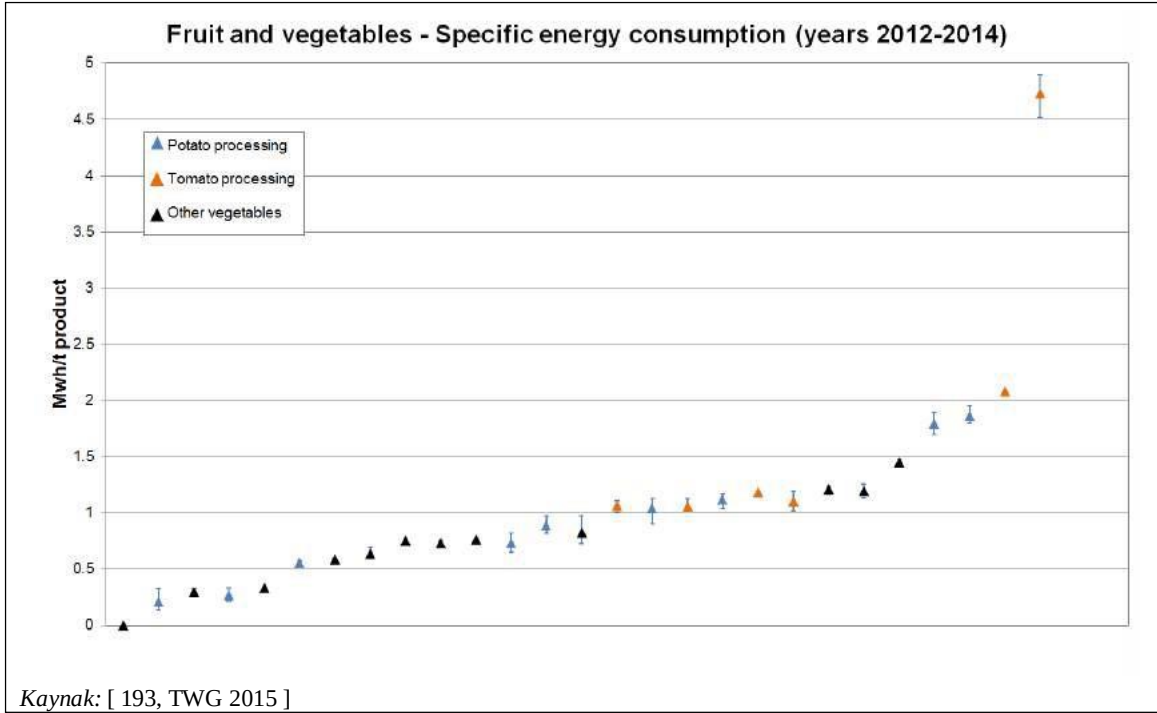
Patates, domates, mantar, soğan gibi hammaddeler için sebze kurutma yöntemi kullanılmaktadır. Uygulanan temel proses, meyve işleme ile aynıdır, yani tasnif, sınıflandırma, yıkama, kurutma ve paketleme yapılır. Birçok sebze kaynağında güneşte kurutulabilir. Bunun için mekanik yöntemler de kullanılabilir.

8.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

8.3.1 Enerji tüketimi

Isıtma, soğutma, kurutma, buharlaştırma, sterilizasyon, pastörizasyon ve haşlama gibi prosesler önemli miktarda enerji tüketir. Hemen hemen her işlem adımı elektrik tüketimi gerektirir. Buhar üretimi için doğal gaz kazanları kullanılabilir. Dondurulmuş sebze sektörü, büyük bir elektrik ve doğal gaz tüketicisidir. Derin dondurma en çok elektriğin kullanıldığı işlemdir.

Şekil 8.6'da, çeşitli meyve ve sebze tesislerinden elde edilen spesifik enerji tüketimine (MWs/ton ürün) ilişkin veriler gösterilmektedir. Tesisler arasında proses için kullandıkları farklı hammaddelere göre de bir ayırım yapılmaktadır.



Şekil 8.6: Meyve ve sebze üretiminde özgül enerji tüketimi (MWs/ton ürün)

Domates tozu veya konsantresi üretimi ve patates gevreği ve tozu üretimi için yüksek enerji tüketimi seviyeleri bildirilmiştir [193, TWG 2015]. İspanya'da salça, toz ve konsantre üreten birkaç tesis, 1,25–2,4 MWs/ton ürün aralığında belirli enerji tüketim seviyeleri bildirmiştir [299, TWG 2018].

Derin dondurma sırasında çok düşük bir sıcaklığa, yani -30 °C ila -40 °C'ye kadar soğutma gereklidir. Bu işlem sırasında 80-280 kW_{se} /t'luk donmuş sebze oranında enerji tüketilir. Diğer işlemler, örneğin yıkama, donmuş ürünler için daha az elektrik enerjisi, maksimum 28 kW_{se} /t'luk bir tüketim gerektirir. Derin dondurulan havuçlar ± 8 kW_{se} /t, dondurulmuş tek sakalı ise ± 20 kW_{se} /t oranında tüketir ve bu ürünler ayrıştırma işlemi için çok fazla elektrik enerjisi gerektirir. Ispanağı derin dondurmak için yıkamak ± 4 kW_{se} /t tüketir ve yoğun elektrik gerektirir. Dondurulmuş fasulye ve teke sakalının mekanik işlenmesi sırasıyla ± 6 kW_{se} /t ve ± 9 kW_{se} /t seviyesinde enerji tüketmektedir, yani bu sebzeler diğerlerine kıyasla çok daha fazla elektrik tüketmektedir.

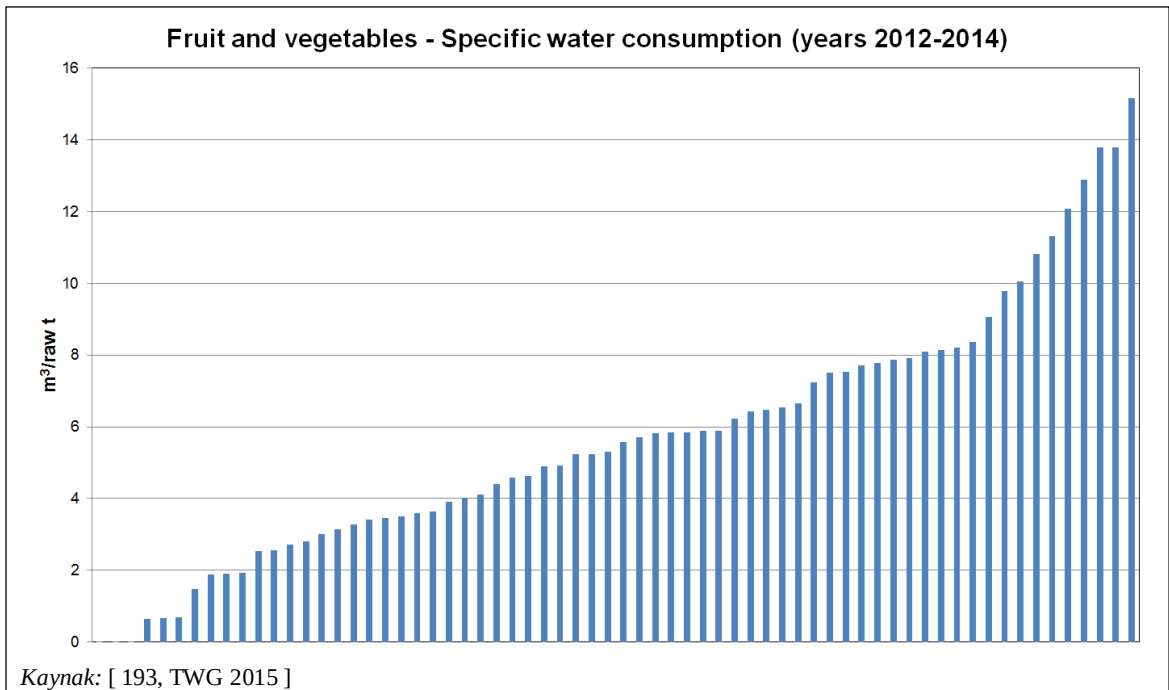
7-30 kWs_e/t'luk donmuş ürün üreten hava soğutmalı bantlı ağartma ünitesinin elektrik tüketimi, 2-9 kWs_e/t'luk donmuş ürün üreten su soğutmalı bantlı ağartma ünitesininkinden veya 1–2,6 kWs_e/t'luk donmuş ürün üreten ters akımda su soğutmalı silindirik tanklı ağartma ünitesinin elektrik tüketiminden belirgin biçimde daha fazladır. Ispanak, paketleme veya porsiyon yapma gibi ara işlemler için en fazla elektrik gerektiren işlemdir.

Soyma ve ağartma için buhar kullanılır. Buharla soyma, kostik soymaya göre yaklaşık beş kat daha fazla buhar kullanır. Su soğutmalı bantlı ağartma, hava soğutmalı bantlı ağartma veya ters akımda su soğutmalı silindirik tanklı ağartma enerjisinin yaklaşık yarısını tüketir. Depolama için yıllık elektrik tüketimi, depolama alanının m³'ü başına 20 kWs ile 65 kWs arasında değişmektedir.

8.3.2 Su tüketimi

Su, esas olarak yıkama sırasında kullanılır. Soyma ve ağartma sırasında da kullanılabilir.

Şekil 8.7, çeşitli meyve ve sebze tesislerinden elde edilen spesifik su tüketimine (m³ /ton ürün) ilişkin verileri göstermektedir. Genellikle su geri dönüşümü uygulanmaktadır. Domates işleme için daha yüksek spesifik su tüketimi seviyeleri bildirilmiştir.



Şekil 8.7: Meyve ve sebze üretiminde spesifik su tüketimi (m³ /ton ürün)

Domates tozu üretimi ve patates gevreği ve tozu üretimi için yüksek atık su deşarj seviyeleri bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Meyve ve sebze sektöründeki bazı işlemler için bildirilen su tüketim seviyeleri Tablo 8.10'da gösterilmektedir.

Tablo 8.10: Meyve ve sebze sektöründeki bazı işlemlerdeki su tüketimi

Üretim	Birim	Su tüketimi
Patates - patates kızartması	m ³ /ton çiğ patates	1,25–4,3
Patates – püresi ve diğer patates ürünleri	m ³ /ton çiğ patates	2,7-5
	m ³ /ton üretim	10
Meyve ve sebzeler - kutular	m ³ /ton ham ürün	1-16
	m ³ /ton	8-9
Meyve - kutular	m ³ /ton üretim	2.5–4.0
Sebzeler - kutular	m ³ /ton üretim	3.5–6.0
	m ³ /ton ham ürün	10
Meyve ve sebzeler - dondurulmuş	m ³ /ton ham ürün	13–43
	m ³ /ton üretim	5.0–8.5
	m ³ /ton ham ürün	5
Meyve ve sebzeler - yıkama	m ³ /ton ham ürün	3
Meyve suyu	m ³ /ton üretim	6.5

Kaynak: [54, EUPPA 2018], [87, Belçika-VITO 2015]

8.3.3 Katı çıktılar

Çok miktarda organik kalıntı üretilmektedir. Bunlar, seçim sırasında atılan meyve ve sebzeler dahil olmak üzere organik malzemeler ve soyma veya çekirdek çıkarma gibi işlemlerden elde edilen katı maddelerdir. Bunlar tipik olarak yüksek bir besin değerine sahiptir ve hayvan yemi olarak kullanılabilir veya anaerobik fermentasyona yol açabilir. İlk işleme adımlarından atılan istenmeyen materyaller arasında toprak ve yabancı bitki materyali, bozulmuş gıda stokları ve bazı kırpıntılar, kabuklar, çekirdekler, tohumlar ve hamur bulunur.

Meyve ve yumuşak sebzelerin soyulması için kostik maddeler kullanıldığında, yüksek oranda alkali veya tuzlu katı atık üretilir. Yüksek nem içerikli katı atıklar, çözünmüş katıların veya TSS'nin konsantrite edildiği ve atık sudan ayrıldığı ıslak temizleme ve yeniden değerlendirme işlemleri ile üretilebilir.

Oluşan farklı kalıntılar için olası yeniden kullanım ve bertaraf yolları aşağıdaki gibidir:

- Elma posasından elde edilen besleyici olmayan lif, kurutulmuş narenciye kabuğu ve soya fasulyesinden çıkan lesitin, fermente gıdalar, içecekler, yağlar ve proteinler gibi gıdaların üretiminde veya biyolojik olarak parçalanabilen paketleme ve yapı malzemelerinin hazırlanması için biyopolimerlerin geliştirilmesinde kullanılabilir. Pektin, elmalardan elde edilmektedir. Narenciye, meyve suyu üretimi sırasında çıkarılır.
- Narenciye atıkları, üzüm artıkları, üzüm ve patates işleme atıkları, furfural, ksilitol, alkol, organik asitler ve polisakkaritler gibi doğal kimyasalların ve hikogenin, antibiyotikler ve vitaminler gibi farmasötiklerin biyosentezi için kullanılabilir. Bu seçenek, fırsatların artmasıyla birlikte giderek artan biçimde kullanılmaktadır.
- Şeker pancarı küspesi, elma ve domates posası ve narenciye küspesi peletlerinden, işlemsiz veya işleminden sonra (fiziksel, kimyasal, mikrobiyal, silaj, mikrobiyal biyokütle üretimi) hayvan yemi üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu kullanım yöntemi, nakliye, depolama ve nakliye sırasında çürüme ve alkaliler veya tuz gibi istenmeyen bileşenlerin varlığı gibi çeşitli faktörlerle sınırlıdır. Su içeriği, nakliye maliyetlerine ve bir dereceye kadar çürüme oranlarına en büyük katkıyı sağlamaktadır. Çürüme katı atıkların raf ömrünü ve değerini azaltır ve hayvansal yem olarak kullanımlarını sınırlar.
- Şeftali ve zeytin çekirdekleri, pirinç kabukları ve saman doğrudan yakılabilir veya biyogaz veya alkol üretmek için dönüştürülebilir. Yakma, nispeten düşük (< %10) su içeriğine sahip katı atıklar için uygun bir seçenektir. Katalitik gazlaştırma veya piroliz de uygulanabilir.
- Organik atıkların kompostlanması ve toprağa yayılması, koku ve organiklerin sızması ile olası toprak kontaminasyonu nedeniyle sınırlıdır.

Meyve ve sebze sektöründe kullanılan birim işlemler içinde, kabuk soyma, önemli seviyede katı çıktı ve atık su oluşmasına neden olan işlemlerden biridir.

Buharlı soyma genellikle büyük miktarlarda patates, havuç ve diğer yumrular için kullanılır. Ön işleme, yıkama ve çamur ve taşların ayıklanmasını içerir. Bu katı atığın biyolojik dönüşüm açısından hiçbir değeri yoktur. Soymada üretilen atık, sulu fazdan çöktürme ile ayrılan, kurutulan ve kompostlaştırılabilen, esas itibarıyla kabuk olmak üzere katı maddeler içerir. Mineralleri, lifleri ve fenolikleri geri kazanmak için ayrıca işlenebilirler. Sulu faz, diğer proseslerden gelen atık su ile birlikte atık su arıtımı için kullanılır. Belediyeye ait Atıksu Arıtma Tesise deşarj edilmeden önce KOİ cinsinden ifade edilen kirletici yükü yaklaşık 4 000 mg/l'dir. Bu atık sudan çözünür vitaminler, nişasta, lif ve doku sıvısı geri kazanılabilir.

Patates, havuç, elma, armut vb. küçük miktarlarda veya sebzelerin ikram amaçlı veya kurumsal mutfaklarda kullanıldığı durumlarda mekanik kabuk soyma yöntemi kullanılmaktadır. Soyma genellikle ana işlemcinin dışında gerçekleştirilir. Farklı kapasite ve ekipmanlara sahip çok sayıda kabuk soyma firması bulunmaktadır. Ünite operasyonları temel olarak buharlı soyma ile aynıdır. İşlem, buharlı soyma işlemi adımına benzer şekilde çamur ve taşların ayrılmasıyla başlar.

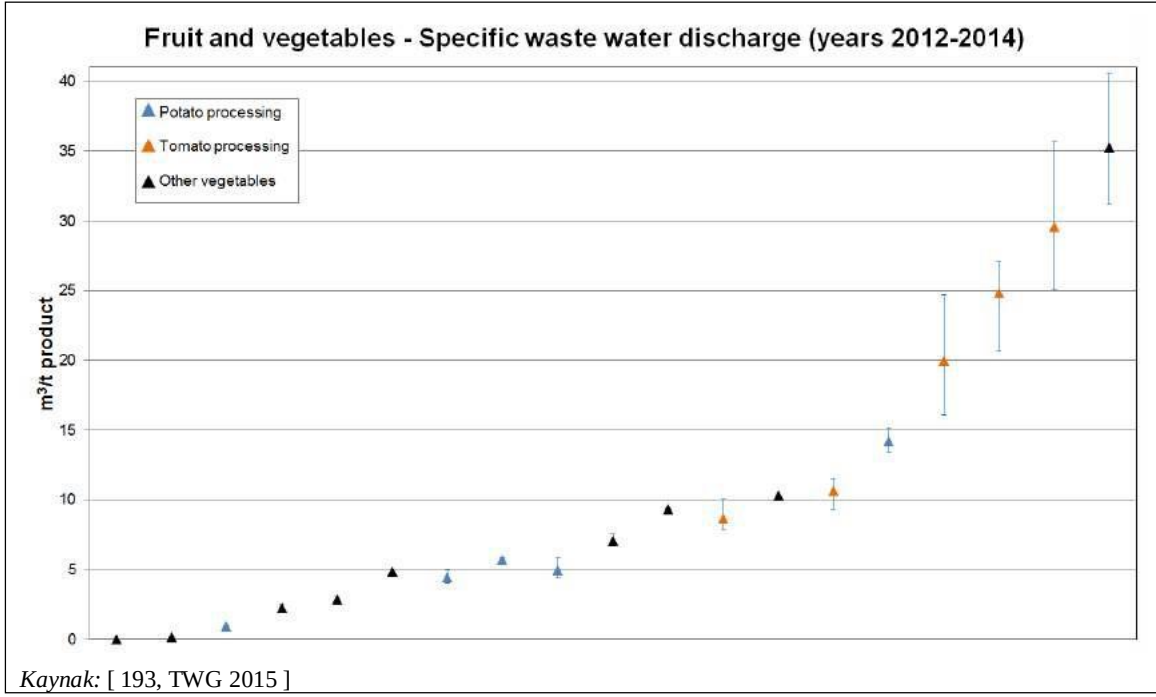
Soyma birbirini izleyen üç adımdan oluşur: örneğin karborundumun kullanıldığı mekanik ön soyma; bıçak soyma; ve sonra yıkama gibi adımlar bulunmaktadır. Atık su her üç adımda da oluşmaktadır. Sedimentasyondan sonra sulu faz atık su arıtmaya gider. KOİ cinsinden ifade edilen kirletici yükü yaklaşık 5 000 mg/l'dir. Ayrılan katı faz normal olarak kompostlaştırılır. Vitaminler, nişasta, lif ve mineraller geri kazanılabilir.

Bıçakla soyma, buharlı soymaya benzer bir çıktı üretir ve benzer şekilde, doğrudan hayvan yemi olarak veya bileşenlerinin geri kazanılması için kullanılabilir. Üretilen toplam organik katı atığın yaklaşık %60'ı ön soyma, aşındırma soyma ile, kalanı ise bıçakla soyma işleminden kaynaklanmaktadır. Kesimden sonra, örneğin çok koyu veya çok küçük olan kusurlu parçalar ayrılır ve hayvan yemi olarak kullanılır. Bununla birlikte, özellikle havuç işlemede, bu yan üründen C vitamini, lif, fenolik bileşikler ve karotenoidler gibi birçok değerli madde geri kazanılabilir. Sonraki adım durulamadır ve patates işleme durumunda, renklenmeyi (patateslerin beyazlatılması durumunda) veya sülfidlerin (beyazlatılmaması durumunda) önlenmesi için genellikle disodyumdifosfat (E450i) ilavesiyle birleştirilir.

8.3.4 Suyu salınan emisyonlar

Atık su özellikleri çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bunlar, işlenmekte olan hammaddeyi, mevsimsel ve kaynak varyasyonlarını, birim operasyonları, üretim modellerini ve operatör uygulamasını içerir.

Şekil 8.8, meyve ve sebze tesislerinden ve her türlü deşarjdan kaynaklanan belirli atık su deşarjları (m³/ton ürün) hakkında bildirilen verileri göstermektedir. Tesisler arasında işledikleri farklı hammaddelere göre de bir ayırım yapılmaktadır. Domates işleme için daha yüksek deşarj edilen atık su hacimleri bildirilmiştir.



Şekil 8.8: Her türlü meyve ve sebze üretiminde spesifik atık su deşarjı (m^3 /ton ürün) deşarjı

Şekerler, nişastalar ve diğer çözünür organik bileşiklerin çiğ meyve veya sebzelerden haşlama suyuna sızması, yüksek BOİ, TSS ve çözünmüş katı emisyon seviyeleri meydana gelmesine yol açar. Haşlama suyu normal olarak yeniden kullanıldığından/geri dönüştürüldüğünden, haşlamadan kaynaklanan atık su hacmi normalde nispeten küçüktür. Ancak bu, atıktaki kirleticileri yoğunlaştırma eğilimindedir.

Belçika'da çeşitli meyve ve sebzelerin işlenmesinden kaynaklanan yüzey sularında bildirilen emisyon seviyeleri Tablo 8.11 ve Tablo 8.12'de gösterilmektedir.

Tablo 8.11: Patates işlemeden kaynaklanan suya salınan emisyonlar

Parametre (mg/l)	Patates işlemciler – dondurulmuş			Taze patates ürünleri toptancıları ve işleyicileri		
	Ortalama	Orta değer	Maksimum	Ortalama	Orta değer	Maksimum
BOİ	4	3	16	6	5	19
KOİ	40	33	290	80	54	350
N toplamı	14	6	210	11	7	83
P toplamı	5.9	1.6	70	5	2	48
Askıdaki katı maddeler	12	6	60	15	15	55

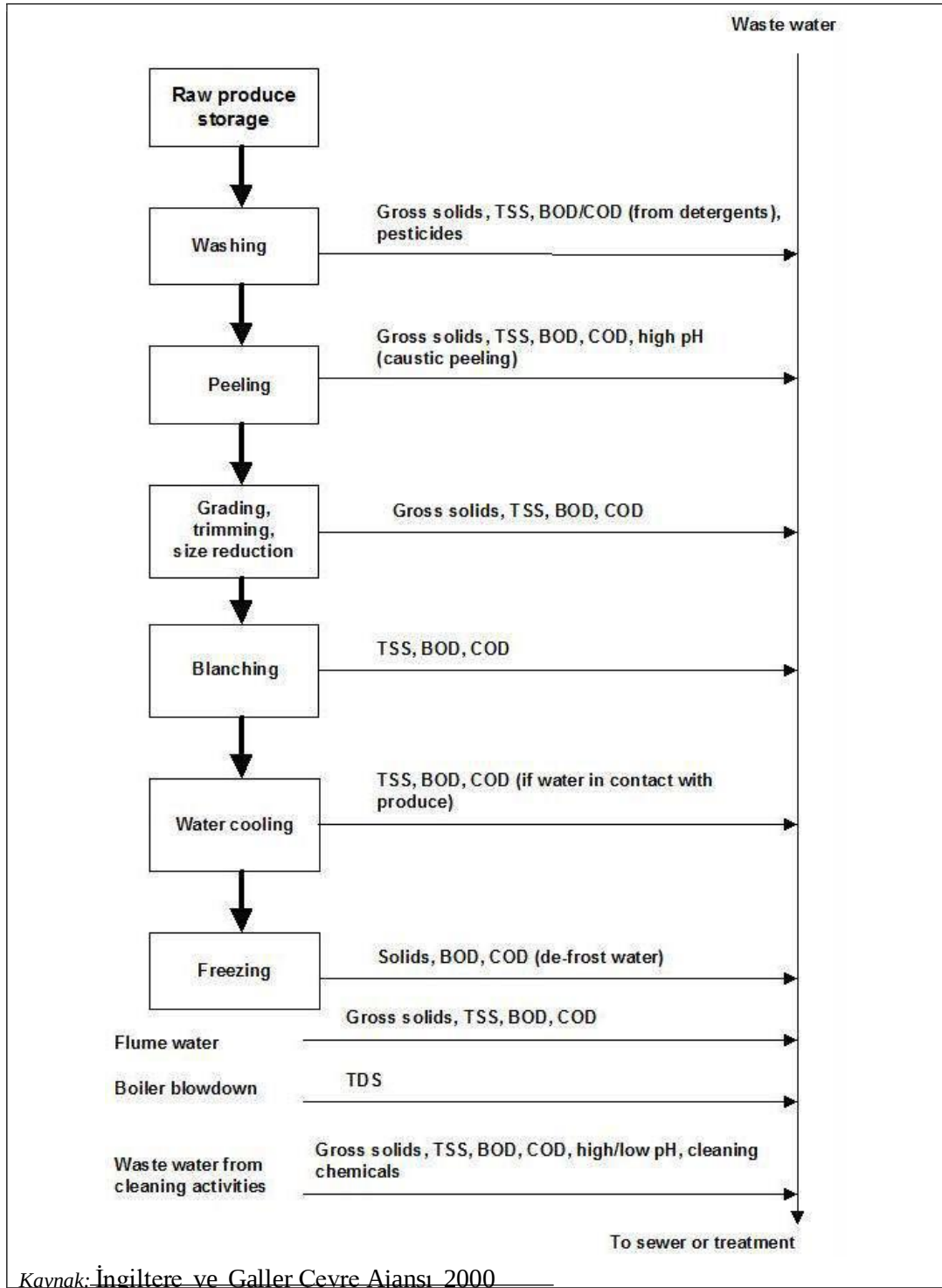
Kaynak: [87, Belçika-VITO 2015]

Tablo 8.12: Meyve ve sebze işlemeden kaynaklanan suya salınan emisyonlar

Parametre (mg/l)	Dondurulmuş ürünler			Hazır meyve ve sebzeler		
	Ortalama	Orta değer	Maksimum	Ortalama	Orta değer	Maksimum
BOİ	5	4	22	3	3	9
COİ	61	50	290	33	29	103
N toplam	8	5	72	11	4	72
P toplam	3	2	28	2.3	1.4	11.5
Askıdaki katı maddeler	14	10	56	10	7	42

Kaynak: [87, Belçika-VITO 2015]

Bu bölümde buraya kadar, meyve ve sebze işlemeden kaynaklanan su kirliliğine ilişkin genel veriler bildirilmiştir. Aşağıdaki paragraflarda atık su üreten tüm birim işlemlerin genel bir değerlendirmesi yer almaktadır. Ana birim işlemlerden kaynaklanan atık suyu gösteren bildirilmiş tipik bir proses Şekil 8.9'da gösterilmektedir.



Şekil 8.9: Meyve ve sebze işlemede üretilen atık su

Gelen ürün, kalan toprak, taş ve diğer kalıntıları temizlemek için suda yıkanır. Özellikle çok fazla toprak taşıyan kök sebzeler ve geniş bir yüzey alanına sahip yapraklı sebzeler için büyük hacimlerde klorlu su gereklidir. Kirin çıkarılmasına yardımcı olmak ve kullanılan su miktarını azaltmak için mekanik veya havayla yüzdürme teknikleri kullanılır.

Diğer işlemlerden gelen suyun devridaimi veya yeniden kullanımı yaygındır. Ön yıkamadan kaynaklanan atık su, esas olarak tarla kalıntıları ve meyve veya küçük sebze parçalarından oluşan toprak parçacıkları içerir.

Çoğu süreç, bir tür derecelendirme, kırma ve boyut küçültme işlemleri içerir. Bazen farklı kuvvetlerde tuzlu su içeren yoğunluk derecelendiriciler kullanılır. Önemli miktarlarda tuzlu suyun deşarjı herhangi bir biyolojik AAT'yi olumsuz etkileyebilir. Bu işlemlerden sonra ürünün yıkanması, çözünür nişasta, şeker ve asit içeren atık su oluşturur. Hem ürünü hem de atık malzemeyi taşımak için su akıntısının kullanılması, bu maddelerin ilave olarak sızmasına neden olur. Narenciye işlemlerinden kaynaklanan atık su ayrıca TSS'nin çökmesine müdahale edebilecek pektik maddeler içerir.

Belirlenmiş kuru alanlar dışında kalan tüm hatlar, ekipman ve proses alanları, ham madde, ürün ve temizlik kimyasalları ile kirlenmiş atık su üreten ıslak temizleme gerektirir. İşlemlerde sıvı veya katı yağ kullanılmadığı sürece, bu sektörde genellikle agresif kimyasallar için diğerlerine göre daha az gereksinim vardır.

Suya emisyonlar hakkında daha fazla bilgi Bölüm 2.2.3'te verilmiştir.

8.3.5 Bazı meyve ve sebze ürünlerine ilişkin veriler

8.3.5.1 Taze ambalajlanmış meyve ve sebzeler

Taze ambalajlanmış meyve ve sebzeler minimum seviyede işlem gerektirir. Su tüketimi esas olarak ürün yıkama, taşıma kanalları ve hat temizliği içindir. İşleme tesisleri genellikle büyüyen alanlara yakındır ve bu da atık suyun sulamada kullanılması için çeşitli fırsatlar yaratmaktadır. Bazı taze paketlenmiş sebzelerin soyulması gerekir.

8.3.5.2 Konserve meyve ve sebzeler

Konserve haline getirilecek meyve ve sebzeler daha fazla işleme tabi tutulur. En yaygın kullanılan türler aşağıda değerlendirilmiştir.

Pek çok sebze ve bazı meyveler, önemli bir BOİ ve TSS kaynağı olabilen ve toplam atık su hacminin önemli bir bölümünü temsil eden soyulma işlemi gerektirir. Kabul soymayı genellikle yıkama işlemi takip eder.

Geleneksel buharlı soyma, büyük miktarlarda su tüketir ve yüksek düzeyde ürün kalıntısı olan atık su oluşturur. Patates işleme tesislerinde, kabuklar toplam BOİ'nin %80'ine katkıda bulunabilir. Meyve işlemede, soymadan kaynaklı atık suyu toplam atık su akışının %10'unu ve BOİ'nin %60'ını oluşturabilir. Buharlı soymada soğutma suyu tüketimi artar.

Kostikli soyma, bıçaklı ve aşındırıcı soymanın bir kombinasyonu olan mekanik soymaya göre malzemenin daha yüksek çözünürlüğüne ve dolayısıyla daha yüksek KOİ, BOİ ve TSS yüküne neden olur. Ayrıca soyma işleminde kostik kullanımı atık suda pH dalgalanmalarına neden olabilir. Kuru kostik soyma, ıslak yöntemlere göre daha düşük kostik tüketimine sahip olma eğilimindedir ve bu işlemde kaynaklanan atık suyun hacmini ve kirlenici yükünü büyük ölçüde azaltabilir ve kabuğun pompalanabilir bir bulamaç olarak toplanmasına olanak verir.

Haşlama, konserve, dondurma veya kurutma amaçlı çoğu sebzede kullanılır. Tipik olarak, sıcak su veya buhar kullanılarak gerçekleştirilir. Ürün dondurulacaksa, haşlamayı su veya hava soğutması takip eder.

Hem su hem de buharla haşlama, BOİ açısından yüksek atık su üretir; bazı durumlarda, toplam BOİ yükünün yarısından fazlası bu işlemle oluşur. Atık su hacmi, buharla haşlama ile suya göre daha azdır. Buharla haşlamadan kaynaklanan atık su miktarı, buhar geri dönüşümü, etkili buhar contaları ve buhar tüketimini en aza indiren ekipman tasarımları ile azaltılabilir. Avrupa ve Japonya'da kullanılan mikrodalga haşlama ile atık su tamamen ortadan kaldırılabilir.

100 °C'den yüksek olmayan sıcaklıklarda mikrobiyolojik olarak sterilize edilebilen meyve ve sebze ürünleri için, bu durumda genel olarak pastörizasyon olarak adlandırılan sterilizasyon, atmosfer basıncında sıcak su veya buhar kullanan tesislerde gerçekleştirilebilir. En geleneksel olarak kullanılan düşük sıcaklık işlemi açık banyodur. Bunlar, altına yerleştirilmiş bir meme ile doğrudan buhar

enjeksiyonu ile ısıtılan su içeren metalik silindirik veya paralel borulu banyolardır. Bu banyolar genellikle otomatik termostatlarla donatılmamıştır. Çalışma sıcaklığı, sürekli bir aşırı buhar akışı ile atmosferik basınçta suyun kaynama noktasıdır. Sterilize edilecek paketler büyük sepetlere yüklenir; sepetler makaralar vasıtasıyla banyolara daldırılır ve gerekli süre boyunca kaynar su ile işlenir. Soğutma, genellikle yeni bir yük almaya hazır olan sterilizasyon banyosunun kendisinde değil, soğuk akan su içeren başka bir banyoda gerçekleşir.

Cam kaplarda ambalajlanan ürünler için besleme, ön ısıtma, ısıtma, ön soğutma, soğutma ve kurutma aşamalarını içeren lineer tüneller kullanılmaktadır. Isıtma, bir dizi memeden üstten paketlerin üzerine inen doymuş kuru buhar veya sıcak su veya delikli bir tavandan basit sızma yoluyla yapılır. Su daha sonra doğrudan veya dolaylı buhar ısıtması ile donatılmış geri dönüşüm banyolarında geri kazanılır. Soğutma ayrıca su serpilerek gerçekleştirilir. Ön soğutma suyu kısmen geri dönüştürülür, böylece yaklaşık 60 °C'de tutulur. Kurutma adımı, kapakta iz oluşmasını önlemek ve hepsinden önemlisi etiketleme ve ikincil çevrimiçi paketlemeyi sağlamak için vazgeçilmezdir. Sıcak veya soğuk hava üfleyiciler vasıtasıyla gerçekleştirilir. 100 °C'den yüksek sıcaklıklar gerektiren düşük asitli ürünleri sterilize etmek için, ağırlıklı olarak otoklavlar kullanılmasına rağmen, çeşitli ısıtma yöntemleri kullanılabilir. Tüm yüksek sıcaklık sterilizatörleri, atmosferik basınçtan daha yüksek basınçlarda çalışır.

Meyve suları, sebze suları ve püreleri, domates püreleri, reçeller, marmelatlar ve jöleler gibi tek fazlı asit ürünleri veya küçük parçalı ürünler sıcak doldurulabilir. Bu ürünlerin düşük pH'ı ve/veya a_w 'sı nedeniyle, ısıyla sterilizasyon ambalajlamadan önce yapılabilir. Sıcak ürünün kendisi metal veya cam kabı sterilize eder ve böylece yalnızca şişelerin kapakları ve boyunları ile küçük kapların kapaklarının ayrı olarak sterilize edilmesi gerekir. Konteynerin doldurulması ve hava geçirmez şekilde kapatılması, ürün soğumadan gerçekleştirilmelidir. Doldurma sıcaklıkları 85 °C ile 92 °C arasında tutulur. Her durumda, sonraki soğutma sterilize edilmiş klorlu suyla gerçekleştirilir.

Son olarak aseptik paketleme yapılır. İzole dolum ve mühürleme sistemi ile ürün ve çeşitli tipteki kaplar için sterilizasyon tesislerinin bir kombinasyonudur. Sıvı ürünlerin aseptik ambalajlanması aşağıdaki işlem sırasını içerir: önceden belirlenmiş sıcaklıklarda ısıtma; bir bekleme bölümüne transfer; yaklaşık 35 °C sıcaklıkta soğutma; önceden sterilize edilmiş paketin doldurulması, açılması ve mükemmel asepsi koşullarında saklanması; ve paketin kapatılması. Eşanjör tipi, akışkanın reolojik özelliklerine göre seçilir. Yüksek Re değerlerine sahip ürünler için dairesel taç tipi borulu veya sıyrıcı film eşanjörleri ve düşük Re değerlerine sahip ürünler için boru içinde tüplü tüp eşanjörleri veya plakalı eşanjörler olabilirler [66, İtalya 2002].

Turşu, meyve ve sebzelerin muhafazası için de önemli bir işlemdir. Asitleme, pH 4.3'ün altına düşene kadar organik asitler eklenerek gerçekleştirilebilir. Lahana turşusu yapma sürecinde, laktik asit bakterilerinin büyümesini desteklemek, tat nedenleriyle ve koruma amacıyla tuz eklenir (salamura/sertleştirme). Aşağıdaki proses aşamaları tuzlu su üretir: kesme ve tuzlamadan sonra taze tuzlu su (100–150 kg/t beyaz lahana) ve laktik fermentasyon sırasında ekşi tuzlu su (150–180 kg/t beyaz lahana). Ağartma işlemi, ağartma tuzlu suyu üreten ekşi tuzlu suda gerçekleştirilir. Tablo 8.13 , salamura suyunun lahana turşusu üretimi sırasındaki atık su değerlerini göstermektedir.

Tablo 8.13: Lahana turşusu üretimi sırasında salamura atık su değerleri

Salamura	pH	Atık sudaki konsantrasyon		
		BOİ ₅ (mg/l)	KOİ (mg/l)	klorür (mg/l)
Taze salamura	6.0–6.2	10 000–30 000	15 000–40 000	12 000–15 000
Fermentasyon salamurası	3.8–4.2	17 000–50 000	25 000–75 000	2 500–20 000
Salamura suyu	3.8–4.0	40 000–55 000	65 000–85 000	-
Kaynak: [192, COM 2006]				

8.3.5.3 Dondurulmuş sebzeler

Malzeme elleçleme ve depolama

Dondurulmuş sebzelerin üretiminde, nakliye ve depolama işlemleri yaklaşık olarak aşağıdaki seviyelerde enerji gerektirir [15, Van Bael J. 1998]:

- Dondurulmuş sebzelerin elleçlenmesi için donmuş sebzenin tonu başına 2–14 kWse/t'luk enerji gerekir. Çoğu üretim hattı için kayışların elektrik değeri 5 kWe ile 30 kWe arasındadır.
- m³ depolama başına yılda 20-65 kWse elektrik gerekir.

Tasnif/eleme, tesviye, kabuktan ayırma, kök temizleme /sap temizleme ve kırma

Ayıklama işlemi, yaklaşık 0–20 kW_{se}/t donmuş sebze elektrik enerjisi tüketimine sahiptir [15, Van Bael J. 1998]. Tablo 8.14, sebzelerin ayıklanması sırasındaki yaklaşık elektrik tüketimini göstermektedir.

Tablo 8.14: Sebzelerin ayıklanması sırasında elektrik tüketimi

Ürün	Elektrik tüketimi (kW _{se} /t dondurulmuş sebzeler)
Ispanak	0
Karnabahar	1
Bezelye	4
Brüksel Lahanası	4
Fasulye	5
Havuç	8
Kaynak: [15, Van Bael J. 1998]	

Kabuk soyma

Dondurulmuş sebze işlemede, teke sakalı ve havuçlar mekanik olarak işlenmeden önce soyulur. Kostik soyma ve buharlı soyma bu amaçla kullanılan iki yöntemdir. Kostik soyma, hem elektrik tüketimi hem de buhar tüketimi açısından buharlı soymaya göre daha az enerji gerektirir, ancak AAT için daha fazla yük oluşturur. Tablo 8.15'de, sebzelerin kostik soyulması için yaklaşık enerji taşıyıcıları ve tüketimi gösterilmektedir ve Tablo 8.16'da, sebzelerin buharla soyulması için yaklaşık enerji taşıyıcıları ve tüketimi gösterilmektedir.

Tablo 8.15: Sebzelerin kostik soyulmasında yer alan enerji taşıyıcılar ve enerji tüketimi

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.16
Buhar basıncı (bar)	7
Elektrik (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	2
Kaynak: [15, Van Bael J. 1998]	

Tablo 8.16: Sebzelerin buharla soyulmasında yer alan enerji taşıyıcılar ve enerji tüketimi

Enerji taşıyıcı	Yaklaşık tüketim
Sıcak su (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	0
Buhar (t/t dondurulmuş sebzeler)	0.9
Buhar basıncı (bar)	4-15
Elektrik (kW _s /t dondurulmuş sebzeler)	3.5
Kaynak: [15, Van Bael J. 1998]	

Yıkama

Dondurulmuş sebzelerin üretiminde kullanıldığı şekliyle yıkama işlemi, dondurulmuş sebzenin tonu başına yaklaşık 0–5 kW_{se}/t'luk enerjiye ihtiyaç duyar. Bazı sebzeler, örneğin brüksel lahanası ve karnabahar, yıkama gerektirmez ve bu nedenle de enerji tüketmezler.

Kesme, dilimleme, doğrama, kıyma, hamur haline getirme ve presleme

Bazı sebzeler derin dondurulmadan önce kesilir. Elektrik enerjisi tüketimi, dondurulmuş sebzenin tonu başına yaklaşık 9 kWs/t'dur. Havuç, salsifiye ve fasulye, mekanik işleme için makul miktarda elektrik enerjisi gerektirir. Diğer sebzelerse hiç elektrik gerektirmez.

Haşlama

Derin dondurulmuş sebzelerin üretiminde silindirik tanklı ve bantlı haşlama üniteleri kullanılmaktadır. Enerji tüketimi sadece haşlama cihazının tipine değil, aynı zamanda sonraki soğutma adımının tipine de bağlıdır. Ayrıca, buzlu su üretimi için elektrik tüketimi, derin dondurma için gösterilen elektrik tüketimine dahildir. Örneğin, enerji tüketimi açısından, su soğutmalı bantlı ağartıcı en düşük toplam tüketime sahiptir. Soğutma bölgesinde ürünün soğutulmasıyla açığa çıkan ısı sebzelerin ön ısıtılması için kullanılır. Bu sayede daha az buharlı ağartma gereklidir.

Elektrik tüketimi ile ilgili olarak, ters akımda su soğutması için silindirik tanklı ağartıcı en düşük enerji tüketimine sahiptir. Böyle bir tesisat için su tüketimi nispeten yüksektir. Hava soğutmalı bantlı ayırmada ağır hizmet tipi fanların (60 kW_e) kullanılması, bu tür çalışma için elektrik tüketimini yükseltmektedir.

8.3.5.4 Meyve suları

Meyve suyu buharlaştırma yoluyla konsantre edilirken ve pastörizasyon sırasında enerji tüketilir. Buharlaşma sırasında ve pastörizatörlerin devreye alınması, ürün değişimi ve temizliği sırasında kondensattan atık su üretilir. Meyve ve sebzelerin preslenmesi sırasında katı atıklar oluşur. Örneğin, domateslerin %2'si ve turuncgillerin %30'u presleme sırasında katı atık olarak kaybolabilir [96, İtalya 2003].

8.3.5.5 Diğer Ürünler

Reçeller, jöleler ve konserveler, sırasıyla özütlenmiş meyve sularından, pürelerden veya bütün meyveden elde edilen meyve jellerinin üretimine dayanır. Meyve jelleri pektin, asit, şeker ve sudan oluşur. Şeker kullanımı ve ek pişirme, diğer meyve işleme yöntemlerine kıyasla atık suyun BOİ'sini artırma eğilimindedir. Atık suda doğal veya ilave pektin bulunması, katıların çökmesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir.

8.4 MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

8.4.1 Enerji verimliliğini artırma teknikleri

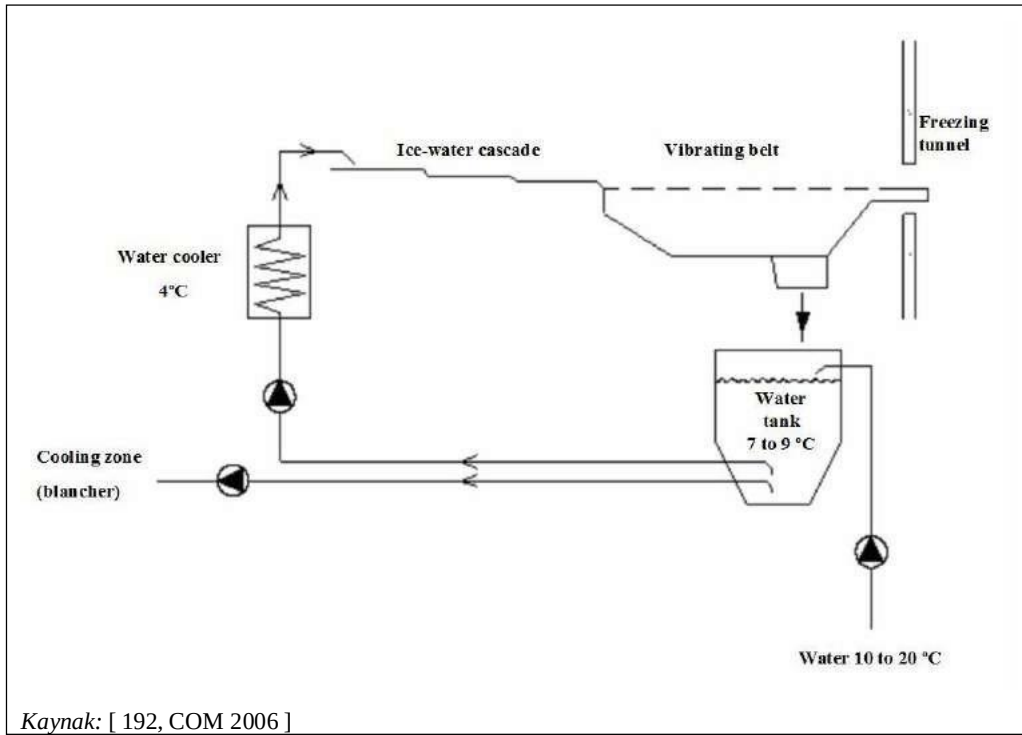
8.4.1.1 Dondurmadan önce meyve ve sebzelerin soğutulması

Tanım

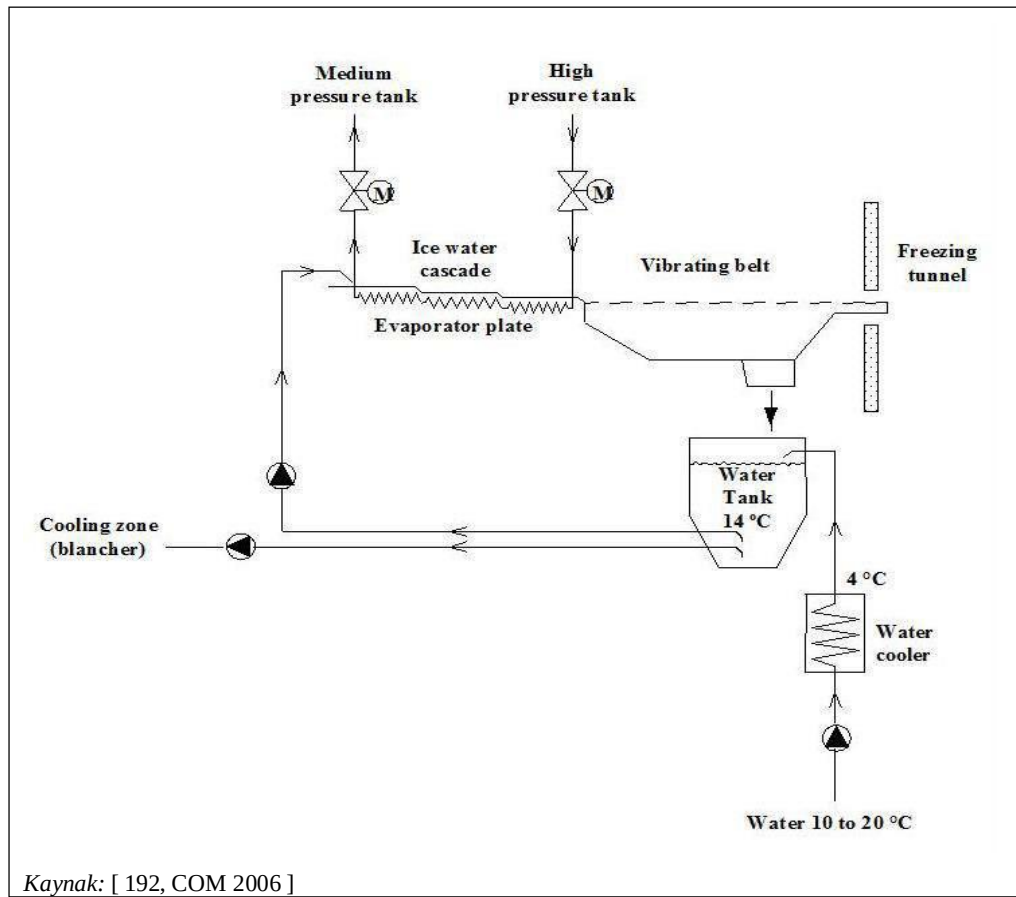
Meyve ve sebzeler, soğuk su veya soğutma havası ile doğrudan veya dolaylı temas ettirilerek dondurma tüneline girmeden önce sıcaklıkları yaklaşık 4 °C'ye düşürülür. Bu ürünlerden su çekilebilir ve daha sonra soğutma işleminde yeniden kullanılmak üzere toplanabilir.

Teknik Açıklama

Meyve ve sebzelerin sıcaklıkları, yeterince soğuk su ile yeterli bir süre temas ettirilerek düşürülebilir. Bu genellikle haşlamadan sonraki soğutma aşamasıdır. Suyun ortam sıcaklığı 4 °C'nin üzerindeyse, meyve ve/veya sebzeleri 4 °C'ye soğutmak için bir buzlu su oluğu kullanılabilir. Ek olarak, buzlu su oluğunda dolaşan su, buzlu su oluğuna ilave bir su soğutucusu yerleştirilerek (bkz. Şekil 8.10) veya buzlu su oluğunun altına bir buharlaştırma ünitesi plakası yerleştirilerek (bkz Şekil 8.11) sürekli olarak soğutulabilir . Bu buharlaştırma ünitesi plakası, buzlu su üretimi için ısı eşanjörüne benzer şekilde dondurucu sistemine bağlanır. Su, dondurma tüneline taşınırsa donar ve ek bir enerji yükü ekler. Bu, yiyeceğin, suyun gıdadan uzaklaştırılmasını ve daha sonra soğutmada yeniden kullanılmak üzere toplanmasını sağlayan titreşimli bir ağ veya delikli bant üzerinden geçirilerek önlenebilir.



Şekil 8.10: Buzlu su oluğuna bir su soğutucusunun monte edilmesi



Şekil 8.11: Buzlu su oluğunun altına bir buharlaştırma ünitesi plakasının montajı

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Dondurma işleminde enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Ürün sıcaklığında 10 °C'lık bir azalmanın aşağıdaki sonuçları verebileceği bildirilmiştir:

- -30 °C ila -40 °C arasında soğutma için kompresör yükünün azaltılması, bu da elektrik tüketimini 5–7 kWse/t oranında azaltır;
- 0 °C'de soğutma için kompresör yükünde bir artış, bu da elektrik tüketimini 1,5–2 kWse/t oranında azaltır;
- elektrik yükünün toplamda 3–5,5 kWse/t oranında azalması.

Ayrıca, bir dondurma tüneli 10 t/sa ürün debisinde çalışırken, meyve veya sebze sıcaklığı 30 °C'den 20 °C'ye düşürülürse donma tüneline girmeden önce elektrik yükünün 30-55 kW azalacağı bildirilmektedir. Ayrıca, soğutmanın suyla gerçekleştirilmesi durumundaki ısı transferi, soğutmanın hava ile gerçekleştirilmesine göre daha yüksektir. Ek olarak, meyve ve sebzeler donma yükünü azaltmak için dondurma tüneline mümkün olduğunca soğuk ve kuru olarak en iyi şekilde taşınır ve bu, meyve veya sebzelerin soğuk suya daldırıldıktan sonra boşaltılmasıyla kolaylaştırılır.

Çapraz ortam etkileri

Dondurma öncesi soğutma sürecindeki enerji tüketimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Meyve ve sebzelerin derin dondurulmasında uygulanır.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001], [15, Van Bael J. 1998], [192, COM 2006]

8.4.2 Su tüketimini azaltma teknikleri

8.4.2.1 Kuru temizleme

Bu teknik Bölüm 2.3.3.2.1'de açıklanmıştır.

Teknik Açıklama

Çiğ meyve ve sebzeler hasat edildikten ve bitkilere aktarıldıktan sonra genellikle su kullanılmadan ilk temizleme adımlarından geçerler. Tesisatın özelliklerine bağlı olarak birkaç teknik kullanılabilir. Toprak, metalik bir ızgara ile çevrelenmiş silindirik tanklar tarafından giderilebilmektedir: bu ızgaranın meyve/sebze üzerindeki sürtünmesi yabancı maddeleri kazıyarak yok eder. Taş parçaları, saplar ve yapraklar yoğunluk tablaları veya üfleme yoluyla temizlenir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Tüm meyve ve sebze işleme tesislerinde uygulanabilir.

Referans literatür

[54, EUPPA 2018]

8.4.2.2 Su geri dönüşümü

Ayrıca bkz. Bölüm 2.3.3.1.1.

Tanım

Su akışlarının temizleme, yıkama, soğutma veya işlemin kendisi için geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması (öncesinde su arıtması olan veya olmayan tesislerde). Suyun geri dönüştürülebilme veya yeniden kullanılabilmesi, hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri ve prosesin su talebi ile sınırlıdır.

Teknik Açıklama

Yağmur suyu, yıkama suyu, örneğin yıkama hammaddelerinden ve temizleme işlemlerinden kaynaklanan su ve proses suyunun, örneğin soyma, ayırma ve konserveden kaynaklanan suların ayrıştırıldığı bildirilmiştir. Ayrıca, sadece gelen ürünleri yıkamak için kullanılan ve düşük BOİ seviyelerine sahip su, tam arıtmaya tabi tutulmak yerine sadece filtrelenebilir. Aynısı dondurucu buz çözme suyu için de geçerlidir.

Örneğin, su soğutmalı bantlı haşlama işleminde, soğutma bölümünün birinci bölümünden gelen, yani haşlamadan hemen sonra, ılık olan su, haşlama öncesi ön ısıtma bölümünde yeniden kullanılabilir. Bu örnekte 151 geri kazanılır ve devridaim nedeniyle daha az su kullanılır. Ayrıca bazı meyve ve sebzelerde, dondurma tünellerinin ön temizliğinde haşlama suyunun kullanılabileceği bildirilmiştir.

Haşlama için kullanılan su ve haşlama sonrası soğutma için kullanılan su arıtmaksızın hammaddelerin yıkanmasında kullanılabilir. Meyve ve sebzeleri kaynatmak için kullanılan su, ham maddelerin yıkanması için de kullanılabilir.

Meyve ve sebze muhafazasında soğutma tanklarından ve kavanozlardan gelen su, tankların ve kavanozların sterilizasyonundan sonra soğutma suyu olarak, ham maddelerin yıkanmasında, soyulmuş meyve ve sebzelerin yıkanmasında, haşlamada kullanılmak üzere soğuk suyu ısıtmak veya temizleme suyu olarak tekrar kullanılabilir.

Hammaddelerin ön yıkaması için sterilizasyon işlemlerinden gelen su kullanılabilir. Bu su ısıtılırsa, bakteri üremesini teşvik ederek gıdanın raf ömrünü etkileyebilir. Isıtılmış suyun yıkama için tekrar kullanılması, meyve ve sebzelerin daha sonra ısıl işleme tabi tutulup tutulmayacağına bağlı olabilir.

Biyolojik atık su arıtma ve klorlamadan sonra su, zemin temizliğinde tekrar kullanılabilir. Biyolojik arıtmadan sonra RO ve UV dezenfeksiyon suyu içme suyu standartları gerektiren kullanımlarda kullanılabilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Azaltılmış su tüketimi ve ısıtılan suyun yeniden kullanıldığı durumlarda, enerji tüketimi azaltılır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Toplam 1.200 m³/gün sebze yıkamadan kaynaklı atık su üretilebilir ve günde 815 m³'e kadar ileri MBR'ye pompalanır. RO ve UV dezenfeksiyon aşamalarından sonra 650 m³/gün'e kadar salata yıkama ve proses suyu olarak fabrikaya iade edilebilmektedir. Dengeleme tankında alınan etkin KOİ toplamı, üretim hızına bağlı olarak 1.440 kg/gün'e varan değerler alabilir [61, UK 2002] .

Her biri 15.000 mg/l tasarım MLSS seviyesine sahip biyoreaktörlerde oluşturulan yoğun aerobik ortam, yüksek bağlı çamur yaşı ile birleştiğinde, çok daha küçük bir ayak izi ile yüksek kaliteli nihai atık suya ulaşılabilmesini sağlamaktadır. Biyoreaktör hacmi, geleneksel bir reaktörün boyutunun %20'sine kadar düşürülür.

Tam arıtmadan sonra atık suların yaklaşık yarısı içme suyu kalitesine ulaşır ve tesisatta tekrar kullanılabilir. Yaklaşık 1.500 mg/l'lik ilk KOİ oranı neredeyse sıfıra düşürülmüştür. Ultrafiltrasyon biyokütle ayırma sistemi ayrıca doğrudan RO/UV arıtma sonrası beslemeye uygun bir geçirgenlik sağlar.

Çapraz ortam etkileri

Yeniden kullanımdan önce arıtma gerektiğinde bunun için enerji tüketilir ve kimyasallar da tüketilebilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Yeni ve mevcut tesisatlarda uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Atık su arıtımı ve enerji tüketimi ile ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001], [61, İngiltere 2002], [110, CIAA 2003]

8.4.3 Atık azaltma teknikleri**8.4.3.1 Artık maddelerin ayrıştırılması**

Bu teknik Bölüm 2.3.5.3'te açıklanmıştır.

Bu tekniği sektörde uygulamak için başka birçok olanak mevcut olması muhtemeldir:

- örneğin tesise patatesler getirildiğinde ince organik maddeleri temizlenir;
- toplama tepsileri, kanatlar ve kapaklar takılarak ayırma, dökülme ve sıçrama kayıpları sınırlandırılır;
- kuru ayrıştırma uygulanır ve katılar, yarı katı kalıntılar ve reddedilen çiğ malzeme, örneğin tasnif, kırma, ekstraksiyon ve filtreleme vb. yöntemlerle işleme tabi tutulur;
- ağartmayı kısıtlamak için elekler, filtreler ve santrifüjler vb. kullanılarak katı organik materyal soyma işleminin atık suyundan ayrılır;
- kanatlar ve elekleri konveyöre yerleştirilir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Tüm meyve ve sebze işleme tesislerinde uygulanabilir.

Referans literatür

[14, VITO ve ark. 2001]

8.4.3.2 Hammadde kayıplarını azaltmak için otomatik ayıklama makinelerinin kullanılması**Tanım**

Otomatik ayıklama makineleri kullanılarak hammaddelerdeki safsızlıkların giderilmesidir.

Teknik Açıklama

Ayırma makineleri kullanılarak ham maddelerdeki safsızlıklar giderilebilmektedir (ör: zararlılar tarafından istila edilmiş veya etkilenmiş ürünler). Makinenin üretim hatlarının başına konulması, kusurlu ürünlerin üretim hattından geçmesini engeller ve hat sonunda giderilmelerine gerek kalmaz. Herhangi bir aşamada reddedilen ürünler bir ürün kaybıdır, ancak üretim hattının sonunda reddedilen ürünler enerji/su/yardımcı ürünlerde ek kayıplara neden olur.

Meyve veya sebzelerin türüne bağlı olarak, ayırma makinesinin çalışma prensibi farklı olacaktır ve aşağıdakilere dayalı olacaktır:

- boyut (ör: elekler);
- ağırlık (ör: yüzdürme ve çökeltme ekipmanı);
- renk (ör: optik tasnif birimleri vasıtasıyla);
- malzeme (örneğin bir metal detektör aracılığıyla).

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Hammadde kayıplarının doğrudan doğruya azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bilgi mevcut değildir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Yatırım ve işletme maliyetleri, hammadde maliyet tasarrufları ile uyumlu olmalıdır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Hammadde kullanımını optimize edilmesi. Üretim hattında maliyet tasarrufu: enerji, su, yardımcı ürünler, kalite kontrol. Nihai üründe daha yüksek kalite elde edilmesi.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[87, Belçika-VITO 2015]

8.4.3.3 Patates işlemede nişastanın geri kazanılması**Tanım**

Nişasta, üretim sürecinin farklı noktalarında ve atık sudan geri kazanılır.

Teknik Açıklama

Patates işleme endüstrisinden çıkan proses akışları ve atık su, yüksek konsantrasyonlarda nişasta içerir. Bu nişasta, üretim sürecinin farklı noktalarında geri kazanılabilir. Üretim sürecindeki yerine bağlı olarak beyaz ve gri nişasta arasında bir ayırım yapılır.

Beyaz nişasta, 40 °C'nin üzerinde ısıtılmamış nişastadır. Bu nişasta tipik nişasta özelliklerine sahiptir ve kağıt, yapıştırıcı ve biyoplastik endüstrilerinde hammadde olarak kullanılabilir. Beyaz nişasta, genellikle bıçaklarda, ağartma bölgesinin akış yukarısında geri kazanılır.

Gri nişasta, ısıtıldıktan sonra rengi değişen nişastadır. Bu nişasta, atık su AAT'ye girmeden önce (veya AAT'nin ilk adımı olarak) geri kazanılabilir. Bu nişasta yem ya da sindirici olarak kullanılabilir.

Nişastayı geri kazanmak için, kesme bıçaklarının temizlenmesi doğrudan bir siklon aracılığıyla yapılır. Konsantre akımı, bir vakum presinde buharlaştırılarak daha da konsantre hale getirilir. Geri kazanım oranı, patates kızartmasının tonu başına yaklaşık 51 kg nişastadır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Değerli yan akışların geri kazanılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Konsantre akımı, bir vakum presinde buharlaştırılarak daha da konsantre hale getirilir. Geri kazanım oranı, bir ton patates kızartması için yaklaşık 51 kg nişastadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Patates ürünlerinin üretimi ile sınırlıdır.

Ekonomik boyut

Nişasta üretimi (yan akış), bir ton patates başına 2 Avroluk fazladan gelir sağlar. Ayrıca atık su tesisinde daha az organik maddeye yol açar. Bu dikkate alındığında geri ödeme süresi yaklaşık 2 yıldır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Geri kazanılanın nişastanın ekonomik değeri.
- AAT için daha düşük işletme maliyeti.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[87, Belçika-VITO 2015]

8.5 Yeni ortaya çıkan teknikler

8.5.1 Bir O₃/UV işleminden sonra taze kıyılmış sebzelerin yıkama suyunun geri dönüştürülmesi

Tanım

O₃/UV işleminden sonra yıkama adımı suyun geri dönüştürülmesidir.

Teknik Açıklama

Bu teknikte, ozon ve UV radyasyonu ile sıralı bir işlem yardımıyla mikrobiyal ve organik yükü azaltmak için bir işlemden sonra uygulanan yıkama adımı suyun geri dönüştürülmesi tanımlanmaktadır. Yıkama, sebzelerin bir ilk yıkama tankına veya bir duş hattına taşındığı taze kıyılmış sebzelerin işlenmesinin ilk adımlarından biridir ve burada birikintileri gidermek için temiz suyla yıkanır ve daha sonra da dezenfeksiyon tankına yönlendirilir. Yıkama adımı, yıkama tankında bulunan suya ek olarak, yıkama suyunun kalitesini, özellikle mikroorganizmalar ve organik yük açısından, çapraz geçişi önleyecek şekilde korumak için sürekli bir temiz su girişi vardır -işleme süresi boyunca kontaminasyon. Sürekli temiz su tüketimi bazı AB ülkelerinde olduğu gibi (örneğin Hollanda) 3–6 m³/saat ile 12 m³/saat arasında olabilir.

Bu teknik, su tüketimini azaltmak için bir O₃/UV işleminden sonra taze kıyılmış sebzelerin işlenmesine yönelik yıkama adımı suyun tamamen veya kısmen devridaimini içerir. Devridaim tankından gelen yıkama suyu, önce hayati hücre bileşenlerinin oksidasyonu yoluyla mikroorganizmaları yok eden ve böylece mikrobiyal büyümeyi önleyen ozon ile işlenir. Ayrıca ozon, yıkama suyu içinde çözünmüş organik maddeyi oksitler, böylece organik yük konsantrasyonu zamanla korunabilir/azalabilir. UV radyasyon yöntemiyle uygulanan son işlem ise sistemin küresel hijyenik verimliliğini artırır ve açık tanklarla çalışırken minimum işlenmiş sebze (MPV) kalitesine herhangi bir zarar gelmesini ve işçilik risklerini önlemek için suda kalan çözünmüş ozonu giderir. Ozonla tepkimedenden doğan ana ürünler oksijen, su ve karbondioksittir. Ozon hızla ayrıştığı için birikir. Ek olarak, ozon arıtımı, organik maddenin çoğunu oksitlediği ve nihai atık suyun KOİ'sini azalttığı için sonraki atık su arıtımı için de faydalıdır. Elektrik, O₃ / UV işlemi için gerekli olan tek girdidir ve bunun için kimyasal ilavesine gerek yoktur.

Suyun bir O₃/UV sistemi ile arıtılması birkaç adımda elektrik tüketilmesini gerektirir. Bu adımlar şu şekilde sıralanabilir: O₂ / O₃ üretimi, suda O₃ çözünmesi, O₃ fazlasının yok edilmesi ve UV arıtımı. Ozon üretimi ve suda etkin çözünme için enerji tüketimi ozonlu suyun m³'ü başına 4,59 MJ'dür. Bununla birlikte, SUSCLEAN projesi tarafından geliştirilen karşılaştırmalı bir LCA incelemesi, O₃/UV arıtımı nedeniyle enerji tüketimindeki artışın, atık su arıtımında proses suyu temini (pompalama) ile ilişkili elektrik tüketimindeki bir azalma ile telafi edildiğini göstermiştir- su, sulu işlem, su soğutma.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Su tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bu teknik, SUSCLEAN projesinde pilot tesis ölçeğinde test edilmiş ve iyi çevresel sonuçlar elde edilmiştir.

O₃/UV işleminden sonra, taze kıyılmış sebzelerin işlenmesinin yıkama adımı suyun devridaimi, su tüketiminde yaklaşık %22'lik bir azalma sağlarken, yıkanan suyun hijyenik seviyesi 90 dakikalık bir süre boyunca korunmuştur.

Ozon, yıkama atık suundaki (KOİ olarak analiz edilen) organik madde içeriğini %35 oranında azaltmaktadır. Ozon ve UV işleminin de pestisitlerin bozunması üzerinde etkisi vardır. Deneyisel testlerde, ortofenilfenol konsantrasyonu, 0.1 mg/l'den daha düşük değerlere düşürülmüştür.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Ozon, oksitleyici özelliklerinden dolayı bazı malzemelerle tepkimeye girerek ekipman ve tesislerde korozyona neden olabilir. Mevcut malzemelerin uyumluluğu, gerekirse değişikliklere olanak vermek açısından kontrol edilmelidir.

Ekonomik boyut

2,5 dakikalık bir bekletme süresi ve 12 ppm'lik bir ozon konsantrasyonu ile saatte 4 m³ suyu arıtmak için eksiksiz bir O₃/UV sistemi (ozon jeneratörü, hidrokinetik karıştırıcı, temas kulesi, hava yok edicide ozon, UV sistemi, ozon izleme) yatırımı yaklaşık 70.000 AVRO'yu bulabilecektir.

İşletme maliyetleri yerel elektrik ve su fiyatlarına ve atık su arıtma ve atık su vergilerine bağlı olacaktır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Atık su arıtma maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

SUSCLEAN pilot tesisi.

Referans literatür

[231, SUSCLEAN 2015]

8.5.2 Salataların dezenfeksiyon için NEOW yönteminin geleneksel sodyum hipoklorite alternatif olarak kullanılması

Ayrıca bkz. Bölüm 2.4.2.

Tanım

Salataların dezenfeksiyonu için geleneksel sodyum hipoklorite alternatif olarak nötr elektrolize oksitleyici su (NEOW) uygulamasından yararlanılmasını içerir.

Teknik Açıklama

Bu teknik, gıda ürünlerinin dekontaminasyon adımı NEOW'un uygulanmasını içerir. Konvansiyonel olarak kullanılan sodyum hipokloritin yerini alarak klor girişini ve atık suda artık madde içermeyen kloru miktarını en aza indirir.

NEOW, seyreltilmiş bir tuz çözeltisinin elektrolizi ile elde edilir. Bu elektroliz, iki çözeltinin oluşumuyla sonuçlanır. Anot tarafında, hipokloröz asit ve hidroklorik asitten oluşan bir asit çözeltisi üretilirken, katot tarafında sodyum hidroksitten oluşan bir alkali çözelti oluşur. Ayrıca uygulanan voltaja bağlı olarak oksijen ve klor gazı (anot tarafı) ile hidrojen gazı (katot tarafı) oluşabilir.

Elektrolized oksitleyici suyun etkili bileşeni, anot tarafında (asit çözeltisi) üretilen ve esas olarak iyi dezenfektan özellikleriyle bilinen hipokloröz asittir (HOCl). Güçlü bir oksitleyici ajan olan HOCl, mikroorganizmaların hücre duvarına nüfuz eder ve zar taşıma proteinlerini bozar, bunun sonucunda da hücre içindeki protein sentezinin bozulur.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

MPV endüstrisindeki dekontaminasyon ve sanitasyon süreçlerinde NEOW'un uygulanması yoluyla elde edilecek başlıca olası çevresel fayda, NEOW'un tekrar sodyum hidroksite ayrışmasıdır. Böylece, atık suyun ilave bir aktif karbon arıtımı yapılmasına gerek kalmayabilir ve atık su, doğrudan bir belediye kanalizasyon arıtma tesisine gönderilebilir.

NEOW'un daha kolay kontrol ve ölçüm olanakları sunması, daha verimli bir dozaja izin vermesi ve böylece malzeme girdisini azaltması beklenir.

Çevresel performans ve işletim verileri

SUSCLEAN projesi çerçevesinde NEOW testlerinden işletim verileri bildirilmiştir:

- NEOW jeneratörün günlük elektrik tüketimi: 4,32 kW;
- Erişilen maksimum serbest mevcut klor konsantrasyonu: 29 ppm;
- üretim hızı: 0.7 l/dk.;
- sodyum klorür girişi: 0,21 kg NaCl/l NEOW.

Çapraz ortam etkileri

Elektroliz ile üretim gerçekleşmesi nedeniyle, NEOW uygulaması, sodyum hipoklorit uygulamasına kıyasla daha yüksek bir elektrik enerjisi ihtiyacına sahiptir.

NEOW üretimi tuz (NaCl) tüketimini gerektirmektedir. SUSCLEAN projesi çerçevesinde yürütülen ilk endüstriyel ölçekli testte kullanılan optimize edilmemiş tuz besleme hızı 0,21 kg NaCl/l NEOW olarak gerçekleşmiştir. Ancak bu oranın daha ileri endüstriyel testler ile optimize edilmesi gerekmektedir. NEOW üretimi için NaCl ilavesi, tuz tüketim oranına bağlı olarak atık suyun elektrik iletkenliğini artırır.

Ayrıca, yanlış voltaj uygulandığında elektroliz hücresinin katodunda klor gazı oluşma riski vardır.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Bilgi mevcut değildir.

Ekonomik boyut

İşletme maliyeti aylık 850 AVRO düzeyinde olabilir. Maliyet, genellikle yerel elektrik ve su fiyatlarına ve aynı zamanda atık su arıtma ve atık su vergilerinin maliyetine de bağlıdır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bilgi mevcut değildir.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[231, SUSCLEAN 2015]

9 TAHİL ÖĞÜTME

9.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

Avrupa tahıl işleme sanayisinde önde gelen gıda sanayilerinden biri, yılda yaklaşık 35 milyon ton un üretmek için yılda yaklaşık 45 milyon ton yumuşak buğday ve çavdarın kullanıldığı un sanayisidir (AB-27). Un şirketlerinin sayısı 3 800'ün üzerindedir ve bu şirketlerin büyük bölümünü küçük ve orta ölçekli şirketler oluşturmaktadır. Sanayide yaklaşık 45 000 kişi istihdam edilmektedir ve sanayi, 15 milyar avro ciroya sahiptir. Ortalama üretim seviyesi, sanayinin kapasitesinin yaklaşık %65'inin kullanıldığını göstermektedir [221, European Flour Millers 2016].

9.2 Uygulanan proses ve teknikler

9.2.1 Genel bakış

Önemli bir gıda kaynağı olan çok sayıda tahıl bulunmaktadır. Bunlar buğday, arpa, mısır, yulaf, çavdar ve pirinçtir. Buğday ve çavdar öğütülerek un elde edilmektedir. Durum buğdayı öğütülerek irmik elde edilmekte ve genellikle makarna yapımında kullanılmaktadır. Yumuşak buğday, ekmek ve bisküvi gibi ürünlerin üretiminde kullanılan ana gıda bileşenidir. Bazı ülkelerde, çavdar ekmek yapımında kullanılmaktadır. Arpa esas olarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Belli kalitedeki arpa, malt elde etmek için işlenerek, örneğin bira yapımı ve damıtmada kullanılmaktadır. Mısır, nişasta kaynağı olarak ayrıca, kahvaltılık gevrek ve atıştırmalıklarda gıda bileşeni olarak kullanılmaktadır. Yulaf, gevrek, kek, bisküvi ayrıca, gevrek ekmeklerde kullanılmaktadır. Buğday ve mısırla birlikte pirinç, dünyadaki başlıca tahıllardan biridir ve dünya nüfusunun çoğu için temel gıda maddesidir. Pirinç, yağda hafif kavurma (pearl) ve bazı zamanlar ön pişirme işleminden geçirilmektedir.

Buğday tanesinin, kabuk veya kepek, embriyo veya rüşeym ve tanenin çoğunu oluşturan endosperm olmak üzere ana bileşeni vardır. Öğütme işleminin amacı, kepek ve rüşeymle minimum kontaminasyon olacak şekilde endospermi ayırmaktır. Un öğütme ile ilgili ana işlemler temizleme, tavlama, kırma, kaba materyal ayırma (scalping), saflaştırma, redüksiyon ve elemedir. Durum buğdayı değirmenlerinde, kırma fazından önce, buğday tanelerinden dış kepek tabakalarının sıralı olarak ayrılmasından oluşan bir kepek ayırma sistemi vardır.

Giren taneler, ileri işleme öncesi dökme yük silolarına aktarılmaktadır. Böceklenmeyi önlemek için gaz veya ısı işlemi uygulanabilmektedir. Taneler ilk önce eleme, temizleme, fırçalama ve aspirasyondan oluşan bir işlem dizisinden geçirilmektedir. Bu işlemlerde diğer tahıllar, taş, metal bulaşkanlar, hububat kabuğu, gevşek kepek tabakaları, çekirdek ve toz gibi yabancı maddeler giderilmektedir. Temizleme sonrasında tahıl, öğütme işlemini ideal hale getirmek için tavlama ile nemlendirilmektedir. Bu işlem, anında çekirdeklere bağlanan, ölçü ile su eklenerek tahılın nemlendirilmesidir. Tavlama, buhar kullanarak gerçekleştirilebilmektedir. Tavlamanın, kepeğin sertleştirilerek endospermden daha kolay ayrılması, endospermin işlemin sonraki aşamalarında daha etkin bir şekilde indirgenmesini sağlama gibi çeşitli işlevleri bulunmaktadır.

Tavlama, tane değirmenin, zıt yönde ve farklı hızlarda dönen yivli vals çiftlerinden oluşan kırma sistemine girmektedir. Yaygın olarak beş kırma işlemi seti bulunmakta olup, arka arkaya gelen setler arasında açıklık kademeli olarak küçülmekte ve yivler incelmektedir. Tane, kırma valsleri tarafından parçalanmakta ve endosperm kepekten kazınmaktadır. Her bir kırma valsinden sonra kaba materyal ayırma (scalping) veya sınıflama (grading) olarak bilinen bir eleme işlemi yapılmaktadır. Bu işlemden:

- Tane kalıntılarını ve geri kazanılması gereken belli miktarda endosperm içeren kaba partiküller ayrılır.
- Partiküllerinin büyüklüğü ve saflığına bağlı olarak, irmik veya “middlings” olarak adlandırılan endosperm parçalarını içeren ara boydaki partiküller ayrılır.
- Un ayrılır.

İrmik, un ve “middlings”, eleme ve hava ile sınıflandırmadan oluşan bir saflaştırma sisteminden geçmektedir. Bu işlemden, ince valslerle ileri işlem için, endosperm partikülleri, bu partiküllere tutunmuş olan kepeklerle birlikte uzaklaştırılmaktadır. Daha sonra irmik, un ve “middlings, amaçları endospermi ezmek olan düz redüksiyon valslerine aktarılmaktadır. Değirmenin kırma bölümünde olduğu gibi, daha kaba olan, elekten kalan endosperm daha da küçültülmek üzere bir başka redüksiyon merdanesi takımına geçerken, unun elenmesi bir dizi merdane ve eleme işlemi bulunmaktadır. Redüksiyon işleminin sonunda, endospermin çoğu una dönüştürülecek, kaba kepek uzaklaştırılacak ve fiilen ayrılamayan ince kepekten oluşan üçüncü bir endosperm akımı bulunacaktır. Proses, 12'ye kadar redüksiyon aşaması içerebilmektedir. Normalde un, herhangi bir yabancı madde kalıntısını uzaklaştırmak amacıyla, öğütme prosesinin sonunda veya dökme depolama sonrasında, yeniden eleyiciye geçmektedir.

Un kurutulabilmekte ve eleklerle fraksiyonlara ayrılabilir. Uygulama farklı Üye Devletler’de değişiklik göstermektedir, örneğin Birleşik Krallık’ta %25, fırıncılar ve diğer gıda üreticilerine teslim edilmek üzere torbalanırken, %70 dökmek yük olarak teslim edilmekte, Portekiz’de ise bunun neredeyse tam tersi gerçekleşmektedir.

Yulaf ve arpa gibi sıkı kabuklu tahıllar, geleneksel buğday değirmeninde kolayca ayrılamamaktadır genellikle, öğütme öncesinde yağda hafif kavurma (pearling) olarak adlandırılan bir aşındırma işlemine tabi tutulmaktadır.

9.2.2 Özel prosesler

Geleneksel öğütme prosesine ek olarak, bazı işlemler (örneğin turbo-ayırma veya buhar uygulama (steaming), farklı bileşenleri ayırmak (granülometri yoluyla) veya su içeriğini azaltmak amacıyla, un işleminde tamamlayıcı işlem olabilmektedir. Bazı özel pazarlar (örneğin çocuk maması), özel spesifikasyonlara (daha kuru veya yüksek protein) sahip unlara ihtiyaç duymaktadır.

Bu işlemler, enerji tüketiminde önemsiz bir yere sahip olabilmekte (üretilen unun yalnızca %10 - 20’si bu adımlarda işlenirse dahi) veya bu işlemlerin spesifik toz azaltım gereksinimleri bulunabilmektedir. Turbo-ayırma ve buhar uygulama, bir tesiste kullanılan toplam enerjinin %30’unu oluşturabilmektedir [56, ANMF 2017].

Buhar uygulama ve turbo-ayırma işlemleri hiçbir zaman üretilen unun tamamına uygulanmamakta ve pazara bağlı olarak, bu işlemler nispeten gelişmiş işlemlerdir (pazara ve müşteri gereksinimlerine bağlı olarak büyük oranda değişiklik gösterebilen özel işlemler). Daha ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir [56, ANMF 2017]:

Buhar uygulama (steaming)

Genellikle, buhar uygulama unun nem içeriğini %15’ten %10 - 12’ye (maksimum %5) indirmektedir. Her ikisi de enerji yoğun (gaz veya elektrik) olmak üzere, buhar uygulama işleminin iki prensibi bulunmaktadır:

- Sıcak yüzeye temas ile

Sonsuz vida tipi veya karıştırıcı olmak üzere bir mekanik sistemin çeperleri bir akışkanla (genellikle su) ısıtılmaktadır. Çeperlere temas eden un, neminin bir bölümünü serbest bırakmaktadır. Bir emme sistemi bu işlemi tamamlamaktadır.

- Pnömatik transfer sırasında ısı değişimi ile

Un, pnömatik sıcak hava taşıma sistemine (kurutma devresi) enjekte edilmektedir. Havanın ön ısıtması gerçekleştirilmektedir. Kısmen susuzlaştırılan ürün, sıcak filtrede nem yüklü taşıma havasından ayrılmaktadır. Un, ikinci bir pnömatik taşıma sistemine (soğutma devresi) enjekte edilmektedir. Soğutma havası, soğuk filtrede susuzlaştırılan undan ayrılmaktadır.

Bazı unlar, daha titiz kurutmayı destekleyebilmektedir: son unlar, %3’ün altında bir nem içeriğine ulaşabilmektedir. Buhar uygulama işlemi için gereken enerjinin, ilk ve son nem içeriğine bağlı olduğu dikkate alınmalıdır: unun nem içeriğini %1 oranında azaltmak için gereken enerji, unun nem içeriği düşük olduğunda daha yüksektir.

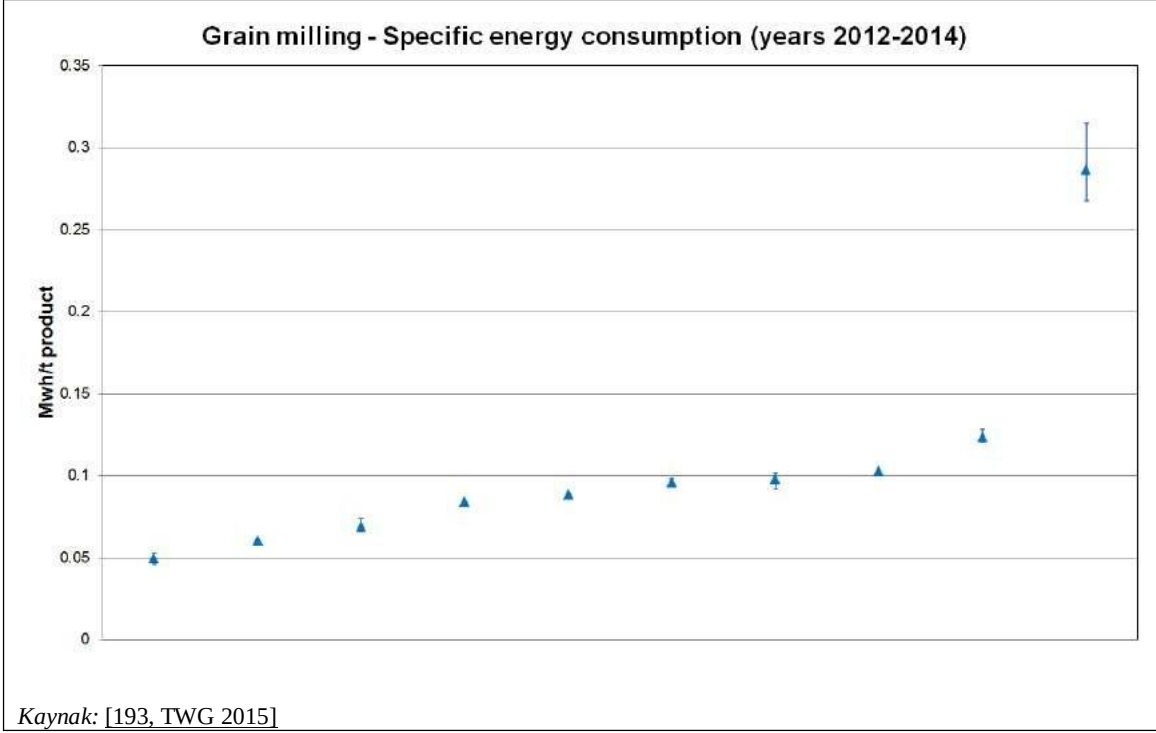
Turbo-ayırma (veya mikronizasyon)

Bu işleminde, un taneleri basınçlı havayla enerji iletimli (aeraulic) ayırma tekniği kullanılarak kütle ve hacmine göre ayrılmakta ve sınıflandırılmaktadır. Ayırma, yüksek güçlü motorları gerektiren bir işlem olan hava taşımada santrifüjleme ile yapılmaktadır. Düşük proteinli fraksiyon ve ince yüksek proteinli fraksiyon elde edilmektedir.

9.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

9.3.1 Enerji tüketimi

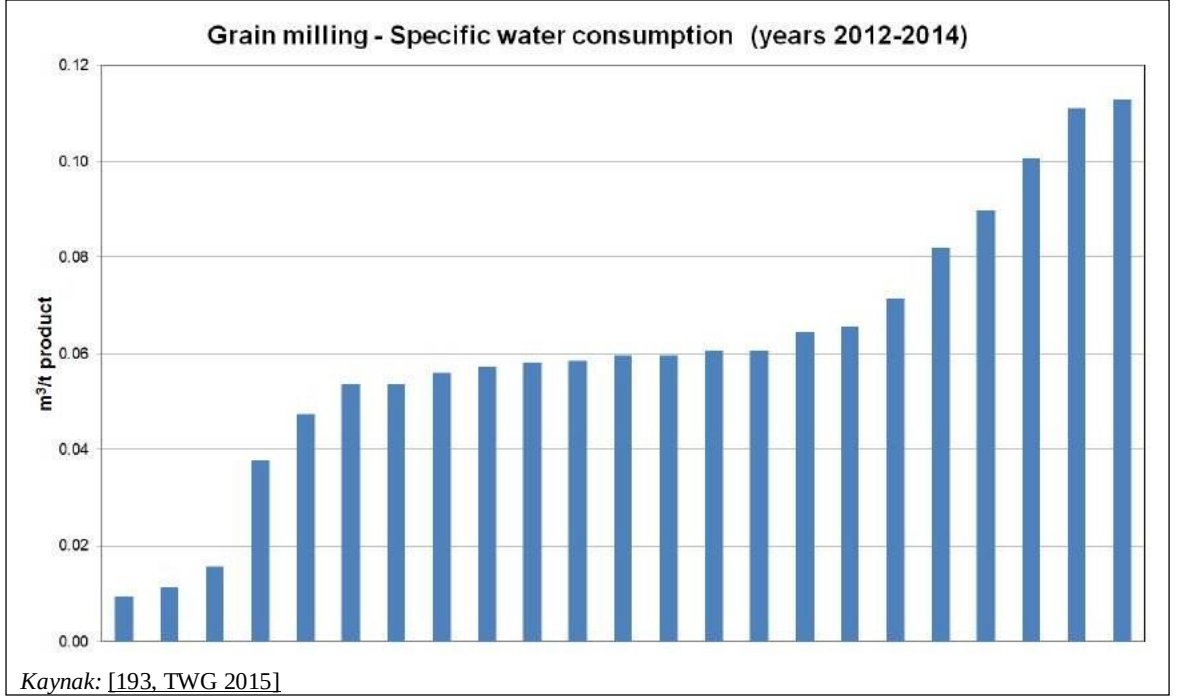
Şekil 9.1’de, çeşitli tahıl öğütme tesislerindeki spesifik enerji tüketimi (MWh/ton ürün) ile ilgili veriler sunulmaktadır.



Şekil 9.1 Tahıl öğütme spesifik enerji tüketimi (MWh/ton ürün)

9.3.2 Su tüketimi

Şekil 9.2’de, çeşitli tahıl öğütme tesislerindeki spesifik su tüketimi (m^3/ton ürün) ile ilgili veriler sunulmaktadır.



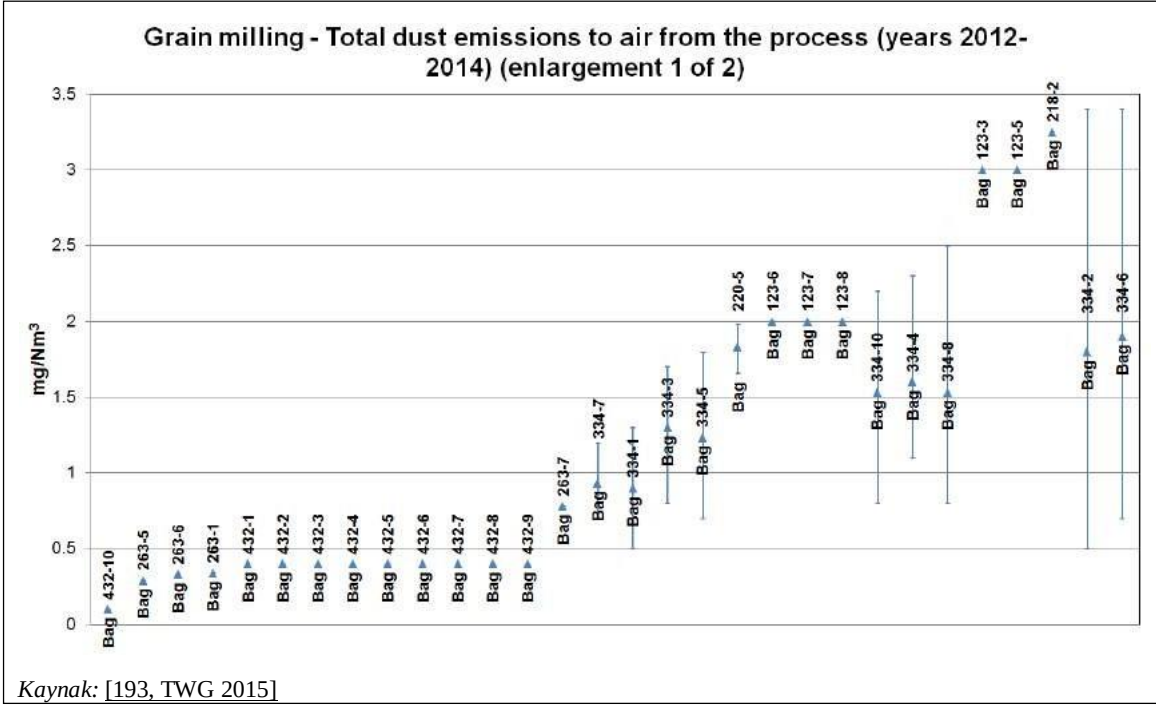
Şekil 9.2 Tahıl öğütme spesifik su tüketimi (m^3/ton ürün)

Genellikle, su tüketimi tamamen tahılın sıcaklığı ve nemi ile bağlantılıdır. Örneğin, güney İtalya’da ekilen tahıl, kurak ve sıcak bir iklimde yetişmekte ve düşük bir nem içeriğiyle (ortalama %11,90) değirmene gelmektedir. Bu nedenle, ulusal yasaların gerektirdiği nem içeriğini (örneğin İtalyan ve Fransız mevzuatında %14,5) sürdürmek için, öğütme öncesinde büyük miktarda su gerekmektedir.

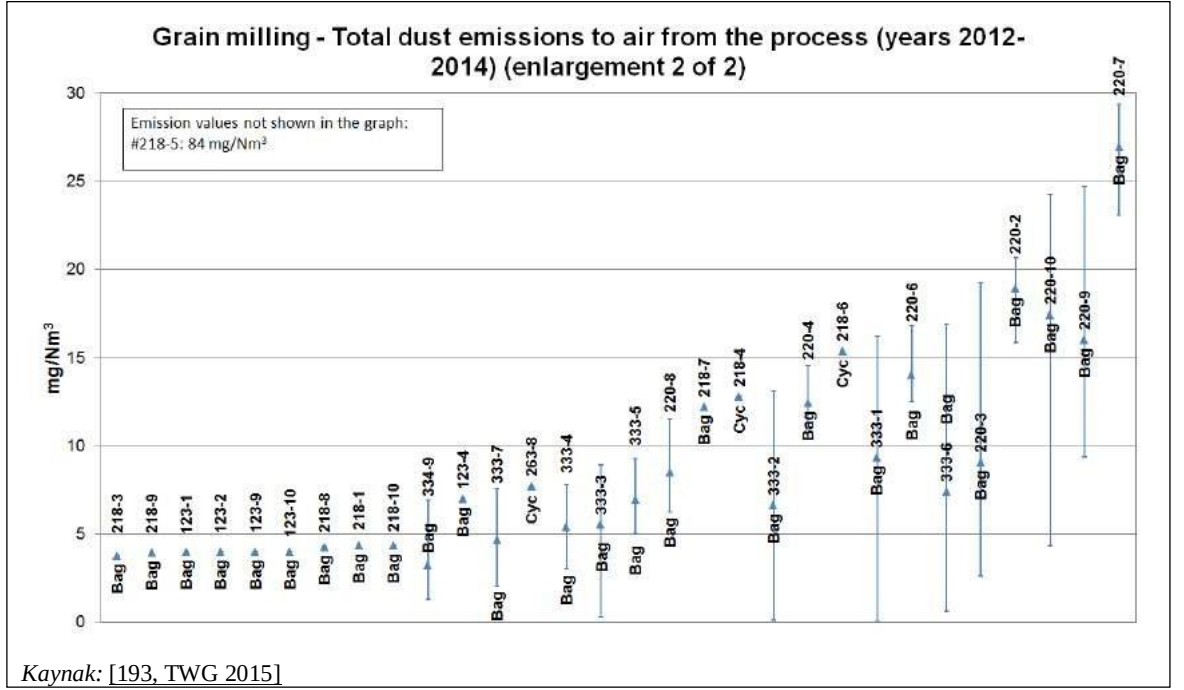
9.3.3 Havaya verilen emisyonlar

9.3.3.1 Toz emisyonları

Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen emisyonların işleme tabi tutulması için çoğunlukla torba filtreler kullanılmaktadır. En önemli emisyon kaynağı, öğütmenin kendisidir, bununla beraber temizlik işlemleri de önemli olabilmektedir. Tam tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan toz emisyonları ile ilgili alınan verilerin genel bir görünümü, Şekil 9.3 (düşük değerler) ve Şekil 9.4'te (yüksek değerler) sunulmaktadır. Ayrıca, uygulanan boru sonu azaltım teknikleri gösterilmektedir. Tek bir salım noktasından toz emisyonu yükleri genellikle 200 g/s'nin altındadır.



Şekil 9.3 Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (1 / 2)



Şekil 9.4 Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (2 / 2)

Şekil 9.3 ve Şekil 9.4'te kullanılan simge ve kısaltmaların anlamları, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te verilmektedir.

9.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

9.4.1 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

9.4.1.1 Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler

9.4.1.1.1 Torba filtre

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.2.2 no'lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 9.1'de, tahıl öğütme proseslerinden kaynaklanan havaya verilen emisyonların azaltılması için torba filtre uygulamasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 9.1 Toplam torba filtrede işlem sonrası tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standartı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
263-12	< 0,30	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Buğday işleme Öğütme prosesi Boru filtre
432-12	0,10	-	Mikro toz ölçer	Yıllık	Buğday işleme Öğütme prosesi Orta basınç Ters jetli filtre
263-5	0,29	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Buğday işleme Buğday presi Boru filtre
333-3	0,30	20,9	EN 13284-1	Yıllık	Buğday işleme Kabuk çıkarma (debraining) genel aspirasyonu
263-11	0,32	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Buğday işleme Öğütme prosesi Boru filtre
432-6	0,40	-	Mikro toz ölçer	Yıllık	Buğday işleme Un harmanlama Orta basınç Ters jetli filtre
263-7	0,78	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Buğday işleme Buğday temizleme Boru filtre
334-1	0,90	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday işleme Buğday temizleme
220-9	< 1	21,0	-	Yılda iki kez	Buğday işleme Öğütme prosesi
334-3	1,40	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday işleme Öğütme prosesi
334-4	2,30	-	EN 13284-1	Yıllık	
333-2	1,45	20,90	EN 13284-1	Yılda iki kez	Buğday işleme Buğday temizleme
334-9	1,50	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday işleme Un transferi
220-2	< 1,74	21,00	-	Yılda iki kez	Buğday işleme Kabul silosu
220-10	< 2	21,00	-	Yılda iki kez	Buğday işleme Öğütme prosesi

123-7	2,00	-	-	-	Buğday ve çavdar işleme Öğütme prosesi
432-17	2,50	-	Mikro toz ölçer	Yıllık	Buğday işleme Buğday temizleme Boru filtre
123-5	3,00	-	-	-	Buğday ve çavdar işleme Buğday değirmeni ve un silosu
334-6	3,40	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday işleme Buğday deşarjı
333-1	4,00	20,90	EN 13284-1	Yılda iki kez	Buğday işleme Hammadde silosu
333-6	6,00	20,90	EN 13284-1	Yılda iki kez	Buğday işleme Öğütme prosesi
218-7	12,19	-	-	-	Buğday işleme Termo-pnömatik irmik değirmeni
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Tahıl öğütme tozu genelde, potansiyel olarak zararlı kabul edilebilen, küçük tane boyu ile birlikte yüksek protein içeriğine sahiptir [30, TWG 2018].

Referans literatür

[30, TWG 2018], [193, TWG 2015]

9.4.1.1.2 Siklon

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.2.3 no’lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik siklon uygulaması, torba filtreler kadar sık bildirilmemektedir. Ayrıca, siklondan kaynaklanan toz emisyonu seviyeleri, torba filtreden kaynaklanan toz emisyonu seviyelerinden genellikle yüksektir.

Tablo 9.2’de, tahıl öğütme proseslerinden kaynaklanan havaya verilen emisyonların azaltılması için torba filtre uygulamasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 9.2 Toplam siklonda işlem sonrası tahıl öğütme prosesinden kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standartı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
263-8	7,70	-	EN 13284-1	Üç yılda bir	Buğday işleme Un transferi Nemli atık gaz
218-4	12,81	-	-	-	Buğday işleme İrmik değirmeni temizliği
218-6	15,39	-	-	-	Buğday işleme Ayıklama (pruning) makinesi
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

10 ET İŞLEME

10.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

İşlenmiş et (pişmiş, kurlenmiş, konservelenmiş, vb.), AB et tüketiminin en büyük ve en dinamik bölümünü oluşturmaktadır. İşlenmiş et, ürün geliştirme, ambalajlama ve markalaşmada pazarlama ve yenilik için katma değer ve fırsat sunan bir pazardır.

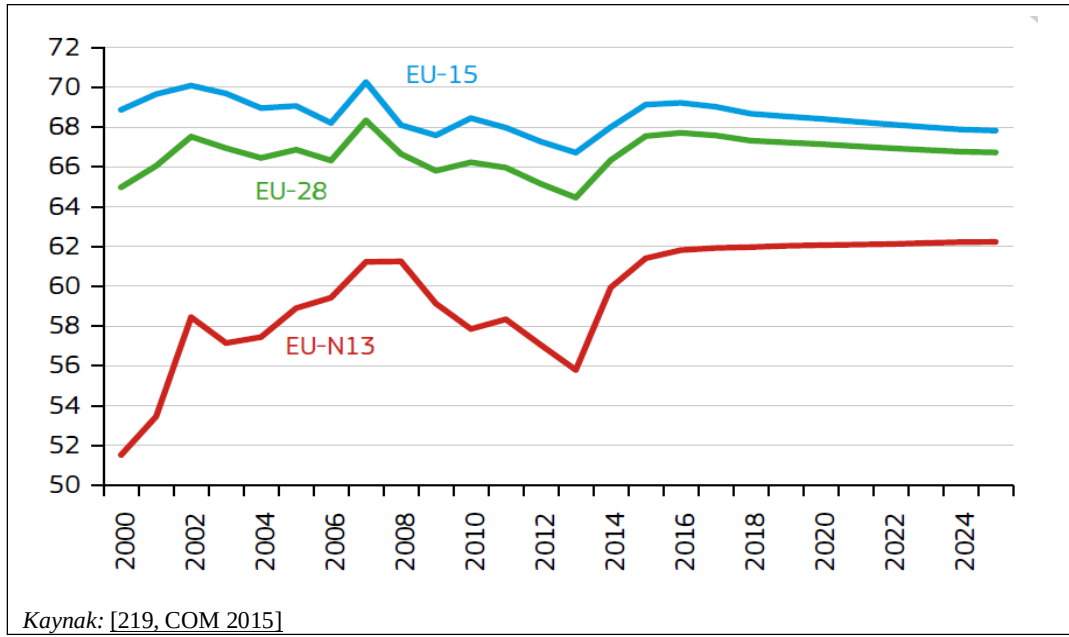
Modern perakende, işlenmiş et dağıtımı için ana satış noktasıdır. Avrupa işlenmiş et perakende satışlarının yaklaşık %84'ünü oluşturmaktadır. Bununla beraber, ürünler, markalar ve satış, perakende zincirleri ve ülkeler arasında çok büyük farklılık göstermektedir. Tezgah satışlarının oranı, satışların Birleşik Krallık'taki çok düşük %6'sından, İtalya'daki yaklaşık %70'ine kadar değişiklik gösterebilmektedir. Taze ön paketleme büyüse de birçok ülkede geleneksel mağazalar hala önemli işlenmiş et satış noktalarını oluşturmaktadır [151, Clitravi-Avec 2016].

Et işleme sektörü, et üretim değer zincirinin ardıl bölümünü oluşturmaktadır. Et preparat ve et ürünleri üretimiyle ilgili tüm faaliyetlerden oluşmaktadır. Sektör, AB-28'de 24 000'in üzerinde şirketten oluşmaktadır ve sektörün toplam üretim değeri 86 milyon avrodur. Sektörde 421 000'den fazla kişi istihdam edilmekte olup, tüm AB gıda işleme sanayisinin en büyük sektörlerinden biridir [151, Clitravi-Avec 2016].

AB et işleme sektörü çoğunlukla, tedarik zincirinin farklı aşamalarında bağımsız olarak çalışan, ihtisaslaşma seviyesi yüksek küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ) (%90) ile karakterize edilmektedir. Özellikle domuz eti ve sığır eti sektörlerinde bu durum söz konusudur. Daha büyük düşey olarak entegre şirketler (kesimevleri, işleme tesisleri ve depoları bünyesinde bulunduran), sayı bakımından, AB et işleme sanayisinde faaliyet gösteren tüm şirketlerin küçük bir payını oluşturmaktadır ve kanatlı sektöründe daha güçlü durmaktadır [151, Clitravi-Avec 2016].

2014 kesim istatistiklerine göre AB-28 et üretimi şu şekildedir: domuz eti, en önemli et kategorisi olmuş, 22,1 milyon tonun üzerinde üretim gerçekleştirilmiş, yıllık tüm et üretiminin %51'ini oluşturmuştur; domuz etini, 13,0 milyon ton (%30) ile kanatlı eti izlemiştir. Toplam sığır eti üretimi 7,3 milyon ton (%17) olarak gerçekleşirken, küçükbaş hayvan eti yalnızca 0,8 milyon ton olarak gerçekleşmiş, tüm et üretiminin yaklaşık %2'si olmuştur [174, Eurostat 2016].

Dünya et tüketimindeki büyüme, gelecek 10 yılda yalnızca küçük bir büyüme ile 46,5 milyon tona ulaşması beklenen AB et üretimindeki değişikliklerin belirleyicisi olmaktadır. Önceki on yıla göre yavaş olsa da gelişmekte olan ülkelerdeki nüfus artışı ve ekonomik büyümenin, daha yüksek et talebini desteklemesi ve AB et ihracatındaki büyümeye katkı yapması beklenmektedir. Dünya et tüketiminin 2015 - 2025 döneminde, önceki on yıla göre yavaşlayarak, %1,4 oranında artarak 358 milyon tona ulaşması beklenmektedir. 2014'te, AB et tüketimi kişi başı 66,3 kg olmuştur. Şekil 10.1'de, 2000 - 2024 döneminde AB'nin toplam et tüketimi gösterilmektedir [219, COM 2015].



Şekil 10.1 AB toplam et tüketimi, kg/kişi (perakende ağırlık)

AB’de et ürünleri tüketiminin, artan sosyal sorunlar (hayvan refahı ve karbon ayakizi), sağlık sorunları ve yaşanan Avrupa nüfusundan (kişi başı daha az et tüketmektedir) dolayı gelecek yıllarda artması beklenmemektedir. Bu faktörlerin bazıları, kırmızı et yerine kanatlı etinin tercih edilmesine hizmet etmektedir [219, COM 2015].

Aşağıda, işlenmiş et türü itibarıyla bazı ek veriler sunulmaktadır [151, Clitavi-Avec 2016].

2013’te, AB-27’nin kanatlı eti üretimi yaklaşık 12,9 milyon ton olmuştur. Kanatlı eti tedarik zincirinde, tedarik ve kesim/işleme alanında farklı şirketler bulunmaktadır. Kanatlı kesimi, kesimevlerinde gerçekleştirilmekte ve et, işleme şirketlerinde ayrıca işlenerek tüketici ürünlerine dönüştürülmektedir.

2012’de, toplam kanatlı eti üretimi, 24,6 milyar avro değerle 12,9 milyon ton olmuştur. Bununla beraber, bu yalnızca birincil sektör ve kesimevlerinin ekonomi çıktısıdır. İleri işleme sonrası toplam kanatlı üretim değeri konusunda herhangi bir resmi veri yoktur. Ancak, tahminlere göre değer, işleme sonrası %30 daha yüksektir. Buna göre, 2012’de AB-27’deki toplam kanatlı eti üretim değeri 32 milyon avroya ulaşacaktır, dolayısıyla AB kanatlı eti ileri işleme sektörü 7,4 milyar avro olarak tahmin edilebilmektedir.

Değer bakımından, büyükbaş hayvanlar, hayvansal ürünler (örneğin süt) dikkate alınmaksızın, toplam tarımsal üretimin %8,1 ve hayvansal üretimin %18,8’ini oluşturmaktadır. Avrupa’da, sığır etinin üçte ikisinden fazlası, süt ineği tarafından sağlanmaktadır.

AB yılda yaklaşık 7,8 milyon ton sığır eti (hem taze et hem işlenmiş et) tüketmekte olup, pazarın kilit konumdaki değerli parça et bölümü yaklaşık 500 000 tondur. AB ithalat miktarı 300 000 tonun üzerindedir ve gelecek yıllarda ithalat gereksiniminin 400 000 tonu çok fazla aşması beklenmemektedir.

Domuz eti, toplam AB tarımsal üretiminin %9,0’ını oluşturmaktadır. Vurgulandığı üzere, domuz eti AB-28’de üretilen başlıca et türüdür.

AB domuz eti sektörü, diğer et sektörlerine göre en büyük işleme payına sahiptir. Toplamda, tahminen AB işlenmiş et üretimi miktarının %70’i, domuz etinden oluşmaktadır.

Küçükbaş hayvan eti, toplam AB tarımsal üretiminin %1,4'ünü oluşturmaktadır. Keçi etinin AB-28 et üretimine toplam katkısı fazla değildir (%0,1) ve toplam AB keçi eti üretiminin %95,6'sını oluşturan yedi AB Üye Devleti'nde toplanmıştır. AB koyun sektörü son yıllarda sürülerdeki azalma ve geli üzerindeki baskı ile birlikte üretim üzerinde aşağı yönlü bir baskı görmüştür. Bununla beraber, gelecek yıllarda, Avrupa pazarındaki talebin, üretim seviyelerini geçerek, ihracatçı ülkeler için fırsatlar sunması beklenmektedir.

Ana tüketici talebi taze ete dönük olsa da, katma değerli ürün alanları arasında, mikrobiyel güvenlik için gama ışınlarına tabi tutulmuş ürünler, kolaylık için yarı pişirilmiş ürünler, üniformluk için dilimlenmiş ve kurumsal parçalar ve sağlamlılık için besin değeri artırılmış et yer almaktadır.

10.2 Uygulanan proses ve teknikler

10.2.1 Genel bakış

Domuz, kanatlı ve sığır eti, Avrupa’da işlenen ana et türleridir. Et sektörünün faaliyetleri, kesim (Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) MET-REF’te ele alınmaktadır), et kesme ve ileri işleme olmak üzere üç alana ayrılabilir [93, COM 2005]). Bu MET-REF’in kapsamında, kesim faaliyetinin büyük hayvanlar için standart kesimler ve kanatlı kesimleri olarak gerçekleştirildiği kabul edilmektedir.

Et işleme teknolojisi, işlenmiş et ürünleri üretimindeki adım ve prosedürlerden oluşmaktadır. Bu işlemler, et parçaları elde etmek için etin basit kesimi ve bunu izleyen, etin hoş bir tat kazanması amacıyla et yemekleri için pişirmenin ötesine geçmekte ve muhtelif yöntemleri içermektedir. Tablo 10.1’de, et sektöründe uygulanan tipik işlemler kısaca tanımlanmaktadır.

Tablo 10.1 FDM et işleme tesislerinde uygulanan tipik işlemler

İşlem	Kısa tanımı
Kemik ayırma	Et, kemikler ve yağın ayrılmasıdır - genelde manüel veya yarı manüel işlem olarak kesimevinde gerçekleştirilir. Kemik ayırma işleminde, birincil parçalar kaslara ve et/yağ karışımlarına (farklı et/yağ içeriğine sahip karışımlar, örneğin 50/50 (%)) ayrılır. Genelde et işleme tesisi planlanan üretim için ihtiyaç duyulan belirli parçalar/kaslar ve et/yağ karışımlarını satın alır.
Kesme, parçalama	Belirli ürün için gereken boy ve şekle göre etin/kasların kesilmesi/ doğranması/ parçalanmasıdır. Kesme atıkları diğer ürünler/ kıyma, vb. için kullanılmaktadır.
Yağ standardizasyonu	Et/yağın yağ içeriğinin ölçülmesi ve ürün tarifine göre gereken yağ içeriğini elde etmek için farklı partilerin karıştırılmasıdır.
Karıştırma	Et ve yardımcı malzemelerin karıştırılmasıdır. Et ve yardımcı malzemelerin tipik karıştırılmasıdır.
Tuzlama, kuru tuzlama, kapta tuzlama (vessel salting), enjeksiyon	Ürüne tuz katılmasıdır: - Kuru tuzlama - gerekli tuzlama derecesi elde edilinceye kadar et parçalarının kuru tuzda saklanmasıdır. - Kapta tuzlama - gerekli tuzlama derecesi elde edilinceye kadar etin tuzlu suda saklanmasıdır. - Ürüne tuzlu su enjeksiyonu - bu işlemi genelde, üründe üniform tuz dağılımı elde etmek için tumbling izler.
Marine etme	Ürüne marinat katılmasıdır.
Katkı maddesi, koruyucu, aroma artırıcı ve enzim katılması	Ürünün işlevselliğini artırmak, raf ömrünü uzatmak veya aromasını artırmak için katkı maddeleri, koruyucular, aroma artırıcılar ve enzimler katılmasıdır.
Tumbling	Ürünün içinde üzerinde tuz/marinadın üniform dağılımını sağlamak için ürüne tumbling işlemi uygulanması.
Kıyma	Et parçalarının boyunu 1 - 2 santimetreye indiren et öğütme makinesi/et kıyma makinesi ve tane boyunun daha da küçültülmesi için kaseli kesme makineleri (bowl chopper)/ et bıçakları kullanarak etin kıyma/doğrama işlemine tabi tutulmasıdır. Kaseli kesme makineleri ve et bıçaklarında, işlem sırasında yardımcı malzemeler eklenebilmektedir.
Kıyma emülsifikasyonu, üretimi	Et emülsifiye edici kullanarak kıyma ve yardımcı malzemelerin son karıştırılmasıdır. Et parçalarının daha da küçültülmesi için bir öğütme işlevi eklenebilmektedir.
Formlama	Kıymanın köfte, hamburger köfte, vb. elde etmek için formlanması - sürekli ve otomatik prosestir. Ürünlerin formlanmasıdır - genelde manüel veya yarı otomatik prosestir.

İşlem	Kısa tanımı
Kutulama ve otoklavlama	Aşağıdaki proses adımlarından oluşur: - Doldurmadan önce kutuların temizlenmesi - Kutuların doldurulması - Kutunun kapatılmasından önce yeniden doldurma - Kapağın kapatılması - Kapağın kapatılmasından sonra yıkama - Otoklavlama - Kutulanmış ürünlerin soğutulması
Sosis doldurma	Sucuk bağırsaklarına sosis doldurulmasıdır.
Ekmek kırıntısına bulama	Ürünün ekmek kırıntıları veya yarı sıvı hamura bulanmasıdır - genelde derin kızartma öncesinde.
Sarma	Ürünlerin sosis etine sarılması - örneğin iskoç yumurtası - veya dolma içinin çin böreğine (spring roll) sarılması, vb.
Fırında pişirme	Ürünlerin fırında ısı ile işleme tabi tutulması - fırında pişirme prosesi, kesikli proses veya bir tünel fırında sürekli proses olabilmektedir.
LTLT/sous vide ısı işlemi	Uzun Süre Düşük Sıcaklık (LTLT) sous vide (vakum) Ürünün vakum paketlenmesi ve bunu müteakiben sıcak su banyosunda ısı ile işleme tabi tutulması. Paketlenen et/ürünler, uzun bir süreyle (saat/birkaç saat) yaklaşık 55 – 70°C'lik sıcak suya daldırılır. LTLT/sous vide işleminin uygulanması, normal ısı ile işleme göre, ısı ile işlem sırasında ürün kaybını azaltır. Isıtma ve bunu izleyen soğutma aynı kapta veya iki kapta - biri pişirme, diğeri soğutma için - gerçekleştirilebilmektedir.
Pişirme	Ürünlerin suya daldırılmış olarak veya buharla ısıtılmış doymuş hava ile pişirilmesi. Pişirme, kesikli veya sürekli pişiricilerde gerçekleştirilebilmektedir.
Derin kızartma	Isıtılmış yağ banyosunda kızartmadır. Ürünler bir konveyöre yerleştirilir ve ısıtılmış yağ banyosundan geçirilir.
Bantlı kızartma	Biri ürünün altında diğer üstünde olmak üzere, iki ısıtılmış bant arasında kızartmadır. Bantlı kızartma ekipmanı kullanıldığında ürünler, kızartma tavasında hazırlanan ürünlere benzerdir.
Sıcak dumanlama	Sıcak dumanlama, genellikle 65 – 90 °C olmak üzere, proteinlerin denatürasyonunu sağlayan sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Dumanlama aroma ve renk katar ve ürünü korur. Dumanlama, kesikli proses olarak dumanlama odalarında gerçekleştirilebilmekte veya sürekli proses olabilmektedir. Duman, talaşın (sert ağaç) kontrollü yakılması veya ağaç ile metal çark arasındaki sürtünme ile oluşturulabilmektedir.
Soğuk dumanlama	Protein denatürasyonunu sağlamayan 30 – 55°C'lik sıcaklıklarda soğuk duman uygulanarak gerçekleştirilen dumanlamadır. Duman genelde ağacın (sert ağaç) kontrollü yakılması ile oluşturulmaktadır.
Fermentasyon, olgunlaştırma	Et ürünlerinin, üründe bulunan starter kültür kullanılarak veya ürüne starter kültür katılarak fermentasyonudur. Olgunlaştırma, doku ve aromayı iyileştirir.
Kurutma	Üründen suyun uzaklaştırılmasıdır. İşlem, sıcaklık ve hava neminin kontrol edildiği bir iklim odasında gerçekleştirilebilmektedir.
Isı ile işlem sonrası soğutma	Soğutma - üründen ısının uzaklaştırılmasıdır. Daha ayrıntılı tanım, sonraki bölümde verilmektedir.
Dondurma	Dondurma - Ürünün korunması içindir. Daha ayrıntılı tanım, sonraki bölümde verilmektedir.
Kabuk dondurma	Dilimlemeden önce ürünün dış katmanının dondurulmasıdır. İdeal dilimleme işlemi ve ürün kaybının azaltılması içindir.
Dilimleme	Ürünlerin büyük parçalarının dilimlenmesidir. Dilimleme öncesinde, dilimlemenin uniformluğunu sağlamak ve dilimleme sırasında ürün kaybını azaltmak amacıyla kabuk dondurma kullanılabilir. Dilimlemeyi genelde paketleme izler - tüketici paketlemesi veya dökme paketleme,
Paketleme, tüketici	Ürünlerin süpermarketler için paketlenmesi ve etiketlenmesidir.
Dökme paketleme	Ürünlerin diğer üretim tesislerinde kullanılmak üzere paketlenmesidir.

Kaynak: [17, TWG 2018] [220, Clitravi-Avec 2016]

Daha ayrıntılı olarak, kesme, gıda maddesinin büyük-orta boyutlu parçalarının küçültülmesidir. Kesme için bıçak, satır, dairesel testere ve düz testere kullanılmaktadır. Bu ekipmanların tümü elektrikli dir. Karkaslar, kemik, deri ve yağ çıkarılarak parça etler olarak kesilmektedir. Et kesildikten sonra, taze et depolanabilmekte ve frigorifik sistemle dağıtılabilmektedir. Porsiyonlar halinde satılabilmekte veya diğer ürünlerle birleştirilebilmektedir. Domuz karkaslarından deri ve yağın ayrılması için özel deri soyma makineleri kullanılmaktadır.

Örneğin jambon, domuz sucuğu ve sosis olarak etin ileri işleme esas olarak koruma amacıyla gerçekleştirilmektedir ancak, aynı zamanda tat için önemlidir. Et sektöründe, tam kas eti veya değişiklik yapılmış et parçaları şeklindeki çiğ etler, önceden belirlenen ürün özellikleri elde edilecek şekilde yeniden şekillendirilmektedir.

Kaba öğütülmüş ürünlerde, et parçaları büyük ölçüde küçültülmekte ve daha sonra farklı bir fiziksel formda yeniden şekillendirilmektedir. Kas eti işleminin amacı, mamulde orijinal sağlam doku görünümünü korumaktır. Jambon, rozbif ve hindi göğsü gibi ürünler, tam kas etleri veya bölümlenmiş kas etlerinden üretilmektedir. Emülsifikasyon işlemi, yağ partikülünün protein zarına tutunduğu bir matris oluşturmaktadır.

Öğütme, tane boyunu küçültmekte ve karıştırma, kimyasal bileşimin üniformluğunu ayrıca, protein ekstraksiyonunu sağlamaktadır. Ayrıca, doğrama, tane boyunu küçültmekte ve tuzda çözünür protein ortaya çıkarmaktadır. Başlıca işleme ekipmanı arasında kas etleri için enjektörler ve massager'lar, kaba öğütülmüş ürünler için öğütücüler ve mikserler, emülsifiye ürünler için satır ve emülsifiye ediciler yer almaktadır. Enjeksiyon ve massaging işlemleri, tuzlu su dağılımı ve protein ekstraksiyonunu kolaylaştırmaktadır.

Tuzlama/kürleme/salamura bileşenlerini içeren bir çözeltinin basınç altında enjeksiyonu, etin ömrünün uzatılmasında yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Kullanılan bileşenler tuz, bir başka ifadeyle genelde sodyum ve potasyum nitritle birlikte NaCl ve özel özellikler katmak amacıyla diğer maddelerden oluşmaktadır. Bu işlem jambon, kol (shoulder), bresaola ve hindi gibi tam ürünler için gereklidir. Geleneksel damar içi enjeksiyon terk edilmiştir ve günümüzde bu teknikte, daha yüksek verimlilik ve salamuranın yaygın bir şekilde yayılmasını sağlayan çok iğneli enjektörler kullanılmaktadır. Enjektör, tuzlar, polifosfatlar, askorbat, kazeinat, nitrat, nitrit, glutamat ve jambon veya kol (shoulder) kütlelerinin içindeki baharat gibi farklı katkı maddeleri ve bileşenleri içeren önceden belirlenmiş dozda salamura enjekte etmektedir.

Enjeksiyonlardan sonra, üründe bileşenler ve katkı maddelerinin tam homojenizasyonunu sağlayan bir işlem gerçekleşmektedir. Ayrıca, bu işlem, bağ etkisiyle birlikte etten proteinli/tuzlu sıvının ekstraksiyonunu sağlamaktadır. İşlem, vakum altında ve/veya soğutulmuş sıcaklıkta sürekli ya da kesikli olarak bir düşey veya eğimli eksen çevresinde dönen bir kabın içinde etin massaging işlemine tabi tutulmasını içermektedir. Kürlenmiş pişirilmemiş jambon, domuz sucuğu ve coppa üretimi için, kuru tuzla tuzlama/kürleme gerekmektedir. Domuz sucuğu ve coppa, massaging makinesinde de elde edilebilmektedir.

Isı, örneğin pişirme ve kızartma, içeren koruma ve dehidrasyon ile, ambalajlanabilen ve uygun depolama koşullarında uzun süre saklanabilen ürünler elde edilmektedir. Pazar çeşitliliği için, fermentasyon, dumanlama ve tuzlama/kürleme/salamura gibi koruma teknikleri kullanılmaktadır. Bu işlemlerin tamamı, mikrobiyel üremeyi destekleyen ortam koşullarını değiştirerek, raf ömrünü sınırlı olarak uzatmaktadır.

Dumanlama işlemi, dumanlamak suretiyle gıda maddesinin pişirilmesi, korunması veya aromasının artırılması işlemidir. İki tür dumanlama vardır. Sıcak dumanlama genellikle 65 – 120 °C'de gerçekleştirilmektedir ve gıda ürünlerinin tamamen pişirilmesi için kullanılabilmektedir. Sıcak dumanlama, ağacın yakılması veya alevsiz yakılmasıyla elde edilmektedir. Soğuk dumanlama genelde 30 – 55 °C'de gerçekleştirilmektedir ve genellikle gıda maddelerinin korunması ve aromasının artırılması için kullanılmaktadır. Soğuk dumanlamada, ağacın alevsiz yakılmasıyla oluşturulan duman, duman kondensatları (sıvı dumanlama) sürtünme ve kızgın buhar kullanılmaktadır. Farklı duman elde etme yöntemleri Tablo 7.2'de verilmektedir. Dumanın VOC içeriği büyük oranda dumanın elde edilme yöntemine bağlı olmaktadır. Yöntem emisyonları, dolayısıyla hava temizleme ihtiyacını etkilemektedir. Seçilen duman, elde edilen aromayı belirlemektedir.

Genellikle depolama sırasında raf ömrü ve güvenliği sağlamak için et ürünlerine koruyucular katılmaktadır. Sodyum klorür ve sodyum nitrit, işlenmiş ette yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, hazır ürünleri, *Listeria monocytogenes* başta olmak üzere patojenlerin üremesine karşı kararlı hale getirmek için genelde sodyum laktat ve sodyum asetat kullanılmaktadır. Tuz indirgenmesi (sodyum indirgenmesi), gıda sanayisinde bir güçlük oluşturmaktadır, bu nedenle sodyum yerine potasyum kullanımının arttığı gözlemlenmektedir. Ayrıca, işlenmiş ürünlere genelde, su bağlama (fosfatlar) gibi teknik nedenler veya doku iyileştirme (enzimler) için diğer bileşenler katılmaktadır. Bir başka kullanım, baharat veya sıvı dumanın antimikrobiyel aktivite üzerindeki etkisi büyük ölçüde değişebildiğinden katkının ana nedeni, aromanın artırılmasıdır. İşlenmiş ette kullanılan koruyucular ve diğer katkı maddeleri, gıda katkı maddeleri hakkında EC 1333/2008 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Tüzüğü ile kontrol edilmektedir [17, TWG 2018].

Et kalıntılarında yağ geri kazanımı için, ıslak eritme veya kuru eritme kullanılmaktadır. Islak eritme işleminde, hammadde doğrudan buhar enjeksiyonuyla bir proses kazanında yaklaşık 90 °C'ye ısıtılmaktadır. Bunun sonucunda sulu faz ve yağ içeren faz oluşmaktadır. Fazlar, dekantasyon ve santrifüjleme ile ayrılmaktadır. Kuru eritme işleminde, hammaddeler dolaylı olarak, işleme kazanında (buhar gömlekli kazan) ısıtılmaktadır. Buharlaşan suyun tamamı, vakum altında kazandan uzaklaştırılmaktadır. Sıvı faz veya erimiş yağ ile kuru faz veya yağsız et kalıntısı, dekantasyon ile ayrılmaktadır.

Et sektörü, özel yerel tatlar ve geleneklerden dolayı, et ürünleri bakımından çok çeşitlidir. FDM işleme tesisleri ürünlerinin tipik listesi aşağıda verilmektedir [220, Clitavi-Avec 2016]:

- Kurutulmuş et,
- Kürlenmiş jambon,
- Tuzlanmış et,
- Dumanlanmış tuzlanmış et,
- Pişmiş sosis,
- Sosis, ısı işlemine tabi tutulmamış,
- Salam,
- Pişmiş jambon, yeniden şekillendirilmiş jambon, vb.,
- Konserve et,
- Konserve kıyma et,
- Pâté ve ciğer ezmesi,
- Parça et, taze,
- Parça et, dondurulmuş,
- İyileştirilmiş et parçaları, taze,
- İyileştirilmiş et parçaları, dondurulmuş,
- Kıyma, taze,
- Köfte,
- Hamburger köftesi, taze,
- Hamburger köftesi, dondurulmuş,
- Derin kızartılmış köfte, soğutulmuş,
- Derin kızartılmış köfte, dondurulmuş,
- Bantlı kızartılmış köfte, soğutulmuş,
- Bantlı kızartılmış köfte, dondurulmuş,
- Düşük Sıcaklık Uzun Süre (LTLT) ile işleme tabi tutulmuş et parçaları, vb.,
- LTLT ile işleme tabi tutulmuş kıyma et ürünleri,
- Çorba ve bulyon,
- Soğutulmuş hazır pişmiş yemek,
- Dondurulmuş hazır pişmiş yemek,
- Tavuk nugget,
- börekler (pâté en croûte, vb.),

- Diğer et preparatları, taze,
- Öğütülmüş et karışımı,
- Ekmek kırıntısına bulanmış ürünler.

Farklı et ürünleri için uygulanan ana işlemler Tablo 10.2’de özetlenmektedir.

Tablo 10.2 Farklı et ürünlerine uygulanan işlemlerin özeti

	Kemik ayırma	Kesme, parçalama	Yağ standardizasyonu	Karıştırma	Tuzlama	Marine etme	Tumbling	Kıyma	Kıyma emülsifikasyonu, üretimi	Formlama	Kutulama ve otoklavlama	Sosis doldurma	Ekmek kırıntısına bulama	Sarma (sosis etine sarma)	Fırında pişirme	LTLT/vakum ısı işlemi	Pişirme	Derin kızartma	Bantlı kızartma	Sıcak dumanlama	Soğuk dumanlama	Fermantasyon, olgunlaştırma	Kurutma	Isı ile işlem sonrası soğutma	Dondurma	Kabuk dondurma	Dilimleme	Paketleme, tüketici
Kurutulmuş et	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x
Kürlenmiş jambon	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x
Tuzlanmış et	x	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Dumanlanmış tuzlanmış et	x	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pişmiş sosis	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	x	x	-	-	x
Sosis, ısı işlemine tabi tutulmamış	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x
Salam	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	x	x
Kaynatılmış jambon, yeniden şekillendirilmiş jambon, vb.	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x
Konserve et	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Konserve kıyma et	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Pâté ve ciğer ezmesi	x	x	x	x	-	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x

	Kemik ayırma	Kesme, parçalama	Yağ standardizasyonu	Karıştırma	Tuzlama	Marine etme	Tumbling	Kıyma	Kıyma emülsifikasyonu, üretimi	Formlama	Kutulama ve otoklavlama	Sosis doldurma	Ekmek kırıntısına bulama	Sarma (sosis etine sarma)	Fırında pişirme	LTLT/vakum ısı işlemi	Pişirme	Derin kızartma	Bantlı kızartma	Sıcak dumanlama	Soğuk dumanlama	Fermantasyon, olgunlaştırma	Kurutma	Isı ile işlem sonrası soğutma	Dondurma	Kabuk dondurma	Dilimleme	Paketleme, tüketici
Parça et, taze	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
Parça et, dondurulmuş	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
İyileştirilmiş et parçaları, taze	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
İyileştirilmiş et parçaları, dondurulmuş	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x
Kıyma, taze	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Köfte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x
Hamburger köftesi, taze	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Hamburger köftesi, dondurulmuş	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x
Derin kızartılmış köfte, soğutulmuş	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Derin kızartılmış köfte, dondurulmuş	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x

	Kemik ayırma	Kesme, parçalama	Yağ standardizasyonu	Karıştırma	Tuzlama	Marine etme	Tumbling	Kıyma	Kıyma emülsifikasyonu, üretimi	Formlama	Kutulama ve otoklavlama	Sosis doldurma	Ekmek kırtısına bulama	Sarma (sosis etine sarma)	Fırında pişirme	LTLT/vakum ısı işlemi	Pişirme	Derin kızartma	Bantlı kızartma	Sıcak dumanlama	Soğuk dumanlama	Fernantasyon, olgunlaştırma	Kurutma	Isı ile işlem sonrası soğutma	Dondurma	Kabuk dondurma	Dilimleme	Paketleme, tüketici
Bantlı kızartılmış köfte, soğutulmuş	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Bantlı kızartılmış köfte, dondurulmuş	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x
LTLT ile işleme tabi tutulmuş parça et, vb.	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
LTLT ile işleme tabi tutulmuş kıyma et ürünleri	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Çorba ve bulyon	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x
Soğutulmuş hazır pişmiş yemek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dondurulmuş hazır pişmiş yemek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tavuk nugget	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x

		börekler (pâté en croûte,	Diğer et preparatları	Öğütülmüş et karışımı	Ekmeğin kırıntısı
		x	x	x	x
		x	x	x	x
		x	x	x	x
		x	x	x	x
		ı	ı	ı	ı
		x	x	x	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	x	x
		ı	ı	x	x
		ı	ı	x	x
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		x	x	x	x
		ı	ı	ı	ı
		x	x	x	x
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		x	x	x	x
		x	x	x	x
		ı	ı	ı	ı
		ı	ı	ı	ı
		x	x	x	x

Not: x: işlem uygulanmış, ı: işlem uygulanmamış.
Kaynak: [220, Cilt1v1-Aveç 2016]

10.2.2 Temizlik

Et işleme tesislerinde temizlik üç durumda söz konusu olmaktadır: üretim sırasında temizlik, üretim partileri arasında temizlik ve üretim sonrası temizlik [220, Clitravi-Avec 2016].

Et sanayisi genellikle, açık üretim sistemleri ve makineleri ile nitelendirilmektedir. Bu nedenle, temizlik genelde, hortumlar kullanılarak su ve deterjanla elle yapılmaktadır. Temizlik personeli püskürtme tabancaları kullanmaktadır ancak, çalışma ortamını etkilediğinden aerosol oluşumunu önlemek için su basıncı çok yüksek olmamalıdır [17, TWG 2018].

Üretim sırasında temizlik

Bu, üretim alanının temizliğini içermektedir. Ayrıca, güvenli çalışma koşulları sağlamak ve dökülmelerin yayılmasını sınırlandırmak amacıyla, döşeme üzerine gerçekleşen dökülmelerin toplanmasını içermektedir. Gerekirse, su hortumu kullanılmaktadır.

Üretim partileri arasında temizlik

Bu, üretim ekipmanının temizliğini içermektedir. Ayrıca, ürün spesifikasyonlarına %100 uygunluğu sağlamak amacıyla, yeni bir üretim partisine başlamadan önce üretim hattından ürün kalıntılarının temizlenmesini içermektedir. Temizlik ihtiyacı ve ölçüsü, müteakip ürünün hassasiyetinden etkilenmektedir. Münferit partilerin sırasının etkin planlaması, partiler arasındaki temizlik ihtiyacını azaltabilmekte ancak genellikle, ihtiyacı ortadan kaldırmamaktadır.

Üretim sonrası temizlik

Bu, üretimden sonra üretim alanı ve ekipmanının temizliğini içermektedir. Temizlik, üretim bittikten hemen sonra başlamaktadır. Temizlik işlemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- Hazırlık: alanın düzenlenmesi, atıklar, eldivenler, vb.nin temizlenmesi. İdeal olarak, temizlik personeli, su kullanmadan önce katı atıkları temizler ve toplar.
- İlk durulama: alan ve makineler, et atıklarını döşemeye indirmek ve atıksuya karışmadan önce bu atıkları toplamak için hortumla yıkanır. Ayrıca amaç, yüzeyleri önceden ıslatmaktır.
- Deterjan uygulama: temizlik personeli, deterjan ve suyun, yüzeylere tutunan köpük oluşturan ön karışımli bir karışımını uygular. Deterjanın 15 - 20 dakika boyunca işlemesi sağlanmalıdır. Çoğunlukla, temizlik çözeltisinin pH'si alkalidir, haftada bir asit olarak değişir.
- Durulama: temizlik personeli, köpüğü temizlemek için alanı hortumla yıkar.
- Dezenfeksiyon: ekipmana dezenfeksiyon uygulanır. Çoğunlukla, klorür içeren bir sıvı çözelti kullanılır.
- Son durulama: dezenfektan suyla yıkanır.

10.2.3 Buz çözme işlemleri

Ortam sıcaklıklarında buz çözme, su veya sıcak hava kullanımına göre yavaştır. Sıcak hava kullanmak, buzlu çözülen ürünün yüzey katmanlarında hızlı mikroorganizma üremesine yol açabilmekte ve çözülen suyun yeniden absorpsiyonunu engelleyebilmektedir. Bu, hoş olmayan ve genelde besin değeri olarak yıkıcı damla kaybı oluşturmaktadır. Buzu çözülen gıda katmanlarından kondüksiyonla aktarılmayan mikrodalga enerjisi kullanımı, daha hızlı ve daha az zarar veren bir buz çözme işlemidir.

Geleneksel buz çözme, akan suda gerçekleşmektedir. Bu durumda, ambalajı açılmış hammaddeler tamamen su havuzlarına daldırılmaktadır. Ayrıca, kontrollü sıcaklıkta hava ile buzları çözölebilmektedir. Aynı zamanda, püskürtme ile buz çözme uygulanmaktadır. Tuz giderme ve buz çözme aynı anda gerçekleştirilmektedir.

10.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

10.3.1 Genel bilgiler

Tablo 10.3'te, et işleme tesislerinde uygulanan tipik işlemlerin muhtemel çevresel etkileri sunulmaktadır.

Tablo 10.3 Et işleme tesislerinde uygulanan tipik işlemlerin muhtemel çevresel etkileri

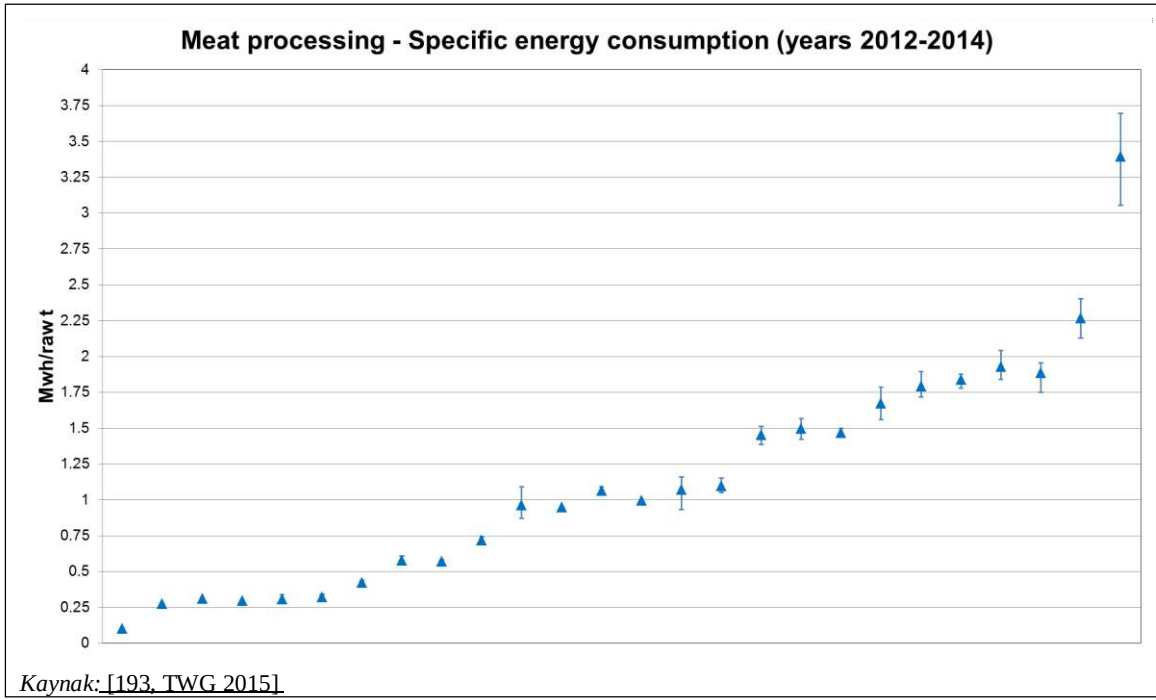
İşlem	Muhtemel çevresel etkiler
Kemik ayırma	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C).
Kesme, parçalama	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C).
Yağ standardizasyonu	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C).
Karıştırma	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Temizlikten önce/üretim partisi vardiyasından önce ekipmanın boşaltılmasındaki güçlükler nedeniyle atıksuya ürün kaybı
Tuzlama, kuru tuzlama, kapta tuzlama (vessel salting), enjeksiyon	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Atıksuyun tuzlu su/tuz ve et suyu içermesi.
Marine etme	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Atıksuyun marinad ve et suyu içermesi.
Katkı maddesi, koruyucu, aroma artırıcı ve enzim katılması.	Örneğin fosfat veya enzimler ya da diğer maddeleri içeren atıksu üretimi.
Tumbling	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Atıksuyun tuzlu su/tuz ve et suyu içermesi.
Kıyma	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Temizlikten önce/üretim partisi vardiyasından önce ekipmanın boşaltılmasındaki güçlükler nedeniyle atıksuya ürün kaybı
Kıyma emülsifikasyonu, üretimi	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Temizlikten önce/üretim partisi vardiyasından önce ekipmanın boşaltılmasındaki güçlükler nedeniyle atıksuya ürün kaybı
Formlama	Kalıpları kayganlaştırmak için su kullanılması. Atıksuyun ürün kalıntılarını içermesi.
Kutulama ve otoklavlama	Dolum öncesi kutuların temizliği, doldurulan kutuların yıkanması, otoklavlama ve mamullerin soğutulması için su tüketimi. Atıksuyun ürün kalıntılarını ve kalsiyum birikintisini ve kutularda paslanmayı önlemek için suya katılan kimyasalları içermesi. Otoklavlama ve ürünlerin soğutulması için enerji kullanımı.
Sosis doldurma	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Temizlikten önce/üretim partisi vardiyasından önce ekipmanın boşaltılmasındaki güçlükler nedeniyle atıksuya ürün kaybı
Ekmek kırıntısına bulama	Atıksuya ekmek kırıntısı (yarı sıvı hamur) kaybı.
Sarma	Üretim tesislerinin soğutulması için enerji tüketimi (oda sıcaklığı 5 – 10 °C). Temizlikten önce/üretim partisi vardiyasından önce ekipmanın boşaltılmasındaki ve sosis etinin taşınmasındaki güçlükler nedeniyle atıksuya ürün kaybı
Fırında pişirme	Isıtma ve soğutma için enerji tüketimi.

İşlem	Muhtemel çevresel etkiler
LTLT/sous vide ısı işlemi	Isıtma ve soğutma için enerji tüketimi. Teknelerin doldurulması, ısıtılması ve soğutulması için su tüketimi.
Pişirme	Isıtma için enerji tüketimi. Pişirme teknesinin doldurulması için su tüketimi veya pişirme kabinlerinde pişirme için buhar üretimi amacıyla su tüketimi. Atıksuyun işlenmiş ürünün kalıntılarını içermesi.
Derin kızartma	Yağın kızdırılması için enerji tüketimi. Üretim sırasında taşıyıcı bandın temizliği için su tüketimi. Atıksuyun yağ ve işlenmiş ürünün kalıntılarını içermesi. Kullanılmış yağ (ve yeniden kullanılan yağın tortuları). Koku emisyonu.
Bantlı kızartma	Isıtma için enerji tüketimi. Üretim sırasında taşıyıcı bandın temizliği için su tüketimi. Atıksuyun işlenmiş ürünlerin kalıntılarını içermesi. Koku emisyonu.
Sıcak dumanlama	Duman ve koku emisyonu. Dumanlama odaları temizliğinden kaynaklanan atıksuyun kondense duman içermesi.
Soğuk dumanlama	Duman ve koku emisyonu. Dumanlama odaları temizliğinden kaynaklanan atıksuyun duman kalıntılarını içermesi.
Fermantasyon, olgunlaştırma	Fermantasyon/iklim odalarının iklimlemesi (sıcaklık ve nem) için enerji tüketimi.
Kurutma	İklim odalarının iklimlemesi (sıcaklık ve nem) için enerji tüketimi.
Isı ile işlem sonrası soğutma	Seçilen işleme bağlı olarak, enerji tüketimi. Soğutma işleminde su kullanılması halinde, su tüketimi. Atıksuyun işlenmiş üründen kaynaklanan organik maddeleri içermesi - su kullanılması halinde.
Dondurma	Seçilen işleme bağlı olarak, enerji ve/veya kriyojenik gazların tüketimi.
Kabuk dondurma	Seçilen işleme bağlı olarak, enerji ve/veya kriyojenik gazların tüketimi.
Dilimleme	Temizlik sırasında atıksuya ürün kaybı.
Paketleme, tüketici	Üretim hatasından kaynaklanan karton, plastik ve gıda atıkları.
Dökme paketleme	-
Kaynak: [17, TWG 2018] [220, Clitravi-Avec 2016]	

10.3.1.1 Enerji tüketimi

Kaynatma, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon, kurutma ve dumanlama gibi ısı işlemi içeren işlemlerde önemli miktarda termal enerji kullanımı söz konusu olmaktadır. Diğer büyük enerji tüketen işlemler, soğutma, dondurma, buz çözme ve temizlik ve dezenfeksiyondur.

Şekil 10.2’de, çeşitli et işleme tesislerindeki spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde) ile ilgili veriler sunulmaktadır. Hammaddelerle ilgili veriler, hazır yemek ve çorba üreten tesisler için olan dahil, kullanılan her türlü hammaddeyi içermektedir.

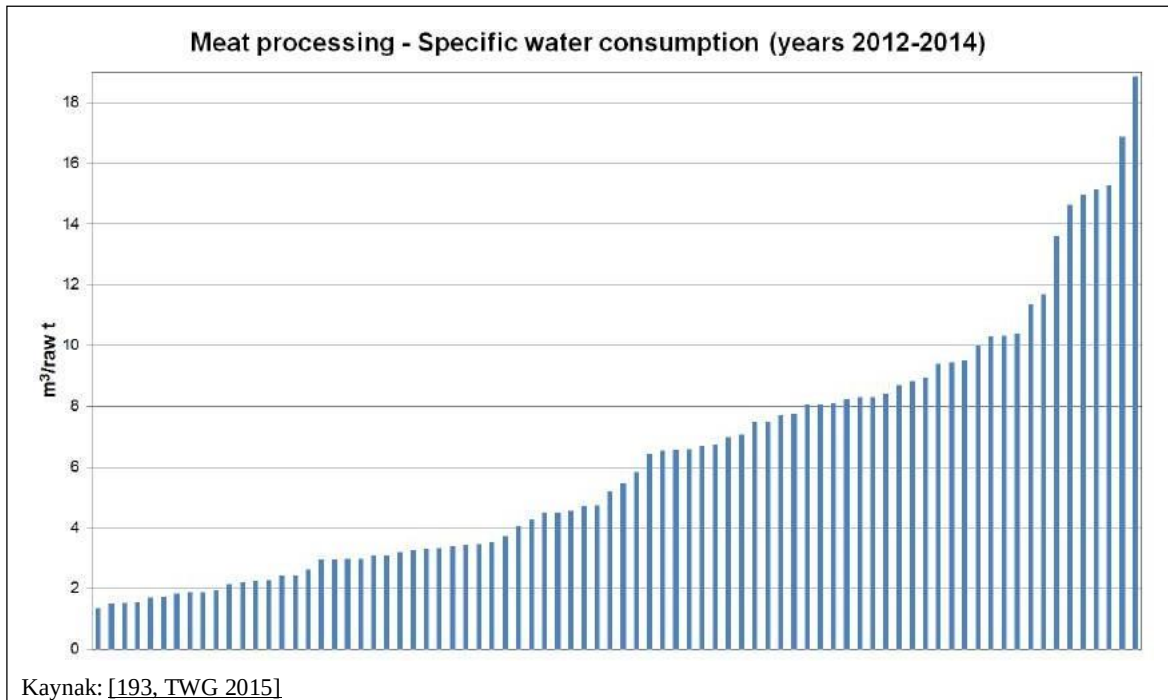


Şekil 10.2 Et işleme spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)

10.3.1.2 Su tüketimi

Et ve kanatlı üretiminin temel çevresel etkisi, atıksu üretimidir.. Etin yıkanması ve buzunun çözülmesi için önemli miktarlarda su kullanılmaktadır. Bildirilen su tüketimi yaklaşık 3 – 5 m³/t'dir. Buz çözmede kullanılan suyun kapalı bir devrede resirkülasyonu gerçekleştirilmekte ve su yeniden kullanılmaktadır [94, Germany 2003]. Bazı diğer büyük su tüketen adımları arasında pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon, soğutma, temizlik ve dezenfeksiyon bulunmaktadır. Karkasların kesilmesi ve soğutulmasında sıkı hijyen önlemleri uygulanmakta, bu beraberinde ekipman ve tesis temizliğinden kaynaklanan görece büyük miktarlarda atıksu oluşumunu getirmektedir.

Genellikle, et ürünü üretim sektöründe kullanılan suyun tamamı, içme suyu kalitesinde olmak durumundadır [119, Clitravi-Avec 2015]. Şekil 10.3'te, çeşitli et işleme tesislerindeki spesifik su tüketimi (m³/ton hammadde) ile ilgili veriler sunulmaktadır.



Şekil 10.3 Et işleme spesifik su tüketimi (m^3 /ton hammadde)

10.3.1.3 Katı ürün

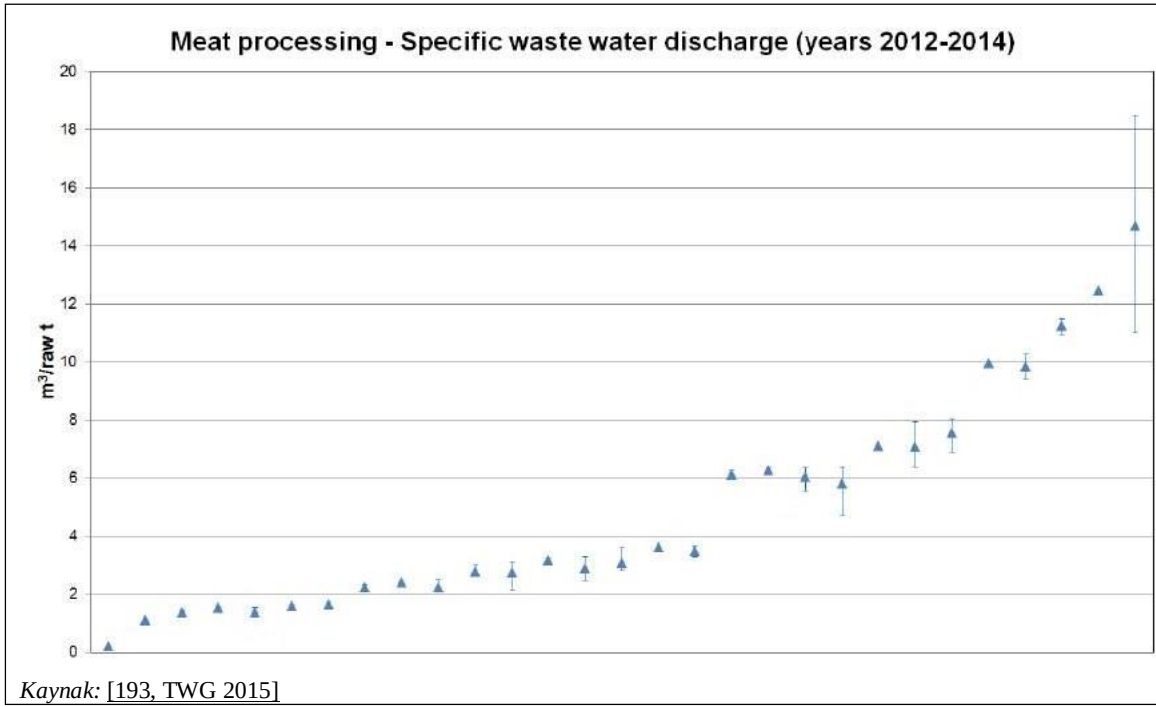
Et ve kanatlı kesme ve kemik ayırma işlemlerinde kemik, yağ ve deri ortaya çıkmaktadır. Kemik ve yağ örneğin evcil hayvan yemi, hayvan yemi, tutkal ve deterjan üretimi veya örneğin bazı durumlarda gıda ve farmasötik sanayilerinde kullanılabilen jelatin üretiminde kullanılabilir. Bazı hayvansal yan ürünler, atık olarak bertaraf edilmektedir. Atık ambalajlama gibi ambalajlama işlemlerinde de katı ürün üretimi söz konusu olabilmektedir [119, Clitavi-Avec 2015].

Et kıyma, karıştırma, kıyma pompalama, sosis doldurma, vb. sırasında, yeni bir partiye geçişte veya üretim sona erdirildiğinde ürün kaybı kaçınılmaz olmaktadır [119, Clitavi-Avec 2015]. Temizlik suyu kullanımı ve ürün kaybını azaltmak amacıyla alternatif yöntemler değerlendirilebilmektedir (örneğin uygun türde erimiş buz).

10.3.1.4 Suyu verilen emisyonlar

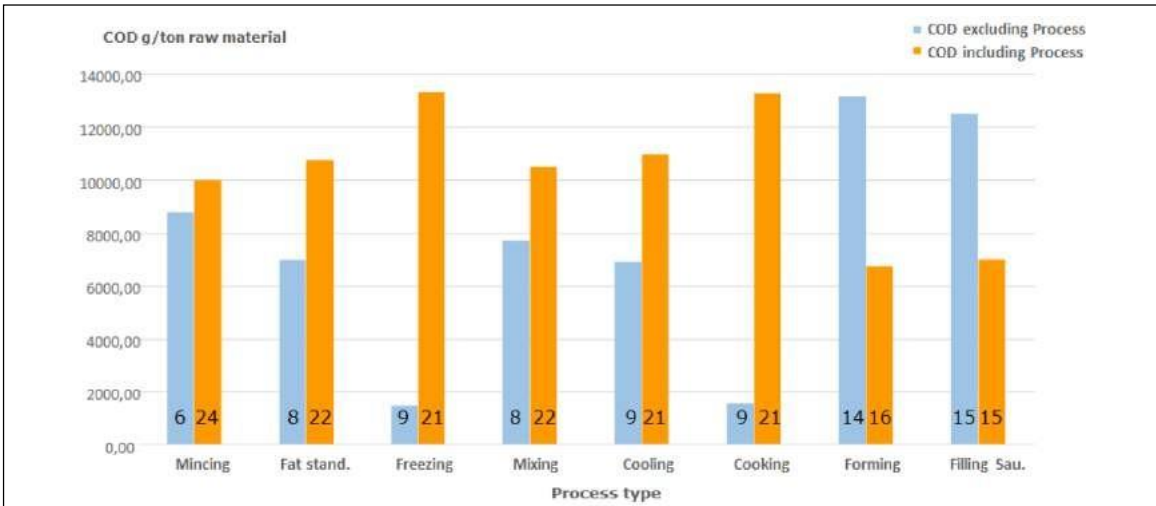
Şekil 10.4'te, tüm deşarj tipleri için, et işleme tesislerinden kaynaklanan spesifik atıksu deşarjı (m^3 /ton hammadde) ile ilgili veriler gösterilmektedir.

Bazı tesisler ürünleri doğrudan su ile soğutmakta, bu nedenle yüksek miktarda atıksu üretebilmektedir. Hazır yemek ve çorba üreten tesisler, sebze işleme (özel olarak eti dönüştüren tesislerden farklı) ve ıslatma (kurutulmuş sebzelerde) ve blanşe etme başta olmak üzere önemli su tüketimi ile ilgili bazı işlemler uygulamaktadır. Bu özel işlemler, 1 ton hammadde başına $2 m^3$ 'ün üzerinde atıksu deşarjı eklenmesine katkıda bulunmaktadır. Buna ek olarak, konserve ürün üreten tesislerde, sterilizasyondan sonra, su deşarjına katkıda bulunan bir soğutma adımı bulunmaktadır. Bileşenlerin çeşitliliği (katkı maddeleri, koruyucular, aroma artırıcılar ve enzimler) ve çok sayıda aşama bulunmasından dolayı, çok fazla temizlik gerekmektedir [98, TWG 2017].



Şekil 10.4 Tüm deşarj tipleri için et işleme spesifik atıksu deşarjı (m³/ton hammadde)

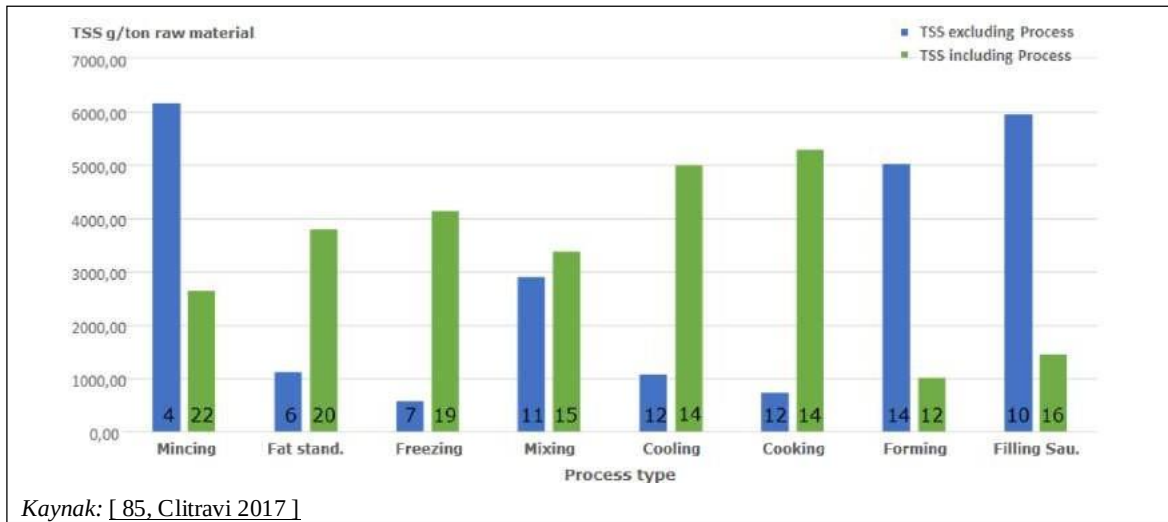
Danimarka Et Araştırma Enstitüsü, münferit tesislerdeki spesifik işleme işlemlerinin üretime özgü atıksu verilerini açıklayıp açıklayamayacağını analiz etmiştir. Üç yıl boyunca, adları gizli tutulan 14 tesisten veri toplanmıştır. Analiz yalnızca yıllık ortalamalar üzerinde yapılmıştır. Tesislerin %50'sinden fazlasının kendi tesislerinde devrede olduğunu bildirmiş olmaları temelinde 8 işlem seçilmiştir (bakınız Şekil 10.5 ve Şekil 10.6) [85, Clitravi 2017].



Kaynak: [85, Clitravi 2017]

Not: Sütunlarda verilen sayılar, ortalamadaki gözlem sayısını ifade etmektedir.

Şekil 10.5 Seçili işlemler dahil/hariç et tesisleri arasındaki KOİ spesifik yükleri farkı



Şekil 10.6 Seçili işlemler dahil/hariç et tesisleri arasındaki TAKM spesifik yükleri farkı

Genelde, pişirme ve/veya dondurma işleminin gerçekleştirildiği tesislerde KOİ değerleri, bu işlemlerin kullanılmadığı tesislerden yüksektir. Aynı seviyede, bu aynı zamanda soğutma ve kıyma gibi diğer işlemler için geçerlidir. Benzer bir şekilde, dondurma, soğutma ve/veya pişirme gibi işlemleri kullanan tesislerdeki TAKM seviyesi yüksek iken, formlama ve sosis doldurma gibi işlemler bu kadar yüksek TAKM seviyesi oluşturmamaktadır.

Suya verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no'lu maddede bulunabilir.

10.3.1.5 Havaya verilen emisyonlar

Hava kirliliği esas olarak, kazan ve dumanlama odaları kullanımından kaynaklanmaktadır. Koku, rahatsızlık kaynağı olabilmektedir. Soğutucular sızarak, hava kirliliğine yol açabilmektedir.

10.3.2 Et ve kanatlı üretimi

10.3.2.1 Genel bilgiler

Bu kategori, münferit olarak değerlendirilemeyen muhtelif ürün ve işleme tekniklerini kapsamaktadır.

Belirlenen kuru alanlarda bulunmayan tüm hatlar, ekipmanlar ve proses alanları ıslak temizlik gerektirmekte, bu temizlikte, ürün, hammadde ve temizlik kimyasalları ile kontamine olmuş atıksu üretilmektedir. Iskartaların yıkanarak drene verilmesi halinde bu durum, atıksuyun KOİ, yağ ve TAKM içeriğini artıracaktır. Su veya buhar ile ürün arasında doğrudan teması içeren pişirme yöntemleri, soğutma, dondurma ve doldurma işlemleri gibi atıksu üretmektedir.

Ete katılan bileşenler, ekipmanların yıkanması ve dökülmelerin sonucunda atıksu akımına karışabilmektedir. Yarı sıvı hamur, ekmek kırıntıları ve pişirme yağı gibi büyük miktarlarda kullanılanlar, atıksudaki BOİ, TAKM ve FOG seviyelerine önemli bir katkıda bulunabilmektedir.

Birleşik Krallık'ta, taze etlerin, özellikle düşük kaliteli sığır etinin genelde, gevrekliği artırmak amacıyla bitki veya mantar kökenli enzimlerle işleme tabi tutulduğu bildirilmektedir. Et, çözeltide enzimlere daldırılmakta veya enzimler etin üzerine püskürtülmektedir. Enzimler karmaşık organik yapılardır ve işletmecilerin enzim çözeltileri dışarısının minimumda tutulmasını sağlamadığı sürece, enzimler BOİ katkısı taşıyacak ve potansiyel olarak atıksu arıtma tesisinin (AAT) biyolojisini etkileyebilecektir [8, Environment Agency of England and Wales 2000]. İtalya bu tekniğin ülkelerinde kullanılmadığını bildirmektedir [96, Italy 2003].

10.3.2.2 Salam ve sosis üretimi

Sosis üretimiyle ilgili temel çevresel faktörler, dumanlama ve soğutma işlemleriyle ilgili olmaktadır. Ağaç dumanı, sağlık açısından sorun oluşturan birçok bileşik içermektedir. Bunlar arasında PAH'ler, fenoller, nitrit ve N-nitroso bileşikler ile birlikte CO yer almaktadır. Bu nedenle fırın ve odalarda etkin havalandırma ve egzoz gereklidir.

Duman, çevrede koku sorunu oluşturabilmektedir. Dumanlama fırını emisyonlarındaki koku konsantrasyonu, dumanlama işlemi ile havalandırma ve kurutma koşullarına bağlıdır. İşleme tabi tutulmamış havadaki tipik koku konsantrasyonu, 5 000 – 20 000 OU_E/m³'tür. Dumanlama fırını emisyonlarının temizliğine yönelik bir ıslak yıkayıcı genelde OU_E/m³ cinsinden ölçülen %50 - 70 verimliliğe sahiptir.

Bir modern sıcak dumanlama ve soğutma ünitesi egzozunda 1 000 ppm karbon içeriği ölçülmüştür. 815 °C'de termal yükseltgenme ve 26 °C'ye soğutma sonrasında, 5 ppm karbon ölçülmüştür.

Kaynak kullanımı ve salam ve Viyana sosisleri üretiminden kaynaklanan kirlilik hakkındaki bilgiler çok sınırlıdır. Bunun bir nedeni, et işleme tesisi veya kesimevinin, burada belirtilenlerin yanında başka birçok faaliyetinin bulunması ve şirketlerin her bir ürün hattı için ayrı tüketim veya emisyon seviyesi rakamlarına sahip olmamasıdır.

10.3.2.3 Dondurma

Dondurmadan kaynaklanan tek atıksu, soğutma sistemi taşıma suyu ile dondurucu buz çözme suyudur.

10.3.2.4 Kürleme

Tuzlama ve kürleme, atıksuya NaCl ve Na₂NO₃ verebilmektedir. İşletmecilerin aşırı tuzlu su üretimi ayrıca, spesifikasyon dışı tuzlu su üretimini en aza indirmeleri gerekmektedir. Bu yalnızca hammadde deşarjı değil aynı zamanda, büyük miktarlarda deşarj edilmesi halinde AAT üzerinde zararlı etkisi olacak fazla/atık tuzlu su deşarjını oluşturacaktır. Klorürlü tuzlu su, seyreltme dışında biyolojik AAT ile indirgenmemektedir. Geleneksel kuru kürleme, çok sayıda küçük ileri derecede ihtisaslaşmış şirket tarafından uygulanmaktadır. Bu işlemden, yalnızca küçük miktarlarda pişirme atıksuyu oluşmaktadır.

10.3.2.5 Dumanlama

Dumanlama çoğunlukla, kürlenmiş ete uygulanmaktadır. Bununla beraber, servis edilmeden önce pişirilmiş taze et ürünlerinde de kullanılabilir. Sıcak dumanlama genelde birkaç saat sürerken, soğuk dumanlama birkaç gün sürmektedir. Genelde, farklı dumanlama teknolojileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Gıda maddesinin yanma dumanı (konvansiyonel duman) ile dumanlanması,
- Gıda maddesinin sürtünme dumanı (konvansiyonel duman) ile dumanlanması,
- Gıda maddesinin temizlenmiş duman ile dumanlanması.

Et ürünlerine duman uygulanması sırasında, dumanlama bileşenlerinin bir bölümü, oda çeperlerinde yoğunlaşmaktadır. Bu katran benzeri tabakalar, alkali temizlik çözeltisi ile birlikte sıcak su ile temizlenmektedir. Bu su oldukça kontamine olmuş olabilmektedir ve ayrı olarak bertaraf edilmelidir.

Dumanlama işlemi hakkında daha fazla genel bilgi, 7.2.3.3 no'lu maddede bulunabilir.

10.3.2.5.1 Dumanlama fırınlarından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları

Bildirilen TVOC emisyonu verileri, Tablo 10.4'te verilmektedir.

Tablo 10.4 Bildirilen dumanlama fırınlarından kaynaklanan TVOC emisyonu verileri (nokta numuneler, konsantrasyonlar)

Tesis No - Salım noktası	TVOC ⁽¹⁾ (mg/Nm ³)	İzleme sıklığı	İzleme standardı	Örnek alma süresi (s)	Azaltım tekniği
331-1	0,10	Yıllık	EN 12619	1,00	Karbon adsorpsiyonu
102-1	< 7,70	2 - 4 yıl arasında izlenir	VDI-3481	0,75	Atık gazların termal yükseltgenmesi
102-2					
102-4					
102-5					
102-3	8,70				
(1) = % O ₂ seviyeleri hakkında bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Dumanlama fırınlarından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları hakkında daha fazla bilgi, 10.4.3.1 no'lu maddede verilmektedir.

10.3.2.6 Kurutma

Kurutulmuş etler kürlleme ve bunu izleyen, düşük nemde kurutma ile üretilmektedir. Koku azaltım mülahazaları kurutucu sıcak gazlarından kaynaklanan su buharının yoğunlaşmasını gerekli kılmadığı sürece, herhangi bir atıksu üretilmemektedir.

10.3.2.7 Konserve

Konserve öncesi pişirme için sıcak su veya doğrudan buharlı ısıtma kullanılması, yağ, protein ve et parçalarıyla kontamine olmuş atıksu üretmektedir. Konserve sonrasında, pastörizasyon sağlamak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla etler ısı ile işlenmektedir. Dolum öncesi ve sonrası kutu temizliği ve kutu soğutmasında, önemli miktarda su kullanılmaktadır.

10.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

10.4.1 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler

10.4.1.1 Temizlik ile ilgili teknikler

10.4.1.1.1 Kuru temizlik

Bu teknik, 2.3.3.2.1 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Teknik tanım

Tekniğin uygulandığı, bildirilen örnekler aşağıda verilmektedir:

- Salam üretimi için veya sosis yapımındaki et karışımı başta olmak üzere, kaseli kesme makineleri, sosis doldurma makineleri, döşemelerdeki öğütülmüş et kalıntıları temizlenmediğinde, yüzeylere yapışmakta ve sonraki temizliği güçleştirmektedir. Bu tür ekipmanın üretimden hemen sonra temizlenmesi, temizlik çalışmalarını ve su ve deterjan ihtiyacını en aza indirmektedir. Temizlikten ve yemde kullanım için gönderilmeden önce, öğütülmüş et kalıntıları mümkün olduğunca elle temizlenmektedir.
- Atıksu kirlilik yükünü azaltmak amacıyla, parçalama ve kesme işlemleri sırasında ıskarta etlerin kuru temizliği.
- ıskarta etlerin atıksu arıtma tesisine (AAT) girmesini önlemek için yeterli delik çapına sahip dren kapakları tesis edilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Et üretim tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür

[20, Nordic Council of Ministers 2001]

10.4.1.1.2 Taneli buz üretim ve kullanımının en aza indirilmesi

Tanım

Soğutulmuş ve dondurulmuş hammaddelerin uygun bir karışımını kullanarak, taneli buz üretim ve kullanımı en aza indirilebilir.

Teknik tanım

Öğütülmüş dondurulmuş et işlenirken, et karışımının soğutulmasında genelde taneli buz kullanılmaktadır. Soğutulmuş ve dondurulmuş hammaddelerin uygun bir karışımını kullanarak, taneli buzun kullanımı, dolayısıyla üretimini önlemek mümkün olmaktadır. Bazı zamanlar, doğrama gibi işlemler etin sıcaklığını artırarak, ürünün hijyen veya kalitesi için bir risk oluşturduğunda veya ürüne yalnızca küçük bir miktarda su eklenmesinin gerekli olduğu durumlarda, taneli buz katılmaktadır.

Kullanılan hammaddeye bağlı olarak, hammaddenin dondurulmamış olması halinde, etin doğranması sırasında sıcaklığı düşük tutmak amacıyla taneli buz uygulama ihtiyacı doğabilmektedir. Bununla beraber, sıcaklığın dondurulmuş hammaddelerle uygun bir şekilde kontrol edilmesi halinde, bu yeterli olabilmektedir (örneğin Danimarka'da bu yaygın olarak uygulanmaktadır) ancak, aksi takdirde, tarifte belirli bir su miktarının istenmesi halinde istenen düşük sıcaklığı korumak için seçenek olarak taneli buza başvurulmaktadır.

Aslında, işlemden dondurulmuş etin kullanılması halinde, taneli buz üretimi azaltılabilmektedir. Ancak, birçok durumda, dondurulmuş etin soğutulmuş etle karıştırılması mümkün olmamaktadır. Soğutulmuş etin dondurulmuş etle karıştırılması, lojistik, planlama ve fabrikanın depolama kapasitesine bağlıdır. Soğutma motorunun odayı hem soğutup hem ısıtabildiği bir temperleme odasının (soğutma odası) bulunması gereklidir. Odaya çok fazla dondurulmuş et blokunun yerleştirilmesi halinde, etin buzunun çözülmesi için sıcaklık çok aşağıya inecektir.

Elde edilen çevresel yararlar
Su ve enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri
Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri
Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar
Dondurulmuş et işleme tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi
Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni
Azalan enerji tüketimi ile ilişkili maliyet azalması.

Örnek tesisler
Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür
[20, Nordic Council of Ministers 2001]

10.4.2 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler

10.4.2.1 Kalıntıların ayrılması

Bu teknik, 2.3.5.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Sektörde bu tekniğin uygulanması için diğer birçok olanak bulunabilmektedir.

- Katı atıkların yere düşmesi ve AAT'ye girmesini önlemek için tüm bu katı atıkları tava veya sepetlerle kuru yöntemle toplanması gerçekleştirilmektedir.
- Birçok hammadde açık tekne veya arabalarda kabul edilmekte veya taşınmakta/depolanmaktadır. Bu kapların dibinde bir miktar et suyu toplanmaktadır. Bu su, AAT'ye verilmek, dolayısıyla atıksu kirliliğini artırmaktan ziyade, işlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır.
- Kesme ve kemik ayırma işlemleri genellikle soğutma sonrasında gerçekleşmektedir. Soğutma sonrasında, karkaslar daha kolay taşınmakta, kesilmekte ve karkas kemik ayırma işlemi daha kolay yapılmaktadır. Kemikler etten, insan tüketimine yönelik olmayan ıskarta et ve yağlarla birlikte ayrılmakta, ekipmana takılmış olan tavalarda toplanmakta ve hayvansal yan ürünler tesislerinde işleme tabi tutulmak veya bertaraf edilmek üzere gönderilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar
Et üretim tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür
[20, Nordic Council of Ministers 2001]

10.4.3 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler**10.4.3.1 Dumanlama fırınları TVOC emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler****10.4.3.1.1 Adsorpsiyon**

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.3 no'lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tesis #331'de, dumanlama fırını TVOC emisyonlarının azaltılması için adsorpsiyon uygulanmıştır. 0,1 mg/Nm³'lük TVOC konsantrasyonu elde edilmiştir (2014'te yapılan bir ölçüm). Kullanılan izleme standardı, EN 12619 olmuştur. 2013 yılı ölçüm değeri, 3,1 mg/Nm³ olmuştur.

Referans literatür

[193, TWG 2015]

10.4.3.1.2 Atık gazların termal yükseltgenmesi

Bu teknikle ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.6 no'lu maddede verilmektedir.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 10.5'te, dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonlarının azaltılması için termal yükseltgenme uygulamasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 10.5 Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri

Tesis Tesis No - Solum	TVOC (mg/Nm ³)	İzleme standardı	Ek bilgi
102-1	< 7,70	VDI-3481	Esas olarak domuz sucuğu ve
102-2			
102-4			Alevsiz ağaç yakılması
102-5			dumanı
102-3	8,70		Esas olarak, alevsiz ağaç
Kaynak: [193, TWG 2015]			

Yukarıdaki emisyon noktaları hakkında daha fazla bilgi aşağıda verilmektedir:

102-1

Emisyon noktası, domuz sucuğunun üretildiği dumanlama odasından sonraki termal yükseltgeyici ünitesinin egzozudur.

3 yarım saatlik ölçümdeki ölçüm değerleri çok düşük olmuştur (< 1 mg/Nm³). Ölçüm yönteminin belirsizliği, değere eklenmiş, bunun sonucunda soru formundaki < 7,7 mg/Nm³ değeri elde edilmiştir.

O₂ değerleri: %16,7, %15,1 ve %15.

Termal yükseltgeyici ünitesinin sıcaklığı: 850 °C - 950 °C.

102-2

Emisyon noktası, domuz sucuğunun üretildiği dumanlama odasından sonraki termal yükseltgenme ünitesinin egzozudur.

3 yarım saatlik ölçümdeki ölçüm değerleri çok düşük olmuştur (iki kez $< 1 \text{ mg/Nm}^3$ ve bir kez 1 mg/Nm^3). Ölçüm yönteminin belirsizliği, değere eklenmiş, bunun sonucunda bildirilen $< 7,7 \text{ mg/Nm}^3$ değeri elde edilmiştir.

O₂ değerleri: %15,7, %15,6 ve %14,5

Termal yükseltgeyici ünitesinin sıcaklığı: 827 °C - 848 °C.

102-3

Emisyon noktası, domuz sucuğunun üretildiği dumanlama odasından sonraki termal yükseltgeyici ünitesinin egzozudur.

3 yarım saatlik ölçümdeki ölçüm değerleri çok düşük olmuştur (iki kez $< 1 \text{ mg/Nm}^3$ ve bir kez 2 mg/Nm^3). Ölçüm yönteminin belirsizliği, değere eklenmiş, bunun sonucunda $8,7 \text{ mg/Nm}^3$ değeri elde edilmiştir.

O₂ değerleri: %19,0, %15,8 ve %15,5

Termal yükseltgeyici ünitesinin sıcaklığı: 892 °C - 899 °C.

102-4

Emisyon noktası, domuz sucuğunun üretildiği üç dumanlama odasının atık gazını işleme tabi tutan termal yükseltgeyici ünitesinin egzozudur.

3 yarım saatlik ölçümdeki ölçüm değerleri çok düşük olmuştur (örneğin, $< 1 \text{ mg/Nm}^3$). Ölçüm yönteminin belirsizliği, değere eklenmiş, bunun sonucunda bildirilen $< 7,7 \text{ mg/Nm}^3$ değeri elde edilmiştir.

O₂ değerleri: %15,9, %15,7 ve %16,0

Termal yükseltgeyici ünitesinin sıcaklığı: 827 °C - 848 °C.

102-5

Emisyon noktası, çeşitli sosis türlerinin üretildiği 12 dumanlama ve pişirme odasının atık gazını işleme tabi tutan termal yükseltgeyici ünitesinin egzozudur.

3 yarım saatlik ölçümdeki ölçüm değerleri çok düşük olmuştur (örneğin, $< 1 \text{ mg/Nm}^3$). Ölçüm yönteminin belirsizliği, değere eklenmiş, bunun sonucunda bildirilen $< 7,7 \text{ mg/Nm}^3$ değeri elde edilmiştir.

O₂ değerleri: %15,9, %15,7 ve %15,6

Termal yükseltgeyici ünitesi hedef sıcaklığı: 750 °C.

Almanya'daki bir tesis (veri toplama çalışmasına katılmayan) ile ilgili ek bilgiler (2017 ölçümleri) Tablo 10.6'da sunulmaktadır. Ölçümler, FID yöntemi ile yapılmıştır.

Tablo 10.6 Termal yükseltgenme sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri ile ilgili ek veriler

NO	TVOC (mg/Nm ³)	CO (g/Nm ³)	Dumanlama yöntemi	Ürünler	Ek bilgi
DE-SmK-04	1) 30 2) 30 3) 32 4) 29 5) 29	1) 0,79 2) 0,80 3) 0,78 4) 0,80 5) 0,80	- Alevsiz talaş yakılması Her biri için 1 duman jeneratörü olmak üzere 9 dumanlama odası - 9 dumanlama odasının tamamı için 1 termal yükseltgeyici	Sosisler	- 10 dakikalık ortalamalar - Termal yükseltgeyici sıcaklığı 600 °C'ye ayarlı - Ham gaz: TOK 880 mg/Nm ³ , 790 mg/Nm ³ , CO 3 900 mg/Nm ³ , 2 800 mg/Nm ³ (her bir parametrenin iki ölçümü)
Kaynak: [60, Germany 2017]					

Norveç'te sosis dumanlaması ile bir araştırmada, pişirme/dumanlama kabini incelenirken, duman gazlarının termal yükseltgenmesi sonrasında aşağıdaki emisyonlar tespit edilmiştir: 7 mg TOK/Nm³ veya 0,2 mg TOK/t sosis. Gaz, CO içermemiştir [20, Nordic Council of Ministers 2001].

Termal yükseltgenme etkindir ancak, yüksek enerji tüketimini beraberinde getirmektedir: kombine filtre yöntemlerinin 300 katına kadar. Özellikle termal yükseltgenmeyi devreye almak pahalıdır. Dolayısıyla sürekli dumanlama için daha uygundur [2, IED Forum 2018].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [20, Nordic Council of Ministers 2001], [60, Germany 2017], [193, TWG 2015]

10.4.3.1.3 Islak yıkayıcı ve elektrostatik çöktürücü

Islak yıkayıcılar ile ilgili genel bilgiler, 2.3.7.3.1 no'lu maddede verilmektedir. Ön işlem adımı olarak yaygın olarak elektrostatik çöktürücü kullanılmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Almanya'daki bir tesisle (veri toplama çalışmasına katılmayan) ile ilgili bilgiler Tablo 10.7'te sunulmaktadır.

Tüm örnek durumlarda, alkali yıkama çözeltisi kullanılmıştır. Yıkama öncesinde, katran ve aerosol emisyonlarının azaltılması için, havaya verilen emisyonlar bir elektrostatik çöktürücüde işleme tabi tutulmuştur. Dumanlama yöntemi olarak talaş alevsiz yakılması kullanılmıştır.

Daha ayrıntılı olarak, dumanlama odası dumanı ilk önce, dumanı soğutmak ve düşük buhar basıncı ile maddeleri yoğunlaştırmak üzere bir soğutucudan geçirilmektedir. Daha sonra, duman borulu elektrik filtreden geçmektedir. Korona deşarjı, 13 kV yüksek gerilim altında partikülleri ve damlacıkları (katran ve su) yüklemektedir. Elektrik alanı, yüklenen partikülleri çepere itmektedir. Katran ve su karışımı, filtre çeperinden akmakta ve varil deliğinde ayrılmaktadır. Daha sonra katran ayrı olarak bertaraf edilebilmektedir.

Hava akımı, gaz yıkayıcıya yönlendirilmektedir. Yıkayıcı, ters akışlı yıkayıcı olarak yapılmaktadır. Yıkayıcıda, asidik, suda çözünür gaz bileşeni parçaları, alkali yıkama suyu ile yıkanmakta ve nötralize edilmektedir. Sodyum hidroksit çözeltisi dozajı, pH kontrolü ile gerçekleştirilmektedir. pH değeri yaklaşık 10,5 olan bir yüksek doz bulunmaktadır. Asidik baca gazından dolayı, pH değeri alt ayar noktası değeri olan 8,5'in altına düşmektedir. Alt ayar değerine ulaşıldığında, yıkayıcı suyunun tuzlanması önlemek amacıyla yıkama suyunun bir bölümü deşarj edilmektedir. Daha sonra, otomatik olarak birinci tatlı su katılmakta bunu, üst ayar noktası olan pH 10,5 değerine yeniden ulaşmak için kostik soda izlemektedir. Yıkayıcı, gerekli köpük gidericiyi ekleyen, dolayısıyla üniform emme sağlayan köpük kontrolüne sahiptir.

Yıkayıcı çıkışıındaki düşme separatörü, temizlenen egzoz gazı bir fan ile bacaya beslenmeden önce, yıkama işleminden kaynaklanan aerosoller yakalamaktadır.

Tablo 10.7 Islak yıkama sonrası dumanlama fırınından kaynaklanan havaya verilen TVOC emisyonları periyodik ölçümleri verileri

NO	TVOC (mg/Nm ³)	TVOC (kg/s)	Ürünler	Ek bilgi
SmK-05 (2011 verileri)	Silika jel yöntemi: 1) 50,3 2) 31,9 3) 18,1 FID yöntemi: 1) 79 2) 107 3) 101 4) 67 5) 55	Silika jel yöntemi: 1) 0,074 2) 0,047 3) 0,027	Sosis ve soğuk et	Yarım saatlik ortalama, 2 araba 3 oda - 8 araba 2 oda, beş odanın tamamı azaltım ünitesi bağlantılı
SmK-06 (2014 verileri)	Silika jel yöntemi: 1) 29,6 2) 42,8 3) 96,2	Silika jel yöntemi: 1) 0,037 2) 0,053 3) 0,120	Kırmızı sosis	Yarım saatlik ortalama, soğuk dumanlama için 2 araba 2 oda, sıcak dumanlama için 2 araba 2 oda
DE-SmK-08 (2013 verileri)	Silika jel yöntemi: 1) 37,7 2) 30,4 3) 35,2 FID yöntemi: 1) 106,8 2) 98,9 3) 93,5	Silika jel yöntemi: 1) 0,094 2) 0,076 3) 0,088 FID yöntemi: 1) 0,262 2) 0,243 3) 0,230	Sosis, soğuk et, domuz sucuğu	Yarım saatlik ortalama, Soğuk dumanlama için 3 araba 11 oda, sıcak dumanlama için 2 araba 3 oda
SmK-09 (2013 verileri)	Silika jel yöntemi: 1) 35,4 2) 19,6 3) 31,2 FID yöntemi: 1) 72 2) 82 3) 87 4) 84	Silika jel yöntemi: 1) 0,057 2) 0,032 3) 0,050	Domuz sucuğu, domuz eti	Yarım saatlik ortalama, 6 - 12 araba 4 oda
SmK-10 (2017 verileri)	Silika jel yöntemi: 1) 8,9 2) 6,0 3) 6,2 FID yöntemi: 1) 47,7 2) 41,4 3) 28,1 4) 10,3	Silika jel yöntemi: 1) 0,030 2) 0,021 3) 0,021	Domuz sucuğu, domuz eti	Yarım saatlik ortalama, Soğuk ve sıcak dumanlama için 4 araba 17 oda

Kaynak: [60, Germany 2017]

Kombine teknikler, termal yükseltgenmeye göre hafif daha yüksek TVOC emisyonlarına sahiptir ancak enerji kullanımı 150 - 300 kat düşüktür [2, IED Forum 2018].

Referans literatür

[2, IED Forum 2018], [60, Germany 2017]

10.4.3.1.4 Saf duman kullanımı

Ayrıca bakınız 7.4.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Dumanlama odasında ürünün dumanlanması için, saflaştırılmış birincil dumanlama kondensatlarından elde edilen duman kullanılır.

Teknik tanım

Tam otomatik saf duman jeneratörleri, kullanım amaçlarına (soğuk, ılık ve/veya sıcak dumanlama) bağlı olarak farklı tasarımlara sahiptir. Bu jeneratörlerin tamamı, pnömatik ve elektrikli paslanmaz çelik kabinden oluşmaktadır.

Dumanlama sistemleri, özel duman jeneratörlüdür. Dumanlama sisteminin bilgisayar kontrolü, tüm dumanlama işlemini yönetmektedir. İşlem süresi, sıcaklık, bağıl nem ve sirkülasyon hızı kontrol edilmektedir. Duman yoğunluğu, duman jeneratörü üzerinde ayarlanmakta ve ilgili işlemle (soğuk duman, ılık duman, sıcak duman) ve dumanlama sistemi büyüklüğü (hava miktarı) ve dumanlama sistemi beslenen ürünü (dumanlanacak gıda maddesi miktarı) ile uyumlu hale getirilmektedir [32, [CleanSmoke 2018](#)].

Elde edilen çevresel yararlar

Havaya verilen muhtemel emisyonların azaltılması. Su tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Almanya'daki iki et tesisi (biri salam, diğeri çeşitli dumanlanmış ürünler üretmektedir), saf duman uygulamasıyla, neredeyse sıfır havaya verilen emisyon (her bir tesiste bir nokta ölçümü) elde edildiğini bildirmiştir.

Ayrıca, Almanya'daki bir tesisteki dört duman odasında saf duman uygulaması, aşağıdaki çevresel yararları sağlamıştır:

Ağaç yakılması veya alevsiz ağaç yakılması, çevre üzerinde olumsuz etki doğuran çok sayıda madde oluşturmaktadır. Yanma dumanı yaklaşık %25 gaz, %27 su buharı, %32 kömür (kül) ve %16 katrandan oluşmaktadır. Saf duman, katran ve kül gibi istenmeyen maddeleri neredeyse hiç içermemektedir. Duman üretildikten sonraki ve dumanlama ürünlerine uygulanmadan önceki ara aşamada oluşmaktadır. Bu ve dumanın basınçlı hava kullanarak taze bir şekilde üretilmesi, saf duman işleminin, alevsiz dumanlama yöntemlerine göre, su tüketimi, karbon ayakizi ve atıksu emisyon seviyeleri üzerinde neden en düşük çevresel etkiye sahip olduğunun temel nedenidir. Ayrıca, duman üretimi için, ağaç gibi doğal kaynakların kullanımını azaltmıştır.

Saf duman ile dumanlama işleminde, atıksu tüketimi, alevsiz dumanlama yöntemine göre, %88 oranında azalmıştır. Aynı zamanda, duman jeneratörleri ve dumanlama odalarının temizliği için temizlik deterjanlarının (örneğin güçlü alkali ürünler) kullanımı %68 oranında azalmıştır, dolayısıyla atıksuya sınırlı miktarda deterjan karışmaktadır.

Tasarruf, saf duman işlemi ile üretilen dumanın katran ve kül içermemesi ile sağlanmaktadır. Böylece, saf dumanın temizliği, yanma dumanı jeneratörüne göre, daha az çaba ve su gerektirmiştir. Buna ek olarak, KOİ, BOİ₅ ve fenoller gibi atıksu emisyon seviyelerinin aynı yolla önemli bir düşüşle yaklaşık %95 oranında azaldığını belirtmek önemlidir.

ayrıca, saf duman kullanarak yapılan dumanlama işleminin, alevsiz dumanlama yöntemine göre atık katran ve kül üretimini neredeyse %100 oranında azalttığı kanıtlanmıştır. Dolayısıyla, çevre için herhangi bir katran ve kül üretimi söz konusu olmamakta veya bunlar çevreye verilmemektedir.

Karbon ayakizi için aynı önemli sonuç elde edilmiştir. Sevkiyat zinciri dahil tüm üretim sürecinin hesaplanması temelinde, CO₂ emisyonu, alevsiz dumanlama teknolojisine göre %83 oranında azalmıştır. Ayrıca, duman üretmek için herhangi bir talaş yakılmadığından, saf duman işlemi üreticinin kapalı devrede dumanlama gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, herhangi bir egzoz emisyonu (toz, CO, NO_x) oluşmamaktadır. Dolayısıyla, üreticiler egzoz emisyonlarına ilişkin yasal gereklilikleri yerine getirmek için bir son yakıcı kullanmak zorunda kalmamaktadır. Bunun sonucunda üretici önemli enerji ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Et, balık ve deniz ürünleri, peynirin yanı sıra sebze-meyve işlemesine uygulanabilir.

Ekonomi

Yıllık 1 872 ton kapasiteli dört dumanlama odasında saf duman üretim tesisi için toplam 68 000 avro maliyet bildirilmiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Dumanlanmış ürünün katran içeriğinin azalması.

Örnek tesisler

Almanya'daki et işleme tesisleri.

Referans literatür

[32, CleanSmoke 2018], [60, Germany 2017]

10.4.3.2 Kokunun azaltılmasına yönelik teknikler

10.4.3.2.1 Kızartma egzoz gazlarının yeniden sirkülasyonu ve yakılması

Tanım

Kızartma egzoz gazlarının yeniden sirkülasyonu ve yakılmasıdır.

Teknik tanım

Havaya verilen emisyonlar, kızartma işletim sıcaklığına bağlıdır, örneğin 180 – 200 °C'de yüksek sıcaklıkta kızartma, düşük sıcaklıklarda kızartmaya göre daha hızlı yağ parçalanma ürünlerinin oluşmasıyla sonuçlanacaktır. Fritözün üzerindeki hava çekilerek tahliye edilmektedir. Bu egzoz havası uçucu organik bileşikler (VOC) içermektedir ve koku şikayetlerine yol açabilmektedir. Yağ ve ısı geri kazanımı ve egzoz gazlarının yakıcıya yeniden sirkülasyonunun gerçekleştirilmesi, bu emisyonları en aza indirmektedir.

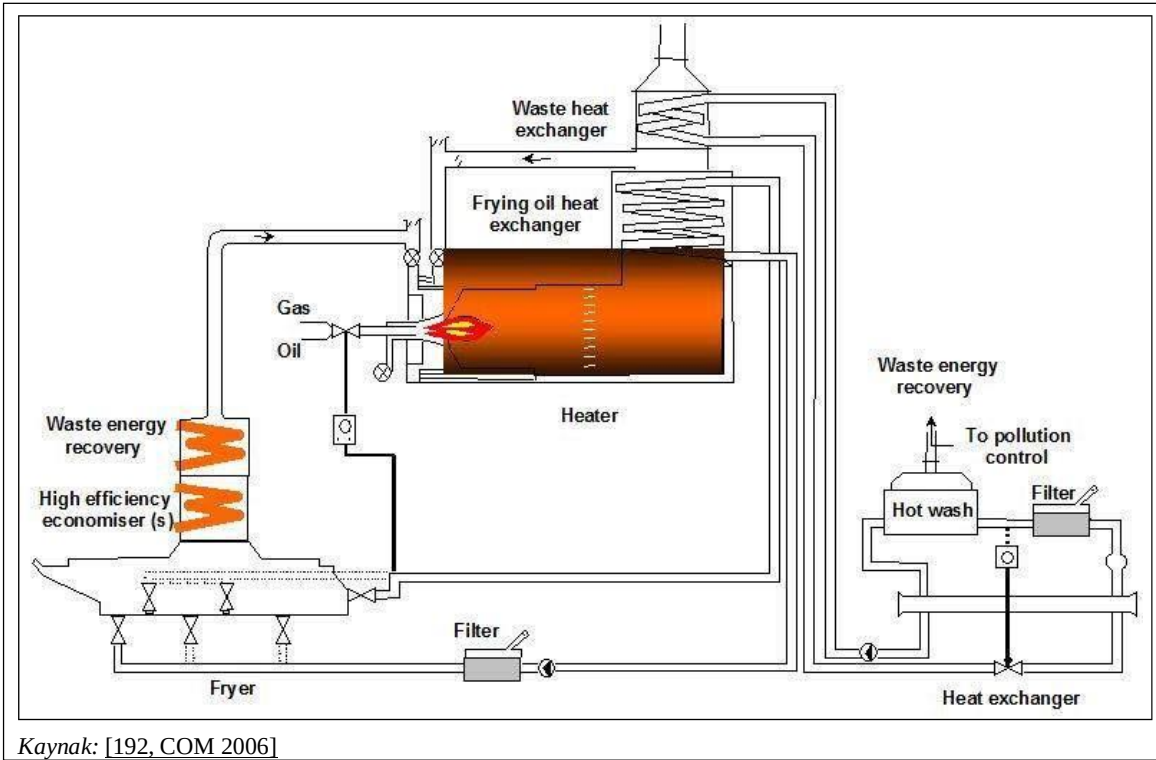
Elde edilen çevresel yararlar

Koku dahil olmak üzere, havaya verilen emisyonların azaltılması. Yağ geri kazanımı. Enerji geri kazanımı. Egzoz gazlarının geri dönüşümü.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örneğin, cips kızartma işlemi kontrol edilirken, kızartma işleminin son nem içeriği kritik aralık % 1 -2 aralığında olduğunda sonlandırılmasının sağlanması, havaya verilen emisyonların en aza indirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, enerji tasarrufu için, fritöz tahliye kapağına ısı eşanjörleri kurulmaktadır.

Şekil 10.7’de, fritöz için uygulanan ısı ve yağ geri kazanım sistemi gösterilmektedir.



Kaynak: [192, COM 2006]

Şekil 10.7 Fritöz egzoz kapağına monteli ısı eşanjörleri ile ısı ve yağ geri kazanımı

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Et ve kanatlı ve patates kızartma sektörlerine uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Koku ile ilgili şikayetlerin önlenmesi ve yasal gerekliliklerin karşılanması.

Örnek tesisler

Bilgi verilmemiştir.

Referans literatür

[49, Environment Agency of England and Wales 2000], [192, COM 2006]

11 YAĞLI TOHUM İŞLEME VE NEBATİ YAĞ RAFİNASYONU

11.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

AB'de yılda 47 milyon ton yağlı tohum ezme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlemin sonucunda 17 milyon ton ham petrol ve 29,5 milyon ton elenmemiş kaba un üretimi elde edilmektedir. AB'nin yıllık yağlı tohum küspesi tüketimi yaklaşık 52 milyon tondur. AB yılda 24 milyon ton elenmemiş kaba un ithal etmekte olup AB'nin yemek tüketiminin neredeyse yarısı ithal edilmektedir [213, FEDIOL 2015].

Yağlı tohum ezme ve bitkisel yağ rafinasyonunun temel çevresel yönleri su, buhar, elektrik, heksan, ağartma toprağı ve kimyasalların (asitler, kostik soda) tüketimi ve havaya (VOC'ler, H_2S , CO_2) ve suya salınan emisyonlardır [213, FEDIOL 2015]. (yukarıda nebati olarak çevrilmiş)

11.1.1 Yağlı tohum işleme

Yağlı tohumların işlenmesi (veya ezilmesi), ham nebati yağlar ve protein açısından zengin küspelerin üretimi için kolza, soya veya ayçiçeğı gibi yağlı tohumların işlenmesini içerir. Ham yağların tüketime uygun hale getirilmesi için genellikle daha fazla işleme (rafine) ihtiyaç vardır. Protein açısından zengin gıdalar hayvanların beslenmesinde kullanılır.(bitkisel mi olacak bu şekilde mi kalacak)

AB'de, FDM MET-REF (referans yılı 2015) kapsamına giren yaklaşık 50 yağ değirmeni (yağlı tohum kırma tesisleri) bulunmaktadır. Bunlardan 20 kadarı, üretilen ham yağın başka bir yerde satıldığı ve/veya işlendiği bağımsız yağ fabrikalarıdır. Diğer değirmenler, yağlı tohum kırma işleminden elde edilen ham yağın aynı tesiste rafine edildiği entegre kırma ve rafinasyon tesisleridir. Yaklaşık 10 yağ değirmeni sadece soya fasulyesini, yaklaşık 35'i sadece yumuşak tohumu (kolza tohumu ve/veya ayçiçeğı tohumu) ve yaklaşık 5'i hem soya fasulyesini hem de yumuşak tohumları işleyebilmektedir (dönüşümlü tesisler olarak da adlandırılır). Güney Amerika'da son on yılda artan soya fasulyesi küspesi ithalatı, AB genelindeki bazı AB soya fasulyesi kırma tesislerini hem soya fasulyesi hem de yumuşak tohumları işleyebilmek için tesisatlarını modifiye etmeye teşvik etmiştir [213, FEDIOL 2015].

Kırma tesisleri, ister AB dışından (örneğin soya fasulyesi) isterse AB'deki yumuşak tohum yetiştirme alanlarından ithal edilmiş olsun, hammaddelerin toplu teslimatına olanak sağlamak için genellikle su yolları üzerinde veya limanların yakınında kurulmaktadır.

11.1.2 Bitkisel yağın arıtılması

Kolza tohumu, soya fasulyesi ve ayçiçeğı tohumlarından elde edilen ham bitkisel yağlar ve hurma, hurma çekirdeğı ve hindistancevizi yağı gibi tropikal yağlar, gıda, yem, biyoyakıt, kozmetik, yağlayıcılar ve diğer teknik uygulamalarda kullanılmadan önce rafine edilir.

AB genelinde, FDM MET-REF (referans yılı 2015) kapsamına giren yaklaşık 35 rafineri tesisi bulunmaktadır. Bunlardan 20 kadarı, yağlı tohumlardan ürettikleri ham petrolleri aynı tesiste, entegre kırma ve rafinasyon adı verilen tesislerinde rafine etmektedir. Diğer 15 tesis ise bağımsız arıtma tesisleridir. Üç tip bağımsız rafineri ayırt edilebilmektedir [213, FEDIOL 2015]:

- Tropikal yağları toplu olarak işleyen rafineriler. Hurma meyveleri, hurma çekirdekleri ve kopra, menşelerine yakın tropik ülkelerde, yani hurma ve hindistancevizi tarlalarında preslenir. Ham hurma, hurma çekirdeğı ve hindistancevizi yağı AB'ye ihraç edilmekte ve ithalatta bulunan dökme tropikal yağ rafinerilerinde rafine edilmektedir.
- Farklı botanik kökenlere sahip olan sıvı ve katı yağları rafine eden rafineriler. Bu rafineriler genellikle ham tohum yağlarının yanı sıra tropik yağları da (çoklu yağ arıtma) işleyebilmektedir. Sürekli (veya yığın) işleme yerine kesikli işlemeye yöneliktirler.
- Özel sıvı ve katı yağ rafinerileri, belirli fonksiyonel veya beslenme uygulamaları için ham ve/veya rafine edilmiş yağları işler. Bu işleme, son işlem için gerekli olan yağın fiziksel özelliklerini elde etmek amacıyla, sertleştirme, fraksiyonlama veya interesterifikasyon gibi özel rafine etme adımlarını içerebilir.

11.2 Uygulanan prosesler ve teknikler

11.2.1 Yağlı tohum işleme

Yağlı tohumlardan ham bitkisel yağ üretimi iki aşamalı bir süreçtir. İlk adım, temizlemeyi, ardından yağlı tohumların hazırlanmasını, yani kurutma, kabuk ayırma, pul soyma, şartlandırma ve preslemeyi içerir. Presleme işleminin sonucunda, ham preslenmiş yağ ve %12-25 yağ içeriğine sahip bir kek elde edilir. Derin arıtma sayesinde yağ içeriği %10'un altına düşürülür. Derin arıtma uygulandığında hekzan ekstraksiyonu gerçekleşmez. Soya fasulyesi, %20 veya daha az yağ içeriğine sahiptir. Bu düşük yağ içeriği presleme işlemini gereksiz kılar. Soya fasulyesi, temizleme ve hazırlama işleminden hemen sonra özütlenir [214 , FEDIOL 2015]].

İkinci adım, çözücü olarak hekzan kullanılarak preslenmiş kek veya pul haline getirilmiş tanelerden yağın çıkarılmasını içerir. Ekstraksiyon, ters akımda bir ekstraktör içinde gerçekleşir ve iki çıkış akımı sonucunda misella adı verilen hekzan ve bitkisel yağ karışımı ve solvent yüklü bir un elde edilir. Heksan geri kazanımı için, misel ayrıca bir damıtma işleminde işlenir. Aynı nedenden dolayı, elenmemiş kaba un, dolaylı ve doğrudan buhar kullanılarak ters akımda bir solvent giderme-kavurma makinesinde bir kez daha işlenir. Solvent giderme-kavurma şilemi, elenmemiş kaba undan hekzanın çıkarılmasının yanı sıra, bunun içerdiği enzim aktivitesini de azaltır. Solvent giderme-kavurma işleminden kaynaklanan hekzan/buhar buharlarında bulunan ısı, misel damıtmada yeniden kullanılır. Un, silolarda depolanmadan veya nakliyeden önce hava ile kurutulur ve soğutulur.

11.2.2 Bitkisel yağ arıtma

11.2.2.1 Bitkisel yağların rafine edilmesi

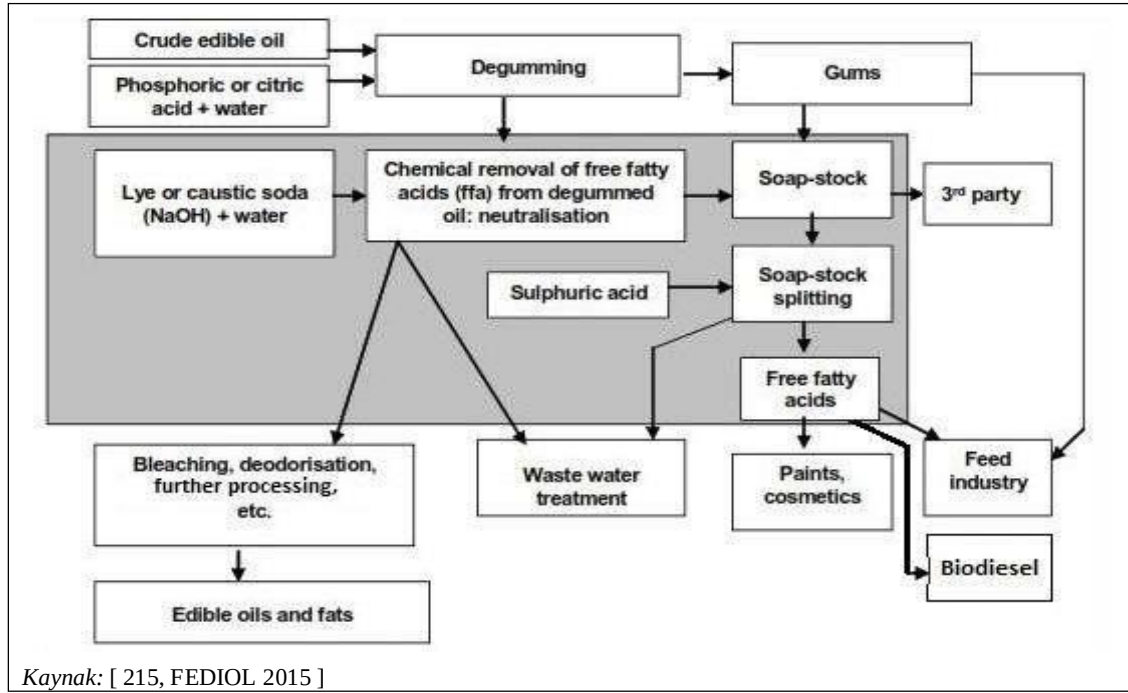
Rafine işlemi, sakızlar, serbest yağ asitleri (FFA), pigmentler, istenmeyen tatlar ve koku bileşikleri gibi istenmeyen bileşikleri uzaklaştırır. Genel olarak, tohum yağlarını rafine etmenin iki yolu vardır: fiziksel arıtma ve daha geleneksel bir yöntem olan kimyasal arıtma.

11.2.2.1.1 Bitkisel yağların kimyasal olarak rafine edilmesi

Bitkisel kökenli yağların kimyasal olarak rafine edilmesi, aşağıdaki işlem sırasında gerçekleştirilir: zambk giderme/nötralizasyon, ağartma ve koku giderme. Kimyasal arıtmada 'kimyasal', sabun oluşturmak üzere FFA ve seyreltilmiş bir alkali solüsyonun (genellikle sodyum hidroksit) kimyasal reaksiyonu ile FFA'nın indirgendiği nötralizasyon adımı ifade eder. Sabun, çökeltme veya santrifüjleme yoluyla yağdan ayrılabilir [215 , FEDIOL 2015]].

Hidratlanamayan sakızların ve fosfatid asitlerin uzaklaştırılması, daha öncesinde bir asitleştirme aşaması uygulanarak, yani fosforik asit veya sitrik asit kullanılarak bu işleme entegre edilebilir. (bkz. Bölüm 11.2.2'deki gam giderme ile ilgili açıklamalar). Yağ, buhar kullanılarak önceden ısıtılır, ardından fosfatitlerin suda çözünürlüğünü arttırmak için fosforik asit veya sitrik asitle karıştırılır. Sabun stoku olarak bilinen sabun ve fosfatitlerin sulu karışımı, santrifüjleme ile yağdan ayrılır. Kalan sabunları giderilmesi için yağ, su ile karıştırılır. Yine, su, santrifüjleme ile yağdan çıkarılır. Kostikle rafine edilmiş yağ, vakum koşulları altında kurutulabilir ve daha sonra bir depolama tankına pompalanabilir. Bu işlem tipik olarak Şekil 11.1'de gösterildiği gibi sürekli bir biçimde uygulanır çalıştırılır, ancak uzun süreli karıştırma ve çökeltme işlemlerinin uygulandığı bir donanımda yarı sürekli veya kesikli bir işlem olarak da gerçekleştirilebilir.

Daha sonra sabun stoku, ayrıştırılarak asit yağlarına dönüştürülebilir veya üçüncü bir kuruma veya entegre bir tesise satılabilir. Geri dönüştürmek için bir seçenek de mevcuttur. Sabun-stok ayırmada, yağ asidi sabunları, yağ asitlerini yeniden oluşturmak için sülfürik asit ile reaksiyona girer. İşlem sürekli veya kesikli olabilir. Tepkime ortamı, tepkimenin hızını artırmak ve üst yağ fazının alt sulu fazdan ayrılmasını iyileştirmek için 70-100 °C'ye kadar ısıtılır. Halen mevcut olan fosfatit miktarına bağlı olarak içindeki ham yağ, bir ara fosfatit tabakası oluşturulabilir [35, Almanya 2002], [75, FEDIOL 2002]. Nebati yağların kimyasal olarak rafine edilmesi Şekil 11.1'de gösterilmektedir.



Şekil 11.1: Bitkisel yağların kimyasal olarak rafine edilmesi

Sulu santrifüj deşarjları, yani sabun stokları birleştirilir ve ayrıca bir sabun stoku ayırma sisteminde işlenir. Bu asitleştirme işlemi, genellikle sülfürik asit veya bazen hidroklorik asit olmak üzere konsantre asitle işlemiden ve buharla ısıtmadan sonra FFA'yı geri kazanmak için kullanılır. Ayrılan FFA daha sonra bir dekantör santrifüjünde çıkarılır. Entegre kurulumlarda, elenmemiş kaba un kızartma işlemine sabun stoku eklenebilir. Geri kazanılan fosfatidler, insan tüketimine yönelik gıda maddelerinde veya hayvan yemlerinde lesitin olarak kullanılır.

Nötralizasyon işlemi soğutma suyu gerektirmektedir. Kombine nötralizasyon ve sabun-stok ayırma işleminden kaynaklanan atık su, yaklaşık 100 °C'lik bir sıcaklığa ve yüksek asiditeye sahiptir ve yüksek derişimlerde sodyum sülfat veya sodyum klorür ve sodyum fosfat tuzları içerir. Sitrik asit kullanılması atık suyun BOİ yükünü artırır. Yüksek derişimlerdeki sülfatlı (> 2000 mg/l) proses atık suyunun bir Atıksu Arıtma Tesisine gönderilek bertaraf edilmesi betonun korozyona uğramasına neden olabilir. Arıtma öncesi atık suyun fosfor içeriği yüksektir (örneğin, yıllık ortalama olarak 800 mg/l ile 2.500 mg/l arasında değişmektedir) ve sonuç olarak emisyon seviyeleri de yüksek olabilir [193, TWG 2015]. Atık su ayrıca FOG de içerebilmektedir.

Yağ asitleri bir yan ürün olarak kabul edilir. Nötralizasyondan kaynaklanan atık suyun arıtılması, fosfatların ve/veya sülfatların varlığı nedeniyle yüksek miktarda çamur oluşmasına neden olabilir. Atık su yüksek tuz konsantrasyonlarına sahip olabilir.

11.2.2.1.2 Nebati yağların fiziksel olarak rafine edilmesi

Fiziksel arıtma, aşağıdaki işlem sırasında gerçekleştirilir: ağartma (isteğe bağlı olarak ağartma toprağının eklenmesinden önce asit ve/veya su ön işlemi ile) ve yüksek sıcaklıkta koku giderme. Fiziksel arıtmada kullanılan 'fiziksel' terimi, derin vakum altında yüksek sıcaklıkta fiziksel damıtma yoluyla FFA'nın azaltıldığı koku giderme adımı ifade eder [215, FEDIOL 2015].

Yağ, % 0,1-3'lük ağartma toprağı ile vakum koşulları altında karıştırılır. Bu madde, ısı ve/veya asidik veya diğer işlemlerle aktive edilmiş, bentonit veya montmorillonit gibi bir kil mineralidir. Bazen az miktarda aktif karbonla karıştırılan bu topraklar çok yüksek bir adsorpsiyon kapasitesine sahiptir. 30 veya 90 dakika ağartıldıktan sonra yağ ağartma toprağından filtreler kullanılarak ayrılır. Harcanan toprak %30'a varan yüksek miktarda yağ içerir. Bir buharlı sıyırma işlemi, sıvı veya katı yağın bir kısmının geri kazanılmasını sağlayabilir. Entegre tesislerde una, kullanılmış ağartma toprağı eklenebilir. Ağartılmış yağ ayrıca diğer rafineri proseslerinde de işlenir. Ağartma için kullanılan ekipmanlar, karıştırma kapları, vakum jeneratörleri ve filtrelerden oluşmaktadır.

Ağartmadan elde edilen katı çıktı, harcanmış toprak olarak bilinir. Yüksek yağ içeriğı nedeniyle kendi kendine tutuşma riski vardır. Bir yağ rafinerisinden çıkan kullanılmış toprak, bir yan ürün elde etmek için ezilerek oluşturulan küspeye eklenebilir. Sertleştirilmiş yağları ağartmak için kullanılan kullanılmış toprak, nikel ve/veya aktif karbon içermediğı sürece küspeye de eklenebilir. Aksi halde kalori değeri yüksek olduğı için enerji kaynağı olarak, örneğin beton üretiminde veya biyogaz üretiminde kullanılır.

Bir koku gidericide, yağda bulunan tüm FFA'yı damıtma yoluyla çıkarmak mümkündür. Düşük bir fosfolipid içeriğı elde etmek için sakız giderme ve ağartma toprağı kullanılarak fiziksel bir ön-işlem gerçekleştirilebilir. FFA daha sonra, yaklaşık 250 °C sıcaklıklarda vakum altında buhar kullanılarak fiziksel olarak ön işleme tabi tutulmuş yağdan sıyrılabilir. Nötralizasyon ve koku giderme birleştirildiğinden ve entegre ısı eşanjörleri ve enjekte edilmiş sıyırma buharı ile sürekli çalışan tek veya çok aşamalı ekipmanda gerçekleştirildiğı için önceki nötralizasyon işlemleri atlanabilir. Bunu doğrudan buharlardan yağın büyük bir kısmını susuz bir ürün olarak yoğunlaştırmak için bir yıkayıcının kullanılması izler. Bu genellikle gerçekleştirilir, ancak ham maddeye ve ürünlere ve gelen yağın FFA açısından zengin ve fosfolipitler açısından düşük olmasına bağlıdır. Koku gidericiden sonra bulunan yıkayıcı sistemi, normal koku giderme durumunda olduğundan çok daha yüksek miktarda FFA'yı gidermek zorundadır [35, Almanya 2002], [75, FEDIOL 2002].

11.2.2.1.3 Nebati yağların kimyasal ve fiziksel reeffing işlemi arasındaki farklılıklar

Kimyasal ve fiziksel arıtma arasındaki temel süreç farklılıkları aşağıdaki gibidir [215, FEDIOL 2015]:

- Kimyasal arıtma, ek kombine sakız giderme/nötralizasyon işlemine sahip olabilir. Düşük hacimler için, tepkime ve çöktürme bir yığın kabında yapılabilir. Bununla birlikte, çoğu yüksek hacimli rafineride, tepkime ve ayırma için sürekli bir reaktör ve bir ila üç santrifüj kullanılmaktadır. Yağdan ayrılan sabun bu şekilde satılabilir de (düşük değerde) çoğu rafineride sabun ayırma ünitesinde güçlü bir asit (sülfürik asit) ile ayrılır. Sabun ayırma ünitesinden elde edilen ürünler, yüksek kaliteli bir asit yağı (FFA ve bir miktar sürüklenen yağ) ve asitli sudur. Asitli su normalde belediye atık su arıtma tesisine deşarj edilmeden önce daha ileri arıtma gerektirir.
- Ağartma adımı ekonomik olmayan yüksek ağartma toprağı seviyelerinden kaçınmak amacıyla fiziksel rafinasyon için yağların fosfolipit seviyesinin nispeten düşük olması gereklidir. Ağartma toprağına dozlanmasından önce uygulanacak seyreltilmiş bir asit ön işlemi (fosforik veya sitrik asit), ağartma toprağına fosfolipitleri ve metalleri azaltma kapasitesini artırır. Özütlenebilir tohum yağlarının çoğu fosfolipidler açısından zengindir ve fiziksel arıtmadan önce asitle zerk giderme işleminin uygulanmasını gerektirir. Tek başına suyla zerk giderme muhtemelen hidratlanamayan fosfolipidlerin seviyesini yeterince azaltmayacaktır ve bu durumda kimyasal arıtmanın izlenmesi gerekebilir. Palm yağı, hurma çekirdeğı yağı ve hindistancevizi yağı gibi tropik yağlar, ön zerk giderme uygulanmaksızın fiziksel arıtmayı uygulamak için yeterli fosfolipid içeriğıne sahip değildir.
- FFA'nın damıtma yoluyla soyulması, 170-270 °C aralığında koku giderme sıcaklıkları gerektirir. Daha düşük sıcaklıklarda FFA indirgemesi genellikle müşteriler tarafından talep edilen özellikleri karşılamak için yetersizdir. Bu yüksek sıcaklık, trans yağ asitleri (özellikle keten tohumu yağı ve balık yağı gibi yüksek oranda doymamış yağlarda) ve glisidil ester gibi istenmeyen bileşenlerin oluşumuna yol açabilir. Kimyasal arıtmada koku giderme sıcaklığı, FFA'nın sıyrılması gerekmediğinden fiziksel arıtmadan daha düşük olabilir. Koku gidermede uygulanan sıcaklığın seçiminde, koku giderici verimliliğı, ısı geri kazanımı, ürün karışımı vb. gibi ameli hususlar dikkate alınır.

Kimyasal yöntemin, fiziksel arıtma seçenekleri ile karşılaştırılması, kimyasal arıtmanın aşağıdaki dezavantajlara sahip olduğunu göstermektedir:

- Ek nötrleştirme ve sabun ayırmadan dolayı daha yüksek üretim maliyetleri (amortisman, işçilik, bakım);

- nötr yağın sabun stoku içine sürüklenmesi nedeniyle daha yüksek yağ kaybı;
- daha yüksek sıvı atık deşarjı; bu atık su KOİ, BOİ, fosfatlar ve sülfatlar açısından zengindir.

İşlenen yağın türü, kalite gereksinimleri ve gıda güvenliği sınırlamaları nedeniyle tüm rafinerilerde fiziksel rafinasyon mümkün değildir. Kimyasal arıtmanın fiziksel arıtmaya göre başlıca avantajları şunlardır:

- hammadde ön işleminden az çok bağımsız olarak yüksek kaliteli bir ürün elde etme esnekliği ve kalite;
- İstenmeyen yan ürün oluşumunu sınırlamak ve istenen minör miktarını korumak için daha düşük koku giderme sıcaklıklarını kullanma olanağı.

Mevcut en iyi rafinasyon prosesi rotasının seçimi, aynı zamanda pek çok işletimsel kritere de bağlıdır: işlenmiş hacim, yağın türü ve kalitesi açısından esneklik, çevresel kısıtlamalar, bağımsız rafineri veya aynı sahadaki bir yağ değirmeni ile kombinasyon vb.

Kimyasal rafinasyon, sakızı giderilmemiş tohum yağları, su, sakızı alınmış yağlar ve FFA'sı yüksek (düşük kaliteli keten tohumu yağı, balık yağı vb.) yüksek doymamış yağlar gibi fosfolipitleri yüksek yağlar için tercih edilebilir. Kimyasal arıtma, farklı ön işlemler uygulayan ve farklı niteliklere sahip tohum yağlarını işleyen bağımsız bir rafineri için en esnek seçimdir. Tropikal yağlar gibi fosfolipid içerikleri düşük ve FFA'sı yüksek yağlar için fiziksel rafinasyon tercih edilebilir. Kısmen işlenmiş yağlar için de önemli bir rafinasyon rotasıdır. Bununla birlikte, fiziksel arıtma, koku giderme için daha yüksek bir sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bu gıda maddesinin güvenliği açısından bir engel oluşturabilir.

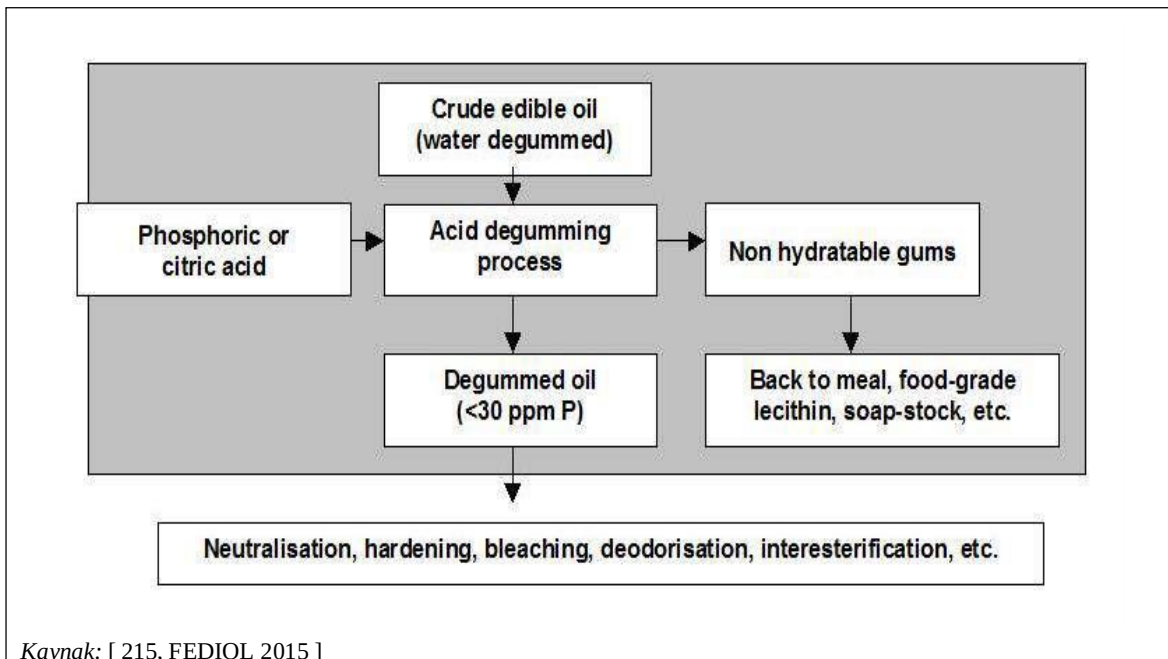
11.2.2.2 Zambk giderme

Zambk giderme, mevcut sakızları hidratlamak için su eklenmesini ve ardından santrifüjlü ayırıştırma işlemini içerir. Hidratlanamayan sakızlar, önce fosforik veya sitrik asit kullanılarak hidratlanabilir bir forma dönüştürülerek, ardından su ilave edilerek ve santrifüjlenerek çıkarılır.

Bu işlem, suyla zambk giderme ve asitle zambk giderme olmak üzere iki kısımdan oluşur. Suyla zambk giderme, yağ değirmeninde gerçekleştirilir ve bu nedenle yağlı tohum işlemeyle ilgilidir. Asitle zambk giderme işlemi, arıtmanın ilk adımıdır. Zambk giderme, bitkisel yağlardaki fosfolipit seviyesini azaltır. Bitkisel yağlardaki fosfolipitler, bitki dokusundan (hücre zarlarından) kaynaklanır. Yağ çıkarma işlemi sırasında yağda konsantre hale gelirler. Soya fasulyesi yağı, ayçiçek yağı ve kolza yağı gibi özütlenmiş tohum yağları fosfolipitler açısından yüksektir (genellikle ppm fosfor olarak ölçülür). Palm yağı, hurma çekirdeği yağı ve hindistancevizi yağı fosfolipitler açısından düşüktür. Fosfolipidler, yüksek ağartma toprağı tüketimine, ısıtma bobinlerinin kirlenmesine ve yüksek sıcaklıkta yağın kahverengi bir renk almasına yol açacağından, rafinasyon dizisinin ilk adımında azaltılmalıdır. Fosfolipidlerin bir kısmı hidratlanabilir. Bu durum, suya tutundukları ve suyla yıkama (su gam giderme) ile giderilebildikleri anlamına gelir. Kalan fosfolipidler hidratlanamaz. Bunların nemlendirilebilir hale getirilmeleri için asit (sitrik veya fosforik asit) ile muamele edilmeleri gerekir. Su veya asit dozlaması ve tepkime süresinden sonra bir santrifüj uygulanması, fosfolipitleri yağdan ayırır. Ayrılan fosfolipidler, bir miktar yağ ve yabancı madde katacaktır; bu karışıma sakız veya lesitin denir. Suyun zambkının giderilmesinden elde edilen kaliteli lesitin, gıda uygulamalarında emülgatör olarak kullanılabilir.

Endüstriyel zamk giderme işlemleri aşağıdaki gibidir [215 , FEDIOL 2015] :

- Sadece hidratlanabilir fosfolipitleri ortadan kaldıran sulu zamk giderme. Suyla zamk giderilmiş yağlardaki hidratlanamayan fosfolipidlerin seviyesi nispeten yüksektir (100 ppm P'nin üzerinde) ve daha sonra asitle zamk giderme ile uzaklaştırılmaları zordur. Suyla gam giderme genellikle yağ değirmeninde yapılır; çıkarılan lesitin, emülgatör (yüksek değerli yan ürün) olarak kullanım için saflaştırılabilir veya yemeğe eklenebilir ve beslemek.
- Hidratlanamayan fosfolipidlerin bir kısmını da ortadan kaldıran asitle zamk giderme (bkz. Şekil 11.2). Asitle zamk giderilmiş yağlardaki (10-30 ppm) fosfolipid seviyesi, suyla zamk giderilmiş yağlardakinden çok daha düşüktür. Ancak uzaklaştırılan fosfolipidler, lesitin üretimi için yetersiz kalitededir. Yem olarak hayvan mamasına katılmak suretiyle değerlendirilebilirler. Asitli zamk giderme, sitrik asit veya fosforik asit ile gerçekleştirilebilir (bazen, kalan asidi nötralize etmek için reaksiyon süresinden sonra seyreltilmiş alkali eklenir). Sitrik asit etkinliği ve metal kalıntılarını şelatlaştırması nedeniyle sıklıkla tercih edilir. Ancak, tüm yağlar için etkili değildir. Fosforik asit, hidratlanamayan fosfolipidler açısından yüksek olan yağlar için bir fayda sağlayan daha güçlü bir asittir. Ancak atık su içindeki fosfor emisyonunu artırır.
- Su veya asitle zamk giderme, ardından enzimlerle işleme. Bu işlem, enzimlerin veriminin artırılması ve maliyetinin düşürülmesinden sonra uygulanmaya başlanmıştır. Fosfolipaz-A2 enzimi, yumuşak koşullar altında yağ asidi esterinin bölünmesini katalize eder. Sıvı enzim, bir sodyum sitrat tamponu olarak sitrik asit ve kostik soda ile 60 °C'de ve pH 5'te yağa dağıtılır. Enzimatik reaksiyonun düşük reaksiyon hızını arttırmak için, sürekli karıştırılan bir reaktör bataryası uygulanır. Elde edilen lizolesitin molekülü suda çözünürdür ve santrifüjleme ile ayrılabilir. Bunun sağladığı temel avantaj, zamk giderme işleminde daha düşük yağ kaybı gerçekleşmesidir. Uygulama, enzimatik işlemin ek maliyetlerine, işlemin yağ kaybına ve yan ürünün değerine bağlıdır. Ham yağ kalitesi, asitle karşılaştırıldığında enzimatik zamk giderme uygulanırken sabit kalır.
- Yağın kimyasal nötralizasyonu ile birlikte zamk giderme. Seyreltilmiş bir alkali çözeltisi ilave edilmeden önce yağa fosforik veya sitrik asit dozlanır. Alkali sabun oluşturmak için FFA ile tepkimeye sokulur. Fosfolipidler sabunla birlikte çıkarılır ve ayrıca sabun ayırma tesisatında işlenir. Bu işlem sağlam ve esnektir ve yağlardaki hidrate olmayan fosfolipitleri, zamk alınmış sudan çıkarabilen tek işlemdir.



Şekil 11.2: Nebati yağdan asitle zamk giderme işleminin temel akış şeması

11.2.2.3 Koku giderme

Koku giderme, FFA'yı ve diğer yüksek derecede uçucu bileşenleri vakum koşulları altında sıvı ve katı yağlardan ayırmak için buhar damıtmanın kullanılmasıdır. Koku giderme için kullanılan ekipman, bir buhar damıtma kolonu, barometrik kondansatör, buğu gidericiler ve yıkayıcılardan oluşur. 200 °C'nin üzerinde ısıtılan yağa buhar, vakum koşulları altında distilasyon kolonunun alt kısmında enjekte edilir. Buhar, yağ ve katı yağlardan FFA'yı ve diğer safsızlıkları sıyrır, ancak bu işlemle zamkların giderilmesi mümkün değildir. Buhar daha sonra, tek geçişli veya kapalı devre tasarımı bir barometrik kondansatör kullanılarak yoğunlaştırılır. Uçucu bileşenlerin bu buhardan ayrılması, tek aşamalı veya iki aşamalı bir yıkama/yoğunlaştırma sistemi ve buğu gidericiler ile artırılabilir. Koku giderme işlemi, kesikli veya sürekli koku giderme tanklarında uygulanabilir.

Ham yağı bitmiş yağa dönüştüren rafinasyon sürecindeki son arıtma adımı koku gidermedir. Ön işlemden geçirilmiş yağ, bir ısı eşanjörü ve dolaylı buhar kullanılarak koku giderme sıcaklığına, yani 180–270 °C'ye kadar ısıtılır. Yağın oksidasyonunu önlemek için koku giderme ekipmanındaki atmosfer neredeyse mutlak vakumda, yani 0,5–8 mbar basınç altındadır. Verilen vakum ve sıcaklık koşullarında, sıyırma buharı, besleme stokundan uçucu bileşenlerin çıkarılması için gerekli itici gücü ve taşıyıcıyı sağlar.

Koku giderme kabından çıkan buharlar hava, su buharı, yağ asitleri ve diğer uçucuları içerir. Vakum ekipmanına girmeden önce buharlar bir yıkayıcıdan geçer. Buhar akımına bir temizleme sıvısı püskürtülür. Yağ asitleri ve uçucu maddeler, yıkama damlacıkları üzerinde veya alternatif olarak paketleme malzemesi üzerinde kısmen yoğunlaşır. Yıkayıcı, koku giderici ile aynı vakumda olduğundan, bu su buharı yoğunlaşmaz.

Önceden temizlenmiş buhar akımı bu aşamadan sonra çok kademeli vakum sisteminin güçlendirici buhar püskürtücüsüne girer. Buhar jeti bir termo kompresörden oluşur ve bu nedenle buhar basıncı 30-50 mbar'a kadar yükselir. Klasik olarak tasarlanmış bir vakum sisteminde, buharlar daha sonra açık bir barometrik kondansatörde yoğunlaştırılır. Sıyırma buharından ve basınçlı buhardan gelen su buharı yoğunlaştırılır ve hacimde muazzam bir azalma sağlanır. Bu, vakumun belirtilen seviyelerde tutulmasına katkıda bulunur. Barometrik ana kondansatörden yoğunlaşmayan bileşenler, bir veya daha fazla küçük ara kondansatör ve bir veya daha fazla küçük buhar püskürtücü içeren bir hava alma sistemi ile çıkarılır. Kondenserler ayrıca soğutma suyu kullanır, yani soğutma suyunun %10-15'i ana kondensere akar. Barometrik kondansatörlerden gelen su kirli olabilir. Bir veya iki buhar jetinin işlevi, bir su halkalı vakum pompasının uygulanmasıyla değiştirilebilir (bkz. Bölüm 11.4.1.1).

11.2.2.3.1 ila 11.2.2.3.3 arasındaki bölümlerde, koku giderme için kullanılan bazı teknikler tanımlanmıştır.

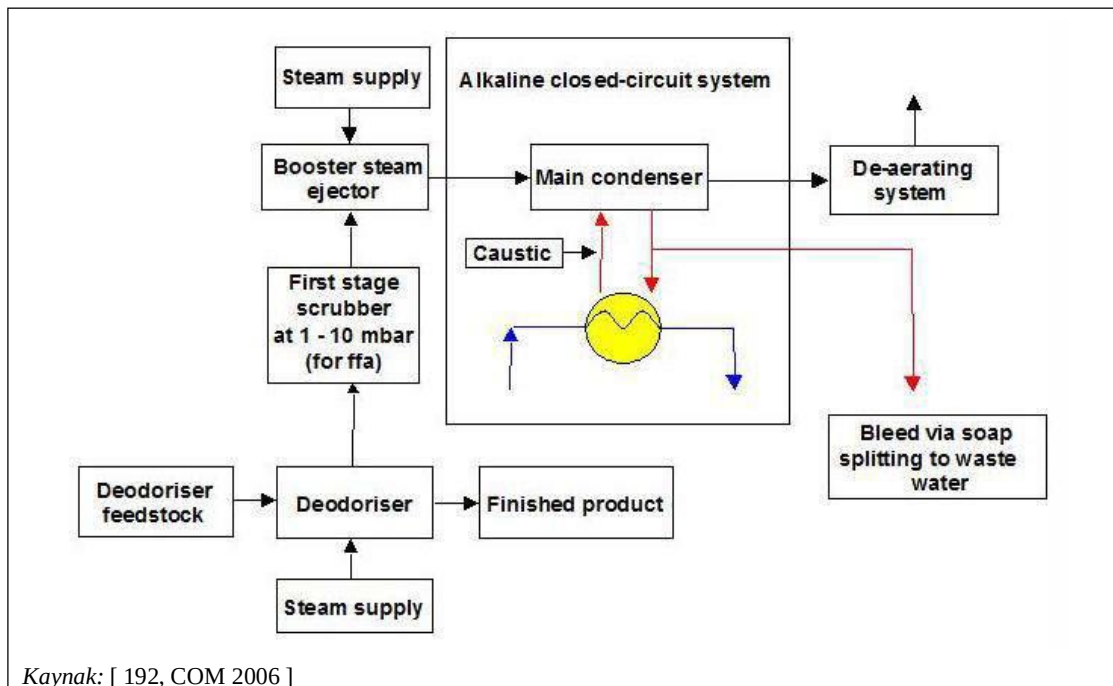
11.2.2.3.1 Alkali kapalı devreyle kombine tekil yağ yıkayıcı

Koku gidericiden çıkan (yağ asitleri içeren) buharlar ıslak bir yıkayıcıda işlenir. Önceden temizlenmiş buhar akımı, bir güçlendirici buhar jetinden gelen tahrik buharı ile karıştırılır. Koku giderici besleme stoku daha yüksek konsantrasyonlarda kısa zincirli yağ asitleri, örneğin hindistancevizi yağı içerdiğinde, güçlendirici buhar ejektörü ile ana barometrik kondansatör arasına ikinci bir temizleyicinin yerleştirilmesi, tek geçişli sistemden KOİ kirlilik yükünü kabul edilebilir bir emisyon seviyesine indirmeyecektir. Bu gibi durumlarda, tekniğin genel değerlendirmesiyle, tek geçişli soğutma sisteminin düşük enerji gereksinimlerine rağmen soğutma suyu dönüşünün kirlilik yükünün kabul edilebilir olmadığı sonucuna varılabilir. Bu durumda veya benzeri durumlarda alkali kapalı devre sistemler uygulanabilir. Kapalı devre bir sistemin kurulumu, ikinci bir yıkayıcıya yatırım yapılmasını gereksiz kılar.

Bu soğutma sisteminde, soğutma suyu kapalı bir devrede dolaştırılır ve buhar akımının uçucu bileşenleri çoğunlukla ana kondensere tutulur. Vakum sisteminin ana ve ara kondansatörleri, sabun ayırma yoluyla tesisatın atık su arıtma sistemine bir tahliye ile dahili soğutma suyu devresinin bir parçası olabilir.

Ekipmanın temizlenebilmesine olanak vermek için iki ısı eşanjörünün kurulması gerekir. Yağlı malzemenin yol açacağı hızlı kirlenmeyi önlemek için kostik eklenmesi gerekir. Birincil barometrik kondansatör devresinde pH yaklaşık 9'a yükseltilir. Yağ sıyrıcı buhar ve ejektör buharından gelen yoğunlaşmış madde, alkali devrede ihtiyaç duyulan suyu sağlar. Fazla su, bir sabun çözeltisi olarak alkali devreden çekilir. Sabun ayırma işlemi ayrı bir bölümde gerçekleştirilir. Sulu faz, asitli atık suyunun bir parçasıdır. Kapalı devre sisteminin uygulanması, aynı vakumu oluşturmak için gereken buhar tüketimini artırır.

Ana yoğunlaştırıcıya giriş sıcaklığı, buhar ejektörleri için daha yüksek buhar tüketimine ve dolayısıyla daha yüksek soğutma suyu gereksinimlerine neden olan açık yoğunlaştırıcı sistemine göre 5°C daha yüksektir. Bu, ürün kalitesi için gerekli fiziksel koşullar altında bu işlemi imkansız hale getirebilir. Ayrıca, dahili kapalı devre soğutulabilir, bu da artan elektrik tüketimi ve daha düşük sürüş buharı tüketimine neden olur. Bu durumda, soğutma suyu devresi bir derin dondurma ünitesi tarafından soğutulduğu için işlem daha düşük bir sıcaklık emisyon seviyesinde gerçekleşir. Şekil 11.3, bir koku giderici vakum sisteminin parçası olarak bir alkalin kapalı devre soğutma suyu sisteminin temel akış şemasını göstermektedir.



Şekil 11.3: Koku giderici vakum sisteminin bir parçası olarak alkali kapalı devre soğutma suyu sisteminin temel akış şeması

Soğutulmuş alkali kapalı devre sistemlerde, koku gidericiden çıkan sıyrma buharı bir booster tarafından sıkıştırılır. Güçlendiricinin kombine sıyrma buharı ve tahrik buharı, bir ısı eşanjöründen (birincil döngü) kapalı bir döngüde dolaşan su ile bir kondansatörde soğutulur. Isı eşanjöründen geçen ikincil döngü, bir soğutma sistemi tarafından birkaç santigrat dereceye kadar soğutulur. Kalan yağ asitlerini sabunlaştırmak için birincil döngüde alkali dozlaması yapılır. Birinci devrenin tahliyesi (yoğunlaştırılmış buhar hacmine eşit hacim), bir atık su tesisinde atılmadan önce sabunu ayırmak için asitle muameleye ihtiyaç duyar. Soğutucu kompresöründe soğutucu olarak amonyak kullanılabilir. Yerel mevzuat amonyak kullanımına izin vermiyorsa freon tipi soğutucular kullanılabilir [193 , TWG 2015].

Tek geçişli soğutmaya kıyasla %99 atık su hacmi azalması elde edildiği bildirilmiştir (bkz. Bölüm 11.2.2.3.3). Üretilen atık su hacmi 0,06-0,15 m³ / t rafine edilmemiş yağdan oluşur. Kapalı devre bir sistem kullanıldığında karmaşıklığın arttığı ve güvenilirliğin azaldığı bildirilmektedir. Kapalı devre sistemler, dahili ısı eşanjörleri, fazladan pompa kapasitesi ve dondurucu tesisatını içerir. Bir rafineride koku giderme adımı için enerji gereksinimleri rafinerinin toplam enerji tüketiminin %50'sinden fazlasını teşkil eder. Bu nedenle, kapalı devre alternatifleri %10-20 daha yüksek spesifik enerji tüketim değerleri sağlamaktadır [192 , COM 2006]. Tablo 11.1 , bir alkalin kapalı devre sisteminin enerji verilerini göstermektedir.

Tablo 11.1: Alkali kapalı devre sisteminin enerji verileri

Enerji tüketimi	Spesifik değerler	
	Almanya'daki örnek tesisat verileri	Bildirilen veriler
Elektrik (Rafine edilmemiş yağdaki FFA içeriğine bağlıdır)	8–10 kW/s/t rafine edilmemiş yağ	8–20 kW/s/t rafine edilmemiş yağ
Buhar	47–117 kW/s/t rafine edilmemiş yağ (60–150 kg/t)	39–117 kW/s/t rafine edilmemiş yağ (50–150 kg/t)
Kaynak: [192, COM 2006]		

Genel olarak, buhar tüketimi ve elektrik enerjisi kullanımı, çalışma vakum basıncına, soğutma suyunun veya ortam havasının sıcaklığına ve yoğunlaşmayan maddeleri çıkarmak için ejektörlerin veya vakum pompalarının kullanımına bağlıdır. Tipik olarak, 2 mbar'lık bir emme basıncında çalışan (koku giderici basıncı, gaz yıkayıcı üzerindeki basınç düşüşünden dolayı 3 mbar'dır) iki hidroforlu bir alkalin devridaim sistemi, kokusu giderilmiş yağın tonu başına yaklaşık 125 kg buhar (sıyırma buharı hariç) ve 20 kW's elektrik kullanır. [193, TWG 2015].

Soğutulmuş alkali kapalı devre sistemlerde, buhar tüketimi ve elektrik enerjisi kullanımı, çalışma vakum basıncına ve yoğunlaşmayan maddeleri çıkarmak için ejektörlerin veya vakum pompalarının kullanımına bağlıdır. Örnek bir tesisatta (#274), 2 mbar'lık bir emme basıncında (yıkayıcı üzerindeki basınç düşüşünden dolayı koku giderici basıncı 3 mbar'lık) çalışan bir soğutulmuş alkalin devridaim sistemi, kokusu giderilmiş yağın tonu başına yaklaşık 35 kg buhar (sıyırma buharı hariç) ve 20 kW's elektrik enerjisi tüketir.

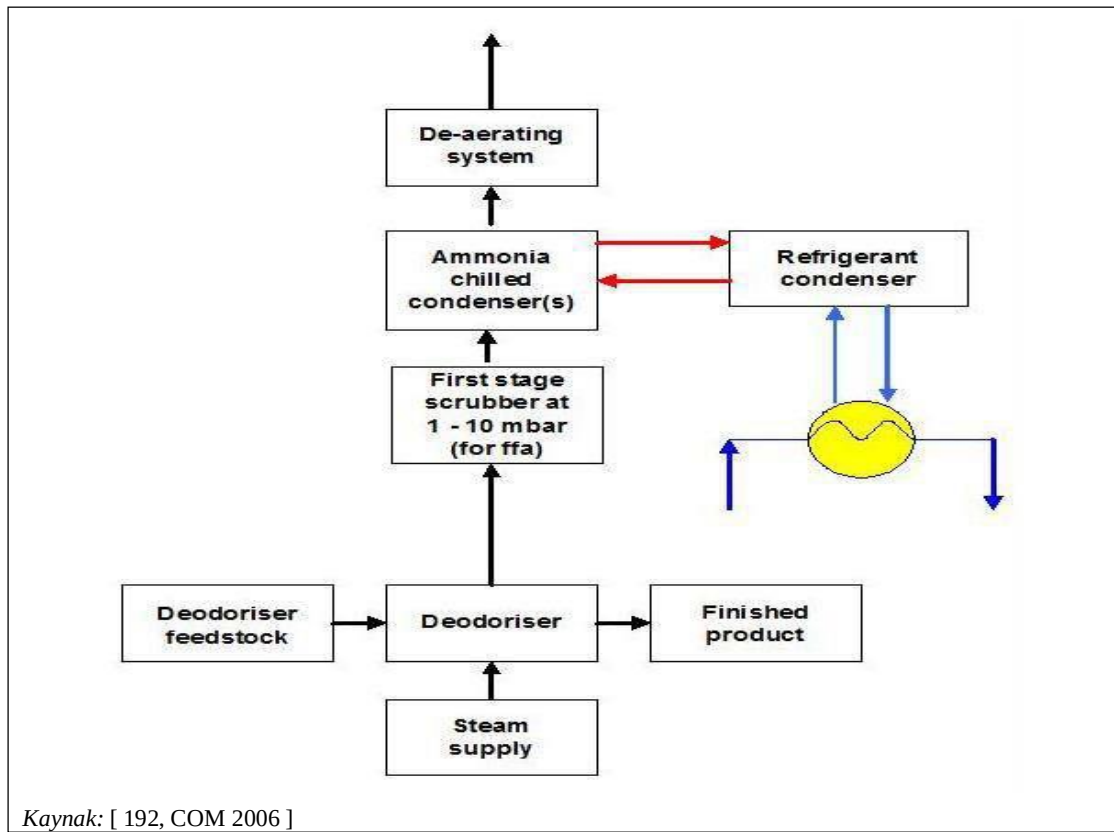
Bu teknik, genellikle koku giderici besleme stoku daha yüksek konsantrasyonlarda kısa zincirli yağ asitleri, örneğin hindistancevizi yağı içerdiğinde uygulanır. Yeni ve mevcut tesisatlar için uygundur ve kolayca uygulanabilir. Boş alana ihtiyaç duyulması tekniğin uygulama alanını kısıtlayabilir.

Vakum dalgalanmaları gibi proses istikrarsızlığı riskinin yüksek olduğu sıcak iklim koşullarında, yeterli proses kontrolleri ile birlikte işletim güvenilirliği kabul edilebilir seviyelerde olabilir. Bu teknik ılımlı iklim koşulları altında ve koku giderici buharlardan yağların uzaklaştırılması için yapılan işlemde sonra doğru bir şekilde uygulanırsa güvenilirliği, esas olarak sağlam buhar püskürtmeli vakum pompaları sayesinde çok iyi seviyelerde olabilir.

Kapalı devre sistemler, tek geçişli sistemlere kıyasla daha yüksek yatırım maliyetleri, işletme maliyetleri ve enerji tüketimi içerir. Ayrıca, soğutulmuş kapalı devre sistemler için daha yüksek yatırım maliyetleri bildirilmiştir. Bakım maliyetleri nispeten düşüktür. Ekipmanın bakımı, koku gidericinin planlı bakımı sırasında (iki yılda bir ortalama 1 hafta) yapılır.

11.2.2.3.2 Kuru/buz yoğunlaşmalı tekil ıslak yıkayıcı

Buz yoğunlaşmalı sistemler olarak da adlandırılan kuru yoğunlaşma (DC) sistemleri, ıslak gaz yıkama ünitesiyle hava alma sistemi arasına yerleştirilir. Islak yıkayıcı, FFA'nın büyük bölümünü gidermektedir. DC sistemi, FFA'nın kalan kısmını ve FFA'yı dışarı atmak için kullanılan sıyırma buharını ortadan kaldırır. Buhar ve FFA, DC sisteminin bobinlerinde (ısı eşanjörü) -30 °C kadar düşük sıcaklıklarda yoğunlaştırılır. Düşük sıcaklık, amonyanın mekanik olarak sıkıştırılmasıyla elde edilir ve daha sonra bobinlerde buharlaştırılır. Chiller ünitesi ekstra elektrik ve soğutma suyu gerektirir. Sadece yoğunlaşmaz buharlar yıkayıcıdan ve DC sisteminden vakum sistemine geçecektir. Şekil 11.4, bir DC ile kombinasyon halinde tekil bir gaz yıkama sisteminin temel akış şemasını göstermektedir.



Şekil 11.4: Bir DC sistemi ile birlikte tekil bir gaz yıkama ünitesinin temel akış şeması

Tüm yoğuşabilir buharların %95'inden fazlasının DC sistemi tarafından uzaklaştırıldığı bildirilmiş olup bu nedenle vakum sistemi çok daha küçük olabilir [192, COM 2006]. Tablo 11.2, bir DC sisteminin vaka çalışmasından alınan performans verilerini göstermektedir.

Tablo 11.2: Örnek bir DC sisteminin performans verileri

Tüketim seviyesi	Spesifik değerler
Su halkalı pompalar ve buz yoğuşurma soğutma ünitesinin soğutulması için gerekli su	300 kg/t rafine edilmemiş yağ
Elektrik (rafine edilmemiş yağdaki FFA içeriğine bağlıdır)	10,5–21,5 kW/t rafine edilmemiş yağ
Buhar	5,5–15,5 kW/t (20–150 kg/t) rafine edilmemiş yağ
Atık su	0,350 m ³ / t'ye kadar rafine edilmemiş yağ. Fosfat veya sülfat yok
Kaynak: [35, Almanya 2002]	

Kirli su oluşumu genellikle buhar tüketimine eşittir, bir tesiste (#45) rapor edilen işlenmiş yağ ton başına yaklaşık 15 kg'dır. Bertaraf edilecek katı atık mevcut değildir [193, TWG 2015].

Bu teknik genellikle damıtıcı nötralizasyon/koku giderme (fiziksel arıtma) uygulanırken kullanılır. Yeni ve mevcut kurulumlar için uygundur. Boş alan, düşük buhar yağ içeriği, kurulum kapasitesi ve örneğin soğutma sisteminde amonyak uygulaması nedeniyle harici güvenlik gereksinimleri, tekniğin uygulanabilirliğini sınırlayabilecek faktörlerdir. Kontrol teknolojisi sayesinde çalışma güvenilirliği iyi seviyededir. Vakum sistemi hava koşullarından bağımsız olduğu için daha iyidir. Her koku giderici ünitenin ayrı bir kuru yoğuşurma sistemine ihtiyacı vardır.

Kuru yoğunlaştırma sisteminin işletim açısından kullanılabilirliği, genellikle koku giderici sistemin işletimsel kullanılabilirliğini sınırlamaz. Ekipmanın bakımı, koku gidericinin planlı bakımı sırasında (iki yılda bir ortalama 1 hafta) gerçekleştirilir.

Bu tekniğin uygulanması için yüksek yatırım ve bakım maliyetleri gerekmektedir.

Kuru yoğunlaştırma sistemi için 750.000 AVRO'luk bir yatırım maliyeti bildirilmiştir. İşletme maliyetlerinin ise yıllık 100.000 AVRO'yu bulduğu (elektrik, buhar, soğutma suyu ve atık arıtma maliyetleri) bildirilmiştir [193, TWG 2015].

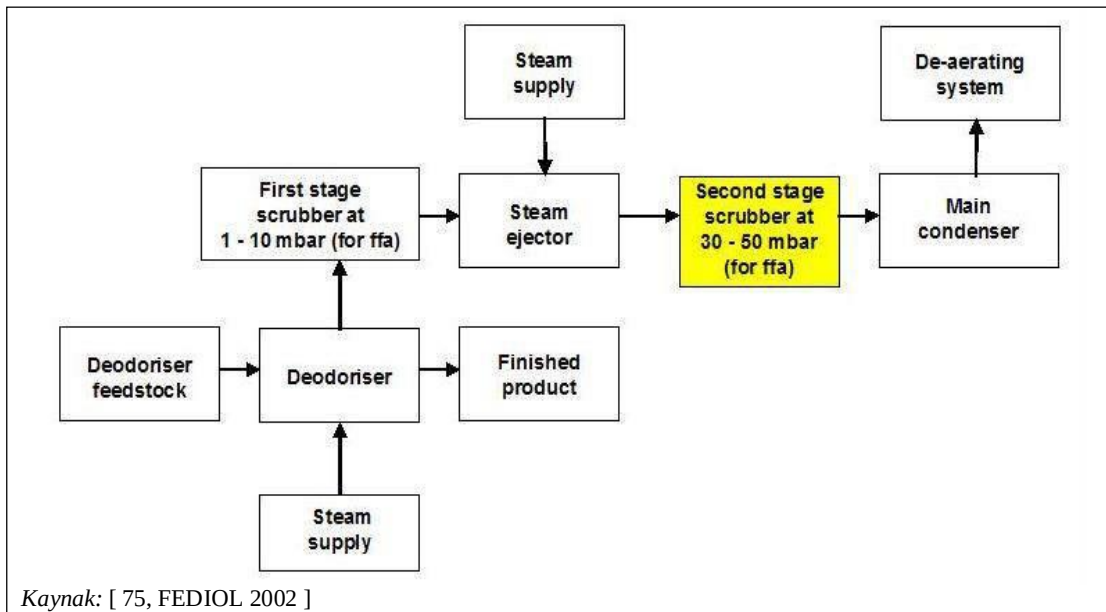
11.2.2.3.3 Açık devreli soğutma sistemi ile birlikte çift ıslak yıkayıcı sistemi

Buharlar ıslak bir yıkayıcıda işlenir. Önceden temizlenmiş buhar akımı, güçlendirici buhar jetinden gelen tahrik buharı ile karıştırılır. Bir güçlendirici buhar jeti ile ana kondansatör arasına ikinci bir ıslak gaz yıkayıcının takılması, açık devreli bir soğutma sisteminde soğutma suyuyla karıştırılmadan önce sıyırma ve tahrik buharının değiştirilmesiyle uçucuların daha fazla yoğunlaşmasını sağlar. İkinci yıkayıcı sabit salmastra malzemesine sahip olabilir veya özel bir yıkama döngüsü, yoğunlaşma ısını azaltmak için bir ısı eşanjörü ve bir buğu giderme pedi ile donatılabilir. İkinci yıkayıcı daha yüksek bir basınçta çalışır ve booster buhar jeti aracılığıyla buhar eklenmesi nedeniyle uçucu maddelerin kısmi basıncı azalır. Bu iki faktör, daha fazla yoğunlaşmanın temelini oluşturur.

Çift yıkayıcı düzenlemesi, geliştirilmiş bir buhar temizleme verimliliği elde edilmesini sağlar. İkinci yıkayıcıda uçucu bileşenlerin fazladan yoğunlaşması, sistemdeki kütle akışını azaltır. Aynı zamanda, ikinci yıkayıcı ek bir ısı kaybına da katkıda bulunur; ancak bununla birlikte, sistem için toplam enerji gereksinimleri düşüktür. Şekil 11.5, sürecin temel bir akış şemasını göstermektedir.

Booster(lar)ın kombine sıyırma buharı ve tahrik buharı, bir yoğunlaştırıcıda yüzey suyuyla (nehir veya göl) veya bir soğutma kulesinden geçen kapalı bir döngüde soğutulur. Koku giderici ve vakum sistemi arasında etkili bir yağ asidi yıkayıcı ve yoğunlaştırıcı çıkış suyundan yağlı maddeyi yakalamak için bir yağ tutucu kullanılarak yüzey suyunun veya soğutma kulesinin kalıntı yağ tarafından kirlenmesi düşük tutulur.

Açık devreli vakum sisteminin işletim açısından kullanılabilirliği, genellikle koku giderici sistemin işletimsel kullanılabilirliğini sınırlandırmaz. Ekipmanın bakımı, koku gidericinin planlı bakımı sırasında yapılır (iki yılda bir ortalama 1 hafta).



Şekil 11.5: Koku gidermede ikili yıkayıcı düzeninin temel akış şeması

Hammadde kimyasal olarak rafine edildiğinde, birinci yıkayıcının temizleme verimliliği %90'ın oldukça üzerindedir. Bu işlem adımı, yağ asitlerinin büyük kısmının başlangıçta uzaklaştırılmasını sağlar. İkinci yıkayıcı, genel fırçalama verimliliği %2-5 oranında artırır [75, FEDIOL 2002]. Yıkayıcı verimliliği, koku giderici hammadde ile yağ asitlerinin girişi ile ilgilidir. Tek geçişli soğutma sistemiyle birleştirilmiş çift yıkayıcı düzeninde ısı eşanjörü yoktur. Bu nedenle, ısı eşanjörünün tıkanması veya zayıf ısı transferi sorunları ile ilgili herhangi bir sorun yaşanmaz. Sistemin basit olması nedeniyle süreç kararlılığı yüksektir.

Bu sistem doğrudan soğutma suyuna sahip buhar ejektörleri ve açık kondensarlara dayalı olduğundan, elektrik ve buhar tüketimine bağlı olarak istenen vakumu oluşturmak için en düşük enerji ihtiyacına sahiptir. Ancak bu sistem, artan KOİ seviyeleri ile bir soğutma suyu akışı üretir. KOİ seviyelerindeki artış, soğutma suyu akışına ve koku giderici besleme stokunun kalitesine bağlı olarak 50-150 mg/l arasında değişebilir. Çift yıkayıcı düzenlemesi sayesinde, KOİ seviyelerinde daha küçük bir artış, yani 40-100 mg/l elde edilir. Bildirilen atık su hacmi rafine edilmemiş yağın tonu başına 1-10 m³'tür [75, FEDIOL 2002].

Tablo 11.3, açık devreli bir soğutma sistemi ile birleştirilmiş bir çift yıkayıcının enerji verilerini göstermektedir.

Tablo 11.3: Açık devreli soğutma sistemi ile birleştirilmiş bir çift yıkayıcı ünitesinin enerji verileri

Enerji tüketimi	Spesifik değerler
Elektrik (rafine edilmemiş yağdaki FFA'nın içeriğine bağlıdır)	2-5 kW/t rafine edilmemiş yağ
Buhar	39-50 kW/t (50-100 kg/t rafine edilmemiş yağ)
Kaynak: [75, FEDIOL 2002]	

Genel olarak, buhar tüketimi ve elektrik enerjisi kullanımı, çalışma vakum basıncına, soğutma suyunun veya ortam havasının sıcaklığına ve yoğunlaşmayan maddeleri çıkarmak için ejektörlerin veya vakum pompalarının kullanımına bağlıdır. 2 mbar'lık bir emme basıncında (temizleyici üzerindeki basınç düşüşü nedeniyle 3 mbar'lık koku giderici basıncı) çalışan bir geçiş sistemi, iki hidrofor ile yaklaşık 105 kg buhar (sıyırma buharı hariç) ve bir ton kokusu giderilmiş yağ için 20 kW elektrik kullanır. Açık devreli bir vakum sisteminin vakum üretimi için toplam enerji kullanımı bir alkalın kapalı devre soğutma sisteminden yaklaşık %15 daha düşüktür. Bu sistemde kimyasal kullanılmaz [193, TWG 2015].

Teknik, yeni ve mevcut tesisatlar için uygundur, iyi bir işletim güvenilirliğine sahiptir ve kolayca uygulanabilir. Koku giderici hammadde kalitesi, örneğin hindistancevizi yağı gibi yüksek

Bölüm 11

konsantrasyonlarda kısa zincirli yağ asitleri içermemelidir. İkinci yıkayıcı için kullanılabilir boş alan gereklidir.

Maksimum yüzey suyu veya ortam hava sıcaklığı çok düşükse (yaklaşık 10 °C), sistem yalnızca bir hidrofor ile çalışabilir. Bununla birlikte, çoğu AB ülkesi için maksimum yüzey suyu veya ortam sıcaklığı yaklaşık 30 °C olup bu durumda 2 mbar'lık düşük vakum basıncı elde etmek için seri olarak iki hidrofor gerekir.

Genel olarak bu teknik, düşük yatırım ve bakım maliyetleri gerektirir [193 , TWG 2015].

11.2.2.4 Yenilebilir yağların ve katı yağların kristalizasyonu

Fraksiyonasyon olarak da adlandırılan yemeklik sıvı ve katı yağların kristalizasyonu, sıvı fazda daha yüksek eriyen bileşenlerin çözünürlüğünün farklı sıcaklıklarda değişmesi ilkesine dayanır. Bu fark, viskoziteyi düşürme ve kristallerin daha iyi yıkanmasına yol açma etkisine sahip bir organik çözücü kullanılarak genişletilebilir.

Ekipman, ön ısıtma tankları; kristalizasyon için karıştırılma ve soğutma tankları; solvent geri kazanımı için likör ve damıtma kaplarından kristallerin ayrılması için bant veya membran filtreler içerir. Yağ, tamamen sıvı bir başlangıç malzemesi sağlamak üzere mevcut en yüksek triaçilgliserolün erime noktasının 10 °C üzerine ısıtılır, örneğin, ısıtma noktası palmye yağı için tipik olarak 75 °C'dir. Erimiş yağ daha sonra soğutulur ve kristal çekirdekler oluşturmak üzere karıştırılır ve kristal büyümesini indüklemek için sıcaklık daha düşük bir sıcaklıkta, tipik olarak hurma yağı için 28–30 °C'de 12 saat bekletilir. Bir solvent kullanılıyorsa, soğutmadan önce erimiş yağa eklenir. Kristalize katıları ve çözünmüş sıvıları içeren karışımlar filtrelerle ayrılır. Bir solvent kullanılması durumunda, bu solvent damıtma yoluyla fraksiyonlardan şu şekilde giderilir.

11.2.2.5 Yemeklik sıvı ve katı yağların – margarin – ek olarak işlenmesi

Yemeklik sıvı ve katı yağlardan üretilen başlıca ürünler; margarin, yemeklik yağlar, yemeklik yağlar ve mayonezdir. Büyük önem taşıması nedeniyle burada sadece margarin üretimi açıklanacaktır.

Birçok tesiste, üstün muhafaza niteliklerine ve daha yüksek erime noktalarına sahip yağlar üretmek için hidrojenasyon gerçekleştirilmektedir. Hidrojenasyon, genellikle, iki atomlu toprak üzerinde desteklenen ince bölünmüş bir nikel katalizörün varlığında, hidrojen gazının yağ içinde dağıtılmasıyla gerçekleştirilir. Elde edilen hidrojenlenmiş katı yağlar, hidrojenasyon katalizörünün giderilmesi filtrelenir, hafif toprak ağartıcıya tabi tutulur ve yenilebilir ürün olarak kullanılmadan önce kokusu giderilir. Sertleştikten sonra, yağ, bir emülsiyon üretmek için sulu bir çözelti ile karıştırılır. Emülsifiye edilmiş karışım daha sonra pastörize edilir, soğutulur ve nihai ürünü elde etmek için kristalleştirilir.

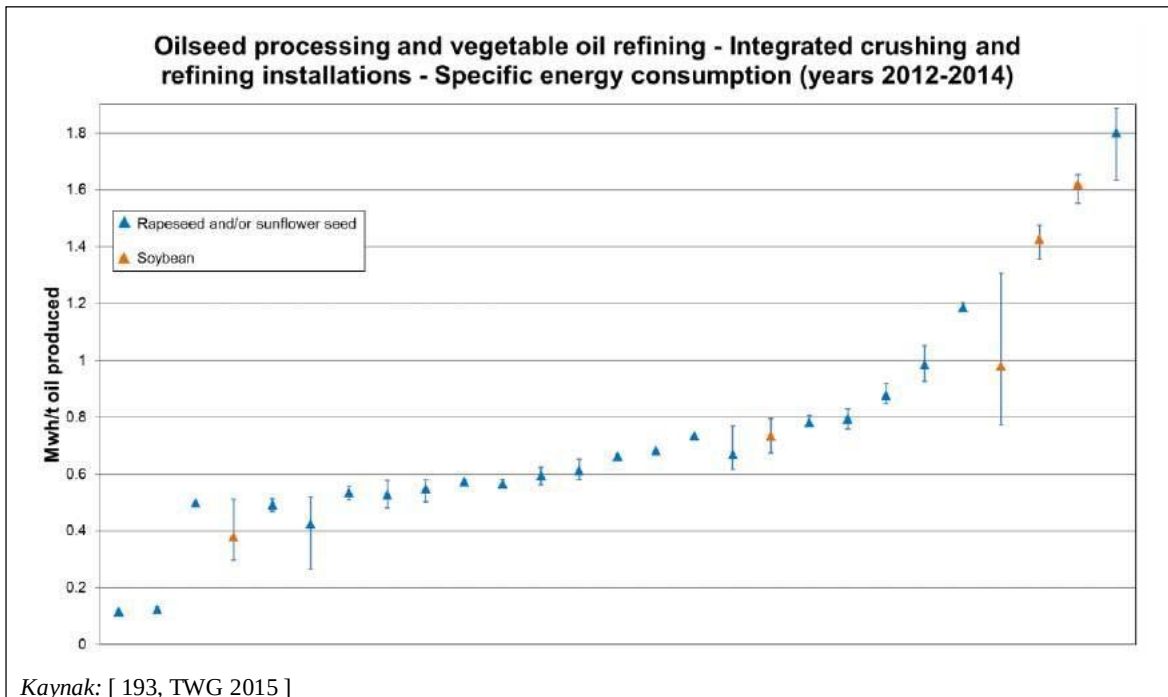
Yağların sertleştirilmesi veya hidrojenasyonu, tekli veya çoklu doymamış yağ asitlerinin hidrojenasyon için hidrojen gazı (H_2) ve katalizör olarak nikel eklenerek doyurulması işlemidir. Hidrojen molekülleri, nikel varlığında ve özel işlem koşulları altında, yemeklik yağların yağ asitlerinin doymamış bağlarını doyurur. Nötr veya ağartılmış yağ, bir nikel katalizörü (maksimum 10 kg katalizör/ton ürün) varlığında 150–205 °C sıcaklığa ısıtılır. Ardından sertleşmeyi, yani yağdan katı yağa dönüşümü sağlamak için karıştırma reaktörüne H_2 eklenir. Hidrojenasyon ekzotermik bir işlemdir. Tepkimeden sonra yağlar, filtre presleri veya diğer filtre sistemleri kullanılarak nikelden ayrılır. Az sayıdaki durumda, nikel katalizörü, devre dışı bırakılıncaya kadar birkaç kez yeniden kullanılabilir. Uzman şirketler harcanan nikel geri dönüştürür. Yağlardaki kalıntı nikel konsantrasyonu, nikel ile kirlenmiş ağartma toprağı üreten ağartma ile uzaklaştırılır. Sertleştirme için kullanılan ekipmanlar; karıştırma kapları, reaksiyon tankları, otoklavlar ve filtrelerden oluşmaktadır.

11.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

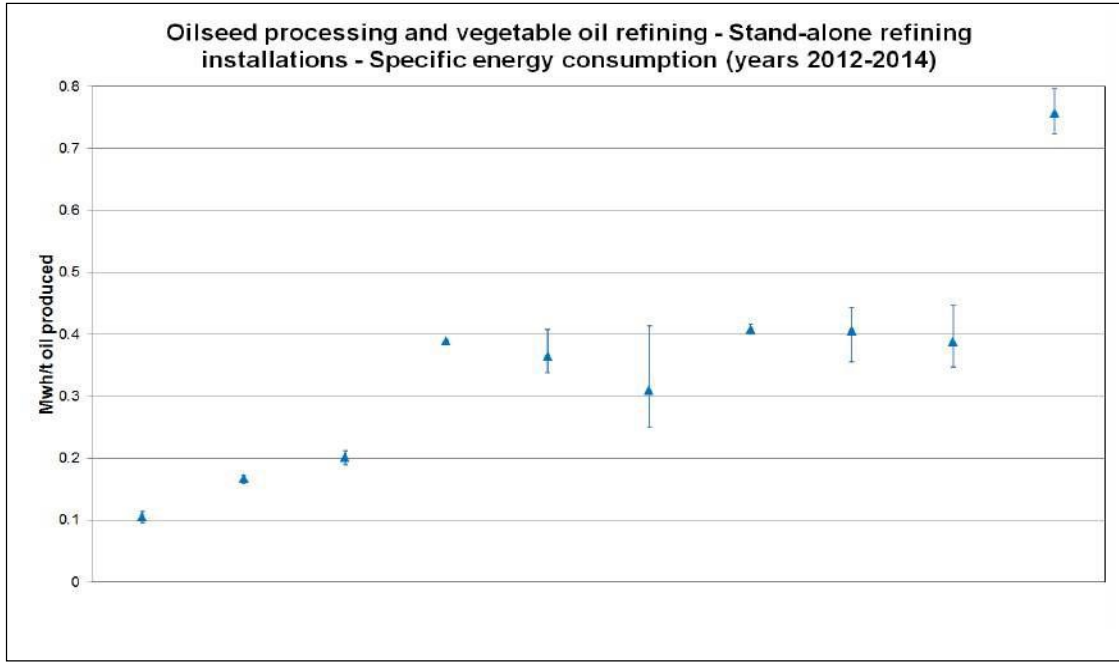
11.3.1 Enerji tüketimi

Ham nebati yağ üretimi sırasındaki enerji tüketimi, hammaddenin türüne, ekipmana ve üretim süreçlerine bağlıdır. Isıtma, soğutma, kurutma, öğütme, presleme, buharlaştırma ve damıtma adımları enerji tüketen başlıca unsurlardır.

Şekil 11.6, entegre kırma ve arıtma tesislerinden elde edilen spesifik enerji tüketimine (MWs/üretilen petrolün tonu) ilişkin verileri göstermektedir. Tesisler arasında, işledikleri farklı hammaddelere bağlı olarak bir ayrım da yapılır; bu, soya fasulyesinin işlenmesinin kolza ve/veya ayçiçeği tohumlarınınkinden daha fazla enerji gerektirdiğini gösterir, çünkü kolza ve ayçiçeği tohumları en yüksek yağ içeriğine sahiptirler. Şekil 11.7, bağımsız rafinajda tesisatlardaki spesifik enerji tüketimine (MWs/üretilen petrolün tonu) ilişkin verileri gösterir.



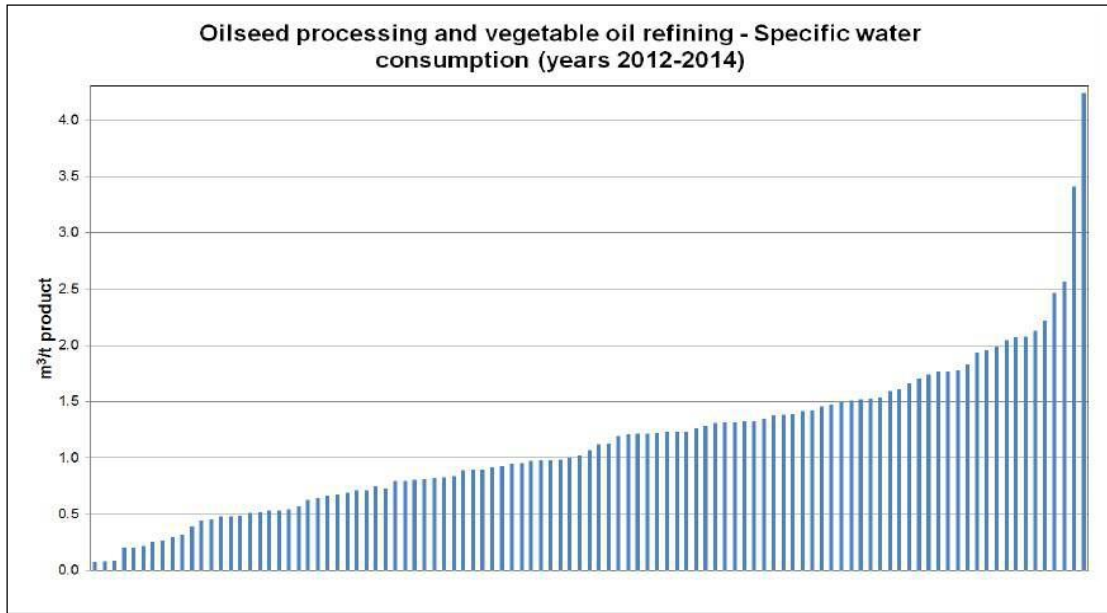
Şekil 11.6: Entegre kırma ve rafinasyonda spesifik enerji tüketimi (MWs/ton petrol üretimi)



Şekil 11.7: Müstakil rafinajda spesifik enerji tüketimi (MWs/ton üretilen petrol)

11.3.2 Su tüketimi

Şekil 11.8, yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ arıtma tesislerinden elde edilen spesifik su tüketimine ($\text{m}^3/\text{üretilen yağ tonu}$) ilişkin verileri göstermektedir.



Şekil 11.8: Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonunda spesifik su tüketimi ($\text{m}^3/\text{ton üretilen yağ}$)

Yağlı tohumlardan hekzan ile yağ ekstraksiyonu işleminde, yağlı tohumun tonu başına $0,2\text{--}14 \text{ m}^3$ soğutma suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, özellikle hekzan/su ayırımından, $0,2\text{--}0,5 \text{ m}^3/\text{t}$ yağlı tohum miktarına denk gelen belirli bir miktarda atık su üretilir; $0,1\text{--}1 \text{ kg KOİ/t}$ yağlı tohum yükü. Su tüketimi ve kirlilik miktarları soğutma suyu sistemine, örneğin tek geçişli veya geri dönüşümlü ve yağlı tohumların türüne bağlıdır. Kavurma makinesinin üretim hızı da bu parametreler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

Tohum ve tanelerin preslenmesinde su tüketimi en az $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den daha sıcak olmaması gerektiğinden soğutma amaçlı su kullanılır. Demineralize sudan çıkan buhar, otoklavları ve/veya reaktörleri ısıtmak için gereklidir. Tesisatın temizliğinde de su kullanılmaktadır. Su tüketimi, ton ürün başına $0,8 \text{ m}^3$ ile 2 m^3 içme suyu ve/veya demineralize su arasındadır. Bu, soğutma sisteminin tipine bağlıdır. Soğutma suyu tüketimi ton ürün başına 2 m^3 ile 5 m^3 arasındadır [62, CIAA-FEDIOL 2002].

11.3.3 Katı madde çıktısı

Sebzenin türüne, yağlı tohum cinsine veya meyveye bağlı olarak, nebati yağ üretiminde kullanılan hammaddeler neredeyse tamamen bitkisel yağ, protein açısından zengin yiyecekler, yağ asitleri ve lesitin gibi ürünlere ya da insan gıdası, hayvan yemi ve farmasötik ürünler gibi yan ürünlere dönüştürülebilir.

Katı atıklar, örneğin yapraklar, ahşap, metal parçaları ve taşlar, ham maddenin birincil işleme adımı (temizleme ve kabuk soyma) üretilir. Bu maddeler, hammaddenin temizlenmesi sırasında rüzgar elekleri, mıknatıslı ayırıcılar ve elekler ile ayrılır. Yağlı tohum üretiminde bu fraksiyon işlenmiş tohumların %1'inden azdır. Metaller geri dönüşüme veya bertarafa gönderilir ve taş ve kum gibi geri kalanlar bertaraf edilir. Tozlar yakılabilir. Presleme/santrifüjleme adımı, tohum preslemesi işlemi sonucunda harcanmış filtre bezleri oluşur ve bunlar da bertaraf edilir [90 , Verband Deutscher Oelmuehlen 2003].

Kimyasal arıtma durumunda, ham yağın nötralizasyonu sırasında sabun stoku üretilir. Bunlar esas olarak NaOH ile sabunlaştırılmış FFA'dan oluşur, ancak aynı zamanda fosfatidler, proteinler ve diğer bileşikler de içerir. Normalde, rafineride sabunların ayrılması ve yağ asitlerinin (asit yağı) geri kazanılmasıyla bir kez daha işlenirler. Bazı ülkelerde, bitkisel kökenli yağın kimyasal olarak rafine edilmesinden elde edilen sabun stokunun, düşük kaliteli sabunların üretimi veya hayvan yemi için elenmemiş kaba unda kullanılması için diğer bileşenlerle karıştırılması mümkündür.

Bitkisel yağın rafine edilmesi ve işlenmesinden kaynaklanan katı atıkların üretimi, sahanın spesifik koşullarına bağlıdır. Ağartma işlemlerinde %20-40 oranında yağ içeren kullanılmış ağartma toprağı üretilir. Bu durum, atığı kendiliğinden yanmaya eğilimli hale getirir. Sadece yemeklik yağı rafine eden ve modifiye eden üretim tesislerinde, harcanmış ağartma toprağı üçüncü şahıslar tarafından ko-fermentasyon yoluyla enerji üretimi için biyogaz üretmek veya tuğla yapmak için kullanılır [94 , Almanya 2003]. Harcanmış katalizör, yenilenmek üzer geri dönüştürülmeleri için üçüncü taraflara gönderilir.

Ham yağ ve küspe üreten ve yemeklik yağı rafine eden/modifiye eden karma üretim tesislerinde, hammadde ve atık bileşenlerinin kullanımı için başka fırsatlar da vardır. Örneğin, hem fosfolipidler hem de kullanılmış ağartma toprağı, hem hayvan yemi olarak yemekte kullanılabilir. İkincisinin kullanılması için ön koşul, nikel katalizör kalıntılarının olmamasıdır [90 , Verband Deutscher Oelmuehlen 2003].

Rafine edilmiş yemeklik yağların buharla damıtılmasından elde edilen koku giderici distilat, hammaddeye ve rafinasyon işlemine bağlı olarak değişken bir bileşime sahiptir. Fiziksel rafinasyondan kaynaklandığında pestisit içeriği düşük ise yem sanayinde kullanılabilir. Aksi takdirde, bu teknik bir yağ asidi kaynağı olarak pazarlanabilir. Kimyasal rafinasyondan elde edilenler, daha yüksek tokoferol içeriği nedeniyle daha yüksek değerlere sahiptir. E vitamini üretimi için çekici bir hammaddedir. Tokoferol gibi doğal antioksidanlara artan ilgi ve gıda ve ilaç endüstrisinde fitosterollerin kullanımı nedeniyle, bu distilatın önemi muhtemelen daha da artacaktır.

Farklı nebati yağ işleme ünitelerindeki işlemlerden elde edilen katı/sıvı çıktı türleri Tablo 11.4'te gösterilmektedir.

Tablo 11.4: Ham nebati yağların üretiminde temel katı/sıvı emisyonları ve yan ürünler

	Zamk Giderme	Nötralizasyon	Ağartma	Koku Giderme	Sertleştirme
Katı/sıvı çıkışı	Müsilaj	Sabun stoku ve kullanılmış asitler/alkaliler	Zamk, metal ve pigmentler içeren harcanmış toprak	Distilatlar	Harcanmış katalizörler ve kullanılmış filtre yardımcı maddeleri
<i>Kaynak: [6, İngiltere ve Galler Çevre Ajansı 2000], [42, Yunanistan Çevre Bakanlığı 1997]</i>					

11.3.4 Kullanılmış kimyasallar

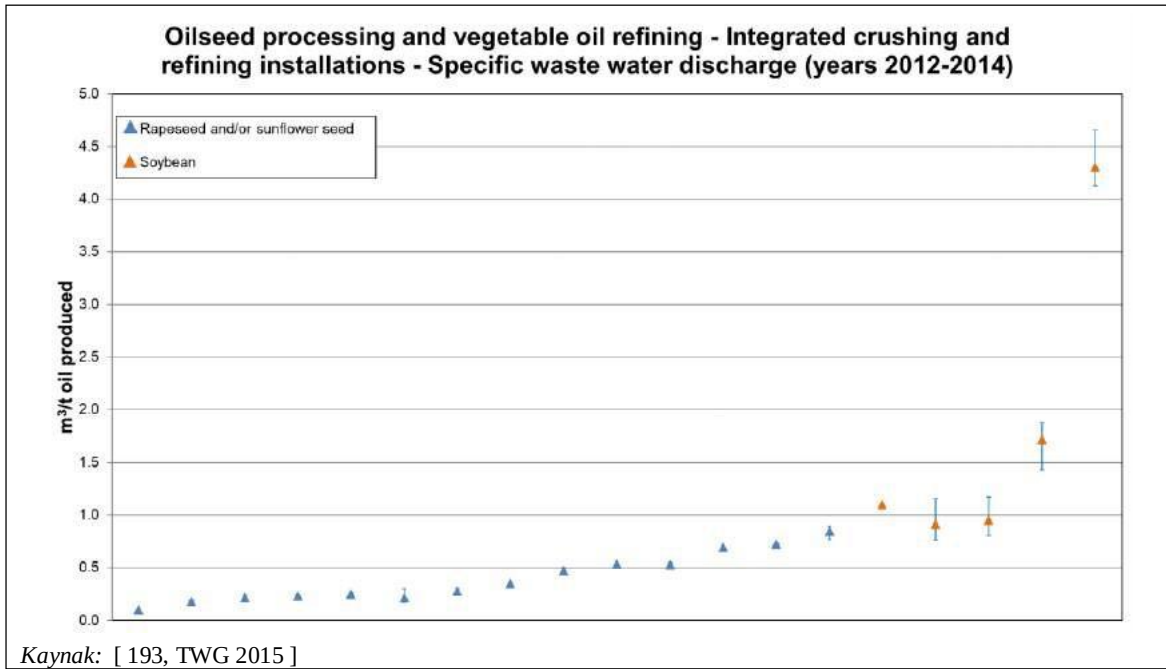
İdeal olarak, ekstraksiyon çözücüsü yalnızca gliseritleri çözmeli ve renklendirici madde, zamklar ve fosfolipitler gibi istenmeyen bileşenleri bırakmalıdır. Solventler toksik bileşenler içermemeli ve en az kayıpla geri kazanılabilir olmalı, kullanımları güvenli olmalı ve özütlenen materyalden kolayca çıkarılabilir olmalıdır. Bu nedenlerden dolayı neredeyse sadece alifatik hidrokarbonlar ve özellikle de heksan kullanılmaktadır. 55–70 °C'lik bir kaynama noktası aralığına sahip teknik heksanın optimum bir çözücü olduğu kanıtlanmıştır. Heksan, 100 °C'nin altındaki sıcaklıklarda vakum altında yağdan kolayca çıkarılabilir ve küspeden buharla sıyrılabilir. Heksanın yoğunlaştırılmış sudaki çözünürlüğü sadece %0.1'dir.

Etanol, izopropanol, metanol, bütanol ve furfural gibi alkoller, nispeten ıslak malzemelerin özütlenmesi için özellikle uygundur. Yağlı tohumların alkollerle özütlenmesi, ham yağda nispeten yüksek konsantrasyonlarda fosfatidler, glikolipidler, karbonhidratlar ve benzer bileşenler oluşmasına yol açar, ancak gliseridler, prensip olarak alkollü çözeltilerin soğutulması veya özütlenmesiyle konsantre edilebilir. Alkoller genellikle birincil ekstraksiyon çözücüleri olarak kullanılmazlar. Bununla birlikte, bazen pamuk tohumu küspesinden gosipol, kolza küspesinden tiyoglikozitleri, soya fasulyesi küspesinden şekerleri (protein konsantreleri üretmek için) ve acı acı bakla küspesinden alkaloidleri çıkarmak için ikincil ekstraksiyon çözücüleri olarak kullanılırlar. Yeni bir teknoloji, ekstraksiyonun yüksek basınç altında gerçekleştiği yağ süper kritik propan veya karbondioksit ekstraksiyonudur. Bu süreç, içerdiği yüksek ekipman maliyetleri nedeniyle yüksek içsel değere sahip özel ürünler için ayrılmıştır [51 , Ullmann 2001]].

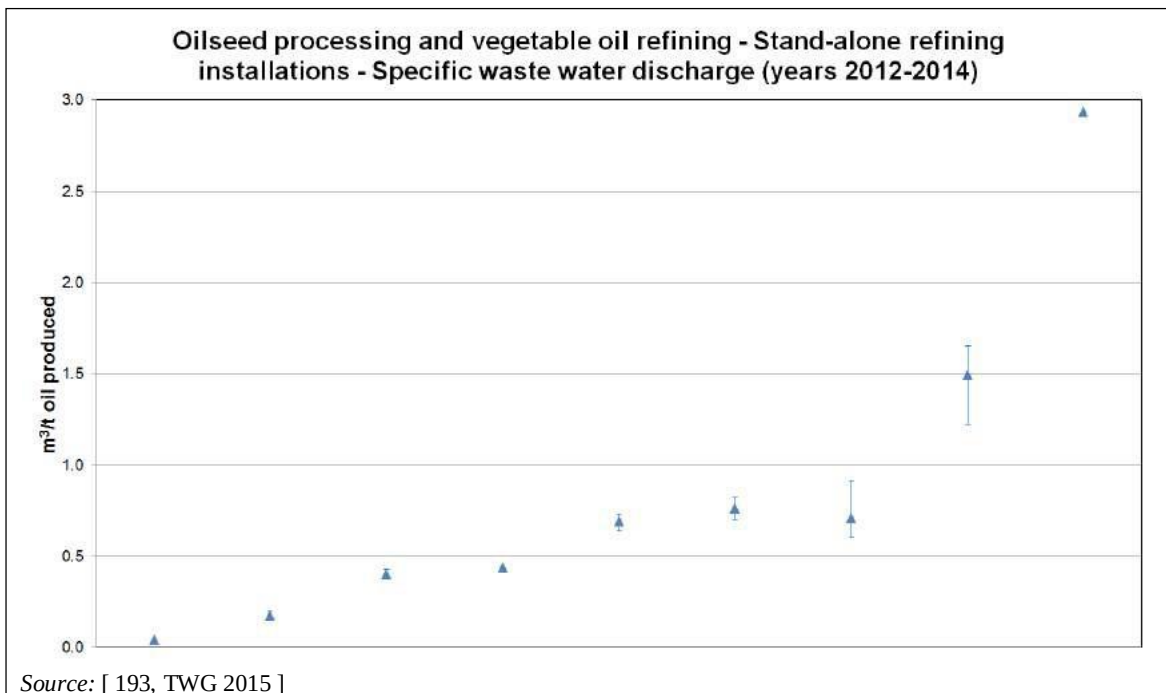
Ham yağın kimyasal nötralizasyonunda kimyasallar kullanılmaktadır. Yağ tipinin işlevine ve önceden gamı giderilmiş veya alınmamış ham yağın FFA içeriğine bağlı olarak toplam 1-6 kg NaOH/t yağ kullanılır. Fosforik asit kullanılırsa 0,1–2,0 kg/t yağ tüketilir. Alternatif olarak sitrik asit de kullanılabilir; tüketimi bir ton yağ için 0,1–1,0 kg aralığındadır. Sabun stoku ayırmada kullanılan sülfürik asit miktarı, 100–250 kg H₂SO₄ / t sabun seviyesindedir [62 , CIAA-FEDIOL 2002] .

11.3.5 Suya salınan emisyonlar

Şekil 11.9 , entegre kırma ve arıtma tesislerinden ve her türlü deşarjdan kaynaklanan belirli atık su deşarjları (m^3 /ton üretilen yağ) hakkında bildirilmiş verileri göstermektedir. Ayrıca, işledikleri farklı hammaddelere bağlı olarak tesisler arasında bir ayrım yapılmakta ve soya fasulyesi için daha düşük yağ içeriği nedeniyle daha yüksek atık su üretimi gerçekleştiği görülmektedir. Şekil 11.10, bağımsız arıtma tesislerinde ve her türlü deşarjda belirli atık su deşarjına (m^3 /ton üretilen yağ) ilişkin verileri göstermektedir. Suya salınan emisyonlar hakkında daha detaylı bilgi Bölüm 2.2.3'te verilmiştir.



Şekil 11.9: Her türlü deşarj için entegre kırma ve rafinasyonda spesifik atık su deşarjı (m^3 /ton yağ üretimi)



Şekil 11.10 : Her türlü deşarj için bağımsız rafinasyonda spesifik atık su deşarjı (m^3 /ton petrol üretimi)

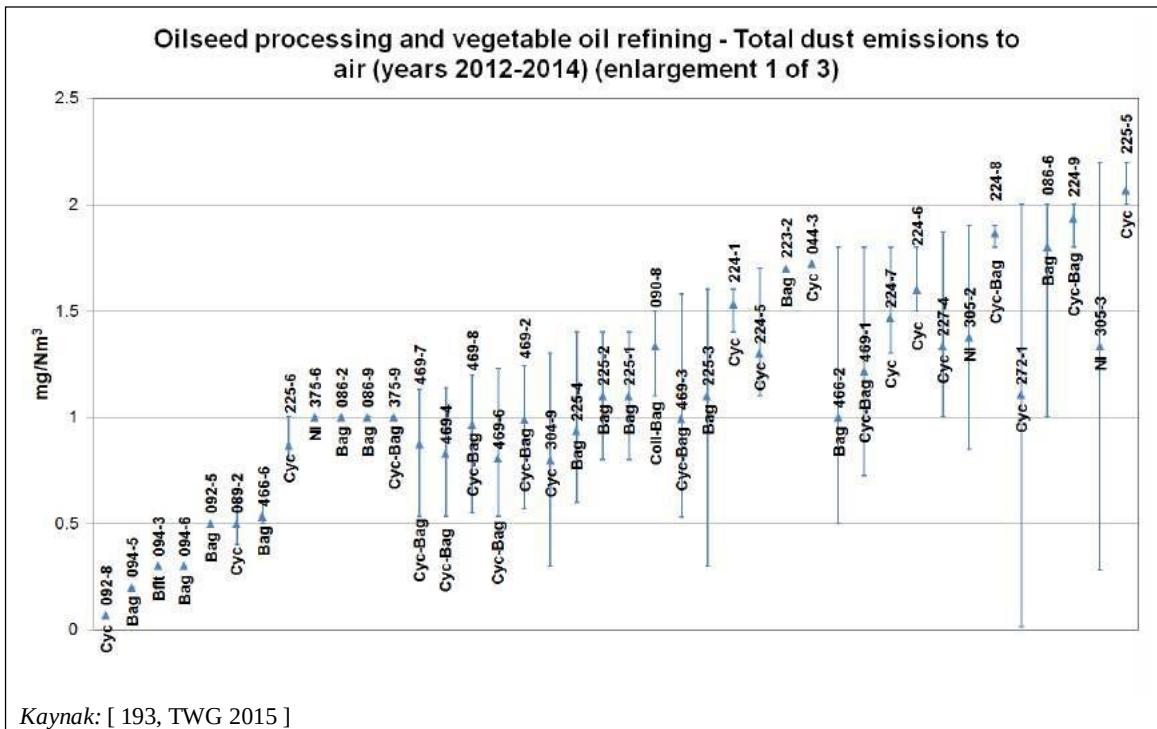
11.3.6 Havaya salınan emisyonlar

11.3.6.1 Tohum işleme / kurutma ve elenmemiş kaba unun soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonları

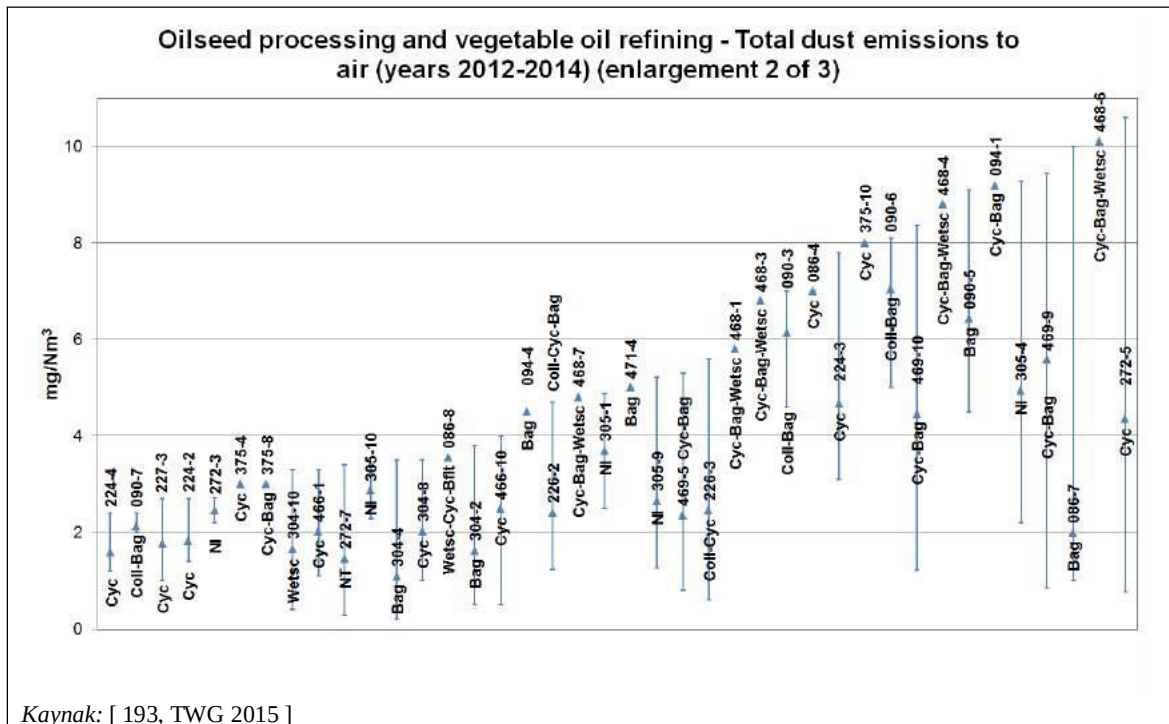
Tohum teslimatı, silo depolama, tohum temizleme, tohum hazırlama, elenmemiş kaba un sevkiyatı ve kapalı taşıma/taşıma sırasında kuru toz oluşur. Tohum hazırlama, elenmemiş kaba un kurutma ve soğutma ve kapalı taşıma/taşıma sırasında ise ıslak toz oluşabilir.

Torba filtreler ve siklonlar veya ikisinin bir kombinasyonu (ilk adım olarak siklonlar) esas olarak tohum işlemeden kaynaklanan toz emisyonları için nihai azaltma teknikleri olarak kullanılır. En yaygın emisyon kaynakları, hammadde yükleme/boşaltma, hammadde depolama ve taşıma, hammadde temizleme ve tohum kurutma işlemleridir. Siklonlar, elenmemiş kaba unun kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonları için son bir azaltma tekniği olarak kullanılır.

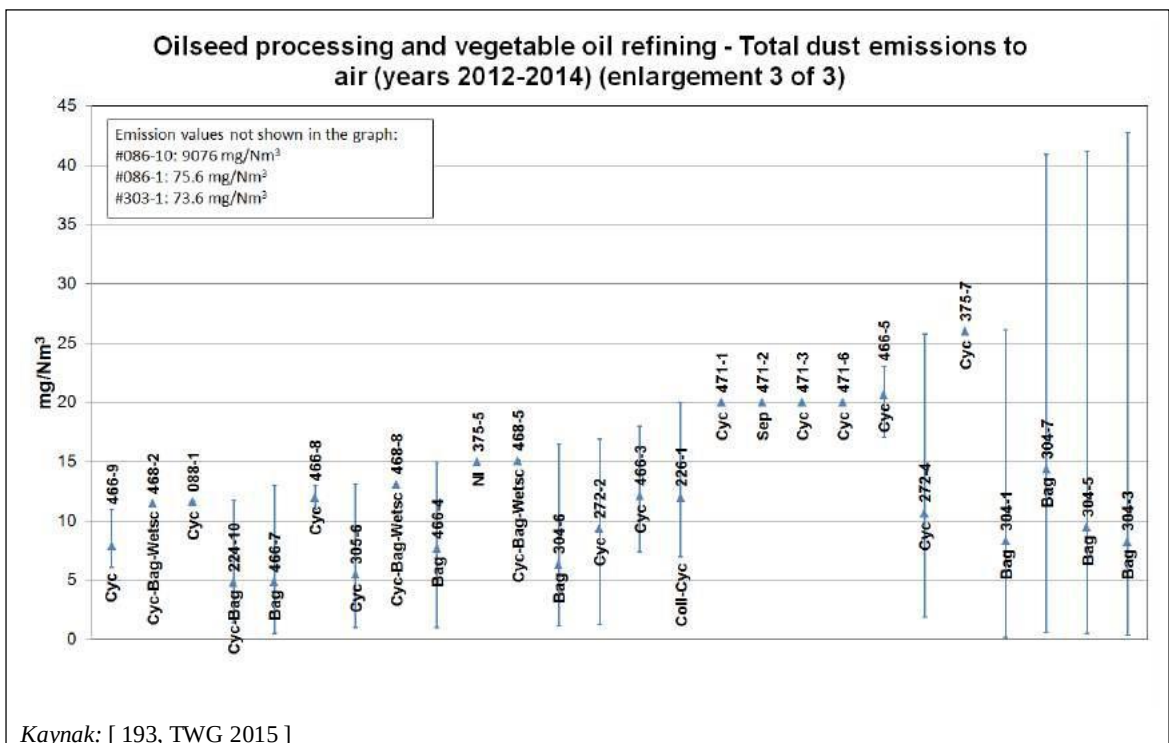
Tohum işleme / kurutma ve elenmemiş kaba unun soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarına ait verilerin genel bir görünümü Şekil 11.11, Şekil 11.12 ve Şekil 11.13'te verilmiştir.



Şekil 11.11: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (1/3)



Şekil 11.12: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (2/3)



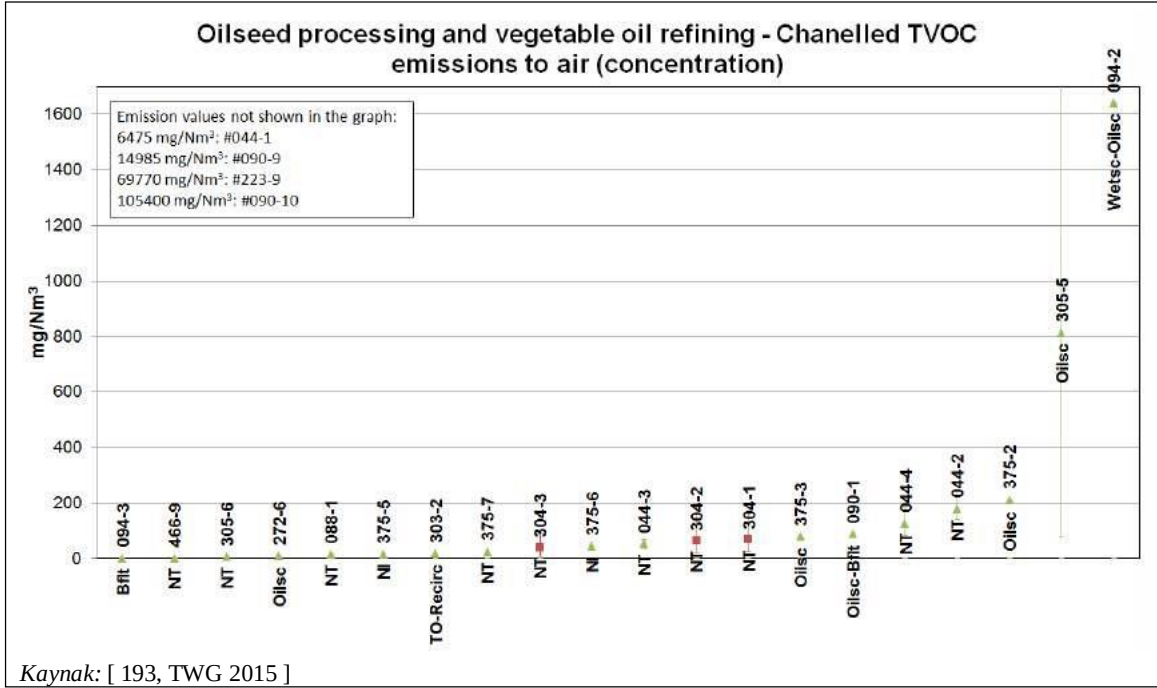
Şekil 11.13: Tohum işlemeden kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları (3/3)

Şekil 11.11 , Şekil 11.12 ve Şekilde 11.3'te kullanılan sembol ve kısaltmaların anlamları Tablo 11.13 , Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te belirtilmiştir.

11.3.6.2 TVOC emisyonları

Kanalize edilmiş TVOC emisyonlarının izlenmesinden elde edilen veriler Şekil 11.14'te gösterilmektedir. Kanalize edilmiş emisyonlar, çözücünden arındırma işleminden ve elenmemiş kaba unun kurutulması ve soğutulmasından kaynaklananlar emisyonları içerir.

Havaya salınan TVOC emisyonlarının büyük çoğunluğu (tipik olarak > %90) heksandan oluşur. Heksan emisyonları tipik olarak Bölüm 11.4.2.4'te açıklanan heksan geri kazanım teknikleri ile azaltılmaktadır. Biyofiltreler, biyolojik temizleyiciler ve ıslak temizleyiciler, ardından yoğunlaşma, tipik olarak koku emisyonlarını (örneğin kükürt içeren maddeler) azaltmak amacıyla kullanılır. Ayrıca heksan, biyofiltrasyon veya biyolojik temizleme ile azalmayan hidrofobik bir bileşiktir. Şekil 11.14'teki ısıt oksidasyon uygulamasına ilişkin bilgiler, bu listede yer almayan bir pirina tesisatına aittir.



Şekil 11.14 : Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonundan havaya salınan TVOC emisyonları

Şekil 11.14'te kullanılan sembollerin ve kısaltmaların anlamları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te belirtilmiştir .

11.3.6.3 Heksan kayıpları

Heksan geri kazanım döngüsü etkili bir işlemdir, ancak yağlı tohum işleme sırasında bazı heksan kayıpları meydana gelmektedir. Tipik bir ekstraksiyon tesisatında, aşağıdaki heksan kaybı kaynakları ve nedenleri ayırt edilebilmektedir [214 , FEDIOL 2015] :

- elenmemiş kaba unda kalan heksan (çözücünden arındırma-kızartma ve kurutma/soğutma);
- Ham petrolde kalan heksan (misella damıtma ve yağdan sonra) sıyırma);
- mineral yağ emiliminden kaynaklanan egzoz sistem;
- elenmemiş kaba un kurutucusu ve elenmemiş kaba un soğutucusundaki egzoz havalandırma delikleri;
- atık suyun işlenmesi (heksan-su ayırıcısından ve yeniden kaynatma ünitesinden sonra);
- ekipman sızıntılarından kaynaklanan kaçak kayıplar, örneğin contalar, contalar ve flanşlar, gözetleme camı montajları.

Yağlı tohum işleme sırasında heksan kaybını aşağıdaki faktörler belirlemektedir [214 , FEDIOL 2015] :

- yağlı tohum türünden, coğrafi kökeninden ve bulunduğu süre boyunca iklim koşullarından etkilenen elenmemiş kaba unun heksan tutma özellikleri;
- heksan geri kazanımında yer alan yoğunlaşma/soğutma sistemlerinin etkinliğini etkileyen yerel ortam sıcaklıkları;
- ardışık işlem adımlarının karmaşık ilişkisi; operatörler, kurulum kapasitesi kullanımı, verim, yağ verimi, ürün kalitesi hususları, enerji verimliliği, proses güvenliği, heksan kaybı ve işleme maliyeti ve marjları arasında bir denge kurmayı amaçlar.

Daha ayrıntılı olarak, heksan kayıpları genellikle şu şekilde ilişkilendirilebilir [223 , FEDIOL 2014] :

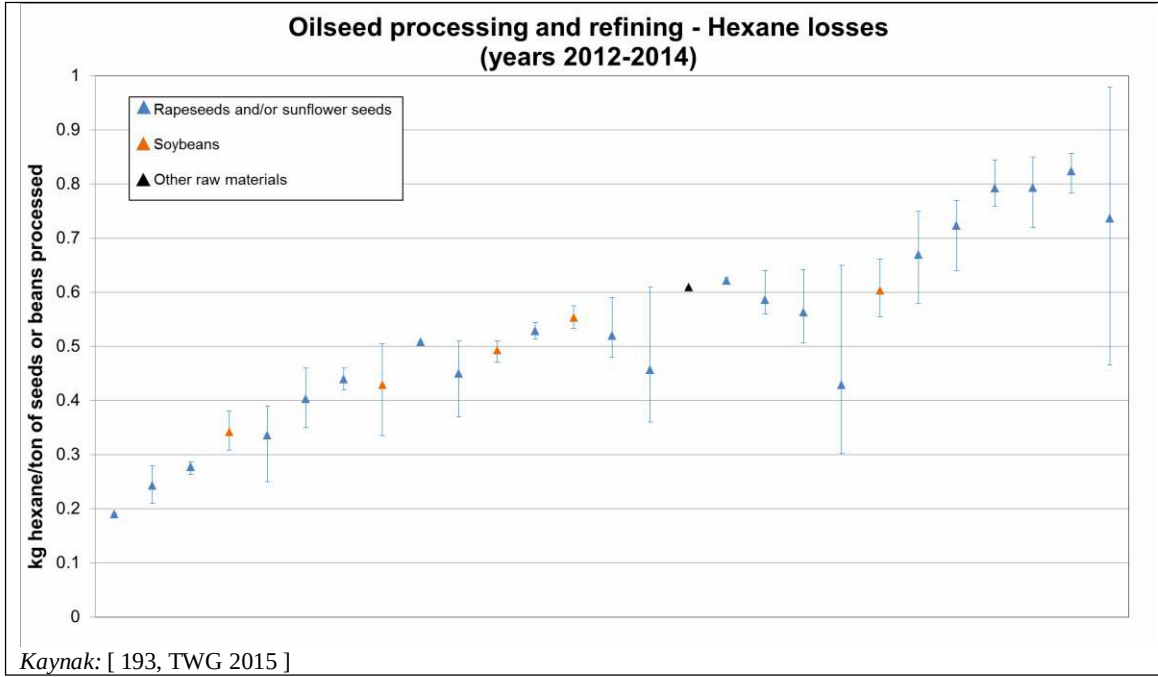
- elenmemiş kaba un yoluyla gerçekleşen heksan kayıpları, toplam kayıplarda genellikle baskındır ve tipik olarak %30-60 aralığındadır;
- yağ yoluyla heksan kayıpları; bu kayıplar tipik olarak toplam heksanın %2-6'sı aralığındadır;
- mineral yağ emiciden ve elenmemiş kaba un kurutma/soğutma havalandırma deliklerinden egzoz yoluyla birleşik heksan kaybı tipik olarak toplam heksan kaybının %5-20'sini temsil eder;
- proses suyu neredeyse hiç heksan içermez ve atık su sistemine beslenen su yoluyla meydana gelen heksan kayıpları ihmal edilebilir;
- ekipman sızıntılarından ve başlatma ve kapatma işlemlerinden kaynaklanan buharlaşma kayıplarıyla ilişkili birleşik kayıplar, heksan kayıplarının dengesini açıklayabilir.

Tablo 11.5'te yağlı tohum işleme sırasındaki heksan kaybı kaynaklarını gösterilmektedir.

Tablo 11.5: Yağlı tohum işleme sırasında heksan kaybı kaynakları

Heksan kaybının kaynakları	Tohumun tonu başına düşen kg heksan
Elenmemiş kaba un	0,05–0,3
Ham yağ	0,02–0,05
Mineral yağ sisteminden egzoz ve kurutma/soğutma havalandırmaları	0,05-0,15
Atık su	ihmal edilebilir
Kaçak kayıplar ve Devreye alma ve devreye çıkarmalardan kaynaklanan kayıplar	0.1–0.5
Kaynak: [223, FEDIOL 2014]	

Kolza tohumu ve ayçiçeği tohumu işlemede solvent tüketimi için IED'deki toplam emisyon sınır değeri, soya fasulyesi için olandan daha yüksektir [98 , TWG 2017] . Spesifik heksan kayıplarıyla (spesifik heksan tüketimine eşdeğerdir) ilgili verilerin genel bir görünümü, Şekil 11.15'te (anonimleştirilmiş biçimde) gösterilmiştir.



Şekil 11.15: Spesifik heksan kayıpları (işlenmiş tohumun ya da tanenin tonu başına kg cinsinden)

11.3.6.4 Koku emisyonları

Isınmanın olduğu tüm aşamalarda koku oluşur. Koku, esas olarak uçucu yağ asitlerinden, organik azot bileşiklerinden ve kolza tohumu durumunda hidrojen sülfür ve organik kükürt bileşiklerinden kaynaklanır.

Tohum hazırlama ve tohum preslemede aspirasyon sistemlerinden çıkan egzoz gazları, elenmemiş kaba un kurutma ve soğutmadan çıkan egzoz gazları ve madeni yağ sisteminden çıkan egzoz gazları başlıca koku emisyonu kaynaklarıdır. Kolza tohumlarında kükürt içeren maddelerin (H_2S) bulunması nedeniyle koku emisyonları genellikle kolza tohumları için soya fasulyelerine göre daha yüksektir. Kolza tohumlarının kükürt içeriği, ürün çeşidine ve uygulanan tarımsal uygulamalara bağlı olabilir. Kükürt içeren organik maddeler, tohum ısıtma, tohum presleme, tohum ekstraksiyon ve elenmemiş kaba un çözmek-kıvartma ve elenmemiş kaba un kurutma/soğutma işlemlerinde nispeten yüksek sıcaklıklara maruz kalan tohumların/ elenmemiş kaba unun etkisi altında ayrışabilir. Hidrojen sülfür, bir kolza tohumu kırma tesisinin mineral yağ sisteminin egzoz gazında önemli bir koku bileşeni olabilir. Koku yayan tesisat konutlara nispeten yakın olduğunda koku bir sorun olabilir.

11.4 MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

11.4.1 Enerji verimliliğini artırma teknikleri

11.4.1.1 Yardımcı vakumun oluşturulması

Tanım

Yağın kurutulması, yağın gazdan arındırılması veya yağ oksidasyonunun en aza indirilmesi için kullanılan yardımcı vakum, pompalar, buhar enjektörleri vb. tarafından üretilir. Vakum, bu işlem adımları için gereken termal enerji miktarını azaltır.

Teknik Açıklama

Su halkalı pompalar, hayvansal ve bitkisel kaynaklı sıvı ve katı yağların gazdan arındırılması ve kurutulması için kullanılabilen düşük kararlı bir vakum oluşturur. Yağın gazı giderilirken, vakum, H₂'nin kullanıldığı hidrojenasyon sırasında ve katalizörü etkisiz hale getirmek için suyun kullanıldığı ara esterleştirmeden sonra kullanılır. Yağı kuruturken, zamk gidermeden sonra, nötrleştirmeden sonra, ara esterleştirmeden önce ve sonra ve hidrojenlemeden önce bir vakum kullanılır. Hidrojenasyon ve interesterifikasyon sırasında reaktörde/tahliye reaktöründe oksijensiz bir atmosfer sağlamak için de bir vakum kullanılır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Enerji gereksinimlerinin azaltılması. Atık sudaki kirlilik seviyesinin düşürülmesi. Enerji üretiminden kaynaklanan emisyonların azaltılması.

Çevresel performans ve işletimsel veriler

Atık su, pompaları çalıştırmak için kullanılan sudan kaynaklanır. Bu genellikle birim başına düşük bir özgül hacim ile karakterize edilir. Uygulamalar nedeniyle, bu tür sular, kurutma işlemlerinden kondensatlar içerse bile, menşe noktasında sadece biraz kirlenir. Yük, KOİ seviyesi açısından tanımlanabilir, çünkü nitrojen veya fosfor bileşikler, geçerli işlem koşulları altında, örneğin ≤ 100 °C sıcaklıklar altında bu tür suya önemli miktarlarda taşınmaz. Bildirilen atık su hacmi $1,7 \text{ m}^3 / \text{t}$ rafine edilmemiş yağa kadar ve KOİ seviyesi 75 mg/l'ye kadardır.

Çapraz ortam etkileri

Atık su üretimi.

Uygulanabilirlik ile ilgili teknik hususlar

Teknik, 40–120 mbar'lık bir vakum aralığı gerektiğinde uygulanabilir. Kolayca temin edilebilir ve çalışma güvenilirliği çok iyi olup bu da seri üretime izin verir. Damıtıcı nötralizasyon/koku giderme için tamamen farklı vakum koşulları gereklidir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Uygun vakum koşulları nedeniyle maliyetlerin azaltılması.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[35 , Almany 2002] , [100, Bockisch M. 1993]

11.4.2 Havaya salınan emisyonları azaltma teknikleri

11.4.2.1 Tohum işleme ve hazırlama işlemlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması

11.4.2.1.1 Torba filtre

Bu teknik genel hatlarıyla Bölüm 2.3.7.2.2'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 11.6, toz azaltma amacıyla torba filtrelerin uygulanmasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir. Bildirilen veriler, "ek bilgiler" sütununda aksi belirtilmedikçe kuru gaza ilişkin verilerdir.

Tablo 11.6: Bir torba filtrede işlem uygulandıktan sonra kurutmadan kaynaklı havaya salınan toplam toz emisyonları

Tesis Kimlik No – Salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
094-5	0.20	NI	EN 13284-1	Üç yılda bir	Kolza tohumları Hammadde alımı (alındı makbuzu, yıkama)
092-5	0,50	NI	EN 13284-1	Üç yılda bir	Kolza tohumları Toz ekstraksiyonu Boşaltma
304-3	0.60	21.00	EN 13284-1	Yılda iki kez	Ayçiçeği çekirdeği, üzüm çekirdeği tohum temizleme
466-2	0.70	NI	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumları Soya fasulyesi
469-3	0.86	21.00	PN-Z-0403-7	Yılda bir	Kolza tohumları Kolza saklama Siklon adımı öncesi
225-4	0.93	20.90	EN 13284-1	İki yılda bir	Soya fasulyesi Hazırlama
086-2	1.00	20.90	EN 13284-1	Üç yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Kırma soya fasulyesi (pullar)
304-4	1.30	21.00	EN 13284-1	İki yılda bir	Ayçiçeği, üzüm çekirdeği, mısır tohumu Mısır tohumu kurutucu Borulu filtre Islak toz
225-2	1.40	20.00	EN 13284-1	İki yılda bir	Soya fasulyesi Tohum kurutma Islak toz
469-8	1.15	21.00	PN-Z-0403-7	Yılda bir	Kolza Kolza boşaltma Siklon adımı öncesi
223-2	1.70	NI	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi siloları
224-8	1.80	NI	NI	İki yılda bir	Ayçiçeği tohumları Siklon adım öncesi tohum kurutma
304-7	1.90	21.00	EN 13284-1	Yılda iki kez	Ay çekirdeği, üzüm çekirdeği
305-4	2.20	NI	EN 13284-1	Yılda bir	Soya Fasulyesi Değirmenler

375-8	3.00	20.90	NI	üç yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu, ayçiçeği tohumu Tohumların ön temizliği, temizlenmesi, öğütülmesi, kabuklarının ayıklanması ve gövdeler önce öğütme tozsuzlaştırma Siklon adımı
471-4	5.00	NI	NI	Yıllık	Ayçiçeği tohumları Tohum temizleme
090-3	7.00	20.90	VDI 2066	üç yılda bir	kolza tohumları Kolza taşıma sistemi
094-1	9.19	20.90	EN 13284-1	üç yılda bir	kolza tohumları Tohum kurutma ve dökme konteyner Islak tozdan önceki siklon adımı
Not: NI = Bilgi mevcut değil. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, işlenmemiş kaba unun kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan yapışkan tozun azaltılması için uygulanamayabilir.

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.1.2 Siklon

Bu teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.2.3'te açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 11.7, toz azaltma tekniği olarak siklonların uygulanmasıyla ilgili kuruluma özel performans verilerini göstermektedir. Bildirilen veriler, "ek bilgiler" sütununda aksi belirtilmedikçe kuru gaza ilişkindir.

Tablo 11.7: Bir siklonda işlemeden sonra kurutmadan kaynaklanan havaya salınan toplam toz emisyonları

Tesis Kimlik No -Salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	Sıklık İzleme	Ek Bilgiler
092-8	0.07	NI	NI	NI	kolza tohumları çürük tahıl yükleme
272-2	1.29	NA	NA	Yılda bir	Ay çekirdeği Ekspeller havalandırma sistemi (tohum tarafı)
224-1	1.40	NA	NA	İki yılda bir	Ay çekirdeği Tohum hazırlama
227-3	1.60	20.90	EN 13284	İki yılda bir	soya fasulyesi Tohum hazırlama
224-4	2.40	NI	NI	İki yılda bir	Ay çekirdeği kabuk ayırma
375-4	3.00	20.90	NA	Üç yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Tohumların ön temizliği, temizlenmesi, öğütülmesi, kabuklarının ayıklanması ve kabukların öğütülmesi
466-1	3.30	NA	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Soya gevreği (beyaz pul çizgisi)
466-10	4.00	NA	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Pul taşıma
304-8	5.25	21.00	EN 13284-1	Yılda iki kez	Ayçiçeği çekirdeği, üzüm çekirdeği pullanma
226-1	7.00	20.30	EN 13284-1	Yılda bir	soya fasulyesi Tohum hazırlama Islak toz
375-10	8.00	20.90	NA	üç yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Tohumların ön temizliği, temizlenmesi, öğütülmesi, kabuklarının ayıklanması ve kabukları bileme
466-3	11.00	NA	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumları Soya gevreği aspirasyonu ıslak toz

Not: NI = bilgi mevcut değil.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.1.3 Islak yıkayıcı

Bu teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.3.1'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 11.8 , toz azaltma tekniği olarak ıslak gaz yıkayıcı uygulamasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 11.8: Tohum işleme hazırlığından ve ıslak yıkayıcıda (kuru bazda) işleminden sonra kurutmada kaynaklı olarak havaya salınan toz emisyonları

Tesis Kimlik No –salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içerik (%)	izleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
304-10	1.60	21.00	EN 13284-1	Yılda iki kez	Ayçiçeği çekirdeği, üzüm çekirdeği frezeleme
468-7	4.80	20.90	PN-Z-04030-7	Yılda bir	Kolza tohumları Siklon ve torba filtre adımı kolza tohumu depolamadan önce
468-1	5.80				
468-3	6.80				
468-4	8.80				
468-6	10.10				
468-2	11.50				
468-8	13.10				
468-5	15.10				
Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.2 Elenmemiş kaba unun kurutulmasından ve soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması

11.4.2.2.1 Siklon

Siklonlar hakkında genel bilgi Bölüm 2.3.7.2.3'de bulunmaktadır.

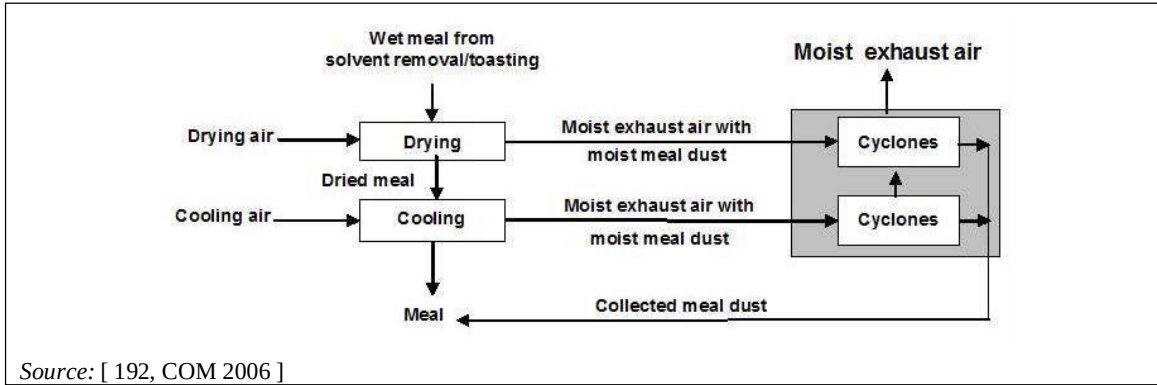
Teknik Açıklama

Ezilmiş yağlı tohumlardan yağın çıkarılmasının ardından, solventi giderilmiş ve kızartılmış elenmemiş kaba un kurutulur ve ortam havası ile soğutulur. Kurutma ve soğutmadan çıkan egzoz havası toz içerir. Kurutma aşamasından çıkan egzoz havasının nispeten yüksek neme sahip olması nedeniyle, toz ıslak ve yapışkandır. Bu yapışkan tozun hava akımından ayrılması zordur. Bu ayrımı gerçekleştirmek için iyi bir yöntem, siklonların kullanılmasıdır. Siklonların kullanılması, kurutucudan ve daha soğuk egzoz havasından nispeten pürüzsüz ve kesintisiz bir toz giderme sağlar. Siklonlar tarafından toplanan tozlar, kurutulmuş elenmemiş kaba una geri döndürülebilir. Bu nedenle pratik olması ve güvenlik nedeniyle siklonlar kullanılmaktadır.

Kumaş filtre sistemlerinin kullanılması, nemin yoğunlaşmasına, toz birikmesine ve kanalların tıkanmasına neden olacaktır. Sıcak kurutma havası ve biriken yemek tozunun kombinasyonu, sonunda tozun kendi kendine tutuşmasıyla sonuçlanabilir ve bu da bir yangını tetikleyebilir. Bu tür yangınlar, önceki çözücünden arındırma-kızartma bölümündeki hekzan-ıslak pulların yakınlığı nedeniyle özellikle tehlikeli bir durum arz etmektedir.

Elektrostatik çökticiler ayrıca egzoz havasındaki tesadüfi yüksek heksan konsantrasyonları ile birlikte kıvılcım oluşması nedeniyle yangın ve patlama riski oluşturur. İnce nemli ve yapışkan un partikülleri, egzoz gazlarındaki ince partikül oranının nispeten düşük olmasına neden olarak topaklanma eğilimindedir. Bu anlamda normalde ince parçacıkların uzaklaştırılması için tasarlanmış bu ayırıcılar uygun değildir. Ayrıca, kurutulmuş küspe parçacıkları yıkayıcıda ıslanacak ve toplanan küspenin daha sonra yeniden kurutulması gerekecektir.

Şekil 11.16 , siklonlarla ıslak toz emisyon ayrımının temel bir akış şemasını göstermektedir.



Şekil 11.16 : Siklonlarla ıslak toz emisyon ayrımının temel akış şeması

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Toz emisyonlarının azaltılması, ürün geri kazanımı ve yangın riskinin azalması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 11.9 , bir toz azaltma tekniği olarak siklonların uygulanmasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir.

Bir siklonda (kuru bazda) işlemden sonra elenmemiş kaba unun kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan toz emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri

Tesis Kimlik No-salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
272-7	0.29	NI	EN 13284-1	Yılda bir	Ay çekirdeği Elenmemiş kaba un kurutma makinesi
305-6	1.00	21.00	EN 13284	Yılda bir	soya fasulyesi Elenmemiş kaba un kurutma makinesi/soğutucu
225-6	1.00	20.90	EN 13284-1	İki yılda bir	soya fasulyesi Elenmemiş kaba un soğutucu
224-7	1.80	NI	NI	İki yılda bir	Ay çekirdeği Elenmemiş kaba un kurutma makinesi
225-5	2.20	20.90	EN 13284-1	İki yılda bir	soya fasulyesi Elenmemiş kaba un kurutma makinesi
226-3	5.60	20.90	EN 13284-1	Yılda bir	soya fasulyesi Elenmemiş kaba un kurutma makinesi
086-4	7.00	20.90	EN 13284-1	NI	Soya fasulyesi, kolza tohumu Elenmemiş kaba un kurutma makinesi/soğutucu
466-9	11.00	NI	EN 13284-1	Yılda bir	Soya fasulyesi, kolza tohumu Elenmemiş kaba un kurutma ve soğutmadan kaynaklanan egzoz
088-1	11.60	NI	VDI 2066	Yılda bir	Soya Fasulyesi Elenmemiş kaba undan çıkan egzoz gazı kurutma ve soğutma

Not: NI = bilgi mevcut değil.
Kaynak: [193, TWG, 2015]

Referans literatür

[75, FEDIOL 2002], [192, COM 2006], [193, TWG 2015]

11.4.2.3 Koku emisyonlarının azaltılması

11.4.2.3.1 Biyolojik temizleyici

Genel bilgi için bkz. Bölüm 2.3.7.3.5.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bir kolza tohumu çıkarma tesisinin mineral yağ sisteminden çıkan gazlar, özellikle H_2S olmak üzere, koku oluşturan çok sayıda kükürt bileşiği içerir. Belçika'daki bir kolza tohumu tesisi (#044), bir biyoyıkayıcı uygulamış ve kükürt bileşiklerinin yaklaşık %97'sinde bir azalma sağlamıştır. (saatte 2–3 kg H_2S 'nin çıkarılması), az miktarda kimyasal tüketimi ve yalnızca az miktarda atık oluşumu ile, başka bir tesisatta (#92) benzer sonuçlar bildirmiştir.

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.3.2 Biyofiltre

Genel bilgi için bkz. Bölüm 2.3.7.3.4.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bir yağlı tohum tesisinde (#094), egzoz havasının arıtılması için bir biyofiltre kullanılmaktadır. 2 mg/Nm^3 'lük TVOC emisyonları bildirilmiştir edilmiştir (izleme standardı, EN 13649). Başka bir yağlı tohum tesisinde (#090), presleme tesisinden ve ekstraksiyondan gelen proses egzoz havası bir biyofiltreden geçirilmiştir. 87.9 mg/Nm^3 'lük bir ortalama TVOC emisyon seviyesi bildirilmiştir (üç nokta ölçümüne göre). Her iki durumda da kullanılan izleme standardı EN 13649'dur. Egzoz havasını biyofiltreden itmek ve fanı çalıştırmak için elektrik gereklidir (fanlar birlikte tam yükte 120 kW güce sahiptir). Filtre malzemesinin nemlendirilmesi için günde yaklaşık $4,5 \text{ m}^3$ su tüketilir. Filtre malzemesi yüke bağlı olarak her 3-5 yılda bir değiştirilmelidir.

Başka bir yağlı tohum tesisinde (#466), 2014 yılında toplam $85\,000 \text{ m}^3$ emisyonluk egzozu arıtmak için bir biyofiltre kullanılmıştır. Koku emisyonlarında %37'lik bir azalma sağlanarak, $30\,718 \text{ OU}_E / \text{m}^3$ 'lük koku emisyonu elde edilmiştir.

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.3.3 Biyofiltre ile kombine olarak ıslak yıkayıcı uygulanması

Tanım

Islak yıkayıcı ve biyofiltrenin birlikte uygulanmasıyla koku emisyonlarının azaltılmasıdır.

Teknik Açıklama

Egzoz havası yıkayıcı, DC'nin buhar egzozundan, kurutma ve soğutma tanklarından ve konveyörlerden gelen diğer aspirasyon egzoz gazlarındaki kir ve yağ parçacıklarını giderir. Bir pompa ve nozullar vasıtasıyla, partikülleri dağıtmak için yıkama suyu egzoz hacmi akışına püskürtülür. Egzozu temizlemek için su devridaim edilir. Havanın soğutulması suretiyle ve yüksek nem nedeniyle egzoz havası yoğunlaşır. Yoğuşuk madde su arıtma tesisine pompalanır.

Egzozun ön temizliğinden sonra, bir soğutma kulesi sıcaklığını biyofiltrenin giriş sıcaklığı için gerekli olan 40°C 'ye düşürür. Biyofiltre betondan yapılmıştır. Hava, biyofiltre malzemesiyle doldurulmuş iki odaya yönlendirilir. Bu malzeme, kokuyu gidermek için bakteriyel bir sıvı ile yayılır. Son olarak, temizlenmiş hava atmosfere püskürtülerek tasfiye edilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Koku emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Almanya'daki bir tesis (#086) %99'dan daha yüksek koku azaltma verimliliği elde ettiğini bildirmiştir. Yıkayıcının elektrik tüketimi yaklaşık 616 MWs ve biyofiltreninki ise 680 MWs civarındadır. Biyofiltre maksimum 40°C'lik bir giriş sıcaklığına ve %100 bağıl neme ihtiyaç duymaktadır. Tüm biyolojik yatak alanı boyunca iki katmanda periyodik olarak toplam 20 m³ / gün su ve sulu besleme sağlanır. Soğutma kulesi için bir korozyon önleyici, bir biyosit ve bir dağıtıcı da bulunmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bioyatağı nemlendirmek ve gerektiğinde soğutma kulesini veya yıkayıcıları doldurmak için su tüketimi gereklidir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Azaltma tekniklerini monte etmek için boş alan gereklidir.

Ekonomik boyut

Yaklaşık 1.700.000 Avroluk bir yatırım maliyeti ve yaklaşık 165.000 Avroluk bir yıllık işletme maliyeti bildirilmiştir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Koku emisyonlarının azaltılması.

Örnek tesisler

Almanya'da en az bir kolza tohumu tesisi (#86).

Referans literatür

[193 , TWG 2015]

11.4.2.4 Heksan geri kazanımı

11.4.2.4.1 Kütle dengesi yardımıyla heksan kayıplarının izlenmesi (kayıt tutma işlemi)

Tanım

Bu teknik, tesisatın satın alma kayıtlarının, tartım kayıtlarının ve heksan ve yağlı tohumlarla ilgili envanterlerin kullanılmasını içerir. Yağ ve elenmemiş kaba unda arta kalan heksan periyodik olarak ölçülür. Örneğin sızıntılar veya dökülmelerden kaynaklanan tesadüfi heksan salınımı durumunda bir alarmı tetikleyecek izleme cihazları tesis edilir. Heksan geri kazanımına dahil olan proses ekipmanındaki kritik sıcaklıkların, basınçların ve akışların izlenmesi de gerçekleştirilebilir.

Teknik Açıklama

Spesifik heksan kayıplarının (örneğin, yıllık ortalama olarak işlenen bir ton yağlı tohum başına düşen kg cinsinden heksan) kütle dengesi temelinde izlenmesi, prosesle bütünleşik birleştirilmiş heksan geri kazanım sistemlerinin genel performansını değerlendirmek için uygun maliyetli bir yöntem sunar. Operatörler genellikle toplam kurulum heksan kayıplarına ve daha spesifik olarak daha uzun bir süre boyunca, tipik olarak bir yıl boyunca işlenen yağlı tohumların tonu başına düşen kg heksan kayıplarına odaklanır. Yıllık ortalama olarak spesifik heksan kayıpları (heksan tüketimine eşdeğer), yıl boyunca tüm kaynaklardan ve koşullardan kaynaklanan kayıpları içerir. Bu izleme işlemi, tesisatın satın alma kayıtlarının, tartım kayıtlarının ve heksan ve yağlı tohumlarla ilgili envanterlerin kullanılmasını içerir ve ayrıca defter tutma olarak da bilinir.

İşletmeciler, heksan kayıplarındaki olağandışı sapmaları kontrol edebilmek için heksan alımlarını ve yerinde heksan stoklarını çok daha sık takip etmektedir. Spesifik heksan kayıplarının izlenmesi (işlenen yağlı tohumların tonu başına gerçekleşen kayıp), mevcut tesisat satın alma kayıtlarına ve heksan ve yağlı tohum envanterlerine dayanmaktadır. Ayrıca, ürün kalite kontrolü çerçevesinde, yağ ve elenmemiş kaba unda arta kalan heksan rutin olarak ölçülür.

Spesifik heksan kayıplarının yıllık ortalama olarak izlenmesi, yağ ve kaba küspede kalan heksanın rutin olarak ölçülmesini sağlayan ürün kalite kontrol uygulamalarıyla tamamlanır ve hizalanır. Ek olarak, proses güvenliği nedenleriyle, örneğin sızıntılar veya dökülmelerden kaynaklanan tesadüfi heksan salınımları durumunda bir alarmı tetikleyecek izleme cihazları kurulur. Dolaylı olarak, heksan kayıpları, heksan geri kazanımına dahil olan proses ekipmanındaki kritik sıcaklıkların, basınçların ve akışların izlenmesi yoluyla da izlenir. Aslında, patlama riski önleme önlemleri, uzun süreli salınımların veya yüksek heksan emisyonlarının önlenmesini sağlar.

Kütle dengesi değerlendirmesinin metodolojisi hakkında ayrıntılı bilgi, IED Ek VII Bölüm 7'de verilmiştir [125, EU 2010].

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Çevresel performans optimize edilmiştir ve heksan kayıpları azaltılabilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Defter tutma işlemi ile heksan kayıplarının takibi bir çok yağlı tohum tesisinde günlük izleme de dahil olmak üzere uygulanmaktadır.

Ezilmiş bir ton tohum/tane başına 0,19 kg ile 0,78 kg heksan arasındaki değerler (yıllık ortalama olarak) bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak, bu tekniğin uygulanabilirliği konusunda herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomik boyut

Toplam kayıpların muhasebe ilkeleri temelinde ölçülmesi, maliyet etkinliği açısından tek tek emisyon noktalarının örneklenmesinden ve test edilmesinden kaynaklanan heksan kayıplarının sayısallaştırılması yerine tercih edilen bir yöntemdir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Çevre mevzuatına uygunluk.

Örnek tesisler

Avrupa çapında çeşitli tesisatlar.

Referans literatür

[125 , AB 2010], [193 , TWG 2015]

11.4.2.4.2 Ters akımda solvent gidericide-kavurma makinesinde elenmemiş kaba un ve buhar akışı

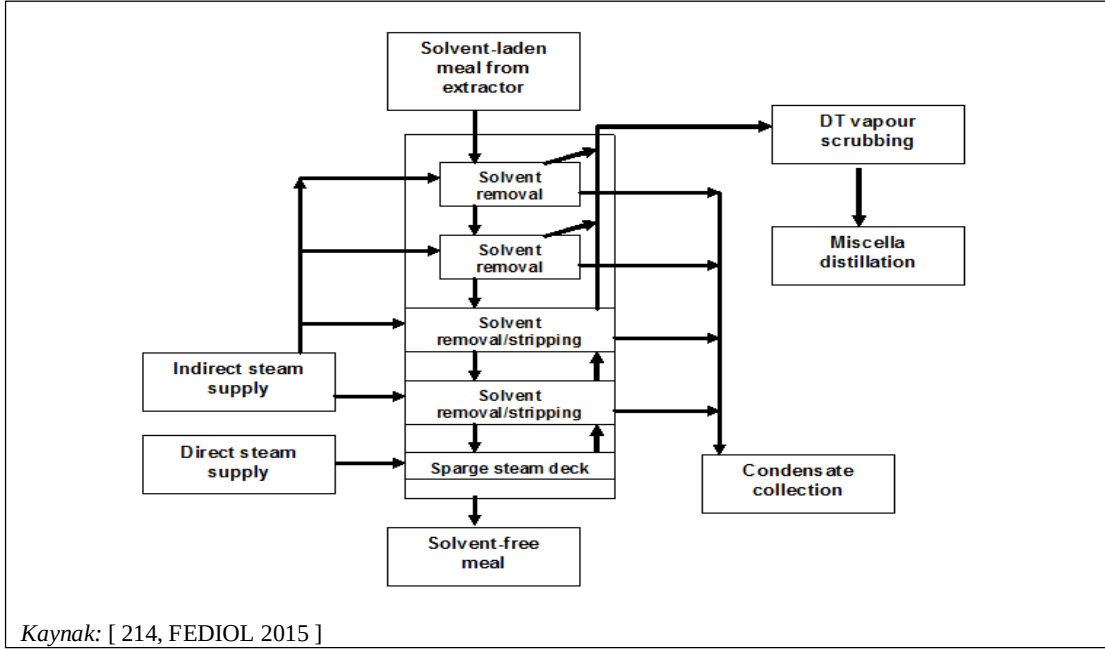
Tanım

Heksan, ters akımlı bir buhar ve elenmemiş kaba un akışı içeren bir solvent giderici – kavurma makinesinde (DT) heksan yüklü undan giderilir.

Teknik Açıklama

Yağ ekstraksiyonundan sonra elenmemiş kaba un %25-40 oranında solvent içerir. Solvent, doğrudan ve dolaylı buhar vasıtasıyla solvent giderici –kavurma makinesinde (DT) buharlaştırılarak uzaklaştırılır. DT tankında birkaç ön-çözücü ve çözücülerden arındırma/sıyırma bölümleri bulunmaktadır. Ekstraktörden gelen un, üst kısımdan DT'ye girer ve ilk ön-çözme öncesi bölüme ulaşır. Ön-solvent giderme platformları, yüzey çözücüsünü uzaklaştırmak için yalnızca dolaylı buhar ısıtmasına sahiptir. Bu konfigürasyon, sıyırma bölümlerinde elenmemiş kaba un üzerinde yoğunlaşan su miktarını azaltır ve böylece sonraki elenmemiş kaba un kurutma adımı için gereken enerji girdisini azaltır.

DT'nin altındaki bir serpme buhar bölmesi aracılığıyla buhar doğrudan doğruya sisteme verilir. Buhar, her bölümdeki yemek katmanlarından geçer. Yemek üzerindeki buharın yoğunlaşması nedeniyle hekzanın büyük bir kısmı elenmemiş kaba undan uzaklaştırılır. DT, canlı serpme buharı ve elenmemiş kaba unun ters yöndeki akışını gösterir. Buhar tüketimi, ters yöndeki akışta ve ön-solvent giderici bölümlerinin en aza indirilir. Sıyırma bölümlerinden ve ön-solvent giderme bölümlerinden gelen buharlar, DT tankının sınırları içinde birleştirilir ve temizleme işleminden sonra misel damıtmasında bir ısıtma ortamı olarak ekstraksiyon işleminin başka bir yerinde yeniden kullanılır (bkz. Bölüm 11.2.2.3.1). Buharın elenmemiş kaba unla teması nedeniyle kızartma işlemi de gerçekleşir. Kızartma işlemi enzimleri etkisiz hale getirir, böylece hayvan yemi olarak kullanılacak elenmemiş kaba unda optimum protein kalitesi sağlar ve sindirilebilirliğini artırır [75 , FEDIOL 2002] . Şekil 11.17, elenmemiş bir kaba un DT'sindeki bir ters yönde akışının temel akış diyagramını göstermektedir.



Şekil 11.17: Solvent giderici –kavurma makinesindeki ters yönde akış

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Elenmemiş kaba un ve çevreye karışan solvent kayıplarının azaltılması. Çözücü giderme ve küspe kurutma işlemi için buhar tüketiminde azalma. Atık su hacminin azaltılması. Misella distilasyon sistemi ile daha dengeli ısı entegrasyonu sayesinde sıcak ve soğuk araçlara ihtiyacın azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Enerji tüketimi verileri normalde bir bütün olarak DT ve sonraki kurutma işlemi için verilmiştir. Örneğin, üst bölümlerde dolaylı buhar yoluyla ön-solvent giderimi yapılarak, doğrudan buhar uygulandığı duruma kıyasla dekapaj bölümlerinde elenmemiş kaba unda yoğunlaşan su miktarı azaltılır. Daha sonra, bir sonraki elenmemiş kaba un kurutma adımı için gereken enerji girişi azaltılmış olur.

Tablo 11.10'da DT ve sonraki yağlı tohum ekstraksiyonunda kurutma işlemi için gerekli enerji tüketimi verileri gösterilmektedir.

Tablo 11.10: Yağlı tohum ekstraksiyonunda DT ve sonraki kurutma işlemi için enerji tüketimi verileri

Isıtma buharı	15.55–31.11	kWs/t
	56–112	MJ/t
	20–40	kg/t
Sıyırma buharı	54.44–116.66	kWs/t
	196–420	MJ/t
	70–150	kg/t
DT sürücüsünde kullanılan elektrik	2-5	kWs/t
	7-18	MJ/t
Kaynak: [192, COM 2006]		

Ters yönde akışın, işletmenin, ekstraksiyon işleminin heksan kayıplarını en aza indirmek ve aynı zamanda DT'den çıkan buhar karışımının sıcaklığını en aza indirmek için DT'den çıkan elenmemiş kaba unda kabul edilebilir kalıntı solvent seviyelerini korumasını sağladığı bildirilmektedir. Daha yüksek buhar sıcaklıklarında, dolaylı buhar tüketimi artmaktadır.

DT buharları, misella damıtma sisteminin ilk buharlaştırıcısında yeniden kullanılır (bkz. Bölüm 11.4.2.4.3). Son buharlaştırma ve sıyırma işlemleri buharla tamamlanır. Su ve heksandan oluşan kondensat karışımı, bir solvent-su ayırıcısında ayrılır. Heksan yeniden kullanılır ve atık su AAT'ye deşarj edilir. Atık su sadece KOİ ve Kjeldahl azotu içerir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, yeni ve mevcut tesisatlar için uygundur. Kolayca temin edilebilir ve iyi bir işletim güvenilirliğine sahiptir.

Ekonomik boyut

İlk yatırım maliyetleri yüksektir. Ekstraksiyon tesisi için enerji maliyetleri azalmaktadır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Elenmemiş kaba unda olası düşük kalıntılı solvent seviyeleri.
- Tesisat işletiminin doğan maliyetlerin azaltılması.
- Artan kurulum güvenliği.
- Aşağı akışın işletim güvenliğinin sağlanması.
- VOC denetimleriyle ilgili mevzuata uygunluk.

Referans literatür

[75, FEDIOL 2002], [192, COM 2006], [214, FEDIOL 2015]

11.4.2.4.3 Yağ/heksan karışımından buharlaşma

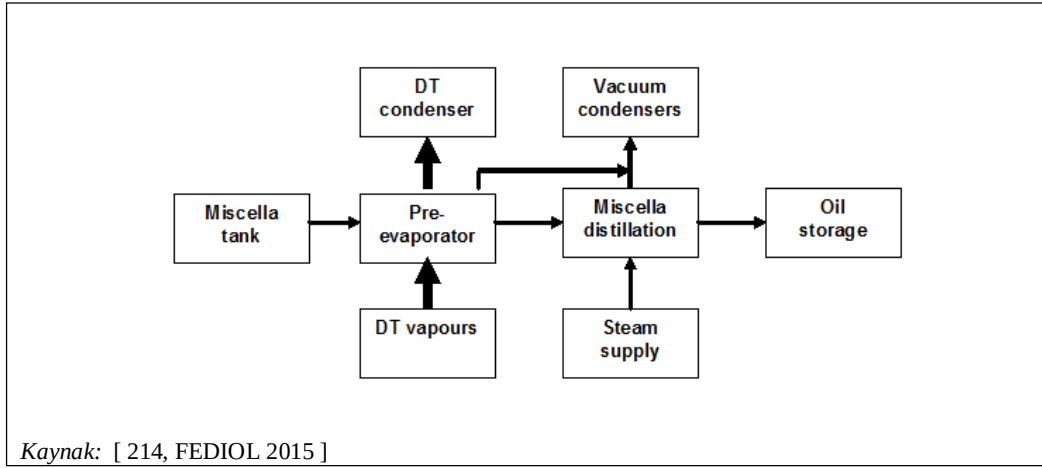
Tanım

Heksan, buharlaştırma üniteleri kullanılarak yağ/heksan karışımından çıkarılır. Solvent giderici –kavurma makinesinden (buhar/heksan karışımı) çıkan buharlar, prosesin ilk aşamasında ısı enerji sağlamak için kullanılır.

Teknik açıklama

DT, heksanı elenmemiş kaba undan uzaklaştırır (bkz. Bölüm 11.4.2.4.2). DT aşamasından (buhar/heksan karışımı) gelen buharlar, bir ısı kaynağı sağlamak ve böylece enerjiyi geri kazanmak için misella damıtma ön buharlaştırıcısının ilk aşamasına aktarılır. Konsantre miselden (yağ/heksan karışımı) heksanın ek olarak çıkarılması, ikinci aşama buharlaştırma ünitesinde ve üçüncü aşama soyma yağında gerçekleşir.

Şekil 11.18, DT'deki buhar-ısı entegrasyonunun bir akış diyagramını göstermektedir.



Şekil 11.18 : Solvent giderici – kavurma makinesinde buhar -ısı entegrasyonu

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Azalan enerji ve solvent tüketimi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Ekstraksiyon işleminde bildirilen enerji tasarrufu tohumun tonu başına yaklaşık 37,5 kWs'dir (135 MJ/t) (60 kg buhar/t). Soğutma suyu sistemine gelen ısı yükü azaltılarak da enerji tasarrufu sağlanır.

Ön buharlaştırma ünitesinde, misel konsantrasyonu (heksan/yağ karışımındaki yağ %si) yaklaşık %20-30'dan %60-75'e yükselir. Örneğin, soya işlenirken, ön buharlaştırıcı düzenlemesi, DT buhar atık ısı mevcudiyetine bağlı olarak, bir ton tohum başına yaklaşık 0,4 ton heksan buharlaşmasıyla sonuçlanır. Bu, ekstraksiyona taze solvent girdisinin önemli bir miktarını temsil eder. Enerji değerinin yeniden kullanılması, DT kondansatörüne gelen ısı yükünü azaltır. Ayrıca, akış aşağı misel damıtma için gerekli buhar ihtiyacı en aza indirilir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, yağlı tohum ekstraksiyonunda yaygın olarak uygulanmaktadır. Kolayca temin edilebilir ve iyi bir işletim güvenilirliğine sahiptir.

Ekonomik boyut

İlk yatırım miktarı yüksektir. Enerji geri kazanımı nedeniyle tesisat işletme maliyetleri azalır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Misella damıtma enerjisi dengesinin optimizasyonu.
- Tesis güvenliğinin artması.
- Resmi enerji tasarrufu programlarına uygunluk.

Örnek tesisler

Bilgi mevcut değildir.

Referans literatür

[75 , FEDİOL 2002], [214, FEDİOL 2015]

11.4.2.4.4 Islak madeni yağ yıkama ile birlikte yoğurturma

Tanım

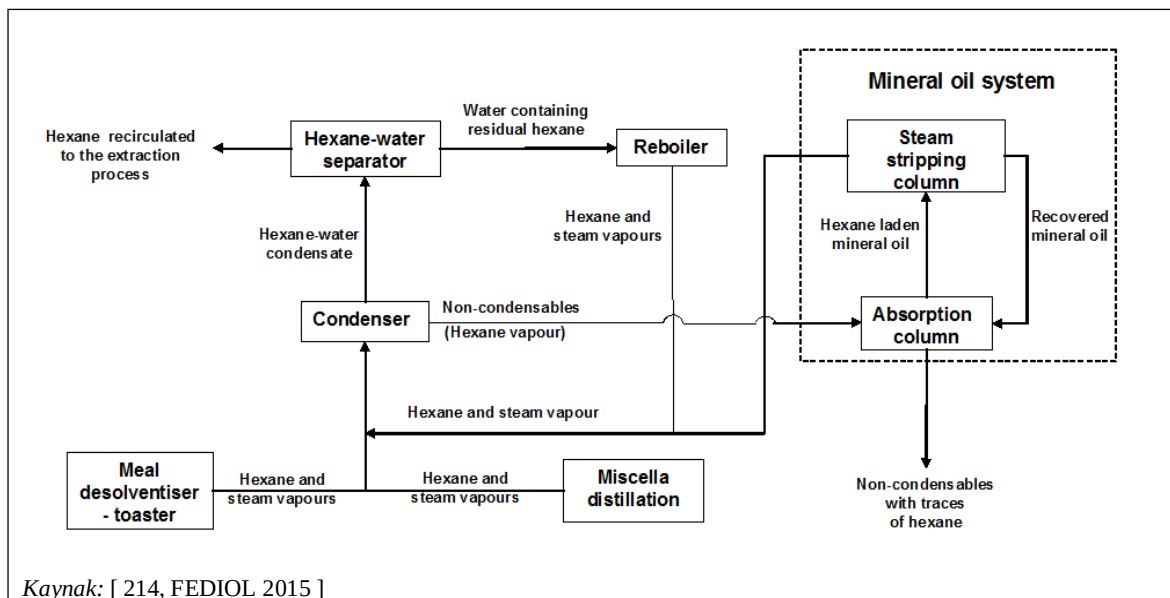
Heksan buharları, yoğuşmaları için çiy noktasının altına kadar soğutulur. Yoğunmayan heksan, sonraki geri kazanım için bir temizleme sıvısı olarak madeni yağ kullanan bir yıkayıcıda emilir.

Teknik Açıklama

Elenmemiş kaba un solvent giderme-etme-kavurma, misella distilasyonu, yeniden kaynatıcı ve madeni yağ sisteminin sıyırma kolonundan gelen heksan ve buharların tümü, bir kondansatörden geçer. Yoğuşturucu tarafından yoğuşturulamayan bileşenler, örneğin eser miktarda heksan içeren çok düşük hacimli egzoz havası, bir mineral yağ yıkayıcı tarafından emilir.

Madeni yağ yıkama ünitesi, hekzanın soğuk gıda sınıfı madeni yağ tarafından emildiği bir absorpsiyon kolonundan oluşur. Heksan yüklü madeni yağ daha sonra hekzanın geri kazanılması için bir buharlı sıyırma kolonundan geçirilir. Madeni yağ soğutulur ve absorpsiyon kolonunda yeniden kullanılır.

Buhar sıyırma kolonundan gelen heksan ve su buhar, kondenserde yoğunlaştırılır. Heksan-su yoğunlaşması daha sonra heksan-su ayırıcısına gider. Atık su, heksan-su ayırıcısında boşaltılır ve hekzan, ekstraksiyon işlemine geri dönüştürülür. Bu işlem Şekil 11.19'da gösterilmiştir.



Şekil 11.19: Madeni yağ sistemi ve ilgili proses adımları

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Yeniden kullanım için hekzanın geri kazanılması ve sonuç olarak TVOC emisyon seviyelerinin düşürülmesi.

Çevresel performans ve işletim verileri

Yaklaşık 40 g/m³lük alt patlama sınırının altındaki heksan emisyon konsantrasyonları elde edilebilir.

Enerji tüketimi bir ton tohum için yaklaşık 25 kg buhar ve 0,5 kW/ton tohum seviyesindedir.

Çapraz ortam etkileri

Esas olarak madeni yağın ısıtılmasından, sıyırma buharının kullanılmasından ve yağın pompalanması için elektrik enerjisinin kullanılmasından kaynaklanan fazladan enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, yeni ve mevcut tesisler için uygundur. İyi bir işletim güvenilirliğine sahiptir ve kolayca temin edilebilir.

Ekonomik boyut

Yatırım maliyetleri yüksektir ve ek enerji tüketimi nedeniyle ekstra işletme maliyetleri mevcuttur. Hekzan geri kazanımı sayesinde maliyet tasarrufu sağlanır.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Tesisat güvenliğinin artması, heksanın geri kazanılması ve yeniden kullanımı, TVOC emisyonlarını denetleyen mevzuat ve bir absorpsiyon sıvısı olarak gıda sınıfı madeni yağ için daha iyi bir alternatifin olmaması.

Örnek tesisler

Yağlı tohum işleme ve nebati yağ arıtma sektöründe yaygın olarak uygulanır.

Referans literatür

[75 , FEDİOL 2002], [214, FEDİOL 2015]

11.4.2.4.5 Damıtma ile birlikte yerçekimi fazlı ayırma

Tanım

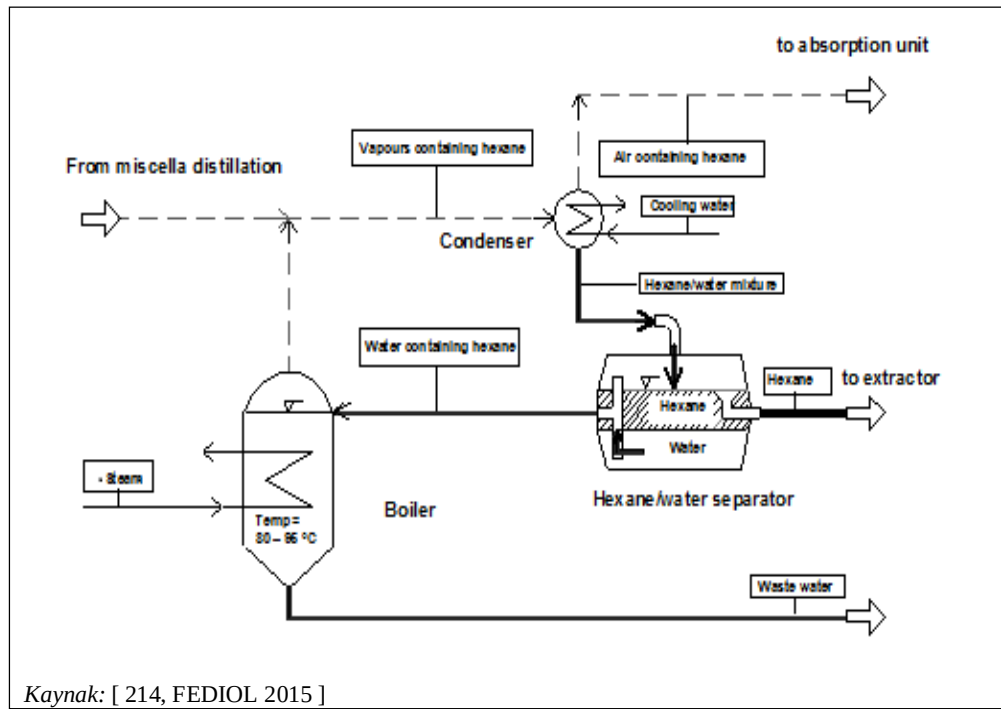
Çözünmemiş heksan, bir yerçekimi fazı ayırıcısı vasıtasıyla sulu fazdan ayrılır. Kalan heksan, sulu fazın yaklaşık 80–95 °C'ye ısıtılmasıyla damıtılır.

Teknik Açıklama

Yağ çıkarma işleminde, çözücü olarak heksan kullanılır. Bunun sonucu olarak, heksan açısından zengin buhar, yaklaşık 50°C sıcaklıklarda heksan içeren proses suyu oluşturmak üzere yoğunlaşır. Çözünmemiş heksan, büyük ölçüde bir yerçekimi fazı ayırıcısı, yani hekzan-su ayırıcısı vasıtasıyla ayrılır.

Heksan-su ayırıcısının sulu fazındaki artık solvent içerikleri, sulu fazın yeniden kaynatıcıda yaklaşık 80–95 °C'ye ısıtılmasıyla damıtılır. Yeniden kaynatıcıdan elde edilen heksan-su buharları, misel damıtma aşamasından gelen buharlarla birlikte yoğunlaştırılır. Buharların yoğunlaşmayan gaz halindeki içerikleri, artık hekzanın emildiği yoğunlaştırıcıdan sonra mineral yağ yıkayıcıda işlenir (bkz. Bölüm 11.4.2.4.4).

Geri kazanılan tüm heksan, ekstraksiyon işleminde yeniden kullanılır. Kaynatıldıktan sonra, neredeyse hiç heksan içermeyen su, AAT'ye gönderilir. Bu teknik ayrıca, akış aşağı AAT'deki çözücü açısından zengin atıklardan kaynaklanan olası patlama risklerini de ortadan kaldırır. Bu proses Şekil 11.20'de gösterilmektedir. Bir AAT'nin güvenliği, patlayıcı hekzan-hava karışımının önlenmesiyle sağlanır.



Şekil 11.20 : Rafine edilmemiş nebati yağların ekstraksiyonunda proses suyundan hekzan geri kazanımı proses akış şeması

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Azalan tüketim ve hekzan emisyonu. TOK veya KOİ'nin ve atık sudaki BOİ yükünün en aza indirilmesi.

Çapraz ortam etkileri

Artan ısı enerjisi girişi. Artan atık su sıcaklığı.

Çevresel performans ve işletim verileri

Buhar, $0,778 \text{ kW/s} / \text{m}^3$ su (1 kg/m^3) oranında tüketilir. Atık sudaki hekzan içeriği 3 mg/l 'den azdır. Heksanın geri kazanımı yaklaşık olarak 5 kg/t tohumdur [192 , COM 2006].

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, herhangi bir kısıtlama olmaksızın evrensel olarak ve kolayca uygulanabilir. Çok kademeli tasarım, sıcaklık kontrolü ve izleme sayesinde işletme güvenilirliği çok iyi seviyededir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Daha az hekzan kaybı nedeniyle azalan maliyetler.
- Tesisat güvenliğinin sağlanması.
- Hidrokarbonlar için belirlenmiş yerel atık su sınır değerlerinin karşılanması.
- VOC'leri kontrol eden mevzuat da dahil olmak üzere yasal solvent tutma gerekliliklerine uygunluk.

Örnek tesisler

Tesis no. 223 [193 , TWG 2015].

Referans literatür

[35 , Almanya 2002], [75, FEDIOL 2002], [100, Bockisch M. 1993], [192, COM 2006], [193 , TWG 2015], [214, FEDIOL 2015]

11.5 Yeni ortaya çıkan teknikler

11.5.1 Yağ çıkarma için heksandan farklı maddelerin kullanılması

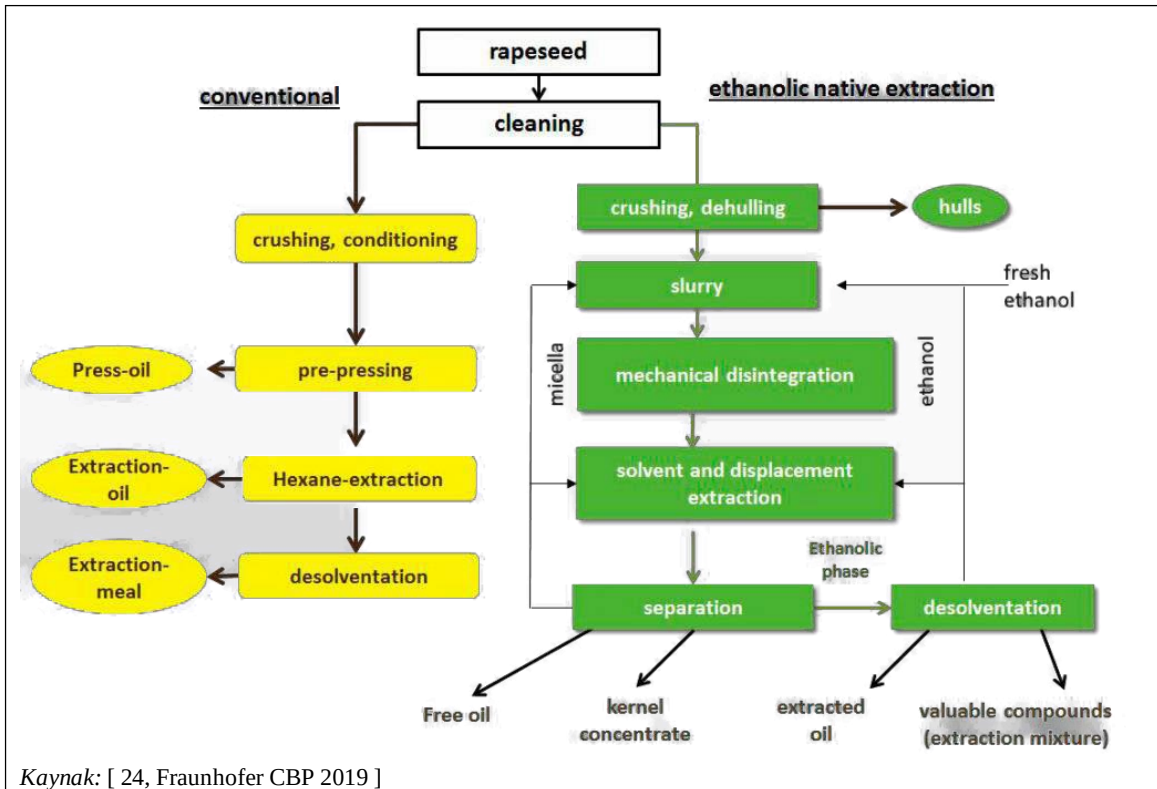
Tanım

Biyo-bazlı solventlerin veya süper kritik karbon dioksitin, yağ ekstraksiyonuna yönelik olarak heksanın alternatifi olduğu bildirilmiştir.

Teknik Açıklama

2-metiltetrahidrofuran (MeTHF), nebati yağların ekstraksiyonunda için n-heksan için umut verici bir alternatif gibi görünmektedir. Mısır koçanı, şeker kamışı küspesi veya yulaf kabuğu gibi biyokütleden üretilen MeTHF, bu 'yeşil' ve biyolojik bazlı çözücülerden biridir. Selülozun C5 ve C6 şekerlerinden üretilen levulinik asit veya furfuralden sentezlenebilir ve güneş ışığı ve hava ile bozunabilir.

Biyo-bazlı çözücü olarak etanol kullanımı, Fraunhofer Kimyasal-Biyoteknolojik Prosesler Merkezi tarafından bir pilot tesiste geliştirilmektedir (bkz. Şekil 11.21). Bu yöntem, kolza yağı ve kolza konsantresi ürünlerinin kalitesini önemli ölçüde iyileştirmeyi mümkün kılar. Ayrıca pilot tesis, ikincil bitki bileşenleri veya protein fraksiyonları gibi daha önce kolza tohumundan elde edilemeyen yeni geri kazanılabilir maddeleri izole etmeyi de hedeflemektedir [24, Fraunhofer CBP 2019].



Şekil 11.21 : Kolza tohumunun işlenmesinin şematik gösterimi. Solda) klasik yöntem ve sağda) etanolik, hafif ekstraksiyon kavramına göre işleme

Süper kritik ekstraksiyon, saf, yüksek konsantrasyonlu bir ekstrakt üretebilmektedir. Bu yöntem ayrıca aktif bileşenlere, ısı ve/veya kimyasalların kullanıldığı yöntemlere göre daha az zarar vermektedir. İşlem kapalı bir sistem içinde gerçekleşir. Ekstrakt, karbon dioksitten önce yerçekimi ile ve sonra santrifüj ile olmak üzere iki aşamada ayrılır. Daha sonra, karbondioksit sıvılaştırma için tekrar soğutulur ve geri dönüştürülür.

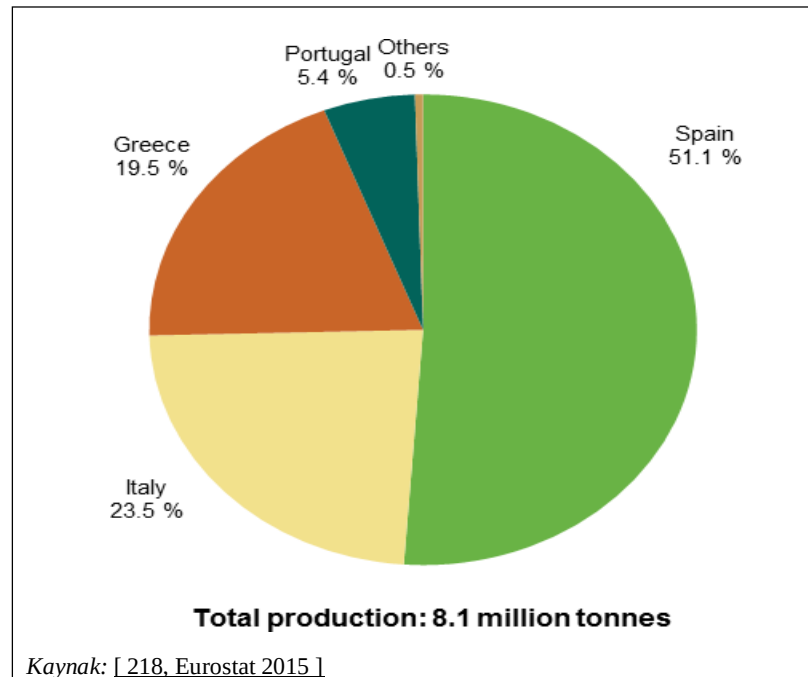
Referans literatür

[98 , TWG 2017]

12 ZEYTİNYAĞI İŞLEME VE RAFİNASYONU

12.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

2014'te, AB küresel üretimin yaklaşık dörtte üçünü gerçekleştirerek dünyanın en büyük zeytinyağı üreticisi olmuştur. Zeytin ağaçları İspanya, İtalya, Yunanistan, Portekiz, Fransa, Hırvatistan, Kıbrıs, Slovenya ve Malta'da yetişmektedir - bununla beraber, 2014'te AB-28'deki zeytin üretiminin %99,5'i bu dokuz AB Üye Devleti'nin ilk dördünde toplanmıştır (bakınız Şekil 12.1).



Şekil 12.1 2014 yılı ana üretici AB Üye Devletleri itibariyle yağlık zeytin üretimi (AB-28 üretiminin % payı)

2007'de, AB'de zeytinliklerin bulunduğu çiftlik sayısı 1,9 milyondur. Zeytin sektörü, çok sayıda küçük işletme ile nitelendirilmektedir. İspanya zeytinyağı üretimi (ortalama 5,3 ha büyüklüğe sahip 413 000 arazi) görece Yunanistan (ortalama 1,6 ha büyüklüğe sahip 531 000 arazi) veya arazi sayısı en çok olan İtalya'ya (ortalama 1,3 ha büyüklüğe sahip 776 000 arazi) göre daha az parçalı bir yapıya sahip olarak durmaktadır.

12.2 Uygulanan proses ve teknikler

Zeytinyağı, *Olea europea*'dan elde edilen ürünü ifade etmektedir. Zeytinyağının yaklaşık %98'i gliseritler, geri kalan %2'si ise, zeytinde doğal olarak bulunan, bazıları koku ve tat özelliklerinde temel bir rol oynayan ayrıca, ürünün kararlılığı ve kalitesi için önemli olan çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır.

Natürel sızma zeytinyağları, natürel birinci zeytinyağları ve natürel ikinci zeytinyağları, yenilebilir yağlardır. Ancak, doğrudan tüketime uygun olduklarından yalnızca natürel sızma zeytinyağları ile natürel birinci zeytinyağları ticari nitelik kazanabilmektedir. Natürel ikinci zeytinyağları genelde rafine zeytinyağları ve rafine pirina (husk) yağları ile karıştırılmaktadır. Asitliği 3,3 derecenin üzerinde olan asitli yağlar genellikle rafine edilmektedir.

Zeytinyağının kalitesi, zeytinlerin olgunlaşma düzeyi, toplama veya sarsma gibi hasat şekli, ara depo tipi ve gerçekleştirilen işleme türüne bağlıdır. Zeytinler %38 - 58 oranında yağ ve %60'a kadar su içermektedir. Olgunlaşmış olan zeytinler mümkün olduğunca hızlı bir şekilde işlenmelidir zira pulpta bulunan lipazlar, zeytinin hızlı hidrolizine yol açarak, yenilebilirlik bakımından zeytin kalitesini zayıflatmaktadır. Birinci sınıf zeytinyağları, boyut küçültme, yoğurma ve soğuk presleme yoluyla, elle toplanan taze zeytinlerden elde edilmektedir. Zeytinyağı üretiminde, yağın ekstraksiyonu için kullanımda olan üç sistem bulunmaktadır: geleneksel - presleme ile; üç fazlı separasyon; iki fazlı separasyon.

Geleneksel zeytinyağı üretiminde, zeytinler taşlı değirmenlerde öğütülerek hamur elde edilmektedir. Bununla beraber, bugünlerde modern öğütme ekipmanı da kullanılmaktadır. Öğütmeyi, ezme işlemi izlemekte, bu işlemde tuz da katılabilmektedir. Daha sonra pulp preslenmekte ve pres yağı, sedimentasyon veya santrifüjleme yoluyla arıtılmaktadır. Günümüzde, geleneksel açık kafesli preslerin yerine, sürekli helezonlu expeller almaktadır. Ayrıca, ezme haline getirilen pulp, yatay dekantörde de ayrılabilenekte, bu durumda ham yağ, yıkama suyu eklenerek yeniden santrifüjlemeye tabi tutulmaktadır. Alternatif olarak, pulptan çekirdekleri temizlemek için makineler kullanılabilmekte, daha sonra kalıntılar kendi kendine boşaltım yapan santrifüjlerle ayrılmaktadır. Natürel sızma sınıf yağların elde edildiği soğuk preslemeyi genellikle, yaklaşık 40 °C'de sıcak presleme izlemektedir. Soğuk preslenen zeytinyağı değerli bir yemekli yağdır.

İspanya'da, çoğu tesis iki fazlı santrifüjleri kullanırken, diğer çoğu Akdeniz ülkesindeki büyük tesisler üç fazlı tekniği kullanmakta, küçük tesisler ise genelde geleneksel presleme tekniğinin kullanmayı sürdürmektedir. İki fazlı tip, hamur benzeri atık üretirken, hem geleneksel hem üç fazlı sistemler, sıvı faz, bir başka ifadeyle zeytin değirmeni karasuyu (alpechin) ve pirina veya orujo olarak bilinen bir pres küspesi üretmektedir. Pirina, pirina yağı olarak ayrıca işleme tabi tutulabilmektedir. Geri kalan katı pirina %3 - 6 nem seviyesine kadar kurutularak, yakıt olarak kullanılmaktadır. Temizlenen çekirdeklerin preslenmesi ve çözücü ile ekstraksiyonu yoluyla çekirdek yağı elde edilmektedir. Bu yağ, zeytinyağına benzerdir ancak zeytinyağının tipik aromasına sahip değildir.

Ticaret spesifikasyonları esas olarak FFA içeriği ve aroma değerlendirmesine dayanmaktadır. Bazı ülkelerde, yüksek asitliğe sahip, sıcak preslenmiş zeytinyağı, nötralizasyon, ağartma ve koku giderimi (bakınız 11.2.2 no'lu madde) ile rafine edilmekte ve soğuk preslenmiş yağ ile harmanlanarak aromalandırılmaktadır. Pres küspesi %8 - 15 oranında, hekzan kullanarak ekstrakte edilebilen ve teknik amaçlarla kullanılan, sanza veya orujo olarak adlandırılan görece koyu yağ içermektedir. Ayrıca, bu yağ, rafinasyon sonrası tüketim için uygun olmaktadır.

Zeytinyağı üretimi geleneksel olarak, örneğin İspanya Endülüs gibi zeytinyağı üretiminin gerçekleştirildiği bölgelerde sanayi kaynaklı kirliliğin en büyük kaynaklarından biri olmuştur. Geleneksel zeytin işlemede, bir başka ifadeyle üç fazlı üretim, zeytin çekirdeklerinin ekstraksiyonu, yağlı, sulu ve katı olmak üzere üç akım oluşturmuştur.

Yağlı akım, natürel zeytinyağıdır. Dekantör santrifüjlerle sürekli separasyon kullanılarak elde edilmesi halinde yaklaşık 200 kg/t zeytin, zeytin presleri kullanarak elde edildiğinde ise 150 kg/t oranında üretilmektedir.

Sulu akım, bir başka ifadeyle karasu, bitkisel su olarak da adlandırılmaktadır ve oldukça kirlidir. Sulu akımın miktarı, uygulanan tekniğe bağlıdır ancak genelde, işlenen 1 ton zeytinde 1 m³ karasu oluşmaktadır. Spesifik kirlilik yaklaşık 65 kg BOI₅/ton işlenen zeytin olarak tahmin edilmektedir. 1990'ların başında, 100 günlük bir kampanyada oluşan karasu, Endülüs'ün toplam nüfusunun yılboyu tükettiği su miktarına eşit olmuştur.

O tarihlerde, yalnızca klasik presler ve dekantör santrifüjlerle üç fazlı sürekli separasyon kullanılmaktaydı.

Katı atıklar başlıca iki kısım, bir başka ifadeyle taş parçaları veya çekirdek ve ham yağ küspesi/pirinanadan oluşmaktadır. Taş parçaları, taş parçalarının temizlendiği veya dolgulu sofralık zeytinlerin üretildiği tesislerde toplanmaktadır. Isıtmada yakıt, yapı malzemesi veya aktif kömür için kullanılabilir. Zeytinin ilk preslenmesinden elde edilen zeytin küspesi bir miktar daha yağ içermektedir ve bu yağ ekstrakte edilebilmektedir. Bu yağın su içeriği ve bileşimi, uygulanan ekstraksiyon tekniğine bağlıdır. İleri işleme, bir başka ifadeyle ekstraksiyon için verilmemesi halinde, bu küspe genelde ısıtmada yakıt, hayvan yemi takviyesi olarak kullanılmakta veya toprağın koşullandırılması için malç olarak zeytinliğe geri dönmektedir.

1991 - 1992’de ilk kez uygulanan bir teknikte, ezilen (karıştırılan) zeytinlerin, yağ ve katı olmak üzere iki faza ayrılması için dekantör santrifüjler modifiye edilmiştir. Bu teknik, zeytin karışımına su katılmasını gerektirmemektedir. 2000 yılı itibarıyla, Endülüs zeytinyağı değirmenlerinin neredeyse tümü, iki fazlı prosese geçmiştir.

İki fazlı prosesin ekstraksiyon bölümünde su tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca, karasu miktarı ve bu suyun bulaşkan yükü azaltılmaktadır. Su tasarrufu özellikle önemlidir zira zeytinler yağışın çok düşük olduğu bölgelerde yetiştirilmekte ve işlenmektedir. Sanayinin önemli bir bölümünün kırsal çevrede olması aynı zamanda, kentsel atıksu arıtma tesislerine (MWWTP) çok az erişim olduğunu ifade etmektedir. Bununla beraber, daha ıslak olan katı ürün de üç fazlı proseste oluşan karasuya benzer bir sorun olarak görülmektedir.

Katı ürün, bir başka ifadeyle atık zeytin veya pirina (İspanyolcada “alperujo”), üç fazlı prosese göre daha büyük miktarlarda oluşmaktadır. Ayrıca hekzan kullanarak gerçekleştirilen ekstraksiyon sonrasında, atık zeytin küspesi oluşmaktadır. Bu küspe genelde ısıtmada yakıt, hayvan yemi takviyesi olarak kullanılmakta veya malç olarak zeytinliğe dönmektedir. Atık zeytin küspesi normalde bertaraf öncesinde kurutulmaktadır. Kurutmanın enerji gereksinimi ve maliyeti daha yüksektir ve pirinanın (alperujo) su, polisakkarit ve polifenol içeriğinin daha yüksek olmasından dolayı kurutma daha zordur. Sürekli üç fazlı proseste, nem içeriği %35 - 45 olan atık zeytin oluşmaktadır. Sürekli iki fazlı sistemde, atık zeytinlerin nem içeriği %60 - 70 arasında olmaktadır [105, RC/SPC 2000].

İki fazlı prosesin ekstraksiyon bölümünde su kullanılmamakta, dolayısıyla su arıtma ihtiyacı bulunmamaktadır. Karasuyun miktarı ve kirlenme yükü azdır. Geleneksel proseste, 1 ton zeytinin işlenmesiyle, BOİ₅ emisyon seviyesi 120 000 – 130 000 mg/l olan yaklaşık 0,6 m³ karasu oluşmaktadır. İki fazlı teknikte oluşan karasu miktarı, ortalama 45 000 - 60 000 mg/l BOİ₅ seviyesi ile yaklaşık 0,15 m³ olmaktadır. Ekstraksiyonda su kullanılmadığından, su tüketiminde tasarruf sağlanmaktadır [105, RC/SPC 2000].

Geleneksel küspeye göre nem içeriği daha yüksek olan ve geleneksel ekstraksiyon tesisleri tarafından kabul edilmeyen atık zeytin küspesinin sevki ile ilgili zorluklar bulunmaktadır. Ayrıca, geleneksel veya üç fazlı sistemlere göre yağ içeriğinin düşük olmasından dolayı bu küspeden yağ ekstraksiyonunun daha az karlı olduğu bildirilmektedir. Kompost tüm durumlarda bir seçenek olarak bildirilmektedir. Atık zeytin küspesinin kritik kütesinin kullanılabilir olması halinde, biyokütle yakıtı olarak kullanımın bir seçenek olarak durduğu bildirilmektedir, elbette münferit dağınık ve izole tesislerde bu söz konusu olmamaktadır.

İki fazlı ve üç fazlı zeytinyağı proseslerinin ürün geçişleri, Tablo 12.1’de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 12.1 Üç fazlı ve iki fazlı zeytinyağı prosesleri ürün geçişlerinin karşılaştırılması

		İki fazlı proses	Üç fazlı proses
Girdi	Zeytin (t)	1	1
	Su (m ³)	0,1 – 0,12 (durulama suyu)	0,1 – 0,12 (durulama suyu) 0, 7 – 1 (eklenen su)
Çıktı	Yağ (t)	0,2	0,2
	Atıksu (t veya m ³)	0,1 - 0,15	1 - 1,2
	Atık zeytin (t)	0,8	0,5 - 0,6
Kaynak: [105, RC/SPC 2000]			

Zeytinyağının iki fazlı ekstraksiyonunda, sıcak su eklenmesine ihtiyaç yoktur. Her iki sistemin enerji tüketimi, < 90 – 117 kWh/t olarak bildirilmektedir. Ayrıca, her iki sistem aynı miktarda yıkama suyu, bir başka ifadeyle 0,1 – 0,12 m³/t zeytin, kullanmaktadır. Bu su tüketimi, ekstraksiyon prosesinden bağımsızdır, bununla beraber, bazı durumlarda ekstraksiyon prosesinden kaynaklanan karasu veya ıslak pirina ile karışmaktadır. Bazı değirmenler, zeytinleri doğrudan ağaçlardan topladıklarından yıkama suyu kullanmamaktadır.

Mevcut üç fazlı dekantör santrifüjlere, iki fazlı işletim için modifiye edilebilmektedir. Başlangıçta üç fazlı ekstraksiyondan sonra kullanılan pirina kurutucuları, iki fazlı teknik kullanıldığında oluşan pirinanın kurutulmasında uygun değildir. İki fazlı pirinanın uygun koşullarda kurutulmaması halinde, pirinadan üretilen yağ, gıda güvenliği mevzuatının izin verdiği PAH seviyelerini aşabilmektedir.

12.2.1 Pirina yağı rafinasyonu

Pirina tesisleri, zeytinlerden yağın ekstraksiyonu sonrasında kalan pirinayı işlemektedir. Çözücülerle ekstrete edilen yağın sonucunda, ham pirina yağı ve yağsız pirina oluşmaktadır. Yağ, rafinerilere gönderilip, daha sonra gıda sanayisinde kullanılırken, yağsız pirina esas olarak yakıt olarak kullanılmaktadır. Rafine pirina yağları, ham zeytinyağlarından farklı olan natürel zeytinyağlarıyla karıştırılmaktadır. Ayrıca, 136/66/EEC sayılı Tüzük'te yer alan adlandırma ve tanımlara göre sınıflandırılmaktadır [121, COM 1966].

12.2.2 Atıksu arıtma

Fosfor, inorganik ve organik formlarda bulunmaktadır. Laboratuvarda ve pilot tesis ölçeğinde testler yapılmıştır. Arıtma stratejileri geliştirilmiştir ve sonuç olarak iki prototip üretim ölçekli sistemde uygulanmıştır. Her iki örnek de tesislerin özel işletim koşulları ve yerel durumuna uygun hale getirilmiştir. Prototiplerin optimizasyonu devam etmektedir.

Bitkisel yağ sektöründe kullanılan birincil arıtma genellikle şunları içermektedir:

- Akış ve yük denkleştirme (bakınız 2.3.6.1.1 no'lu madde,
- Sedimentasyon (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde,
- Yağ kapanı (bakınız 2.3.6.1.4 no'lu madde,
- DAF (bakınız 2.3.6.5.4 no'lu madde),
- Çökeltme (bakınız 2.3.6.4.2 no'lu madde - fosfor emisyon seviyelerini azaltmak için.

Ayrıca, ikincil arıtma uygulanmakta ve aerobik prosesler kullanılmaktadır (bakınız 2.3.6.2.1 no'lu madde). Genelde atıksu, biyolojik arıtmaya uygundur. Aktif çamur (bakınız 2.3.6.2.1.1 no'lu madde), damlatmalı filtre (bakınız 2.3.6.2.1.5 no'lu madde) ve döner biyolojik kontaktör (bakınız 2.3.6.2.1.7 no'lu madde) kullanılabilir. Atıksuyun biyolojik arıtmasını etkileyebilecek sanayiye özgü faktörler, düşük uçucu lipofilik madde varlığı, sülfat, yüksek fosforlu lipid seviyeleri ve düşük pH'den oluşmaktadır.

12.2.2.1 Karasu

Zeytin değirmeni karasuyu, FDM sektöründe en kirletici atıksu türlerinden biri olarak kabul edilmektedir ve Avrupa’da zeytincilikte büyük sorunlara yol açmaktadır. Karasu çok yüksek KOİ, bir başka ifadeyle 200 000 mg/l, düşük pH, bir başka ifadeyle 3 – 5,9 ve yüksek katı madde içeriğine, bir başka ifadeyle TAKM 20 000 mg/l, sahiptir. Buna ek olarak, zeytinyağı karasuyunun, 80 000 mg/l’ye kadar çıkan yüksek polifenol içeriği, bakteriyel bozunmayı çok zorlaştırmaktadır ve karasuyun fitotoksik özelliklere sahip olmasına yol açmaktadır.

Genellikle, çoğu IED eşiğinin altında kalan küçük zeytin değirmenleri, buharlaştırma havuzu kullanılmaktadır (bakınız 2.3.6.2.1.2 no’lu madde). Bu değirmenlerin karasularının aylarca açık havuzlarda buharlaşmaya bırakılması, kötü koku oluşumuna yol açmakta ve birçok durumda, sızıntılar yeraltı suyu kontaminasyonuna yol açmaktadır. Katı artıklar daha sonra araziye yayma için gönderilmektedir. Katı artıkların doğrudan zeytinliklere bırakılması, yeraltı suyu kontaminasyonuna yol açmaktadır. Zeytin değirmenleri normalde, kentsel atıksu arıtma tesislerinin (MWWTP) bulunmadığı veya bu tür atıksuları arıtmak üzere tasarlanmadığı kırsal alanlarda yer aldığından bir kentsel atıksu arıtma tesisine bağlantı genellikle mümkün olmamaktadır. Ayrıca, termal konsantrasyon (bu dokümanda tanımlanmamaktadır), zeytinyağı karasuyu arıtmasında kullanılabilir.

Zeytinyağı karasuyu aynı zamanda, KOİ emisyon seviyelerini %65 - 95 oranında azaltabilen bir anaerobik atıksu arıtma tesisi (AAT) kullanarak arıtılabilmektedir. Özellikle zeytinyağı değirmenlerinin hasadının mevsimsel olması, kampanyaların Ekim - Mart ayları arasında gerçekleştirilmesi ve her bir konumda yalnızca üç ay sürmesinden dolayı, bu seçeneğin yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Bu değirmenlerin mevsimsel özellikleri arıtmayı etkilememektedir zira bir anaerobik çürütücü, arıtma koşullarını yeniden tesis etmek biraz zaman alsa da devre dışı durumdan kolayca yeniden devreye alınabilmektedir.

Karasusun yüksek polifenol içeriği, aerobik bakteri üremesini engellemektedir. Buna ek olarak, zeytinyağı karasuyunun hava ile teması sırasında fenolik bileşiklerin otoksidasyonu, bozunması çok daha zor olan makromoleküler polifenollerin oluşumuna yol açmaktadır.

Zeytin değirmenleri karasuyunun bir başka alternatif arıtması, katı maddelerin uzaklaştırılması için etkin birincil arıtmayı içerebilmektedir (bakınız 2.3.6.1 no’lu madde). Bir ideal flokülasyon maddesi seçimiyle çöktürmenin kullanılması (bakınız 2.3.6.4.2 no’lu madde), çözünmüş ve partikül organik maddeyi çok yüksek oranda ortadan kaldırmaktadır. Söz konusu organik madde daha sonra filtrasyon ile uzaklaştırılacaktır (bakınız 2.3.6.5.3 no’lu madde). Son adım, organik yükün %95 oranında azaltılmasını sağlamak için membran separasyon (bakınız 2.3.6.5.4 no’lu madde) uygulanmasından oluşmaktadır. Bu araştırılmaya devam etmektedir ve gelecekte bir çözüm olabilecektir. Tablo 12.2’de, zeytinyağı karasuyu arıtma alternatifleri karşılaştırılmaktadır.

Tablo 12.2 Zeytinyağı karasuyu arıtma alternatiflerinin karşılaştırılması

Yöntem	Avantajları	Dezavantajları
Araziye yayma	K, Mg ve organik madde içeriğinden dolayı verimlilikte iyileşme	Yeraltı suyu kontaminasyonu Yüksek tuzluluk Yasal sınırlamalar Polifenol içeriğinden dolayı belli seviyelerin aşılması halinde, bitkiler üzerinde olumsuz etkiler
Buharlaştırma havuzu	Düşük maliyet Vasıflı işçi ihtiyacı yok	Büyük arazi yüzeylerine ihtiyaç var Kötü kokular ve böcekler Havzanın doğru olmaması halinde yeraltı suyu kontaminasyonu
Termal konsantrasyon	Daha hızlı sistem	Yüksek güç tüketimi ve maliyet Evaporatörlerde kabuk bağlama
Anaerobik prosesler	Düşük enerji tüketimi Metan oluşumu Kararlı çamur	Pahalı tesis
Kaynak: [71, AWARENET 2002]		

12.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

12.3.1 Enerji tüketimi

Üç tesiste 1 ton ürün başına 0,29 MWh - 13.11 MWh arasında spesifik enerji tüketimi değerleri bildirilmiştir [193, TWG 2015].

12.3.2 Su tüketimi

Üç tesis tarafından 1 ton ürün başına 2,16 m³ - 10,29 m³ arasında spesifik su tüketimi değerleri bildirilmiştir (yıllar, 2012 - 2014) [193, TWG 2015].

12.3.3 Katı ürün

Ham zeytinyağı üretiminde, geleneksel sistem, bir başka ifadeyle presleme ve üç fazlı sistemde, pres küspesi ve önemli miktarda karasu oluşurken, esas olarak İspanya’da kullanılan iki fazlı sistemde, “orujo” olarak adlandırılan, yüksek su içeriğine sahip ve geleneksel katı atığa göre arıtılması daha zor olan hamur benzeri bir atık oluşmaktadır. Ham pres küspesi ve pirinadan oluşan pres küspesinin su içeriği, geleneksel presleme teknolojisiyle üretildiğinde yaklaşık %30, dekantör santrifüjlerle üretildiğinde ise yaklaşık %45 - 50 olmaktadır. Pres küspesi, normalde ayrı bir tesiste geri kazanılan bir miktar yağ içermektedir. Yağsız zeytin küspesi yakılmakta veya zeytinliklerde toprak koşullandırıcı olarak kullanılmaktadır.

12.3.4 Suyu verilen emisyonlar

Presleme olarak da adlandırılan geleneksel zeytinyağı üretiminde, üretilen 1 litre yağ başına yaklaşık 2 - 5 litre karasu ve üç fazlı sürekli zeytinyağı ekstraksiyonunda üretilen 1 litre yağ başına yaklaşık 6 - 8 litre karasu üretilirken, iki fazlı sürekli zeytinyağı ekstraksiyonunda üretilen 1 litre yağ başına yalnızca yaklaşık 0,33 - 0,35 litre karasu üretilmektedir. Tablo 12.3’te, farklı ekstraksiyon teknikleriyle üretilen zeytinyağı karasuyunun özellikleri verilmektedir.

12.3

Tablo 12.3 Zeytinyağı değirmeni karasuyunun özellikleri

Teknoloji	Atıksu miktarı (m ³ /t zeytinyağı)	BOİ ₅ (mg/l)	KOİ (mg/l)	TAKM (mg/l)	pH
Geleneksel ekstraksiyon (presleme)	2 - 5	22 000–62 000	59 000–162 000	65 000	4,6 - 4,9
Üç fazlı ekstraksiyon	6 - 8	13 000–14 000	39 000–78 000	65 000	5,2
İki fazlı ekstraksiyon	0,33 - 0,35	90 000–100 000	120 000–130 000	120 000	4,5 - 5,0
Kaynak: [42, Greek Ministry for the Environment 1997], [50, Junta de Andalucía and Agencia de Medio Ambiente 1994]					

Tablo 12.4’te, iki ve üç fazlı zeytinyağı ekstraksiyon proseslerinin farklı adımlarında üretilen ortalama karasu miktarları sunulmaktadır. Tablo 12.5’te, iki ve üç fazlı zeytinyağı ekstraksiyon proseslerinin farklı adımlarında üretilen karasuların bileşimi ile ilgili veriler sunulmaktadır.

Tablo 12.4 İki ve üç fazlı ekstraksiyon prosesleri zeytinyağı karasuları miktarları

Çıkış suyu	Miktar (l/kg işlenen zeytin)	
	İki fazlı proses	Üç fazlı proses
Zeytinlerin yıkanması	0,05	0,09
Yatay santrifüj	0	0,90
Zeytinyağı yıkanması (düşey santrifüj)	0,15	0,20
Genel temizlik	0,05	0,05
Son çıkış suyu	0,25	1,24
Kaynak: [33, Borja ve ark. 2006]		

Tablo 12.5 İki ve üç fazlı ekstraksiyon prosesleri zeytinyağı karasuları bileşimi

Çıkış suyu	İki fazlı proses			Üç fazlı proses		
	Katı madde (%)	Yağ (%)	KOİ (g/kg işlenen zeytin)	Katı madde (%)	Yağ (%)	KOİ (g/kg işlenen zeytin)
Zeytinlerin yıkanması	0,54	0,1	0,87	0,51	0,14	7,87
Yatay santrifüj	0	0	0	6,24	0,96	73,82
Zeytinyağı yıkanması (düşey santrifüj)	1,43	0,57	1,17	0	0	0
Kesin Atık	2,82	0,29	2,25	4,86	0,31	68,61
Kaynak: [33, Borja ve ark. 2006]						

Suya verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no'lu maddede bulunabilir.

12.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

12.4.1 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler

12.4.1.1 Pirina yağı üretimi

12.4.1.1.1 Hekzan geri kazanımı için madeni yağlı yıkayıcı

Bakınız 11.4.2.4.4 no'lu madde.

12.4.1.1.2 Geri kaynatıcı ve yerçekimli separatör kullanarak hekzan geri kazanımı

Bakınız 11.4.2.4.5 no'lu madde.

13 İŞLENMİŞ MEYVE-SEBZELERDEN ELDE EDİLEN ALKOLSÜZ İÇECEKLER VE NEKTAR/USARE

13.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

Alkolsüz içecekler kategorisi, gazsız içecekler, meyve aromalı içecekler, gazlı içecekler, buzlu çaylar ve kahveler, şuruplar, seyreltilebilir içecekler, enerji içecekleri ve spor içeceklerinden oluşmaktadır. Avrupa'da yılda yaklaşık 50 milyon litre alkolsüz içecek satılmaktadır. Bu, pazar payı artan - bazı ülkelerde toplam satışların %40'ına kadar çıkmaktadır - şekerli ve şekersiz, az şekerli içecekleri içermektedir.

Avrupa alkolsüz içecekler satışının yıllık perakende satış değeri yaklaşık 93 milyar avrodur. Değer itibarıyla perakende satışların toplam %57'si satış yerinde tüketilen ürün (on-trade) (otel, restoran, bar), %43'ü ise satış yerinde tüketilmeyen ürün (off-trade) (bakkal ve süpermarketler) şeklindedir. Miktar bakımından, satışların %17'si satış yerinde tüketilen ürünler, %83'ü ise satış yerinde tüketilmeyen ürünlerden oluşmaktadır.

Avrupa alkolsüz içecek sektörü ve bu sektörün değer zinciri, Avrupa ekonomisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Sanayi değer zinciri tarım, hammadde, üretim, ambalaj, taşıma, perakende ve yemek hizmeti alanlarına yansımaktadır. Meyve ve şeker gibi bileşenler, Avrupa tarım sektöründen elde edilmektedir. Narenciye, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi Avrupa'nın güneyinde yer alan ülkelerdeki yüzlerce yetiştiriciden alınırken, üzüm suyu meyveler AB-28 Üye Devletleri'nin birçoğundan tedarik edilmektedir. Şeker pancarı, Fransa, Almanya, Polonya ve Belçika dahil Avrupa genelinden elde edilmektedir. Su, meşrubatın ana bileşenidir ve normal ve kalorisiz ve düşük kalorili köpüklü meşrubat dahil olmak üzere çoğu alkolsüz içeceğin %85 - 95 oranında sudan oluşmaktadır.

Şişeleme prosesi binlerce tedarikçiyi desteklemektedir ve dağıtım sektörü, bakkallar ile bar, restoran ve perakende satış noktalarındaki müşterilerine hizmet vererek, alkolsüz içecekleri kıta genelinde son alıcılarına taşımaktadır.

Küresel alkolsüz içecek sanayisi analistleri tarafından yapılan araştırmada, alkolsüz içecek sektörünün toplam 55,4 milyar avro katma değer sunduğu tahmin edilmektedir. Bunun %17'sine (9,2 milyar avro) doğrudan AB-28'deki, maaş, vergi ödemeleri ve karlar dahil olmak üzere alkolsüz içecek üreticileri katkıda bulunmaktadır. Geri kalan %83'üne (46,2 milyar avro) ise dolaylı olarak, bileşenler, ambalaj tedarikçileri, dağıtım, reklam, pazarlama ve perakende dahil olmak üzere değer zincirinin tepesinde ve altında bulunanlar katkıda bulunmaktadır.

AB Üye Devletleri, alkolsüz içecek sanayisi katma değerinin ana yararlanıcılarıdır. AB Üye Devletleri söz konusu sanayilerin ürünleriyle bağlantılı olarak iş vergileri ve KDV'den en az 22,3 milyar avro elde etmektedir ve sanayinin tedarik zincirinde yer alan hanehalkları, vergi sonrası gelirler şeklinde 25 milyar avronun üzerinde gelir elde etmiştir.

Avrupa alkolsüz içecek sanayisi Avrupa ekonomisine kök salmıştır ve sanayinin ekonomik ayakizi, diğer sektörlerle güçlü bağlantıları üzerinden büyümektedir. Alkolsüz içecek sanayisi AB-28'de 1 milyondan fazla işi desteklemektedir. Toplam 156 000 kişi sanayide doğrudan istihdam edilmekte ve AB ekonomisinde ilave 890 000 iş desteklenmektedir. Alkolsüz içecek sanayisinde istihdam edilen her bir işçi, Avrupa değer zincirinde artı altı işçiyi desteklemektedir. Avrupa genelinde bu kişilerin yaklaşık 20 000'i tarım ve bileşen üretimi, 32 000'i ambalaj, 39 000'i taşıma sektörü, 27 000'i reklam ve tasarım gibi hizmetler, 180 000'i bakkal ve süpermarketler ve 596 000'i bar ve restoranlarda istihdam edilmektedir. AB-28'in işgücünün toplam %0,43'ü alkolsüz içecek sanayisinde istihdam edilmektedir.

Genellikle sanayi, üretim, satış ve dağıtımın tüketiciye yakın gerçekleştiği yerel sanayi şeklindedir. Kıta genelindeki 1 070'in üzerinde üretim tesisi ve şişeleme tesisiyle Avrupa genelinde güçlü bir ayakizine sahiptir, yerel müşteri ve pazarları desteklemek amacıyla yerel olarak işletilmekte ve yerli istihdamı sağlamaktadır. Bu, her kentte bar, restoran ve süpermarketler için gelir sağlamaktadır.

Kuzey Avrupa başta olmak üzere, bazı ülkelerde, alkolsüz içecekler genelde bira ve diğer hafif alkollü içecekleri üreten tesislerle, örneğin bira fabrikaları, aynı tesislerde üretilmektedir. Bu nedenle, içecek dolumu başta olmak üzere bazı prosesler ayrıca, proses hijyeni, temizlik, enerji ekonomisi ve bakımla ilgili prosesler oldukça entegre olabilmektedir. Sonuç olarak, üretim girdileri ve emisyonların ürün cinsi itibarıyla dağılımı oldukça güçtür.

13.2 Uygulanan proses ve teknikler

Alkolsüz içecekler, gazlı ve gazsız olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir. Alkolsüz içecekler, likörler, meyve aromalı içecekler, arpa özü gibi sebze-meyve suyu ve usare bazlı içecekler, zencefilli bira, maden suyu, limonata gibi aromalı içecekler ayrıca, çay gibi demlenmiş içeceklerden oluşmaktadır.

Genelde çoğu alkolsüz içekte bulunan bileşenler su, tatlandırıcı, asit ve aroma artırıcılardan oluşmaktadır. İsteğe bağlı bileşenler meyve, sebze, karbon dioksit, koruyucular ve renklendiricilerden oluşmaktadır. Su, tüm alkolsüz içeceklerin ana bileşenidir ve bu itibarla, içeceğin son duyuşsal niteliklerini etkileyen mikrobiyolojik yükler ve diğer parametreler bakımından suyun kalitesi son derece önemlidir. Çoğu alkolsüz içecek, şeker ve şekerli şuruplar ve/veya sakarin ve aspartam gibi yoğun tatlandırıcılarla tatlandırılmaktadır. Üretimde kullanılan aroma artırıcılar genelde, meyve, çiçek, çekirdek, yaprak, kabuk ve kök gibi bitki ekstratlarının yoğun biçimde konsantre sıvı karışımlarından elde edilmektedir. Alternatif olarak, aroma artırıcılar sentetik olabilmektedir.

Tüm köpüklü alkolsüz içecekler, karbon dioksit katılmasını gerektirmektedir. Karbon dioksit yan ürün olarak petrol, bira ve viski sanayilerinden elde edilebildiği gibi, tesiste de üretilmektedir. Alkolsüz içecekler, ısıtma, kimyasal koruma ve filtrasyon dahil olmak üzere çok sayıda teknikle korunabilmektedir. Bu yöntemler, düşük pH ile birlikte mikrobiyolojik bozulmayı önlemektedir.

Karbonatlaşmanın amacı, gazlı veya karbonatlı bir son ürün elde etmek amacıyla bir miktar karbonik gazın farklı ürünler elde edecek şekilde çözünmesini sağlamaktır. Suda çözündüğünde, karbon dioksit (CO₂) azar azar çözülür, dolayısıyla yavaş bir şekilde açığa çıkarak, tüketildiğinde ağızda kendine özgü his ve benzersiz tat bırakan köpükler oluşturmaktadır. Organoleptik özelliğine ek olarak, uygun koşullarda CO₂, zararlı aerobik mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek koruyucu bir özelliğe sahiptir.

Karbonatlaştırıcı, CO₂ gazını, karbonatlaştırılacak sıvı ile birleştirmektedir. Karbonatlaştırıcılar iki ana kategoriye ayrılabilir: yalnızca suyu karbonatlaştıranlar ve şurup ve sudan oluşan son ürün karışımını karbonatlaştıranlar. Bunlar bazı zamanlar, genelde karbo-soğutucular olarak anılan soğutucularla birleştirilmektedir. Dahili soğutuculu karbonatlaştırıcılar, boşaltma çeperli ısı eşanjörleri ve karbon dioksit enjektörleri, mevcut ana tasarımlardır.

Bu prosesle birlikte, havanın giderilmesi son derece önemlidir ve genellikle ilk aşamada su bileşenine uygulanmaktadır. Hava, bozulmaya yol açabilmektedir. Bazı zamanlar havayı gidermek için CO₂ kullanılmaktadır ancak son yıllarda, mekanik olarak havasızlaştırılan su kullanımı daha popüler olmuştur.

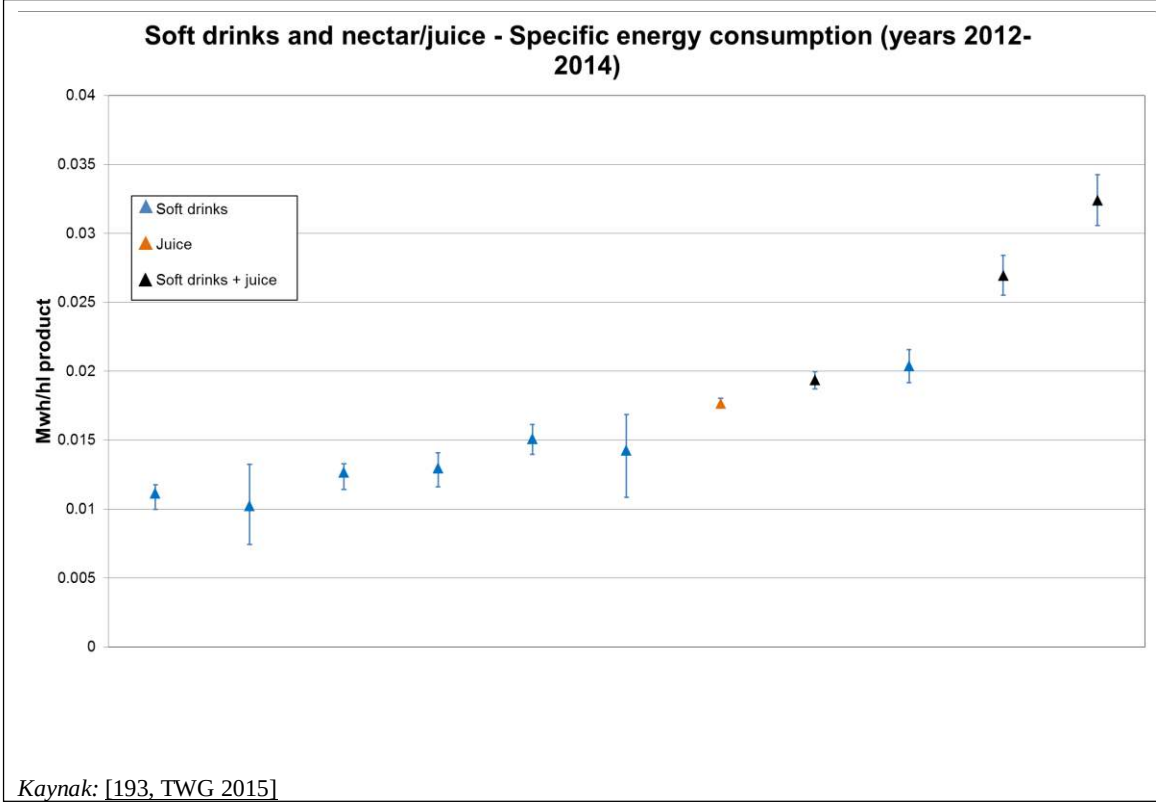
Karbonatlaşma derecesi her bir alkolsüz içecek formülasyonu için değişmekte olup, meyveli içeceklerde 4 g/l ile karışık içeceklerde 9 g/l ve sodada 12 g/l aralığındadır. CO₂ gazı içeriği, ağırlıkça en küçük bileşenlerden biri olsa da ürünün hoş bir tada sahip olması bakımından muhtemelen en önemli bileşendir. CO₂, alkolsüz içeceklerde köpürmenin sağlanması için uygun olan çok az gazdan biridir. Toksik değildir, inerttir, neredeyse tatsızdır ve dökme halinde taşıma ve depolamaya elverişlidir.

Temel alkolsüz içecek üretim prosesleri aynı zamanda, bileşenlerin şurup odasında karıştırılması ve bunu izleyen, çeşitli su arıtma işlemlerine tabi tutulan suyun eklenmesini içermektedir. Karışım bu aşamada ısı ile işlenebilmekte veya kimyasal olarak korunabilmektedir. Gerekirse ürün karbonatlaştırılmaktadır. Alternatif olarak, şurup ve su birleştirildikten sonra, ürün ambalajına doldurulmakta ve ambalajlı olarak ısı ile işlenmektedir. Şuruplar, filtrasyon veya homojenizasyon gerektirebilmekte ve pastörize edilebilmektedir. Çoğu ambalaj dolum öncesi, olasılıkla durulama yardımcısıyla birlikte su ile durulanarak veya hava verilerek temizlenmektedir.

13.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

13.3.1 Enerji tüketimi

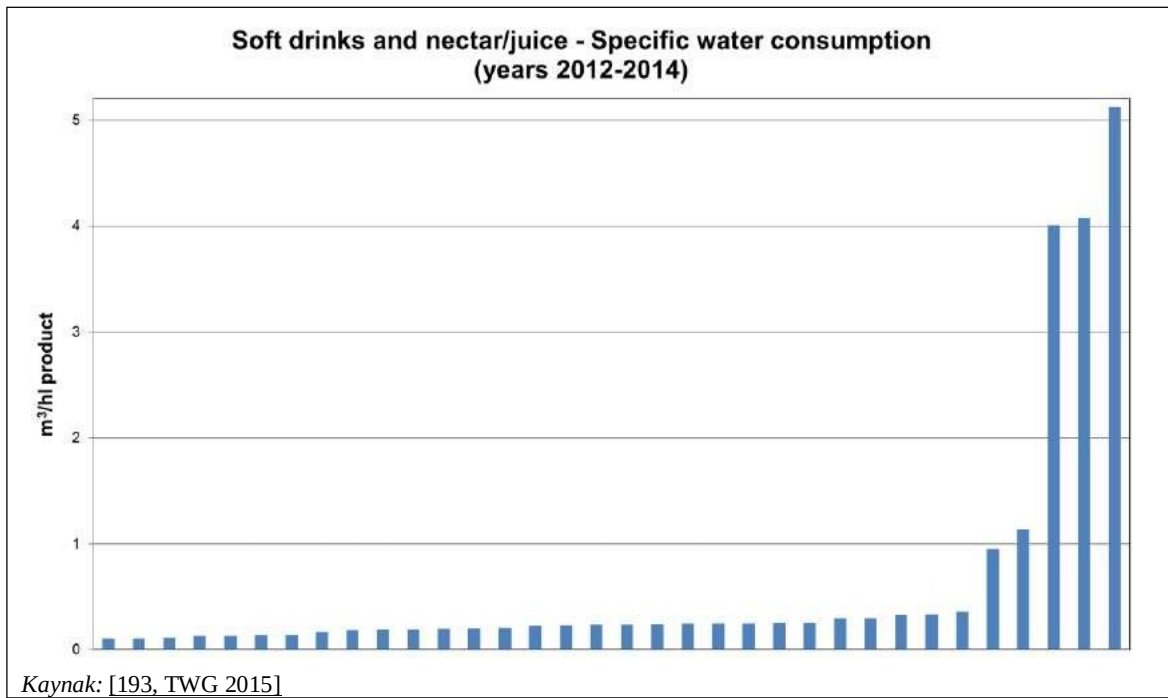
Şekil 13.1’de, çeşitli alkolsüz içecek ve nektar/usare tesislerindeki spesifik enerji tüketimi (MWh/ hl ürün) ile ilgili veriler sunulmaktadır. Alınan verilere göre, 0,035 MWh/hl ürün’ün altında spesifik enerji tüketim değerleri bildirilmiştir.



Şekil 13.1 Alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ hl ürün)

13.3.2 Su tüketimi

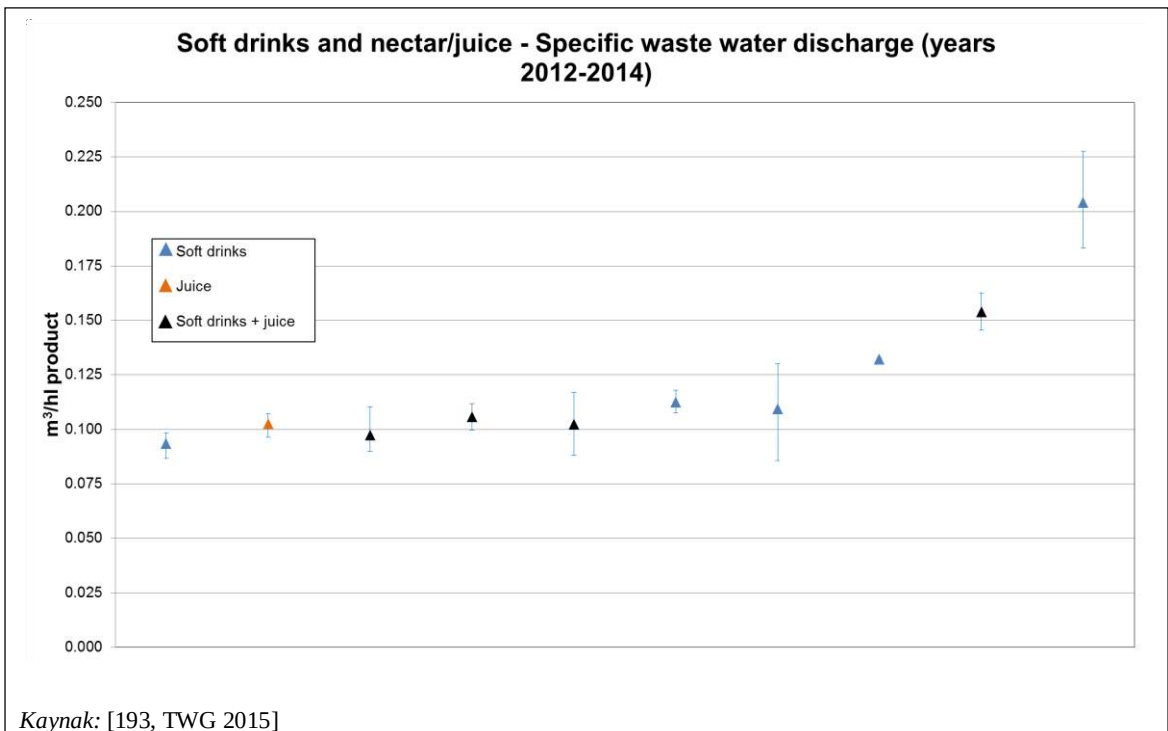
Şekil 13.2’de, çeşitli alkolsüz içecek ve nektar/usare tesislerindeki spesifik su tüketimi (m^3 / hl ürün) ile ilgili veriler sunulmaktadır. Alınan verilere göre, çoğu durumda, $0,3 m^3/hl$ ürün’ün altında spesifik su tüketim değerleri bildirilmiştir.



Şekil 13.2 Alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik su tüketimi (m^3/hl ürün)

13.3.3 Suya verilen emisyonlar

Şekil 13.3'te, tüm deşarj tipleri için, alkolsüz içecek ve nektar/usare tesislerinden kaynaklanan spesifik atıksu deşarjı (m^3/hl ürün) ile ilgili veriler gösterilmektedir. Suya verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no'lu maddede bulunabilir.



Şekil 13.3 Tüm deşarj tipleri için alkolsüz içecek ve nektar/usare üretimi spesifik atıksu deşarjı (m^3/hl ürün)

13.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

13.4.1 Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler

13.4.1.1 Karıştırma amaçlarıyla negatif basınç uygulanması

Tanım

Cebri olarak sıvıların kaplardan boşaltılması veya tozun karıştırıcıya eklenmesi için bir negatif basınç oluşturulur.

Teknik tanım

Sıvıların kaplardan boşaltılması veya karıştırıcıya toz eklenmesi için itici kuvvet görevi gören bir negatif basınç oluşturulmaktadır. İçecek tozları genelde kolayca çözünmektedir ve karıştırmak için yüksek makas karıştırıcıya ihtiyaç duyan zank gibi tozlarla aynı miktarda enerjiye ihtiyaç duymamaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Yüksek makas karıştırıcılara göre enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örneğin 3 000 litrelik karıştırma tankı için 7,5 kW'lık bir karıştırıcı ile, bir varilden 200 cP'nin altındaki sıvılar boşaltılabilmektedir. Yüksek makas karıştırıcı durumunda, bir radyal jet karıştırıcı ile, 18 kW'ye göre toplam 7,5 kW elektrik gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Toz karıştırma, stabilizatörler gibi aşırı ağıdalı tozlarda düzgün gerçekleştirilmemektedir.

Bu teknoloji ile, toz uzun mesafeler boyunca taşınabilmekte, bina dışında muhafaza edilebilmekte ve makine, ATEX onayı gerektirmemektedir. Böylece, tozun işlendiği bir tesis için daha güvenli bir üretim tesisi elde edilmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik, meşrubat tesislerinde, karıştırma alanında uygulanabilir. Stabilizatörler gibi ağıdalı tozlarda, yüksek makas karıştırma gibi bir başka tekniğin eklenmesine ihtiyaç vardır.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Bu teknoloji hidrolik taşımada kullanıldığında daha az patlama riski.
- Zemin seviyesinde işletim mümkün olduğundan işletmecisi için ergonomik çözüm.

Örnek tesisler

Bu teknik genellikle dünya genelinde kullanılmaktadır.

Kaynakça

[189, Tetra Pak 2015]

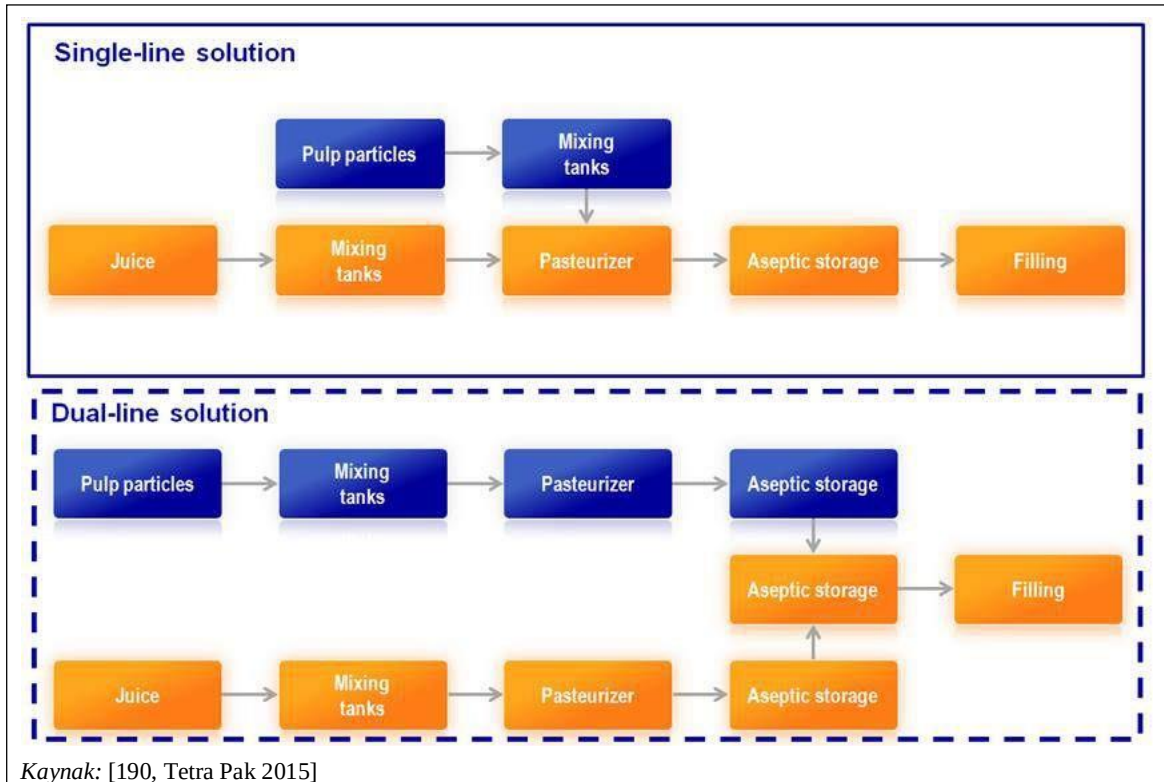
13.4.1.2 Nektar/usare üretimi için tek pastörize etme cihazı

Tanım

Hem usare hem pulp için iki ayrı pastörize etme cihazı kullanmak yerine bir pastörize etme cihazı kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Normalde biri sıvı diğer partikül veya lif içeren bulamaç için olmak üzere iki pastörize etme cihazı (çift hatlı çözüm) kullanılmaktadır. Tek hatlı çözümde, bir pastörize etme cihazı (bulamaç pastörize etme cihazı) devreden çıkmaktadır. Tek hatlı çözümde, partiküller ana pastörize etme cihazının ortasında hatta dozlanmakta ve miktarın tamamı tek seferde pastörize edilmektedir (bakınız Şekil 13.4).



Kaynak: [190, Tetra Pak 2015]

Şekil 13.4 Tek ve çift hatlı çözümün karşılaştırılması

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminin azaltılması (ısıtma ve soğutma).

Çevre performansı ve işletim verileri

Bulamaç %35 - 40, son meşrubat ise yaklaşık %5 partikül içermektedir, dolayısıyla bulamaç toplam miktarın yaklaşık yedide birini oluşturmaktadır. Çift hatlı çözümde bulamaç pastörize etme cihazında yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilen bulamaç, yüksek basınç düşümlerinden dolayı %50'nin üzerinde (bazı zamanlar sıfıra inmektedir) değildir. Son meşrubat pastörize etme cihazında, yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilen bulamaç yaklaşık %85'tir. Çift hatlı çözümde $(85-50)/7 = \%$ yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilen bulamaç kaybedilmektedir. Dolayısıyla, çift hatlı çözümdeki %20'ye göre, tek hatlı çözümdeki enerji kaybı %15'tir. Sonuç, tek hatlı çözüm %25 daha az ısıtma ve soğutma enerjisi tüketmektedir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Pulp tane boyundan dolayı uygulanabilirliği kısıtlı olabilmektedir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Enerji maliyetlerinin azalması. Sürekli sıvı fazı havasızlaştırma ve homojenleştirme olanağı.

Örnek tesisler

Bu teknik Türkiye ve Nijerya’da bazı tesislerde uygulanmıştır.

Kaynakça

[190, Tetra Pak 2015], [198, FoodDrinkEurope 2015]

13.4.1.3 Hidrolik şeker taşıma

Tanım

Şeker, üretim prosesine su ile taşınır. Taşıma sırasında şekerin bir bölümü çözündüğünden, şekerin çözülmesi için proseste daha az enerjiye ihtiyaç duyulur.

Teknik tanım

Bir hidrolik enjektörde, şeker çözücüsü şekeri çözmeye şeker deposunda başlamaktadır. Bu işlem uzakta gerçekleşebileceğinden, bu teknik, şekerin çözünme süresinin diğer konvansiyonel sistemlerden daha uzun olmasından dolayı, daha düşük şeker çözünme sıcaklığına izin vermektedir. Gerekli enerji yalnızca taşıma için kullanılmamakta aynı zamanda, bir ön çözünme işlemini başlatmakta, dolayısıyla enerji kaybı gerçekleşmemektedir. Bu, şekeri sürekli çözmek için, mekanik ve pnömatik taşıma sistemlerine göre, gerekli enerji miktarını azaltmaktadır. Şeker çözücüsüne pastörize etme cihazı eklenmesi halinde, daha düşük şeker çözünme sıcaklığına sahip olunmasından dolayı daha iyi rejeneratif (enerji geri kazanımı) oluşturulmaktadır. Bu, soğutma suyu tüketimini azaltmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Çözünme sıcaklığının azaltılması, bunun sonucunda daha düşük enerji tüketimi.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak, 10 000 l/s kapasite için, sürekli çözünme için bir konvansiyonel sistem 62 °Bx için 31 °C gerektirmekte, dolayısıyla 168 kW söz konusu olmaktadır. Hidrolik enjektörlü sürekli çözünme sistemi, 62 °Bx için 22 °C gerektirmekte, dolayısıyla 89 kW söz konusu olmaktadır.

Çapraz ortam etkileri

Bu teknikle ilişkili herhangi bir çapraz ortam etkisi yoktur.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Teknik şeker işlemi, şeker çözeltisi üreticileri ve meşrubatı (alkolsüz içecekler, usare, vb.) şeker çözeltisi üretmek isteyen meşrubat üreticilerinde uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

- Azalan enerji maliyetleri.
- Tozun fabrika dışına yerleştirilmesinden dolayı güvenli çalışma ortamı.

Örnek tesisler

Bu teknik, dünya genelinde uygulanmıştır.

Kaynakça

[191, Tetra Pak 2015]

13.4.1.4 Nektar/usare üretimi için enerji etkin homojenizatör

Bu teknikle ilgili bilgiler, 5.4.2.2 no'lu maddede verilmektedir.

13.4.1.5 Şişe kurutulması için düşük basınçlı üfleyiciler kullanılması

Tanım

Şişe kurutma uygulaması için düşük basınçlı hava fanları tesis edilir. Şişeleme hatlarında kurutma uygulamaları için genellikle kurulan hava bıçaklarının devreden çıkarılması ve üfleyicilerle değiştirilmesi, enerji verimliliği için iyi bir uygulama olmaktadır.

Teknik tanım

İşletim ve bakım açısından, üfleyiciler hava bıçaklarına göre çok daha etkin olmaktadır.

Hava bıçakları genelde, iade edilen şişelerden zerelerin ve mamul ambalajlardan su damlacıklarının temizlenmesi için kullanılmaktadır. Bu küçük nozullar az miktarda yüksek basınçlı hava kullanmaktadır ve bu nozulların kullanımı çok pahalıya mal olmaktadır (basınçlı hava en pahalı enerji kaynaklarından biridir). Kompresörlere göre, motorlu fanları kullanan üfleyici sistemlerden yüksek miktarlarda düşük basınçlı hava kullanmak, çok daha etkin bir seçenektir. Ayrıca, üfleyici ekipmanının bakımı çok daha az pahalıdır.

Elde edilen çevresel yararlar

Standart hava bıçaklarının her biri, hava bıçağı başına 3 kW gerektiren 35 m³/s basınçlı hava kullanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bazı tesislerde şişe kurutma işlemi daha uzun (hava bıçaklarından) sürebilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genelde, üfleyici grubu, birden çok nozul grubuna hava besleyen dağıtım hortumlarıyla birlikte döşeme veya platform üzerine kurulmaktadır. Sistemlerin uygun bir şekilde boyutlandırılmasını sağlamak için konu hakkında bilgisi olan bir satıcıya danışılmalıdır.

Ekonomi

Altı hava bıçaklı bir tipik kurgu için, bir üfleyici sistem ile değişim, 5 000 s/yıl işletim ve 0,10 avro/kWh elektrik maliyeti kabulüyle 9 000 avro/yıl tasarruf sağlayabilmektedir. Ortalama amortisman süresi 2 yıl veya daha az bir süredir.

Uygulamanın ana etkeni

Düşük hava basıncından (düşük enerji kullanımı) dolayı, düşük işletim maliyetleri elde edilecektir.

Örnek tesisler

İspanya'daki bir tesis.

Referans literatür

[98, TWG 2017]

13.4.2 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler

13.4.2.1 Suyun geri dönüşümü

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Örneğin temizlik, yıkama, soğutma veya prosesin kendisi için su akımlarının geri dönüşümü veya yeniden kullanılmasıdır (öncesinde su arıtma ile veya su arıtma olmadan).

Teknik tanım

Durulama suyu doğrudan bir depolama tankına verilmekte ve muhtemel arıtma sonrasında, yardımcı servisler için kullanılabilir. Ayrıca, dolum makineleri atıksuyu, soğutma amaçlarıyla kullanılabilir.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir tesiste (#183), durulama suyu doğrudan depolama tankına verilmekte ve filtrelendikten sonra, dekalsifikasyon reçine ekipmanından geçmekte ve yardımcı servisler için yeniden kullanılmaktadır. Yardımcı servislerin su tüketimi %25 azaltılmaktadır.

Bir başka tesiste (#279), dolum makineleri atıksuları (temiz suya yakın nitelikte, KOİ yaklaşık 100 mg/l), soğutma kulelerinde yeniden kullanılmaktadır. Bu soğutma sistemi etkin olmak için günlük yaklaşık 150 m³ suya ihtiyaç duymaktadır. Soğutma kulelerinde yeniden kullanılması için atıksu biyositlerle doğru bir şekilde artırmak zorundadır.

Çapraz ortam etkileri

Pompa sisteminden dolayı artan enerji tüketimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Bilgi verilmemiştir.

Ekonomi

140 000 avro yatırım maliyeti ve yıllık 9 300 avro işletme maliyeti bildirilmiştir (10 m³'lük bir depolama tankı için).

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma ile ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

Tesis #183 ve #279.

Referans literatür

[193, TWG 2015]

13.4.3 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler

13.4.3.1 Kalıntıların ayrılması

Bu teknik, 2.3.5.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Sektörde bu tekniğin uygulanması için diğer birçok olanak bulunabilmektedir. İçecek üretimindeki bazı örnekler aşağıda verilmektedir:

- Klarifikasyon, arıtma maddelerinin katılmasını içermektedir. Klarifikasyon tortularının, santrifüjleme veya filtrasyon ile ayrıldığı bildirilmektedir.
- Şeker/ fermente edilebilir içeriği yüksek atıksular, diğer sanayilerde - örneğin maya üretimi - yeniden kullanılabilir.
- Güçlü çözeltilerin prosese geri verilmesi veya hayvan yemi ya da başka kullanım amaçlarıyla geri kazanımı.
- İade edilen kapların içeriğinin yıkanarak drene edilmekten ziyade toplanması.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Tüm içecek üretim tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür

[71, AWARENET 2002]

13.5 Yeni teknikler

13.5.1 İdeal usare pastörizasyonu

Tanım

İdeal usare pastörizasyonudur.

Teknik tanım

Usare pastörizasyonu, iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Genelde usarenin sıkılmasından hemen sonra gerçekleştirilen ilk pastörizasyonda, enzimlerin etkinliği giderilmekte ve mikroorganizmalar imha edilmektedir. Ambalajlama öncesinde, dökme depolama sırasında gelişen mikroorganizmaları imha etmek için ikinci bir pastörizasyon gerçekleştirilmektedir. Bu ikinci işlem genellikle 15 saniye süreyle 95 °C’de yapılmaktadır. Yeni teknolojilerin hayata geçirilmesiyle birlikte, bu işlemin sıcaklığı pH seviyesi 4,2 veya altı olan usarelerde 80 °C’ye indirilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminde %20’ye kadar azalma sağlanması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Enerji tasarrufu örneği, Tablo 13.1’de sunulmaktadır.

Tablo 13.1 Pastörizasyon için ısı ile işlem proseslerinin karşılaştırılması

İkinci pastörizasyon	95°C (15 sn)	80°C (15 sn)
Isıtma yükü (kW)	430	354
Soğutma yükü (kW)	183	107
Enerji maliyeti (avro)	99 000	80 000
CO ₂ emisyonları (kg CO ₂ /1 000 litre)	6,7	5,4
(1) Kapasite, 22 000 l/s. İşletim, 4 000 s/yıl. Buhar maliyeti: 0,035 avro/kg. Soğutma maliyeti: 0,025 avro/kWh.		

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Genellikle, usare, nektar ve gazsız içecek tesislerinde bu tekniğin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir teknik kısıtlama yoktur.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

İşletme maliyetinin azalması.

Örnek tesisler

Dünya genelinde birçok tesis bu çözümle ilgilenmekte ve kendi testlerini yürütmektedir. Danimarka’daki bir üretici, tekniği kullanmaya yakındır.

Kaynakça

[187, Tetra Pak 2015], [188, Tetra Pak 2015]

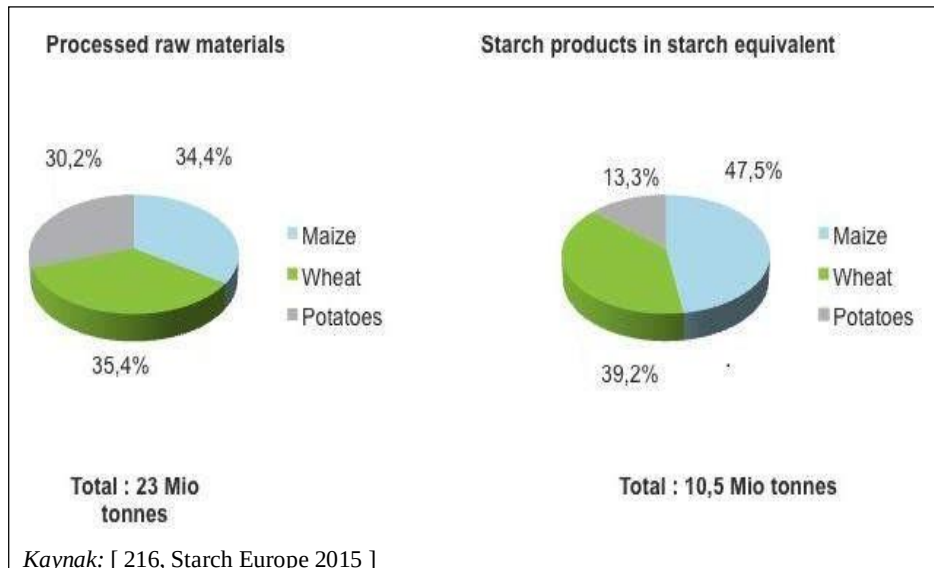
14 NİŞASTA ÜRETİMİ

14.1 Sektörle ilgili genel bilgiler

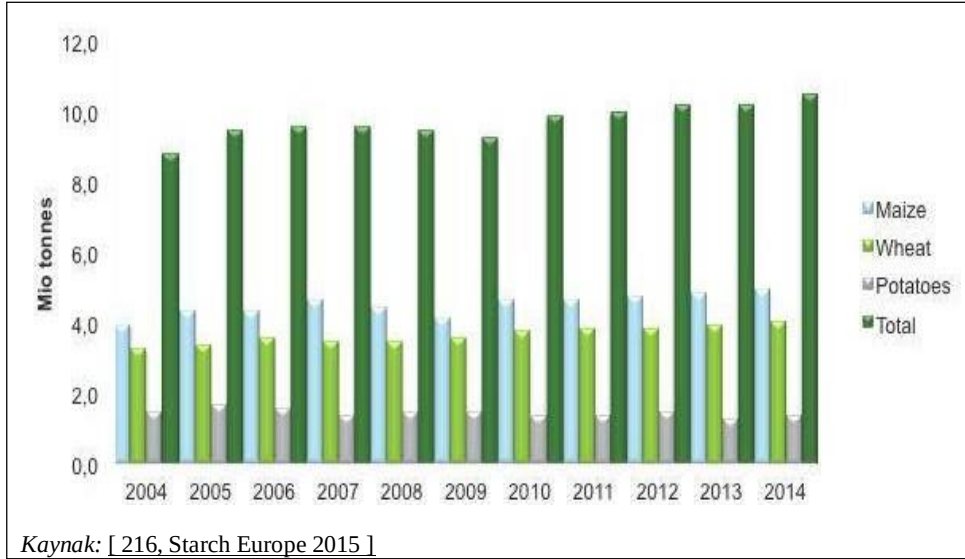
Nişasta, enerji rezervi olarak bitkiler tarafından doğal olarak üretilen yüksek molekül kütlesine sahip olan bir karbonhidrattır. Nişasta ve türevleri, gıda, yem, kağıt ve karton, tekstil, farmasötik ve kozmetik dahil olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Doğal nişasta, genellikle beyaz toz şeklindedir. Nişasta ve türevleri, koyulaştırma, bağlama, jelatinleşme, renklendirme, kristalleşmeyi önleme ve gıda sanayisinde tatlandırma amaçlarıyla kullanılabilir. Fiziksel veya kimyasal olarak işleme tabi tutulan veya yapısı değiştirilen nişastalar, özellikle bazı işlevsel özellikleri artırmak amacıyla üretilmektedir. Nişastanın asit veya enzimlerle hidrolizi ile, sıvı tatlandırıcılar (örneğin sıvı glükoz, glükoz-fruktoz şurupları) olarak adlandırılan, aynı zamanda kurutulabilen ve şekerleme, içecek, çocuk maması, süt ürünleri, fırınlanmış ürünler veya diğer gıda maddelerinde kullanılabilen çeşitli şeker şurupları elde edilmektedir. Eksik hidroliz, glükoz, maltoz ve hidrolize edilmemiş fraksiyonların bir karışımını vermektedir. Rüşeym, nişasta üretiminin bir eş ürünüdür ve yağ üretiminde kullanılabilir. Diğer eş ürünler, tamamı kullanılan veya hayvan yemi dahil olmak üzere başka amaçlarla satılan lif, glüten ve yağsız kepektir. Ayrıca, nişasta tesislerinde poliyol ve etanol gibi diğer ürünler üretilmektedir.

Avrupa’da nişasta ve türevlerinin üretiminde kullanılan ana hammadde hububat, bir başka ifadeyle mısır, buğday, arpa ve pirinç ve patatesin özel çeşitleridir. Her bir tesiste ağırlık genellikle bir hammadde üzerindedir [6, Environment Agency of England and Wales 2000], [48, European Starch Association 2001].

Avrupa nişasta sanayisi doğal nişastadan, fiziksel veya kimyasal olarak yapısı değiştirilmiş nişastalara, sıvı ve katı tatlandırıcılara kadar değişen 600’ün üzerinde ürün üretmektedir. Nişasta ürünlerinin geniş bir gıda, gıda dışı ve yem uygulamaları aralığında bileşen ve işlevsel takviye olarak çok yönlü kullanımı bulunmaktadır. 28 AB Üye Devleti’nin 21’inde yer alan yaklaşık 77 nişasta üretim tesisinde, Avrupa nişasta sanayisi AB buğday, mısır ve patates ürünlerinden yılda 10,5 milyon ton nişasta üretmektedir (bakınız Şekil 14.1). AB nişasta üretimi, 2004’teki 8,7 milyon tondan, 2014’te 10,5 milyon tona yükselmiştir (bakınız Şekil 14.2).

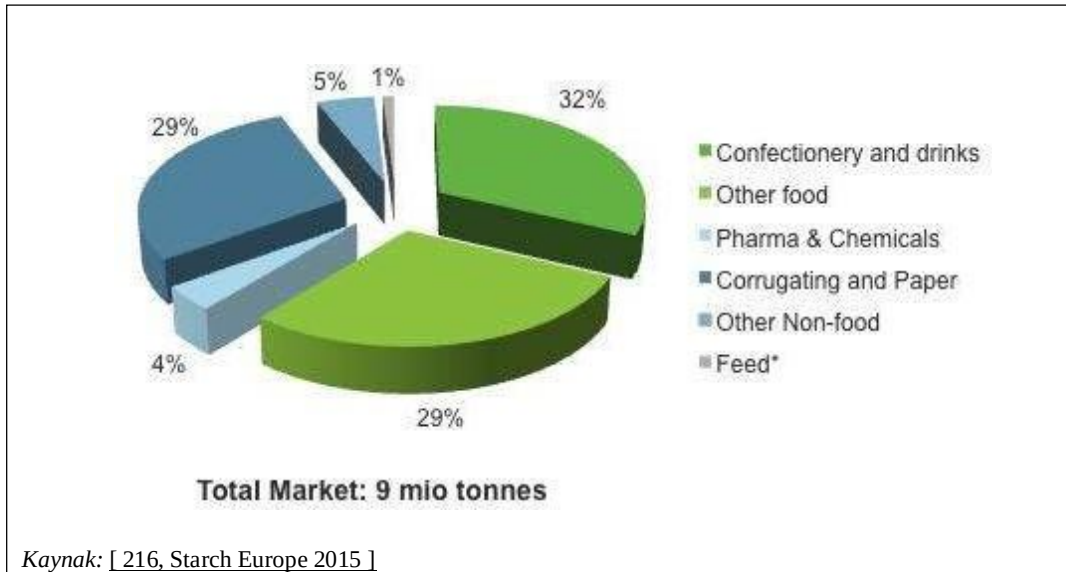


Şekil 14.1 AB-28 nişasta üretimi (2014)



Şekil 14.2 AB-28 nişasta üretimi

AB-28'in nişasta tüketimi 9 milyon ton (toplam yaklaşık 5 milyon ton olan nişasta yan ürünleri hariç) olup, bunun %61'i gıda, %1'i yem ve %38'i, başta kağıt üretimi olmak üzere gıda dışı uygulamalarda gerçekleşmektedir (bakınız Şekil 14.3). AB'de tüketilen 9 milyon ton nişasta ve nişasta türevinin, %25'ini doğal nişasta, %20'sini yapısı değiştirilmiş nişasta ve %55'ini nişasta tatlandırıcılar oluşturmaktadır.

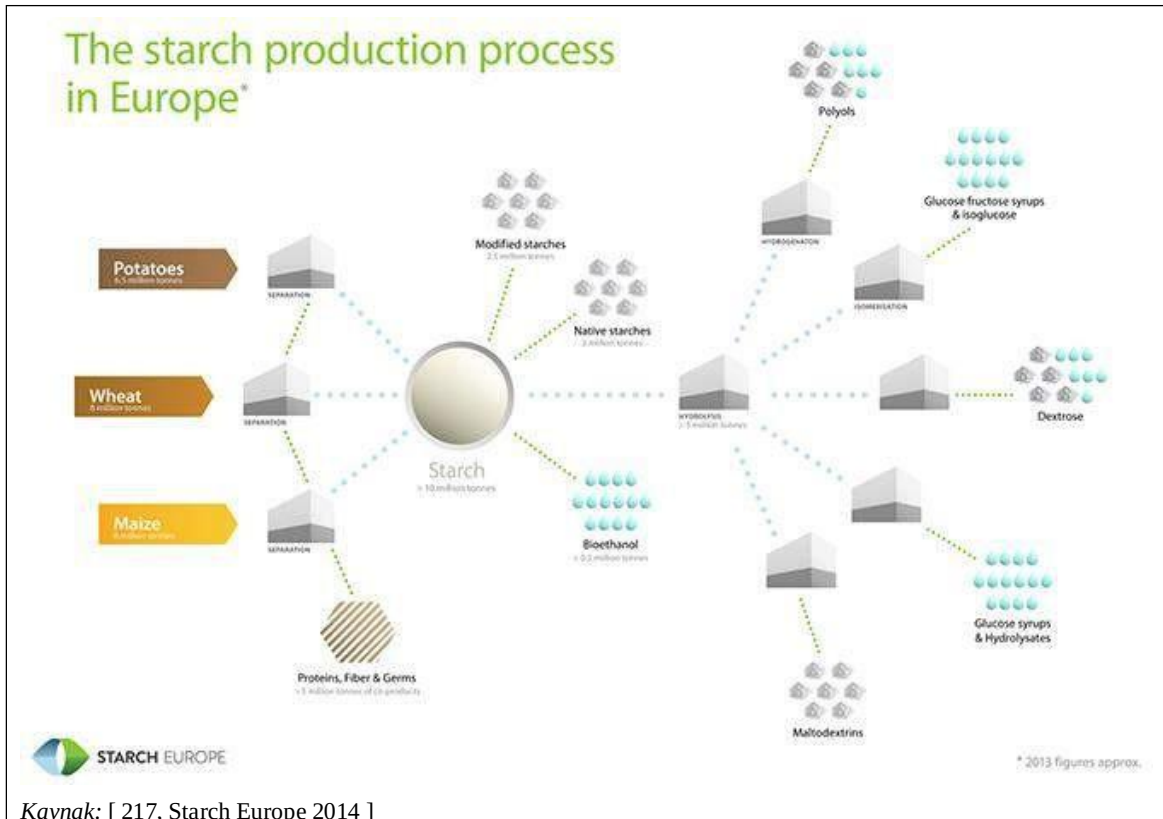


Şekil 14.3 AB-28 ana nişasta uygulamaları (2014)

Bu dokümanda yalnızca mısır, buğday ve patatesten nişasta (ve türevlerinin) üretimi açıklanmaktadır.

14.2 Uygulanan proses ve teknikler

Nişasta sanayisi, nişasta, protein, selüloz zarı, çözünür fraksiyonlar ve mısırdaki yağ ekstrakte edilecek olan rüşeym olmak üzere bitkinin bileşenlerini ayırmaktadır. Birinci fazda, ezme, eleme, santrifüjleme, vb. olmak üzere bileşenlerin fiziksel olarak ayrıldığı bir dizi basit aşama kullanılmaktadır. Bununla beraber, üretim yöntemleri her bir tesise özğüdür ve endüstriyel aletler normalde belirli bir hammadde (Avrupa’da mısır, buğday veya patates) için özeldir. İkinci aşamada, en saf formunda ekstrakte edilen nişasta, kurutma sonrasındaki haliyle (bu, doğal nişasta olarak adlandırılmaktadır) kullanılacak veya performansını değiştirmeye yönelik (yapısı değiştirilmiş nişasta) veya hidroliz prosesi ile tatlandırıcı elde etmek için çeşitli dönüşümlerden geçerek ileri işlemeye tabi tutulacaktır. Proses sonunda, nişasta ve türev ürünleri, toz (görüntüsü una benzemektedir) veya şurup formunda müşteri sanayilere teslim edilmektedir. Nişasta üretim prosesinin genel bir görünümü şekil 14.4’te gösterilmektedir.



Kaynak: [217, Starch Europe 2014]

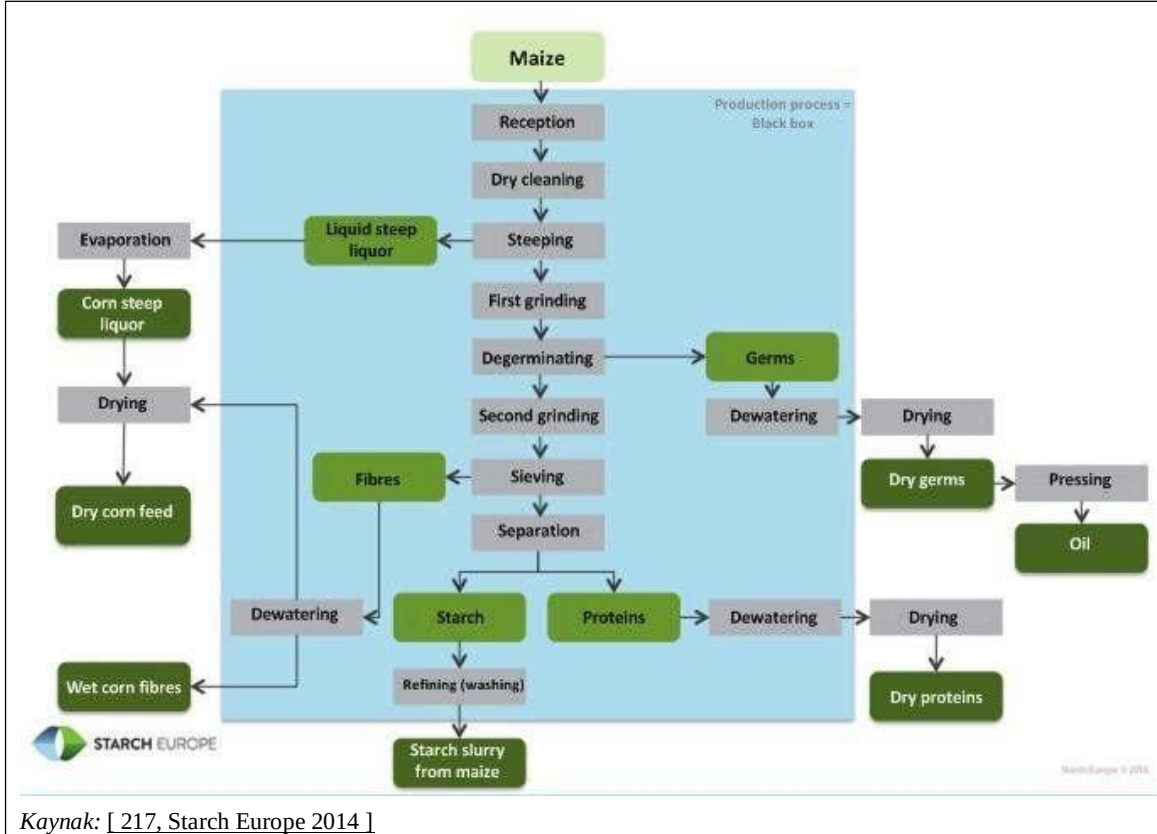
şekil 14.4 Nişasta üretim prosesi

14.2.1 Mısır nişastası

Saf nişastanın mısırdan ticari olarak ayrılması, genelde etkin olarak kabul edilen bir ıslak öğütme prosesi ile gerçekleştirilmektedir. Proses, proses suyunun kapalı devrede yeniden kullanıldığı bir kapalı sistemde yürütölmektedir. Tatlı su eklenmesi, üretim prosesinde tek nokta ile sınırlı olmaktadır.

Hammadde, toz, kabuk, kırık taneler, koçan ve diğer yabancı maddeleri gidermek amacıyla aspirasyon ve eleme işlemleriyle yıkanmaktadır. Mısır, olasılıkla kükürtlü bileşikler kullanarak, ıslatma olarak bilinen bir işlemden yaklaşık 36 saat boyunca ıslatılmaktadır. Bu işlem mısırdaki çözünür bileşenleri uzaklaştırmakta, çeşitli bileşenlerin daha iyi ayrılması için taneyi yumuşatmakta ve mikrobiyel aktiviteyi azaltmaktadır. Islatmadan sonra mısır, yalnızca nişasta ve glöten kalıncaya kadar çeşitli öğütme ve ayırma işlemlerinden geçirilmektedir. Tane ilk olarak kaba bir şekilde öğütölmekte ve rüşeym, öğütölen kaba taneden uzaklaştırılmaktadır.

Rüşeym uzaklaştırıldıktan sonra, öğütülen kaba tane ince bir şekilde öğütülmekte ve eleme işlemiyle lif uzaklaştırılmaktadır. Nişasta ve gluten genelde santrifüj yöntemleriyle ayrılmaktadır. Bu ham nişasta, dört - altı santrifüj dizisinde ters akış kullanarak içme suyuyla yıkanmaktadır. Bir uçta, ham nişasta girdiyi, proses suyu ise çıktıyı oluştururken, diğer uçta, rafine nişasta çıktıyı ve tatlı içme suyu, girdiyi oluşturmaktadır. Bu aşamada rafine nişasta olarak adlandırılan nişasta daha sonra susuzlaştırılmakta ve kurutulmaktadır. Rafine nişasta genelde %99 saftır ve %85 - 88 kuru katıdır. Doğal nişasta, fiziko-kimyasal değişime uğramadan önceki rafine nişastadır. Gluten ve lif ayrı olarak yan ürün şeklinde alınmaktadır. Örnek mısır nişastası üretim prosesi genel görünümü Şekil 14.5'te gösterilmektedir.

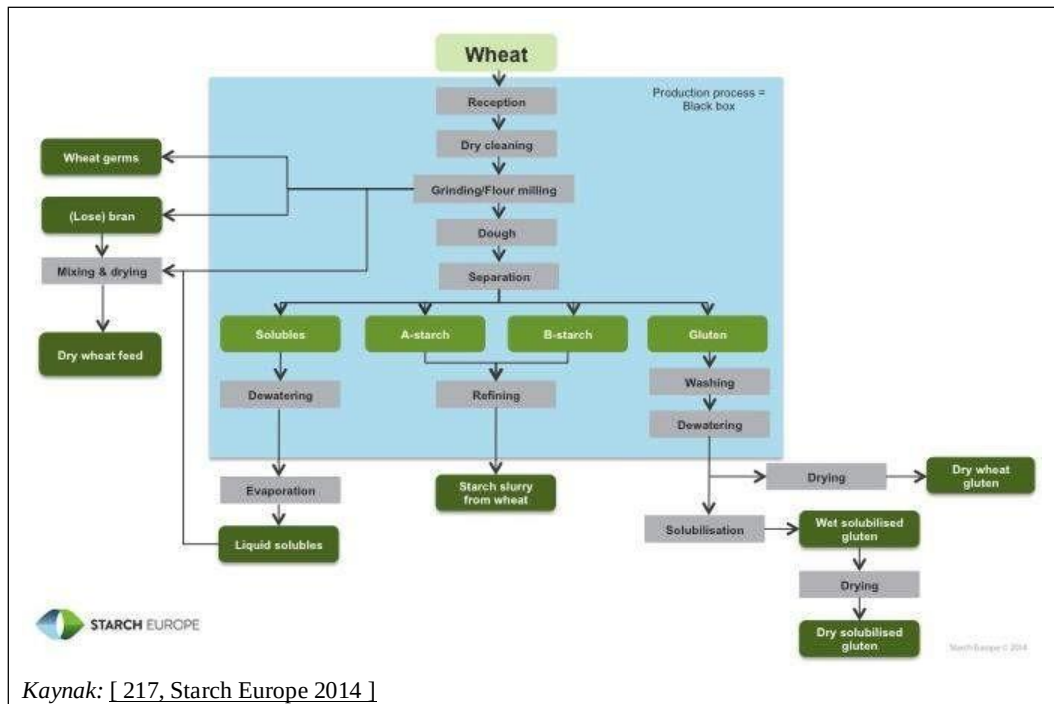


Kaynak: [217, Starch Europe 2014]

Şekil 14.5 Mısır nişastası üretim prosesi

14.2.2 Buğday nişastası

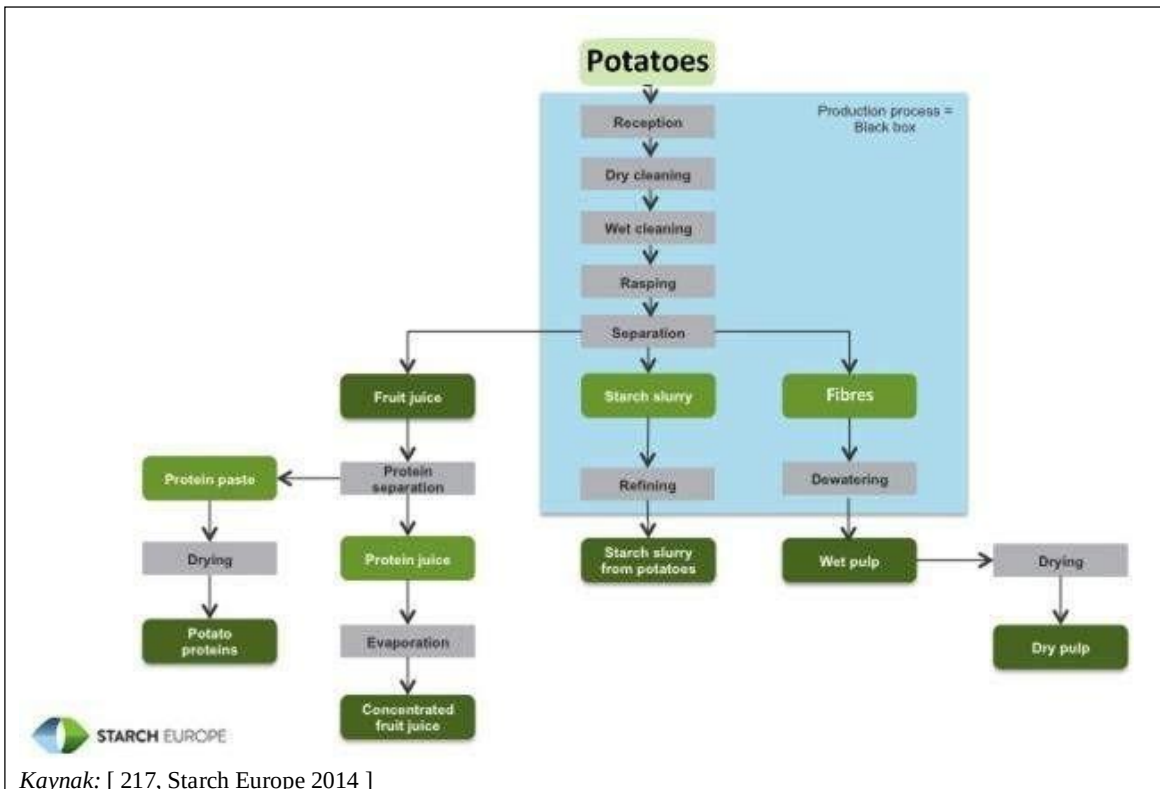
Saf nişastanın buğdaydan ticari olarak ayrılması, iki fazlı bir proses ile gerçekleştirilmektedir. Birinci fazda, buğday tanesi kuru öğütme prosesi ile öğütülmekte veya buğday ununa dönüştürülmektedir. Daha sonra, ikinci fazda, öğütülmüş buğday veya buğday unu ıslak ayırma prosesi ile ayrı bileşenler, bir başka ifadeyle nişasta, gluten, çözünür bileşenler ve son olarak lif olarak ayrılmaktadır. Proses, proses suyunun kapalı devrede geri dönüştürüldüğü bir kapalı sistemde yürütülmektedir. Prosesin bazı aşamalarında tatlı su kullanılmaktadır. Buğday nişastası üretim prosesinin genel bir görünümü Şekil 14.6'da gösterilmektedir. Rafine nişasta elde etmek için ham buğday nişastası yıkama işlemi, mısır nişastasıyla aynıdır (bakınız 14.2.1 no'lu madde).



Şekil 14.6 Buğday nişastası üretim prosesi

14.2.3 Patates nişastası

Nişasta, ıslak prosesiyle patateslerden ekstrakte edilmektedir. Bu, rafine edilmeden, susuzlaştırılmadan ve kurutulmadan (veya ileri işleme tabi tutulmadan) önce nişasta bulamacının ayrıldığı yumru parçalama işlemini içermektedir. Son ürünler nişasta, protein, pulp, lif ve meyve suyunun oluşmaktadır. Patates nişastası üretim prosesinin genel bir görünümü Şekil 14.7’de gösterilmektedir. Rafine nişasta elde etmek için ham patates nişastası yıkama işlemi, mısır nişastasıyla aynıdır (bakınız 14.2.1 no’lu madde).



Şekil 14.7 Patates nişastası üretim prosesi

Belçika ve Hollanda gibi bazı Üye Devletler’de, patates nişastası entegre tesislerde (anı zamanda kızartma ve püre ürünlerinin üretildiği) üretilmektedir.

14.2.4 Tatlandırıcılar

Nişasta bulamacı, nişasta bazlı tatlandırıcıların üretimi için ilk hammaddestir. Tatlandırıcılar asitler, enzimler veya bu ikisinin kombinasyonunun etkisiyle üretilmektedir ancak, enzimler daha yaygın kullanılmaktadır. Bir tipik proseste, nişastanın jelatinleşmesi için nişasta bulamacı ısıtılarak, asitler ve/veya enzimlerle karıştırılmakta ve farklı sıvılaşma reaktörlerinde reaksiyona sokulmaktadır. Nişastanın dönüştürülmesi yalnızca beş dakika sürmektedir. Kütle nötralize edilmekte ve sakkarifikasyon ve/veya izomerleşme gibi ilave enzimatik reaksiyonlardan sonra, elde edilen ürün buharlaştırılmadan önce birkaç saflaştırma aşaması, bir başka ifadeyle çözünmez bileşenlerin ayrılması, mineralsizleştirme ve renksizleştirme, gerçekleşmektedir.

Genellikle çözelti filtrelenmekte ve renk, kül ve diğer katışkıların, örneğin mineraller, temizlenmesi için aktif karbon veya iyon değişim reçineleriyle işleme tabi tutulmaktadır. Elde edilen sıvı tatlandırıcı, bu haliyle satılabilmekte veya kuru tatlandırıcı elde etmek üzere kurutulmakta veya kristalleştirilmektedir.

14.2.5 Yapısı değiştirilmiş (fiziksel/kimyasal) nişastalar

Doğal nişastanın özellikleri, yapısı değiştirilmiş nişasta elde etmek amacıyla değiştirilebilmektedir. Yapının değiştirilmesi kimyasallar ve enzimlerle veya fiziksel olarak gerçekleştirilebilmektedir. Katılan kimyasallar kuru veya ıslak olabilmekte, dolayısıyla son kurutma gerekebilmektedir. Kuru kimyasal yapı değiştirme işleminde, susuzlaştırılan ve kurutulan doğal nişasta kullanılmaktadır. Ürün olarak, kimyasal olarak yapısı değiştirilmiş nişastalar elde edilmektedir. Islak proseste, nişasta bulamacı veya yeniden bulamaç haline getirilen doğal nişasta kimyasallarla birlikte doğrudan reaktöre beslenmekte ve reaksiyon, sıvı fazda gerçekleşmektedir. Elde edilen bulamaç kurutulmadan önce yıkanmakta ve/veya susuzlaştırılmaktadır. Ürün olarak, fiziko-kimyasal olarak işleme tabi tutulmuş veya yapısı değiştirilmiş nişastalar elde edilmektedir.

14.2.6 Atıksu arıtma

Nişasta işleme atıksuyu birincil arıtması aşağıdaki teknikleri kapsamaktadır:

- Akış ve yük denkleştirmesi (bakınız 2.3.6.1.1 no’lu madde,
- Sedimentasyon (bakınız 2.3.6.5.2 no’lu madde,
- DAF (bakınız 2.3.6.5.4 no’lu madde).

İleri işlemin gerekli olması halinde, ikincil arıtma teknikleri uygulanmaktadır. Organik madde yükü yüksek ve askıda katı madde (TAKM) yükü düşük olduğu zaman anaerobik prosesler (bakınız 2.3.6.2.2 no’lu madde) kullanılmaktadır, bununla beraber bazı zamanlar yüksek TAKM seviyelerine sahip atıksuyu arıtmak amacıyla uzun anaerobik işlemlerin kullanıldığı bildirilmektedir. Metanlaşma reaksiyonu gerçekleşerek, hacmen %50 - 70 metan içeren ve genellikle bir kazanda geri kazanımı gerçekleştirilen biyogaz üretmektedir. Bu arıtmanın avantajı, bulamaç üretmeden KOİ yükü bölümünü temizlemesi ve enerji tasarrufu sağlamasıdır. Bununla beraber, bu tür bir reaksiyonun optimize edilmesi zordur ve KOİ yükü giderim verimliliği, %50 - 80 arasında olabilmektedir. Anaerobik arıtma seçimi aynı zamanda yükleme oranlarına bağlıdır, örneğin KOİ/N, BOİ/N ve N/P. KOİ/N oranı, hem anaerobik hem aerobik reaktörlerde bakterilerin üremesine izin verecek kadar yüksek olmalıdır. Ancak, KOİ ve BOİ giderim oranları düşük olduğundan, ileri arıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Genellikle, bir sonraki adım, aerobik arıtma (bakınız 2.3.6.2.1 no’lu madde) olmaktadır. Oksijen, yüzeyel havalandırıcılarla veya havuz tabanına hava üfleyerek sağlanmaktadır. Atıksu KOİ seviyesi 10 000 mg/l’nin üzerinde olduğunda, atıksuyun tek başına aerobik arıtmaya tabi tutulmaması en iyi seçenek olmaktadır. Bununla beraber, konsantrasyon sistemleri kondense buharları veya patates nişastası üretimi yıkama ve kanal suyu gibi daha az kirli atıksular için aerobik teknikler uygun olmaktadır. Özellikle, kondense buharlar arıtılırken, dengeli bir oran sağlanması (N/P) önemlidir. Buna ek olarak, nişasta yapı değiştirme işleminden kaynaklanan atıksuyun, çamur yükselmesi ve kabarmasına bağlı muhtemel sorunlarla birlikte son derece dengesiz, karbonhidrat bazlı organik yüklere sahip olması beklenebilmektedir [35, Germany 2002].

Son olarak, üçüncül arıtma, biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyonu (bakınız 2.3.6.3.1 no'lu madde) kapsamaktadır. Üçüncül arıtmanın her zaman gerekli olmadığı bildirilmektedir.

Bildirilen, arıtma sonrası atıksu bileşimi Tablo 14.1'de verilmektedir.

Tablo 14.1 Nişasta sektörü atıksularının arıtma sonrası özellikleri

Parametre	Konsantrasyon (mg/l)	
	Minimum	Maksimum
BOİ	5	20
KOİ	50	300
Askıda katı maddeler	10	60
Toplam azot	2	50
Toplam fosfor	1	5
Kaynak: [63, CIAA-AAC-UFE 2002]		

Nişasta tesisleri atıksularının bazı zamanlar yalnızca sedimantasyon (bakınız 2.3.6.5.2 no'lu madde) gibi ön atıksu arıtmasına tabi tutulduğu ve daha sonra araziye yayma için tesis dışına gönderildiği bildirilmektedir.

14.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

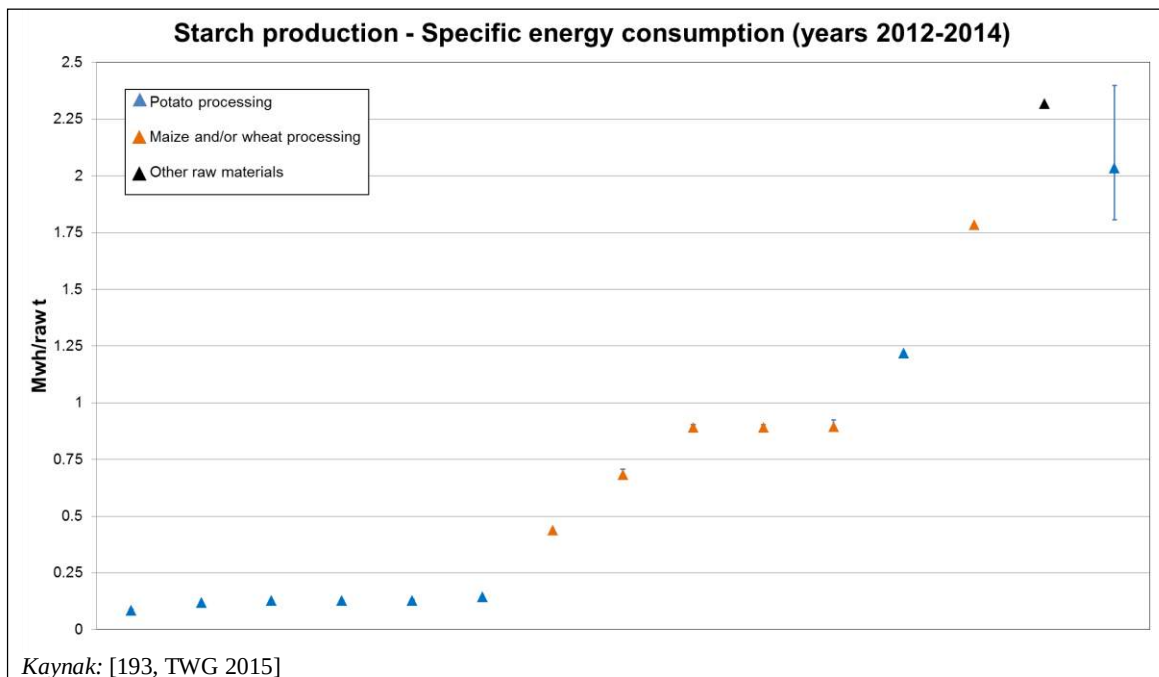
Avrupa’da nişasta esas olarak başlıca üç hammaddeden üretilmektedir: mısır, buğday ve patates. Ortalama tüketim seviyeleri aşağıdaki gibidir: 1 ton nişasta üretmek için 1,85 ton mısır, 2,35 ton buğday veya 6,6 ton patates kullanılmaktadır [63, CIAA- AAC-UFE 2002], [84, Austria 2002].

14.3.1 Enerji tüketimi

Enerji tüketimi, tesiste üretilen nişasta ve nişasta türevi ürünler, bir başka ifadeyle nişasta üretimi ve yan ürün yönetiminde yer alan teknik ve işlemlere bağlıdır.

Bununla beraber, nişasta üretiminde ana enerji kullanımı, buharlaştırma ve kurutma işlemlerine ilişkin termal enerjidir. Nişasta bulamacını üretmek için kullanılan enerji, kuru ürünlerin son üretimine göre düşüktür. Lif, çözünür bileşenler ve proteinler gibi yan ürünler için buharlaştırma ve/veya kurutma işlemlerinin kullanıldığı tesislerde, çözünür bileşenlerin araziye yayma yoluyla uzaklaştırıldığı ve lifin ıslak büyükbaş yemi olarak satıldığı tesislerden daha fazla enerji tüketilmektedir.

Şekil 14.8’de, çeşitli nişasta üretim tesislerindeki spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde) ile ilgili veriler sunulmaktadır. İşledikleri farklı hammaddelere (hammadde miktarı, %100 brüt tonajı ifade etmektedir) göre tesisler birbirinden ayrılmaktadır. Patates işlemede daha düşük spesifik enerji tüketim değerleri bildirilmiştir.



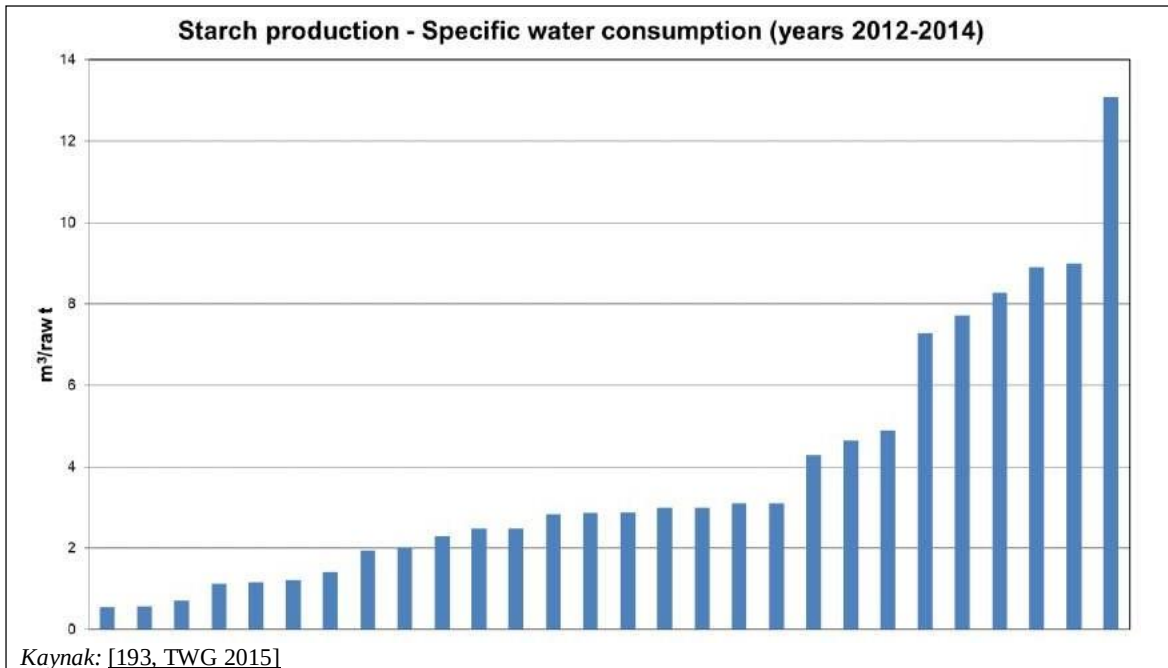
Şekil 14.8 Nişasta üretimi spesifik enerji tüketimi (MWh/ton hammadde)

Poliyol üretimi, sıvı glükozdan başka, artan enerji tüketimi ile ilişkili ek dönüştürüm adımlarını (örneğin basınçlı ısıtılmış reaktörde glükozun hidrojenasyonu, sıvı poliyollerin kurutulması) gerektirmektedir.

14.3.2 Su tüketimi

Su tüketimi de belirli bir tesiste üretilen nişasta ve nişasta türevi ürünlere bağlıdır. Su tüketimi aynı zamanda, kullanılan hammaddelere göre farklılaşmaktadır. Patateslerin yüksek su içeriğinden dolayı, patates nişastası prosesi, hububat nişastası prosesinden daha az su gerektirmektedir. Nişasta sanayisi, proses entegre önlemler, proses suyunun dahili geri dönüşümü ve soğutma suyu sisteminin optimizasyonu yoluyla tatlı su tüketiminde önemli bir tasarruf gerçekleştirmiştir. Bununla beraber, gıda ve farmasötik gibi ürün uygulamaları ve kalite gerekliliklerinden dolayı, proses suyunun geri dönüşümü her zaman mümkün olmamaktadır.

Şekil 14.9’da, çeşitli nişasta üretim tesislerindeki spesifik su tüketimi (m^3/ton hammadde) ile ilgili veriler sunulmaktadır.



Şekil 14.9 Nişasta üretimi spesifik su tüketimi (m^3/ton hammadde)

Poliyol üretimi, sıvı glükozdan başka, artan su tüketimi ile ilişkili ek dönüştürüm adımlarını (örneğin iyon değiştiricileri kullanarak poliyollerin saflaştırılması) gerektirmektedir.

14.3.3 Katı ürün

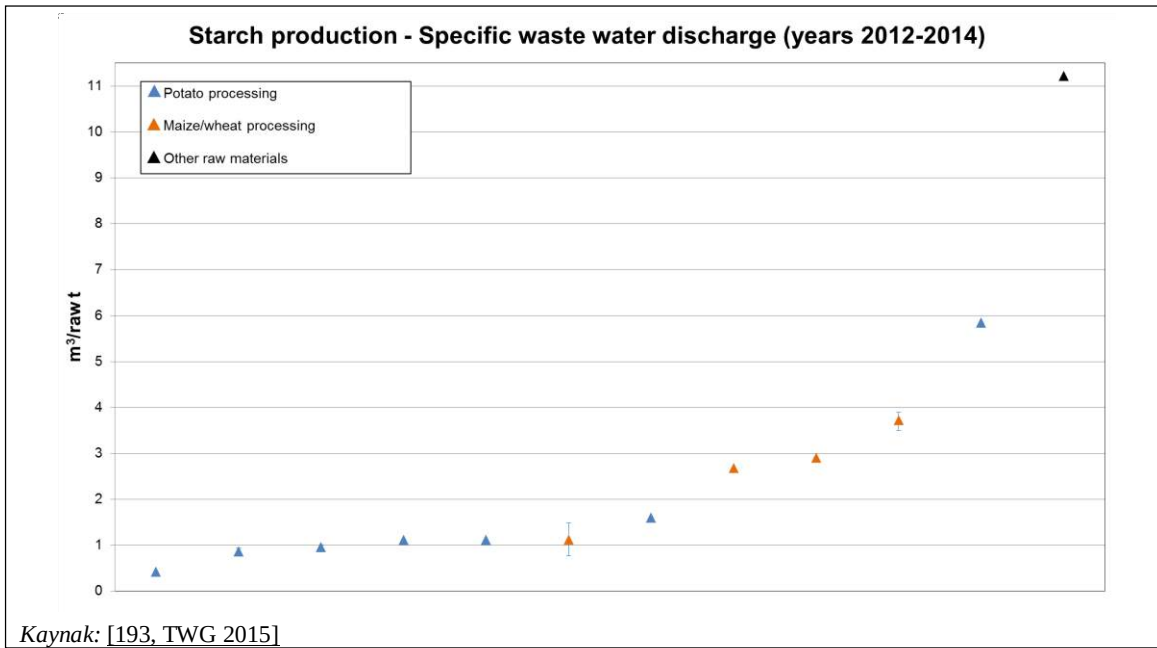
Atıksu arıtma sonrası çamur miktarını etkileyen birçok faktör vardır. Kullanılan üretim prosesi tipi ve verimliliğinin en önemli faktörler olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, kentsel atıksu arıtma tesisine (MWWTP) vermeden önce anaerobik atıksu arıtmasının gerçekleştirilmesi halinde fiilen herhangi bir çamurun oluşmadığı bildirilmektedir. Nişasta üretiminde elde edilen glüten gibi bazı yan ürünler, diğer gıda veya hayvan yemi proseslerinde kullanılabilir ya da araziye yayma için gönderilebilir.

14.3.4 Suya verilen emisyonlar

Nişasta sektörü atıksuları, kolayca biyobozunur yüksek organik madde seviyeleri içermektedir. KOİ ve BOİ seviyeleri, örneğin indirgenmiş şekerler, uçucu asitler ve aldehitlerin hidroliz ve fermentasyonundan dolayı yükselmektedir. TAKM seviyesi yüksek değildir.

Ayrıca, atıksu azot içermektedir. Azot, üre ve amonyak gibi proteinlerin bozunmasından dolayı oluşmaktadır. Azot içeriği, patates işleme atıksuyunda, tahıl işleme atıksuyundan yüksek olarak durmaktadır. Çok sınırlı miktarlarda Zn, Ni ve Cr gibi metaller bulunabilmektedir. Bu metaller, metalik kap ve boruların korozyonu ve mısır, pirinç ve patates gibi hammaddelerden kaynaklanmaktadır.

Şekil 14.10'da, tüm deşarj tipleri için, nişasta üretim tesislerinden kaynaklanan spesifik atıksu deşarjı (m^3/ton hammadde) ile ilgili veriler gösterilmektedir. İşledikleri farklı hammaddelere (hammadde miktarı, %100 brüt tonajı ifade etmektedir) göre tesisler birbirinden ayrılmaktadır. Suya verilen emisyonlar hakkında daha fazla bilgi, 2.2.3 no'lu maddede bulunabilir.

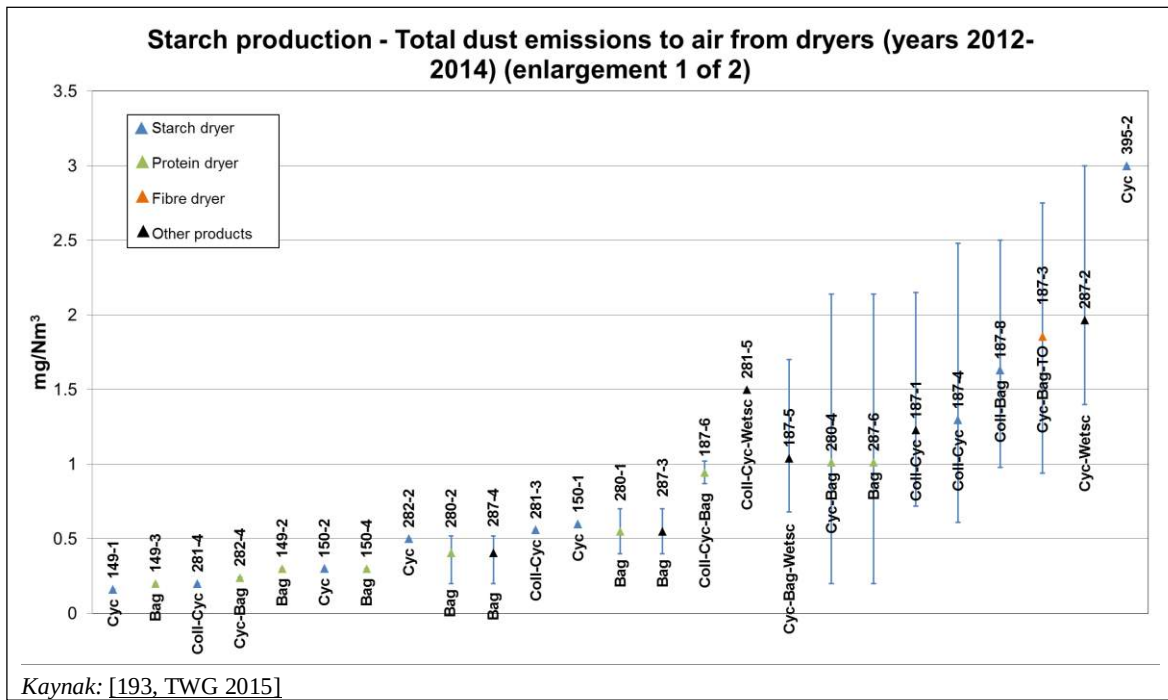


Şekil 14.10 Tüm deşarj tipleri için nişasta üretimi spesifik atıksu deşarjı (m^3/ton hammadde)

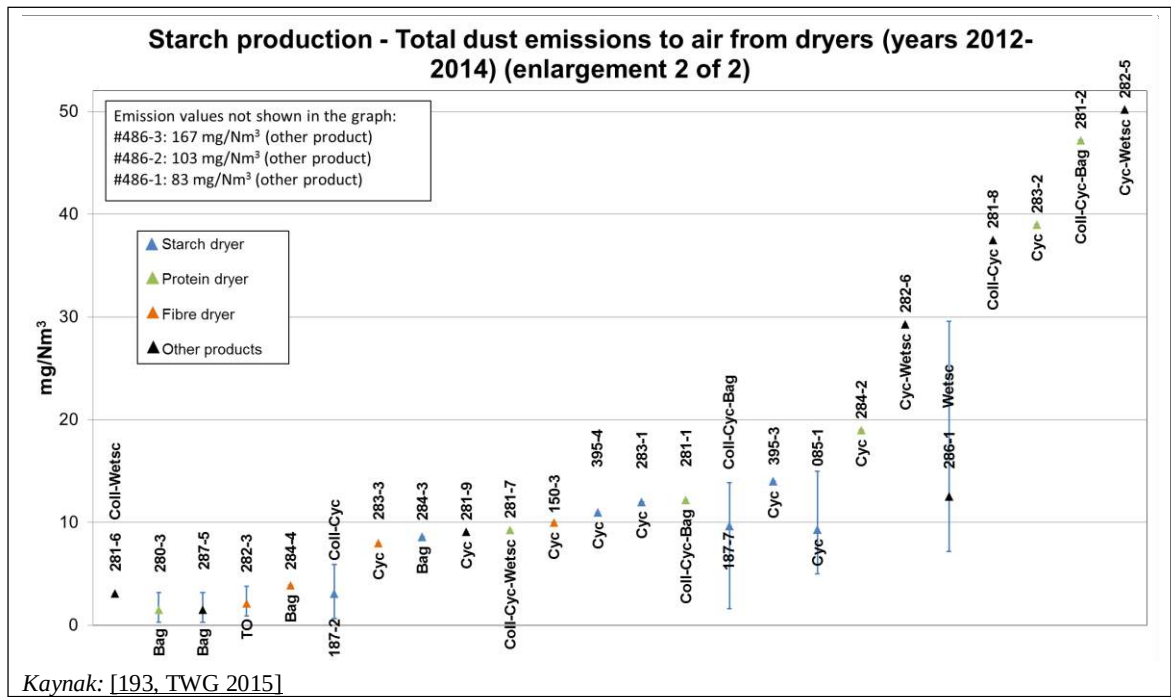
14.3.5 Havaya verilen emisyonlar

14.3.5.1 Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları

Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları nihai azaltım teknikleri olarak esas olarak, torba filtreler ve siklonlar (işleme tabi tutulacak tozun niteliğine bağlı olarak) kullanılmaktadır. Ayrıca, az sayıdaki örnekte, genellikle siklonlarla (ilk adım olarak) birlikte, ıslak yıkayıcılar kullanılmaktadır. Sunulan verilere göre, çoğu nişasta kurutucuları, atmosferik O_2 seviyelerine yakın seviyelerde çalışmaktadır. Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları ile ilgili alınan verilerin genel bir görünümü, Şekil 14.11 (düşük değerler) ve Şekil 14.12'te (yüksek değerler) sunulmaktadır. Ayrıca, uygulanan boru sonu azaltım teknikleri gösterilmektedir.



Şekil 14.11 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (1 / 2)



Şekil 14.12 Kurutuculardan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları (2 / 2)

Şekil 14.11 ve Şekil 14.12’de kullanılan simge ve kısaltmaların anlamları, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmektedir.

14.3.5.2 Hammadde hazırlamadan kaynaklanan toz emisyonları

Hammadde hazırlamadan kaynaklanan toz emisyonlarını izleme verileri, Tablo 14.2’de verilmektedir.

Tablo 14.2 Toplam hammadde hazırlamadan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme sıklığı	İzleme standardı	Örnek alma süresi (s)	Azaltım tekniği
282-1	0,10	20,90	-	EN 13284-1	-	Torba filtre
284-1	2,80	20,90	Yıllık	EN 13284-1	1,00	Torba filtre
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]						

14.4 Mevcut en iyi tekniklerin (MET) belirlenmesinde dikkate alınacak teknikler

14.4.1 Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknikler

14.4.1.1 Patates suyu ön ısıtması için ısı geri kazanımı

Ayrıca bakınız 2.3.2.1.1 no'lu madde.

Tanım

Patates suyu, protein ayırma aşamasındaki patates atıksu ısısı kullanılarak ısıtılır.

Teknik tanım

Patates suyunun yaklaşık 100 °C'ye ön ısıtması, proteinin ekstrakte edildiği sıcak patates suyu yeniden kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Genelde helezon veya plakalı ısı eşanjörleri kullanılmaktadır.

Helezon eşanjörler, tüm ön ısıtma boyunca, çökelmiş protein akışının aynı hızda sürdürüldüğü uzun kanallarıyla diğerlerinden ayrılan tam kaynaklı konstrüksiyondur. Aynı zamanda, patates suyu yavaş bir şekilde ısıtılarak, üniform protein kalitesi sağlamakta ayrıca, eşanjördeki muhtemel çökelmeyi azaltmaktadır. Kanalın karşı tarafındaki ısıtma ortamı, patates atıksuyu çıkışından ısının geri kazanımını sağlamaktadır. Daha sonra, ön ısıtması gerçekleştirilen patates suyu, boru hatlarıyla ileri ısıtma adımına verilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Enerji tüketiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Patates suyu ile ilgili enerji tüketiminde yaklaşık %50 azalma.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Patates nişastası tesislerine uygulanabilir.

Ekonomi

Yaklaşık 1 300 000 avro yatırım maliyeti (patates suyu bakımından 100 m³/s kapasite) ve yıllık 200 000 avro (doğal gaz tüketiminin azalması) bildirilmiştir (tesis #149, #150, #151 ve #152).

Uygulamanın ana etkisi

Azalan enerji maliyetleri.

Örnek tesisler

Tesis #149, #150, #151 ve #152.

Referans literatür

[108, NEWPOTATOPRO LIFE project 2007], [193, TWG 2015]

14.4.2 Su tüketiminin azaltılmasına yönelik teknikler**14.4.2.1 Nişastanın yıkanmasında ters akışlı su kullanımı/yeniden kullanımı**

Ayrıca bakınız 2.3.3.1.1 no'lu madde.

Tanım

Son ürün işleme suyu, ham nişasta bulamacını yıkamak için yeniden kullanılabilir.

Teknik tanım

İçme suyu yalnızca, son ürünün işleme tabi tutulması için üretim hattının sonunda, bir başka ifadeyle prosesin en temiz bölümünde kullanılarak, genelde ters akış uygulanmaktadır. Bu adımdaki su görece temizdir ve son ürünün yalnızca tatlı içme suyuyla temas etmesi için, genellikle prosesin önceki aşamalarında suyun yeterince temiz olduğu, bir başka ifadeyle suyun ürüne ters akış ile aktığı, bir başka proses adımıyla yeniden kullanılabilir. Teknik sürekli veya kesikli olarak uygulanabilir.

Örneğin, rafine nişasta elde etmek amacıyla susuzlaştırılmadan ve kurutulmadan önce, ham nişasta bulamacının ters akış ile yıkanması yaygın bir uygulamadır. Nişasta, dört - altı santrifüj dizisinde ters akış kullanarak içme suyuyla yıkanmaktadır. Bir uçta, ham nişasta girdiyi, proses suyu ise çıktıyı oluştururken, diğer uçta, rafine nişasta çıktıyı ve tatlı içme suyu, girdiyi oluşturmaktadır.

Elde edilen çevresel yararlar

Su tüketimi ve sonuç olarak, atıksu üretiminin azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Bilgi verilmemiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi verilmemiştir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Kademeli olarak temiz su gerektiren birkaç yıkama aşamasına ihtiyaç duyulduğunda uygulanabilir.

Ekonomi

Bilgi verilmemiştir.

Uygulamanın ana etkeni

Atıksu arıtma ile ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

Mısır, buğday veya patates nişastası üreten sayısız tesis.

Referans literatür

[94, Germany 2003], [116, CIAA-AAC-UFE 2003]

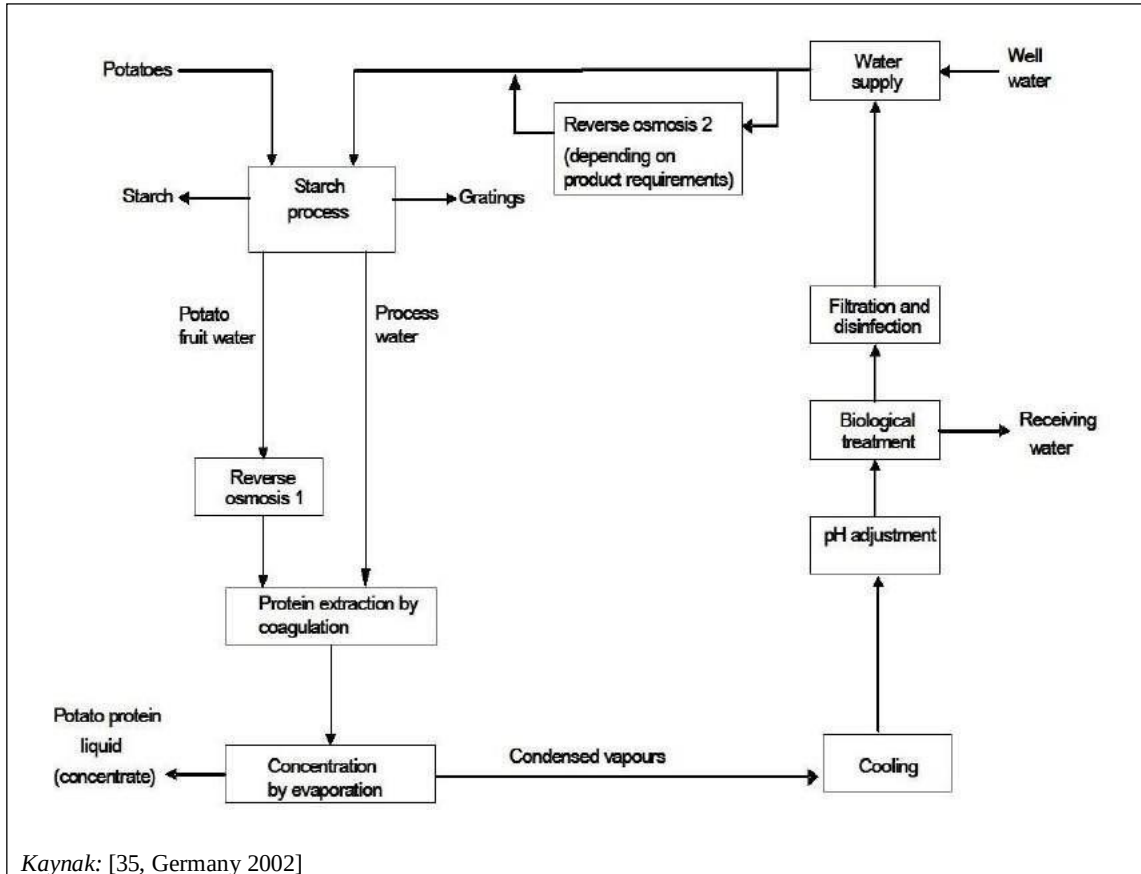
14.4.2.2 Patates nişastası üretimi proses suyunun yeniden kullanımı

Tanım

Patates nişastası üretimi proses suyunun yeniden kullanılmasıdır.

Teknik tanım

Nişasta ve nişasta türevlerinin patatesten üretildiği durumlarda, patates nişastası üretimi kaynaklı büyük miktarda atıksu oluşabilmektedir. Patates atıksuyu ve proses suyunun yeniden kullanımına yönelik bir sistem Şekil 14.13'te gösterilmektedir.



Şekil 14.13 Patates nişastası tesisi su devresi

İlk önce, patates atıksuyu ters osmoz (RO) ile arıtılmaktadır. Daha sonra, arıtılan patates atıksuyu, proses suyu ile birlikte, koagülasyon yoluyla protein ekstraksiyonu için gönderilmektedir. Sonraki proses adımı, proteini giderilen patates atıksuyu ve proses suyunun buharlaştırma yoluyla konsantrasyonudur. Bu buharlaştırma adımından elde edilen kondense buharlar soğutulmakta ve biyolojik atıksu arıtma tesisine (AAT) verilmeden önce pH ayarlanmaktadır. Arıtılan suyun bir bölümü, ilk önce bir kum filtresi ile filtrelendiği ve daha sonra dezenfekte edildiği ileri arıtmaya tabi tutulmaktadır. Geri kazanılan su, tatlı su ile karıştırılarak üretim prosesine geri verilmektedir. İsteğe bağlı olarak, ürün gerekliliklerine göre, ikinci bir ters osmoz (RO) adımı gerçekleştirilebilmektedir.

Elde edilen çevresel yararlar

Hem tatlı su tüketimi hem atıksu miktarının azaltılması.

Çevre performansı ve işletim verileri

Örnek olarak alınan bir tesisin buharlaştırma adımının tasarım özellikleri Tablo 14.3'te ve biyolojik atıksu arıtma özellikleri Tablo 14.4'te verilmektedir.

Tablo 14.3 Buharlaştırma yoluyla patates nişastası proses suyu konsantrasyonu - tasarım verileri

Girdi	Toplam giriş akımı	213 m ³ /s (sürekli besleme temelinde)
	Nişasta üretimi proses suyu	Akış miktarı 1 = 110 – 145 m ³ /s Kuru madde içeriği = %1,8 – 2 Sıcaklık Giriş protein ünitesi = 38 – 40 °C Protein ünitesinden sonra = 86 °C
	Protein ünitesi koagüle patates atıksuyu	Akış miktarı 2 = 100 – 115 m ³ /s Kuru madde içeriği = %5,5 – 6 Protein ünitesi çıkış sıcaklığı = 86 °C ± %1
Çıktı	Ürün	En az %55 kuru madde içeren patates protein sıvısı
	Kondensat	Mümkün olduğunca soğuk ve saf
Performans	Buhar giderim kapasitesi	En az 230 t/s
	Ön evaporatör	En az 196 t/s
	Son evaporatör	En az 34 t/s
	Konsantrasyon sıcaklığı	Maksimum 87 °C
	Rezerv kapasitesi	Buhar giderim kapasitesi bakımından en az %15
	İşletim döngüsü	İşletim süresi en az 120 saat Temizlik süresi maksimum 9 saat
Kaynak: [35, Germany 2002]		

Tablo 14.4 Patates nişastası tesisi biyolojik atıksu arıtma özellikleri

Atıksu türü	Konsantrasyon ünitesi kondense buharları	
Proses	Aktif çamur prosesi Kum filtresi Dezenfeksiyon	
Temel tasarım verileri	Atıksu miktarı KOİ konsantrasyonu KOİ yükü	200 m³/s 1 500 ± 300 mg/l 7 200 ± 1440 kg/gün
Atıksu özellikleri	KOİ BOİ₅	< 25 mg/l < 10 mg/l
Aktif çamur arıtma özellikleri 2 havuz, her biri 1 375 m³ (= 2 750 m³) aerobik hacim, önceki ayırıcı dahil	Hidrolik kalış süresi Hidrolik yük KOİ miktarı yükü Çamur konsantrasyonu KOİ çamur yükü/gün Dönüş çamuru miktarı	= 13,8 s = 1,75 m³/m³ /gün = 2,6 kg/m³ /gün = 5 000 g/m³ = 0,52 kg KOİ/kg kuru madde = maksimum 200 m³/s
Son sedimantasyon İkincil sedimantasyon 1 yuvarlak enine akışlı sedimantasyon havuzu	Çap Su derinliği Hacim Yüzey alanı Kalış süresi Yüzeysel yük	= 23 m = 5 m = 2 076 m³ = 415 m² = 10,38 s = 0,48 m/s
Kum filtrasyonu 3 ünite	Besleme debisi Yıkama suyu debisi Hidrolik yük	= (maksimum) 3 x 70 m³/s = (maksimum) 3 x 70 m³/s = 8 m/s
Dezenfeksiyon	UV dezenfeksiyonu ve ClO₂ ölçümü	
Kaynak: [35, Germany 2002]		

Çapraz ortam etkileri

Artan enerji tüketimi ve fazla çamur üretimi.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Patates nişastası sanayisindeki kondense buharlar oldukça çözünür olup, ters osmoz (RO) ile işlem ve buharlaştırma aşamalarını, patates atıksuyu ve proses suyunun özel özelliklerine bağlı kılmaktadır.

Ekonomi

İşleme tabi tutulan kondense buharların soğutmasının mutlaka ekonomik olmadığı bildirilmektedir.

Uygulamanın ana etkeni

Tatlı su tüketimindeki azalma, maliyetleri düşürmektedir.

Örnek tesisler

Almanya'daki patates nişastası üreten en az bir tesis.

Referans literatür

[35, Germany 2002]

14.4.3 Atıkların azaltılmasına yönelik teknikler**14.4.3.1 Kalıntıların ayrılması**

Bu teknik, 2.3.5.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Sektörde bu tekniğin uygulanması için diğer birçok olanak bulunmaktadır. Örneğin, suyun toplanması halinde bazı su ile seyreltilen maddeler geri kazanılabilmektedir - örneğin nişasta suyundan patates nişastası geri kazanılabilmektedir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik mülahazalar

Patates nişastası tesislerine uygulanabilir.

Referans literatür

[8, Environment Agency of England and Wales 2000], [19, German Dairy Association 2001], [21, Nordic Council of Ministers 2001], [42, Greek Ministry for the Environment 1997], [71, AWARENET 2002]

14.4.4 Havaya verilen emisyonların azaltılmasına yönelik teknikler**14.4.4.1 Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler** Kurutucu**14.4.4.1.1 Torba filtre**

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.2.2 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 14.5'te, toz azaltım tekniği olarak torba filtrelerin uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır. Bildirilen veriler, Ek Bilgi sütununda aksi belirtilmediği sürece kuru gazı ifade etmektedir.

Tablo 14.5 Torba filtrede işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları

Tesis No - Sahm noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standartı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
149-2	0,30	19,90	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Doğal gaz
150-4	0,30	-	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Döner kurutucu (protein kurutulması) Doğal gaz
280-1	0,40	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday Doğal, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (protein kurutulması) Buhar
280-2	0,52	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday Doğal, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (protein kurutulması) Buhar
486-4	< 1	-	EN 13284-1	Yılda dört kez	Buğday Hızlı kurutucu (protein kurutulması) Doğal gaz
287-5	1,04	-	EN 13284-1	Yıllık	Buğday Doğal, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (protein) Buhar
187-8	2,50	21,00	EN 13284-1	Yıllık	Mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Kurutucu egzoz havası nem içeriği, yaklaşık %1,6
187-5	2,75	15,00	EN 13284-1	Yıllık	Mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Döner kurutucu (lif kurutulması) Doğal gaz Kurutucu egzoz havası nem içeriği, yaklaşık %8,9 Önce siklon adımı
284-4	3,90	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Bezelye Doğal nişasta, yapısı değiştirilmiş nişasta Hızlı kurutucu (lif kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür
[193, TWG 2015]

14.4.4.1.2 Siklon

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.2.3 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 14.6'da, toz azaltım tekniği olarak siklonların uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır. Bildirilen veriler, Ek Bilgi sütununda aksi belirtilmediği sürece kuru gazı ifade etmektedir.

Tablo 14.6 Siklonda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları

Tesis No - Salın noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standartı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
149-1	0,16	-	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Doğal gaz
281-4	0,20	20,90	EN 13284-1	Dört yılda bir	Buğday, mısır, Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Yapışkan toz, %13 nem
150-4	0,30	-	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Hızlı kurutucu (protein kurutulması) Doğal gaz
150-1	0,60	-	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Doğal gaz
187-4	2,48	21,00	EN 13284-1	Yıllık	Mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Kurutucu egzoz havası nem içeriği, yaklaşık %1,6
395-2	3,00	21,00	EN 13284-1	Üç yılda bir	Patates Doğal nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Buhar
283-3	8,00	-	-	-	Patates Doğal, yapısı değiştirilmiş nişasta Hızlı kurutucu (lif kurutulması) Doğal gaz Yapışkan toz

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standartı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
150-3	10,00	-	EN 13284-1	Yıllık	Patates Doğal nişasta Döner kurutucu (lif kurutulması) Doğal gaz
283-1	12,00	20,90	Uygun değil (UD)	UD	Patates Doğal, yapısı değiştirilmiş nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Yapışkan toz, %21 nem
085-1	15,00	-	EN ISO 16911-1	Yıllık	Patates Doğal, yapısı değiştirilmiş nişasta Hızlı kurutucu (nişasta kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava %20 artık nem içeren toz partikülleri
284-2	19,00	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Bezelye Doğal, yapısı değiştirilmiş nişasta Püskürtmeli kurutucu (protein kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Yapışkan toz (%7 nem)
281-8	37,50	18,50	EN 13284-1	İki yılda bir	Buğday, mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta ürünleri Döner kurutucu (lif kurutulması) Doğal gaz Yapışkan toz
283-2	39,00	20,90	Uygun değil (UD)	UD	Patates Doğal, yapısı değiştirilmiş nişasta Hızlı/halka kurutucu (protein kurutulması) Doğal gaz Yapışkan toz
Not: “-” = Bilgi verilmemiştir. Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

14.4.4.1.3 Islak yıkayıcı

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.3.1 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 14.7'de, toz azaltım tekniği olarak ıslak yıkayıcıların uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır. Bildirilen veriler, Ek Bilgi sütununda aksi belirtilmediği sürece kuru gazı ifade etmektedir.

Tablo 14.7 Islak yıkayıcıda işlem sonrası kurutucudan kaynaklanan havaya verilen toplam toz emisyonları

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
187-5	0,74	21,00	EN 13284-1	Yıllık	Mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Rüşeym kurutulması Önce siklon ve torba filtre adımları
287-2	1,40	6,43	EN 13284-1	Yıllık	Buğday Doğal, hidrolize nişasta ürünleri Döner kurutucu (etanol tesisinde kullanılan protein kurutucusu) Doğal gaz Önce siklon adımı
281-5	1,50	11,80	EN 13284-1	İki yılda bir	Buğday, mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Döner kurutucu (lif kurutulması) Doğal gaz Yapışkan toz Önce siklon adımı
281-7	9,28	20,90	EN 13284-1	İki yılda bir	Buğday, mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Buharlı kurutucu (protein kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Yapışkan toz Önce siklon adımı
486-2	19,16	-	EN 13284-1	Aylık	Buğday Püskürtmeli kurutucu (hidrolize ürünler kurutulması) Doğal gaz
282-6	29,30	20,90	EN 13284-1	Dört yılda bir	Buğday, mısır Doğal, yapısı değiştirilmiş, hidrolize nişasta Püskürtmeli kurutucu (hidrolize ürünler kurutulması) Eşanjörden kaynaklanan sıcak hava Yapışkan toz Önce siklon adımı

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür
[193, TWG 2015]

14.4.4.2 Hammadde hazırlamadan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler

14.4.4.2.1 Torba filtre

Bu teknik genel olarak, 2.3.7.2.2 no'lu maddede açıklanmaktadır.

Çevre performansı ve işletim verileri

Tablo 14.8'de, toz azaltım tekniği olarak torba filtrelerin uygulanmasıyla ilgili tesise özgü performans verileri sunulmaktadır.

Tablo 14.8 Toplam torba filtrede işlem sonrası hammadde hazırlamadan kaynaklanan havaya verilen toz emisyonları (kuru baz)

Tesis No - Salım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme standardı	İzleme sıklığı	Ek bilgi
282-1	0,10	20,90	EN 13284-1	UD	Hammaddelerin trenden siloya indirilmesi
284-1	2,80	20,90	EN 13284-1	Yıllık	Bezelye öğütme makinesi (öğütme)

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [193, TWG 2015]

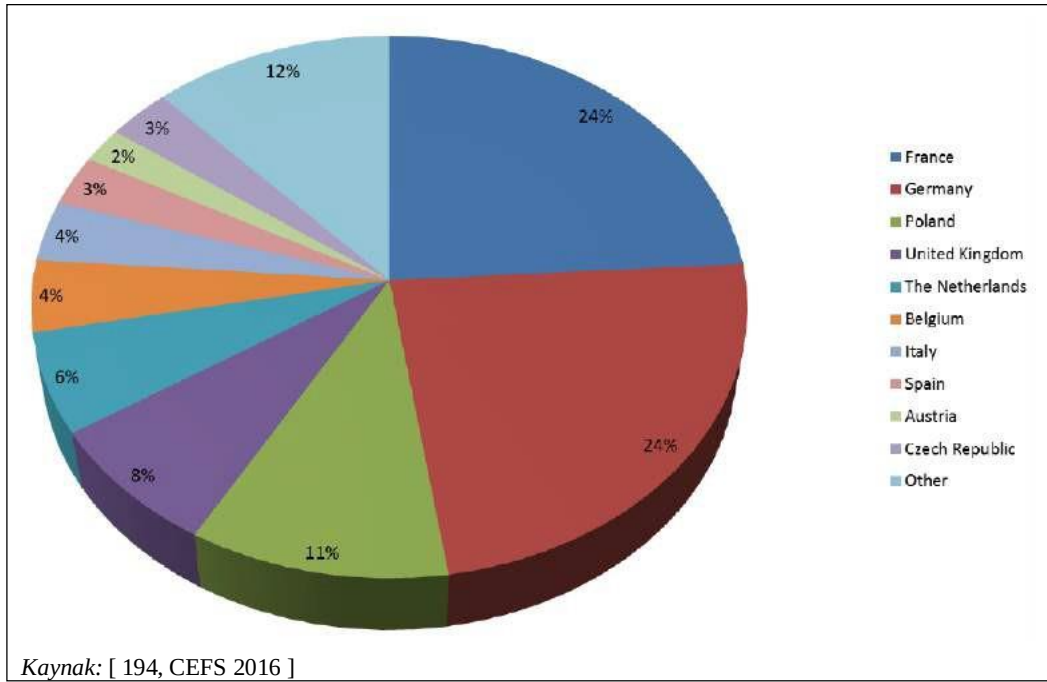
Referans literatür
[193, TWG 2015]

15 ŞEKER ÜRETİMİ

15.1 Sektör hakkında genel bilgiler

AB'de pancar ve şeker üretimi, şeker sektörünün ortak pazar organizasyonu (CMO) veya Şeker CMO'su olarak bilinen bir piyasa organizasyonuna dayanmaktadır. 2006 yılında, bu CMO baştan aşağı yeniden düzenlenmiş ve şeker üretim kotasında yaklaşık 6 milyon tonluk (-%30) büyük bir azalmaya yol açtı. Bu azalma sonucunda şeker üretim kotası yaklaşık 13,3 milyon tona düşmüştür. Bu dönüşümün ardında yatan temel unsur, referans şeker fiyatında (2006/2007 dönemindeki kampanyada 631,9 AVRO/tondan 2009/2010 dönemindeki kampanyada 404,4 AVRO/tona) %36'lık bir indirim ve asgari şeker fiyatını garanti eden müdahale mekanizmasının kaldırılması olmuştur.

2014/15 kampanyasında, pancar şekeri üretimi 19 AB Üye Devleti arasında dağılmış olup üretimin %70'i dört ülkede yoğunlaşmıştır (bkz. Şekil 15.1).



Şekil 15.1: AB-28 ülkelerindeki şeker üretiminin dağılımı (2015)

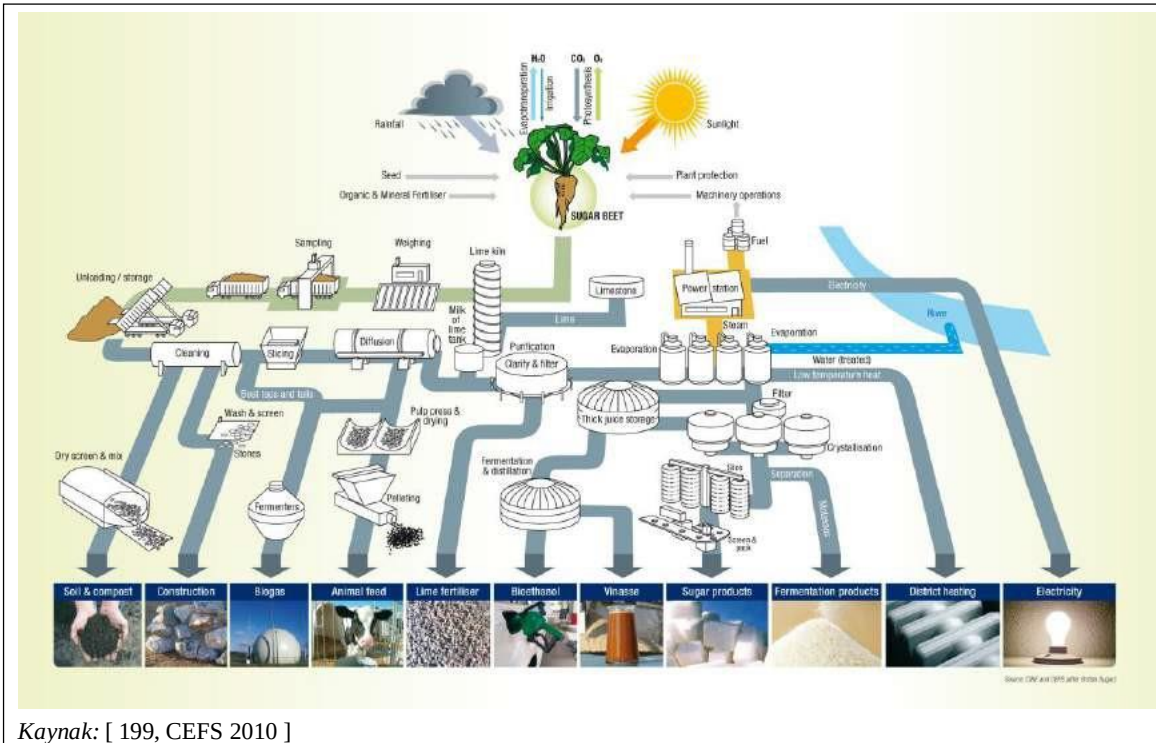
CMO reformunun kabulünden önceki ve sonraki yıllarda, endüstrinin verimliliği artırma ihtiyacı nedeniyle büyük bir yeniden yapılanma geçirmesi nedeniyle, AB'deki şeker fabrikalarının sayısı düşmüştür. 2000-2008 döneminde, 151 fabrika kapatılarak, Avrupa işleme kapasitesinin %60'ına karşılık gelen genel bir düşüş yaşanmıştır. 2010 yılından bu yana, fabrika sayısı, AB-28 ülkeleri genelinde 109'da sabit kalmıştır. Hem doğrudan hem de dolaylı istihdam dikkate alındığında, AB'deki pancar şekeri endüstrisi yaklaşık 180.000 kişinin istihdamını desteklemekte ve 140.000 çiftliğin gelirine katkıda bulunmaktadır [194, CEFS 2016].

2016/2017 kampanyasından bu yana, AB pancar şekeri için artık bir şeker üretim kotası veya referans fiyatı bulunmamaktadır ve AB şeker pazarı, dünyanın en açık pazarlarından biri haline gelmiştir.

15.2 Uygulanan prosesler ve teknikler

Şeker (sakaroz) iki ana kaynaktan üretilir: şeker pancarından ve şeker kamışından. Şeker pancarı Avrupa'da ve kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde ve şeker kamışı ise daha sıcak iklimlerde yetiştirilme eğilimindedir; Brezilya, Hindistan ve Çin en büyük üreticiler olup bu nedenle Avrupa'da şeker kamışı çıkarılmamaktadır [98, TWG 2017]. Sükroz, bazı durumlarda tamamen veya kısmen evrik halde, sulu bir çözelti olarak sıvı formda da mevcuttur. Şeker kristalleri toz veya şekerleme şekerleri yapmak için öğütülebilir. Bu şekerlerin serbestçe akmasını sağlamak için mısır nişastası gibi topraklanma önleyici maddeler ilave edilir.

Yaygın ev tipi beyaz şekerden yüksek teknoloji ürünlerine kadar, Avrupa şeker endüstrisinde yer alan şirketler, tamamı şeker pancarından kaynaklanan geniş bir ürün yelpazesinin geliştirilmesinde faaliyet göstermektedir. Bunlara gıda bileşenleri, hayvan yemi, yeşil kimya ürünleri (petrol bazlı malzemelerin yerine geçen) ve biyoetanol ve biyogaz gibi biyoyakıtlar da dahildir (bkz. 15.2).



Kaynak: [199, CEFS 2010]

Şekil 15.2: Bir şeker fabrikasındaki ürün yelpazesi

15.2.1 Şekerpancarı çıkarma

Genel olarak şeker pancarından ve şeker kamışından şeker elde edilmesi birbirine benzer işlemlerdir. Pancarlar, cosette (pancar küspesi) adı verilen ince dilimler halinde kesilir. Bunlar, difüzör adı verilen su bazlı ters akımda işleyen ekstraksiyon aparatına geçirilir ve saf olmayan şeker suyu ve pancar küspesine dönüştürülür. Ekstraksiyon işleminde kullanılan tatlı su, hamur preslemesinden gelen devridaim edilen su ile birlikte müteakip buharlaştırma adımlarından gelen yoğunlaşmış sudur. Difüzörün içindeki sıcaklık 68-72 °C aralığındadır.

Üç tip difüzör kullanılır:

- Yatay difüzörler, iç yüzeye bağlı bir sarmal ile hücrelere ayrılmış büyük döner tamburlardır. Tambur ve sarmal dönerken, kabın dibinde kalan meyve suyu pancar küspesine ters yönde taşınır, yani tükenen pancar küspesi difüzörü tatlı suyun giriş yaptığı uçtan sistemi terk eder.
- Dikey difüzörler, iki ana ve farklı parçaya sahip bir aspiratörden, yani ters akımlı karıştırıcı ve ekstraksiyon kulesinden oluşur. Kule 14-20 m yüksekliğinde bir silindirden ibarettir. Kulenin içinde, boru şeklindeki bir shaft yavaşça döner. Bu shaft özel sarmal çelik parçalar veya kanatlar takılır ve pancar küspelerini yukarı doğru hareket ettirir. Meyve suyu ve pancar küspeleri ters yönde hareket eder.
- Eğim difüzörleri, esas olarak, zıt hatvelere sahip üst üste binen iki vidanın döndüğü U-şeklindeki eğimli bir kaptan oluşur. Taze pancar küspeleri bir taşıma bandından alt uca düşer. Pancar küspeleri, iki vida ile yukarıya doğru, tükenen pancar küspelerini ekstraktörden çıkaran kanatlı bir çarka taşınır. Üst uçtan tatlı su verilir ve şeker suyu, alt uca yer alan bir eleğin içinden geçerek ekstraktörü terk eder.

Kristalizasyon prosesi, ilgili sıcaklıkları en aza indirmek için meyve suyunun vakum altında kaynatıldığı vakumlu kaplarda gerçekleşir. Sükroz kristalinin büyümesi sadece sakaroz ve su gerektirir. Şeker suyunda bulunan şeker dışındaki maddeler kristal yapıya dahil değildir; bunun yerine çoğu sıvı fazda kalırken bir kısmı buhar fazına bırakılır. Şeker kristalleri sıvı fazdan santrifüjle uzaklaştırılır.

Silolarda depolanacak şekerin tozu alınır ve depolama sıcaklığına kadar soğutulur. Bu işlem, ılık ve kuru şekerin, şekerini yaklaşık 20-30 °C depolama sıcaklığına kadar soğutmak için soğuk filtrelenmiş dış hava ile yoğun şekilde havalandırıldığı bir cihaz olan bir şeker soğutucusunda gerçekleştirilir. Kullanılan en yaygın sistemler, tipik olarak, ters akım veya çapraz akım faz akışına sahip soğutma sistemlerine sahip tambur veya akışkan yataklı soğutuculardır.

15.2.2 Şeker pancarı küspesinin kurutulması

Kuru küspe, posa halindeki küspenin %86-92 katı içeriğine ulaşınca dek kurutulmasıyla elde edilebilir. 100 kg şeker pancarından %90 katı içerikli yaklaşık 5.6 kg kuru küspe üretilir. Kurutmadan önce küspenin ağırlığına bağlı olarak %1-3 melas eklenirse, örneğin %9-30 gibi değişen şeker içeriğine sahip melaslı kurutulmuş küspe elde edilir. Şeker içeriği dışında, HCl'de çözünmeyen maddeler, kalsiyum ve kül konsantrasyonları her ülkede gıda yönetmeliklerine uygun bir biçimde denetlenir.

Küspe kurutma işlemi genellikle konveksiyonla kurutma, örneğin hava, sıcak gaz veya buhar ile kurutma ile gerçekleştirilir. Hava veya sıcak gazla kurutulurken, kurutma gazı ısıtılır ve daha sonra hamurla temas ettirilir. Sıcak, kuru hava doyana kadar su buharını alabilir. Kurutma işleminde ısı ve madde aktarımı aynı anda gerçekleşir. İlk kuruma periyodunda kuruma hızı sabit kalır. Bu süre boyunca, bağlanmamış sıvı katının yüzeyinden buharlaşır ve kurutma maddesi tarafından taşınır. Nem içeriği kritik bir değerin altına düştüğünde, katının yüzeyi kurur ve gözenekli katının içinde daha fazla buharlaşma meydana gelir. Buna ikinci kuruma periyodu denir. Katıdaki artık nem, ona sorpsiyon ile bağlanır. Kuruma hızı, nem içeriğinin azalmasıyla birlikte hızlı bir biçimde düşer ve higroskopik denge nem içeriğine yaklaştıkça sıfır olma eğilimindedir. Maksimum higroskopik nem içeriği ile denge değeri arasındaki rejim, üçüncü kurutma periyodu olarak belirlenir. Hamurun artık nem içeriğinin ne kadar düşük olursa, kurutma gazında gerekli artık nem seviyesi o kadar düşük olur.

Buharla kurutmada, kurutma gazı gereksinimleri benzer niteliktedir. Kurutulan malzemedeki yüksek kuru madde seviyeleri, havadaki düşük bağıl neme karşılık gelen, buharın yüksek oranda aşırı ısınmasını gerektirir.

Alternatif bir yöntem de, elektrik ve gaz tüketimi açısından tasarruf sağlayan güneş enerjisiyle kurutmadır (bkz. Bölüm 15.4.1.3).

Şeker işleme tesislerinde pancar küspesi kurutma seçenekleri Bölüm 15.4.1'de açıklanmıştır. Şeker pancarı küspesinin kurutulup kurutulmamasına ilişkin karar, örneğin hayvan yemi gibi ıslak küspe için

Bölüm 15

yakınlarda bir çıkış olup olmadığı veya güneş enerjisiyle kurutma durumunda iklim koşulları gibi faktörlere bağlıdır. Islak hamurun depolanması koku sorunlarına neden olabilir ve ıslak hamurun taşınması pahalı bir şilemdir. Birkaç Avrupa ülkesinde, örneğin Fransa'da, pancar küspesi, genellikle çiftçilere ait olan ve şeker üretim sürecine doğrudan bağlı olmayan tesislerde kurutulabilir.

15.2.3 Şeker kamışı

Ham şeker kamışı genellikle menşe ülkede ayrılır, saflaştırılır ve kristalleştirilir. Kaba rafine halde bulunan şeker kamışı, kullanılacağı ülkeye nakledildiğinde son işleme tabi tutulur.

15.2.4 Şekerin rafine edilmesi

Ham şeker tipik olarak minimum %96 sakkarozdan oluşur. Yapışkan melas ile saf olmayan kristaller, daha sonra santrifüjleme ile çıkarılabilen yüzeysel melas tabakasını yumuşatmak için doymuş bir şeker çözeltisi içinde karıştırılır. Kısmen işlenmiş şeker, geri kazanılmış likörlerde, yani rafınasyondan gelen hafif suda çözülür.

Ardından karbonatlaşma işlemi gelir. Karbonatlaşma, kireç, kalsiyum hidroksit ve karbon dioksit gazının (CO_2) kalsiyum karbonat oluşturmak ve katışkıları çöktürmek ve gidermek için bir sıvıya katılmasıdır. Kireç ve CO_2 'nin etkisi, çözünmeyen kalsiyum tuzlarının çökmesi, koloidal bileşenlerin toplanması, evrik şeker ve amidler gibi diğer moleküllerin kimyasal bozunması ve şeker olmayanların çöktürülmesi kalsiyum karbonat üzerinde emilmesidir. Kireç ve CO_2 normalde kireç fırınlarında kireçtaşının ısı olarak ayrıştırılmasıyla üretilir.

Filtrasyon sonrası ürün, kalsiyum karbonat ve şeker içermeyen maddeler içerir ve tarımda, ekilebilir toprağın yapısını iyileştirmek ve toprak asitliğini düzenlemek için kireçleme malzemesi olarak kullanılır. Şeker fabrikası kireci, örneğin taş ocağı hendeklerini doldurmak ve tuğla veya çimento üretmek için saha iyileştirme için de kullanılabilir.

Şeker şurubu süzülür ve iyon değişim reçineleri ve aktif karbon kullanılarak, bitmiş ürün olarak satılabilen veya kristalizasyon için aktarılabilen ince bir likör üretmek için rengi giderilir.

Renk giderme, sulu çözelti içindeki ürüne aktif bir tozun, örneğin toz haline getirilmiş aktif karbonun eklenmesiyle gerçekleştirilebilir ve bu daha sonra kontrollü koşullar altında karıştırılır. Bunun ardından, rengi açılan ürün bir kez daha işlenirken, toz, statik filtreler veya döner vakum filtreleri kullanılarak süzme yoluyla giderilir. Bu işlem, genellikle bir ters akımlı sistem kullanılarak, tükenene kadar aktif malzemenin yeniden kullanıldığı birden çok aşamada gerçekleştirilir. İşlem ayrıca, örneğin granüler aktifleştirilmiş karbon veya iyon değişim reçinesi boncukları kullanılarak, sulu çözelti içindeki ürünün bir aktif malzeme kolonundan geçirilmesiyle de gerçekleştirilebilir. Bu işlemde, aktif malzeme yerinde tutulduğu için işlemde sonra sadece asgari düzeyde filtrasyon gereklidir.

Aktif malzeme düzenli aralıklarla kolondan çekilir ve yeni veya yeniden aktif hale getirilmiş malzeme ile değiştirilir.

Renk giderme işlemi, aktif maddeden, kullanılan herhangi bir filtre yardımcısından ve bir miktar artık üründen oluşan bir filtre kalıntısı oluşturur. Bu katı çıktı, niteliğine bağlı olarak bazen atık gömme sahasına veya arazide yayma/kompostlama proseslerine gönderilir. Proses/ürün tipine bağlı olarak, bu katı çıktı hayvan yemi olarak da kullanılabilir.

Kireç üretimi hakkında genel bilgiler CLM MET-REF [166, COM 2013]'te yer almaktadır.

İnce likör, kalın meyve suyu olarak bilinen yaklaşık %60-70 katıdan oluşan bir şurup üretmek için buharlaştırma yoluyla konsantre edilir. Meyve suyu süzülür ve vakumlu kaplara aktarılır. Likör hafifçe aşırı doymuş hale geldiğinde, kristalleşmeyi başlatmak için tavaya ince pudra şekeri ekilir. Karışım, kurutulan, paketlenme için şartlandırılan veya toplu olarak yüklenen kristal şekeri çıkarmak için santrifüjle ayrılır. Her tavada uygulanan kaynatma işlemi, mevcut şekerin yaklaşık %50'sini sağlar.

Jet olarak da adlandırılan santrifüjleme sırasında ayrılan sıvı, ek ekstraksiyon için yeniden kaynatılır. Üç kaynatma aşaması sonucu beyaz şeker elde edilir. Dördüncü bir kaynatma işlemiyle, kirli beyaz endüstriyel şeker elde edilir. Dördüncü jet ürünleri, harmanlamadan elde edilen likörle birlikte, rafinaj işleminin başlangıcına geri dönen ve ham şeker olarak işlem gören kahverengi şekerler üretmek için üç ilave kaynatma ile bir geri kazanım odasına gönderilir. Melas ve melasa benzer şuruplar için başlangıç malzemeleri olarak 1'den dörde kadar çeşitli ara ürünler ve geri kazanım ve kaynatma ürünü şuruplar satılmaktadır. Melas bazen hayvan yemi olarak ya da alkollü fermantasyonda ve bazen de bir dizi gıda dışı üründe kullanılır.

15.3 Mevcut tüketim ve emisyon seviyeleri

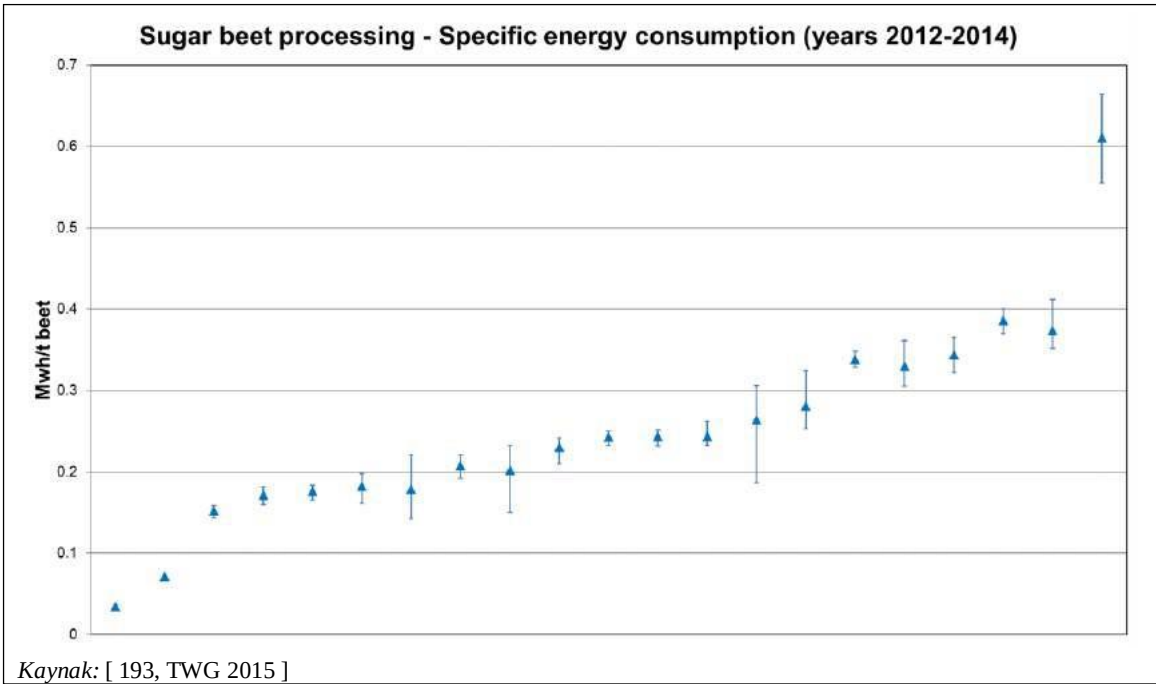
Bu bölümdeki bilgilerin çoğu, aksi belirtilmediği sürece, 'Şeker Endüstrisinde MET'in Belirlenmesi Kılavuzu; Comité Européen des Fabricants de Sucre (Haziran 2001)' [31, CEFS 2001] adlı belgeden alınmıştır.

15.3.1 Şeker pancarı

15.3.1.1 Enerji tüketimi

Buharlaştırma ve pancar küspesinin kurutulması için önemli miktarda ısı enerjisi tüketilir. Pompalar ve santrifüjlerin çalışması için elektrik enerjisine ihtiyaç vardır.

Şekil 15.3, çeşitli şeker pancarı tesislerindeki spesifik enerji tüketimine (MWs/ton şeker pancarı) ilişkin verileri göstermektedir.



Kaynak: [193, TWG 2015]

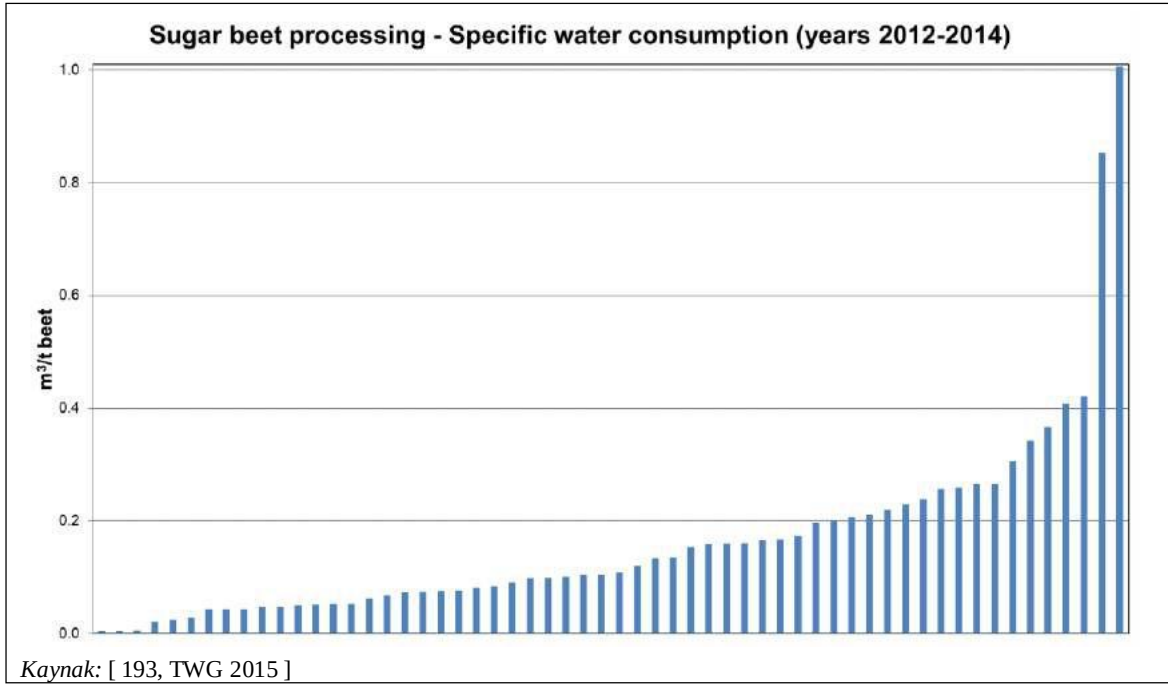
Şekil 15.3: Şeker pancarının işlenmesinden kaynaklanan spesifik enerji tüketimi (MWs/ton şeker pancarı)

15.3.1.2 Su tüketimi

Fıskırtma için su ihtiyacı pancar miktarının yaklaşık % 500-800'ü kadardır. Pancar miktarına bağlı olarak yıkama için %150–200 ve tek bir taş tutucu için %70–100 su gerekir. Mekanik olarak artırılmış su, yüzdürme ve yıkama için yeniden kullanılır, bu nedenle pancarların yıkandıktan sonra son olarak durulanması sırasında sadece %25-30 pancar bazlı endüstriyel su ilave edilmesi gerekir.

Soğutma suyunun buharlaşmasına ve su içeren yan ürünlerin ve atıkların boşaltılmasına bağlı kayıplar daha azdır. Ancak kök gövdesi yaklaşık %75-78 sudan oluşur ve bu nedenle de pancarlar, yoğunlaşmış madde olarak biriken işlenmeye yeterli suyu taşır. Böylece, şeker üreten bir tesis net su üreticisidir, çünkü başlangıçta pancarda bulunan su, fazla soğutma suyu olarak kullanılabilir hale gelir [71, AWARENET 2002].

Şekil 15.4 , çeşitli şeker pancarı tesislerinde spesifik su tüketimine (m^3 /ton şeker pancarı) ilişkin verileri göstermektedir



Şekil 15.4: Şeker pancarı işlemede gerçekleşen spesifik su tüketimi (m^3 /ton şeker pancarı)

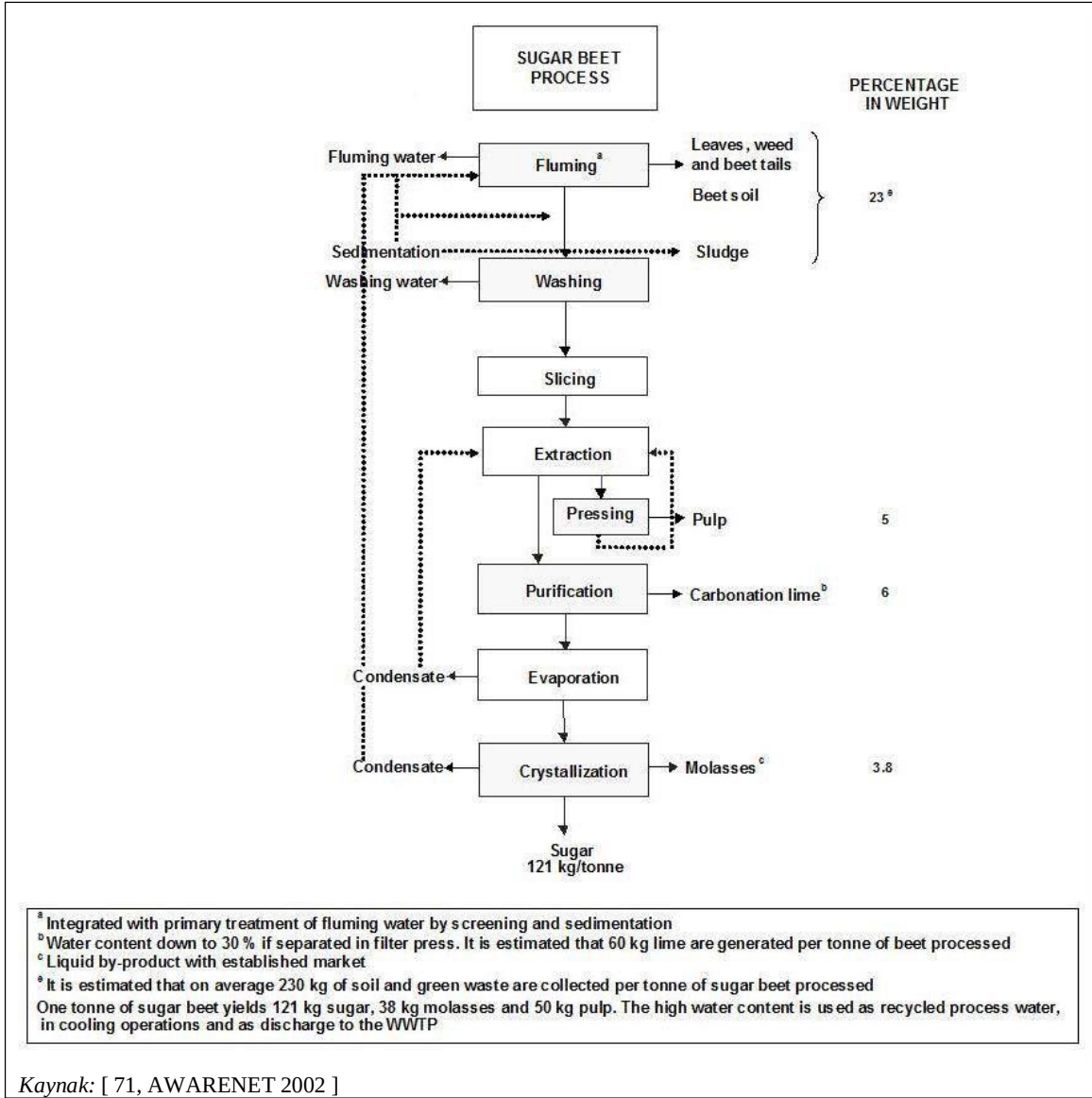
15.3.1.3 Katı çıktılar

Şeker pancarının alınması ve akıtılması sırasında toprak, taşlar, kum ve bitkisel maddeler, örneğin tohumlar, pancar kuyrukları ve yaprakları giderilir. Pancara yapışan toprak miktarı, örneğin hasat sırasındaki hava koşullarına ve hasat makinesinin tasarımına ve çalışmasına bağlı olarak büyük ölçüde değişebilir. 500.000 ton pancarın yıllık olarak işlenmesinde ortalama 60.000 ton toprak birikir [51, Ullmann 2001]. Çöktürme havuzlarında tesisata giriş yapan toprak uzaklaştırılır. Tortu, ekilebilir araziye yeniden uygulanabilir veya bahçecilik veya inşaat mühendisliği işleri gibi başka amaçlar için kullanılabilir. Bitkisel madde, hayvan yemi veya gübresi olarak satılmak üzere akan sudan ayrıştırılır.

Pancarların şeker içeriği büyük ölçüde değişmez; örneğin Avusturya'da %18,4 ve Yunanistan'da %13,9 [51, Ullmann 2001] seviyesindedir. Şeker ekstraksiyonunun verimliliği yaklaşık %90'dır. Pancar küspesi gibi birkaç yan ürün mevcuttur. Şekeri alındıktan sonra ayıklanan pancar küspesi preslenir. Islak küspe daha sonra kurutulabilir. Pancar küspesi normalde büyükbaş hayvanlar için tatlı yem olarak satılır. Başka bir yan ürün de karbonatlaştırma kirecidir. Saflaştırma işlemi kireç kullanılarak yapılır. Toprağın pH'ını asitten arındırmak veya dengelemek için preslenerek ve satılabilir.

Şeker pancarı, meyve suyunun Ca^{2+} çökebilir anyonlar, pektinler ve proteinlerle saflaştırılması sırasında % 30-40'ı elimine edilen bazı çözünür şeker olmayan maddeler içerir. Artan kısım meyve suyunda kalır ve şekerin tamamen kristalleşmesini önleyerek melas adı verilen son bir şurup bırakır. Bu adım, prosesteki en büyük tek şeker kaybını temsil eder. Pancarın şeker içeriğinin toplam %10-18'i melasta bulunmaktadır. Bir ton şeker pancarından yaklaşık 38 kg melas üretilmektedir. Melas yaklaşık %80 katı madde ve %20 sudan oluşur.

Danimarka şeker fabrikalarıyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada, toplam üretimin yaklaşık %49'unun şeker ve melas gibi birincil ürünler olduğu, geri kalan kireç, pancar küspesi ve yabani otlar gibi yan ürünlerinse satıldığı veya yeniden kullanıldığı rapor edilmiştir [73, Nielsen ve arkadaşları 2002]. Şekil 15.5 , bir şeker pancarı işleme tesisi için tipik bir proses akış şemasını göstermektedir [71, AWARENET 2002].



Şekil 15.5: Pancar şekeri üretimindeki ana malzeme akışları

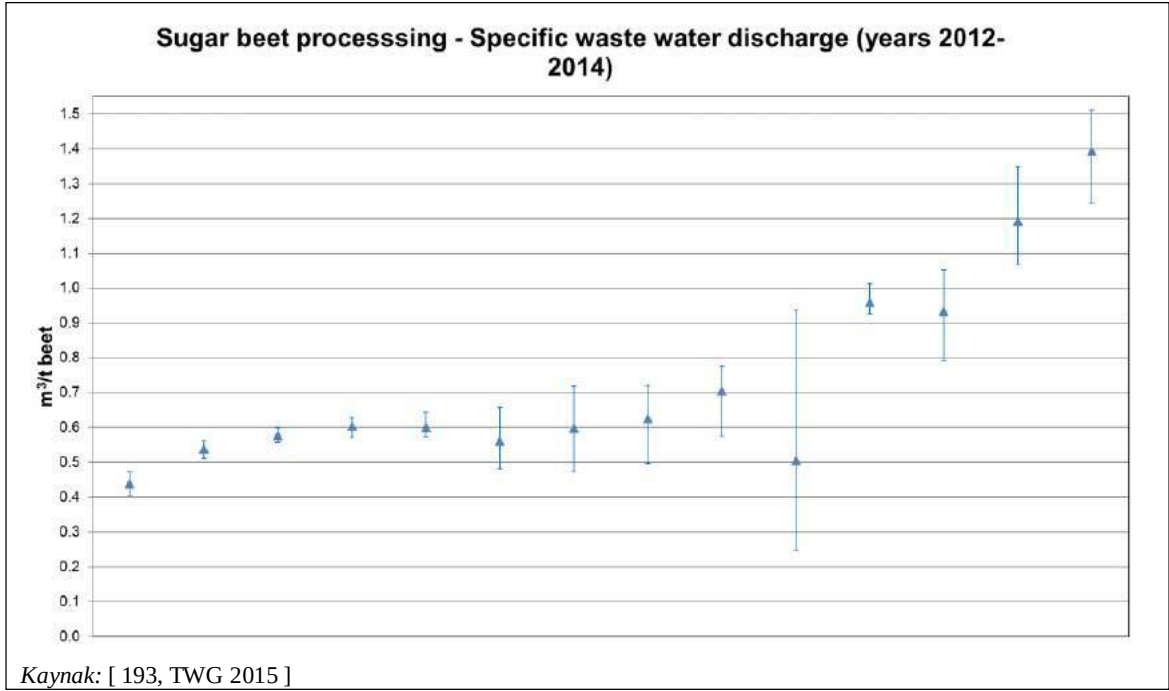
15.3.1.4 Suya salınan emisyonlar

Şeker pancarının %75'i sudur ve özütleme işlemi, tanımlı gereği pancarın içerdiği suyun yüksek bir oranını serbest bırakmayı amaçlar. Bu suyun yaklaşık yarısı buharlaşma veya çeşitli ürün akışlarına karışarak kaybolur. Geri kalan kısım, yıkama ve akıtma için kullanıldıktan sonra oldukça kirli bir atık su kaynağı haline gelir.

Pancarlar, taşların, yabani otların ve diğer kaba kirleticilerin giderildiği bir temizleme aşamasından geçirilir. Çamurla birlikte dışarı pompalanan taşıma suyu, pancar miktarının %70'ine kadar çıkabilir. Zedelenmiş pancarlardan gelen toprak ve şekerden dolayı yüksek organik kirlenmeye maruz kalır. KOİ değeri 5 000–20 000 mg/l'dir.

Pancarlar daha sonra, ekstraksiyon işlemine yönelik olarak yüzey alanını en üst düzeye çıkarmak için küspe şeklinde dilimlenmeden önce yıkandıkları üniteye girerler. Buharlaştırma ve kristalizasyon aşamalarından gelen yoğunluk madde, pancar yıkama dahil olmak üzere çeşitli işlem aşamalarında kısmen işlem suyu olarak kullanılır. Proses atık suyu, konsantrasyon ve kristalizasyon aşamalarından gelen aşırı yoğunluk madde olarak kabul edilir. Bu fazla yoğunluk madde, amonyak bakımından yüksektir ve nispeten düşük KOİ seviyesine sahiptir. BOİ düzeyi yüksek atık sular büyük hacimlerde üretilir [8, Çevre Ajansı İngiltere ve Galler 2000] AAT'de temizlenir veya pancar alım kampanyası sonrası topraklı su olarak ya da yaz aylarında dökme su olarak atık serpm sahalarna gönderilir.

Şekil 15.6, çeşitli şeker pancarı tesislerinde ve her türlü deşarjda spesifik atık su deşarjı (m^3/ton şeker pancarı) ile ilgili olarak bildirilmiş verileri göstermektedir. Suya salınan emisyonlar hakkında daha detaylı bilgi Bölüm 2.2.3'te verilmiştir.

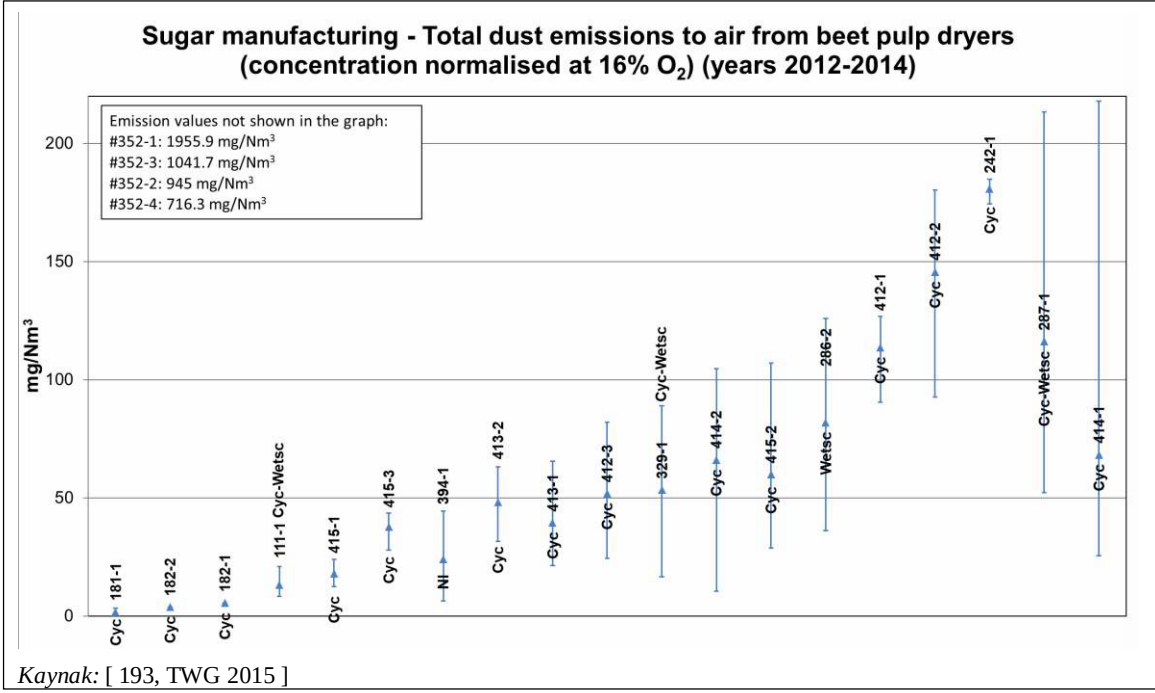


Şekil 15.6: Her türlü deşarj için şeker pancarı işlemlerinden kaynaklanan spesifik atık su deşarjı (m^3/ton pancar)

15.3.1.5 Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan emisyonlar

15.3.1.5.1 Toz emisyonları

Siklonlar temel olarak kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonları için bir azaltma tekniği olarak kullanılır. Daha az sıklıkta da olsa ıslak yıkayıcılar da uygulanır. Yayılan tozun çok yapışkan olduğu bildirilmiştir. Kurutucuların, birçok durumda %10'dan daha az olmak üzere çeşitli O₂ seviyelerinde çalıştığı bildirilmiştir. Kurutuculardan kaynaklanan toz emisyonlarıyla ilgili olarak alınan verilerin (%16 O₂'de normalize edilmiş konsantrasyon) genel bir görünümü Şekil 15.7'de verilmiştir. Uygulanan boru sonu azaltma teknikleri de belirtilmiştir. Veriler rapor edildiği gibi sunulmuştur (ıslak ve kuru koşullar dahil). Islak ve kuru koşullar hakkında daha detaylı bilgi Tablo 15.3'te verilmiştir.



**Şekil 15.7: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan toplam toz emisyonları
(konsantrasyon %16'lık O₂'de normalize edilmiştir)**

Şekil 15.7'de kullanılan sembol ve kısaltmaların anlamları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te belirtilmiştir.

15.3.1.5.2 TVOC emisyonları

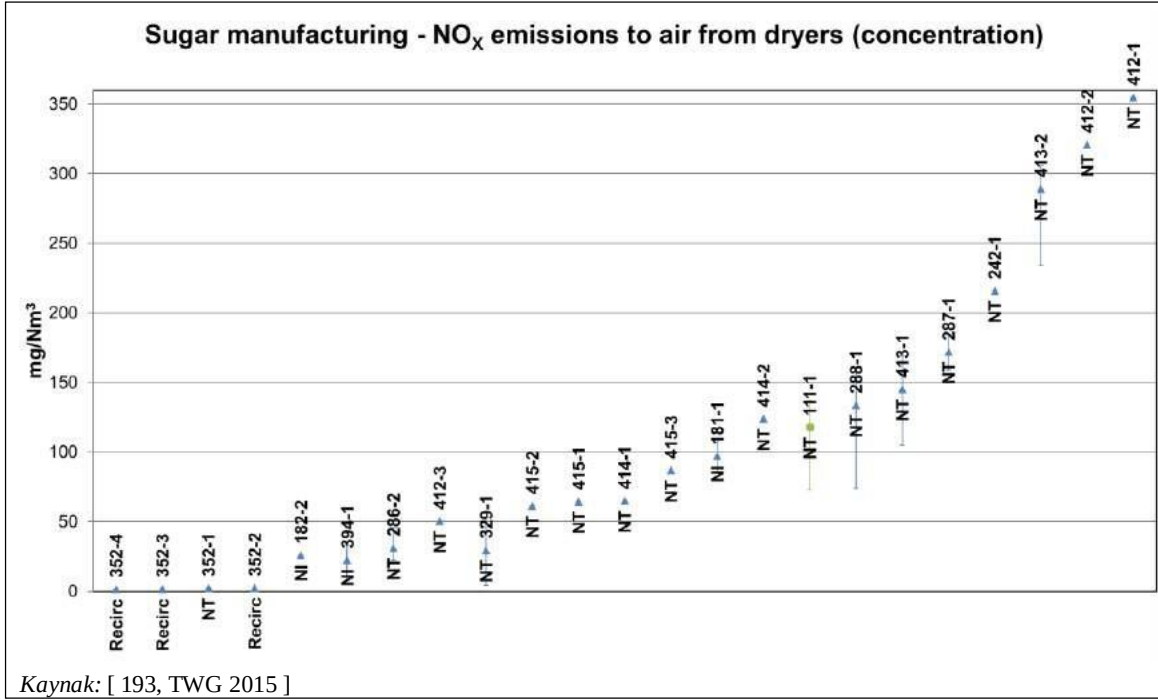
Yığın TVOC emisyonlarının izlenmesinden elde edilen veriler Tablo 15.1'de gösterilmektedir .

Tablo 15.1: Pancar küspesi kurutucusundan havaya salınan ortalama TVOC emisyonları (nokta örnekleme)

Tesis Kimlik No - Salınım noktası	TVOC (mg/ Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme sıklığı	İzleme standardı	Örnekleme süresi (saat)	Ek bilgi
111-1	0.04*	7.93	Yılda bir	VDI 3481	0,50	Yüksek sıcaklıkta kurutucu/doğal gaz Merkezi baca ıslak yıkayıcı
112-2	0,08*	6.90	NI	VDI 3481	0,50	CHP tesisinden gelen sıcak gazlarda ısı kullanan 3 tamburlu döner kurutucu ve biyogaz, doğal gaz ve ağır akaryakıt yanmasından ek ısı üretimi; Siklonlar (verim azaltma yok) TVOC için)
288-1	181.30	13.00	Ayda bir	EN 12619	3.00	Döner kurutucu/taş kömürü Islak yıkayıcı Islak gaz
287-1	192.00	15.86	Yılda bir	EN 12619	0,50	Döner kurutucu/kömür Islak gaz yıkayıcı
286-2	235.00	15.80	Ayda bir	EN 12619	3.00	Döner kurutucu/doğal gaz Islak gaz yıkayıcı
* kg TOC/t işlenmiş pancar. Not: NI = bilgi mevcut değildir. Kaynak: [193, TWG 2015]						

15.3.1.5.3 NO_x emisyonları

Kurutuculardan kaynaklanan NO_x emisyonlarıyla ilgili olarak elde edilen verilerin genel bir görünümü Şekil 15.8'de yer almaktadır. Salım noktalarının çoğu için NO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik herhangi bir teknik bildirilmemiştir. Veriler rapor edildiği gibi sunulmuştur (ıslak ve kuru koşullar dahil).

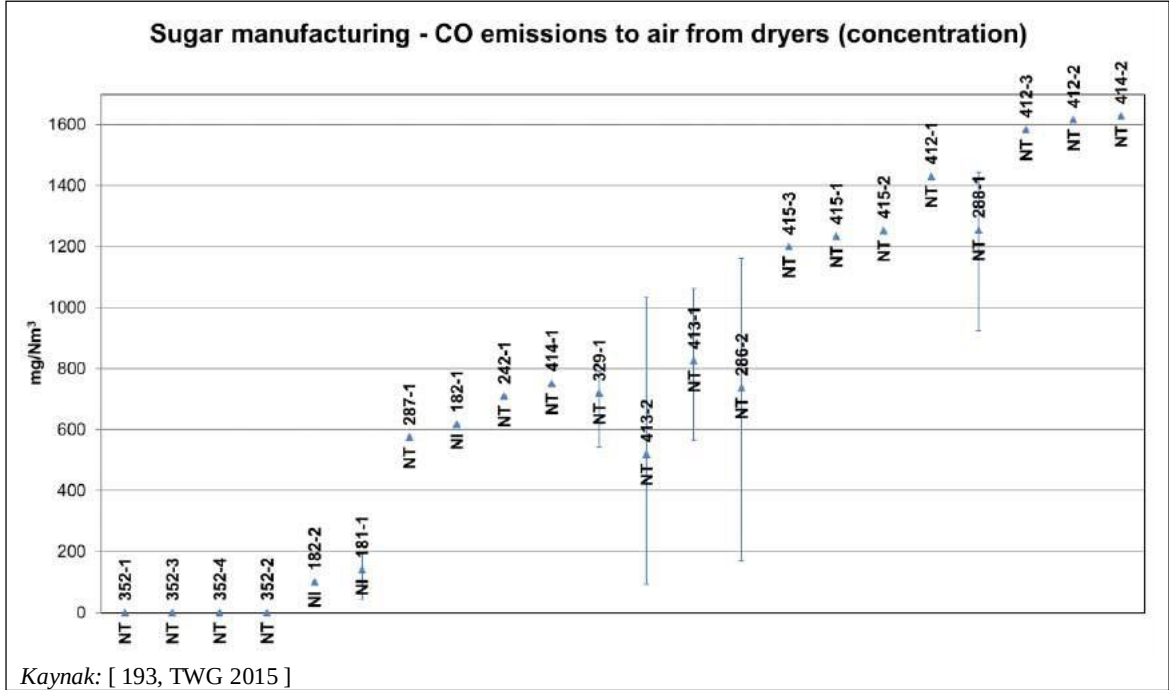


Şekil 15.8: Pancar küspesi kurutucularından havaya ortalama NO_x emisyonları

Şekil 15.8'de kullanılan sembollerin anlamı Tablo 3.3'te verilmiştir.

15.3.1.5.4 CO emisyonları

Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan CO emisyonlarıyla ilgili elde edilen verilerin genel bir görünümü Şekil 15.9'da yer almaktadır. Tüm salınım noktaları için CO emisyonlarının azaltılmasına yönelik herhangi bir teknik bildirilmemiştir. Veriler rapor edildiği gibi sunulmuştur (ıslak ve kuru koşullar dahil).

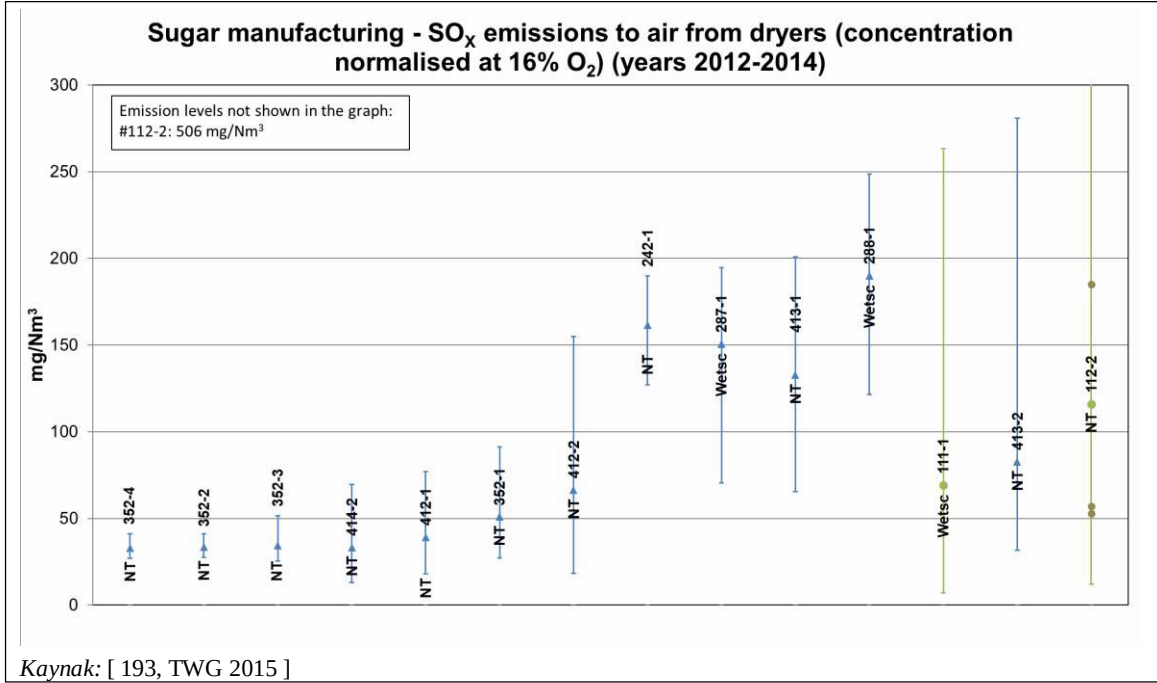


Şekil 15.9: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan toplam CO₂ emisyonları

Şekil 15.9'da kullanılan sembollerin anlamı Tablo 3.3'te verilmiştir.

15.3.1.5.5 SO_x emisyonları

Kurutuculardan kaynaklanan SO_x emisyonlarıyla ilgili olarak alınan verilerin (%16 O₂'de normalize edilmiş konsantrasyon) genel bir görünümü Şekil 15.10'da yer almaktadır. Salım noktalarının çoğu için, SO_x emisyonlarının azaltılmasına yönelik herhangi bir teknik bildirilmemiştir. Veriler rapor edildiği gibi sunulmuştur (ıslak ve kuru koşullar dahil).



Şekil 15.10: Pancar küspesi kurutucularından havaya salınan ortalama SO_x emisyonları
(konsantrasyon % 16 O₂'de normalize edilmiştir)

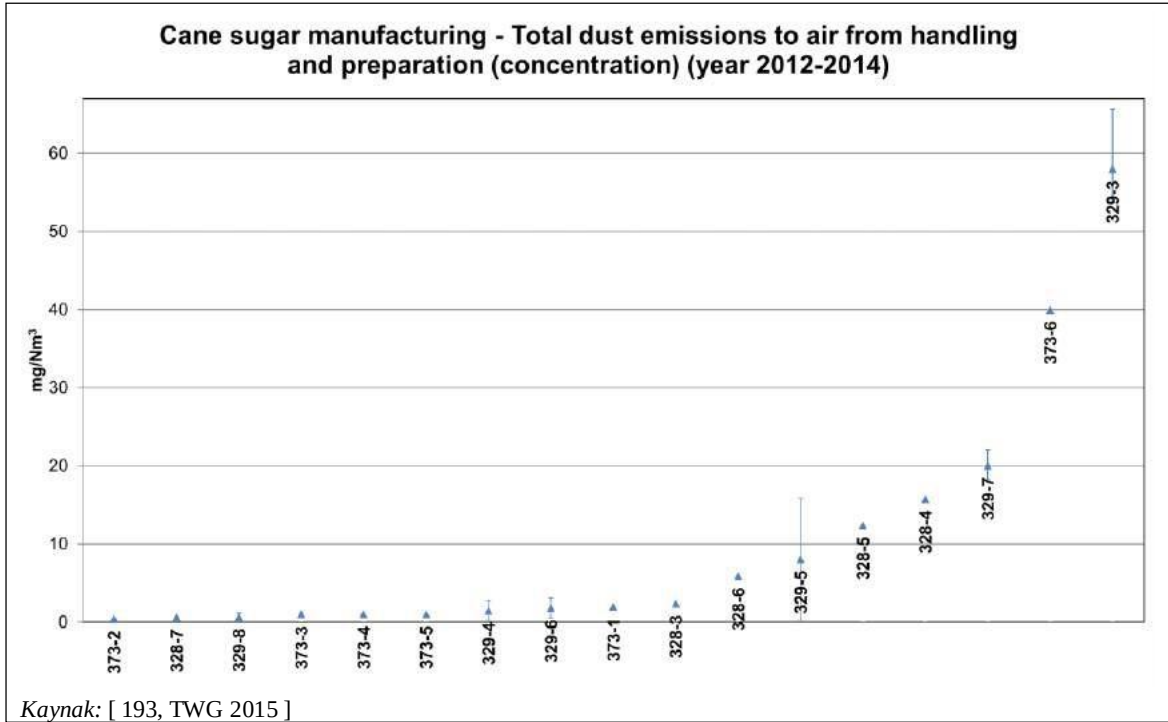
Şekil 15.10'da kullanılan sembol ve kısaltmaların anlamları Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te verilmiştir.

15.3.2 Şeker kamışı rafinağı

Başlangıç noktası şeker kamışı değil, ham şekerdir; bu nedenle şeker pancarı işlemeye göre daha az su gerekir. Renk giderme işleminde kullanılan iyon değişim reçine hücrelerinin her 40-50 saatte bir yenilenmesi, rejenerant olarak kostik tuzlu su kullanıldığı için arıtılması zor bir atık su oluşmasına neden olur [8, İngiltere ve Galler Çevre Ajansı 2000]. Fazla yoğunlaşma ve tatlı su oluşabilir de bunlar elimine edilebilmektedir (bkz. Bölüm 15.4.2.1). Sıvı şeker ürünlerinin taşınmasında için kullanılan karayolu tankerlerinin buharla temizlenmesinden atık su oluşur.

Genel olarak, şeker kamışı rafinağı, şeker pancarı işlemeye göre daha spesifik su ve enerji tüketimi gerektirir ve daha spesifik atık su deşarjı üretir [193, TWG 2015].

Şeker kamışı rafinerisinde ham maddelerin işlenmesi ve hazırlanmasından kaynaklanan havaya toplam toz emisyonları Şekil 15.11'de gösterilmektedir. Alınan veriler üç tesisata aittir (#328, #329 ve #373). Emisyon noktaları silolardan, nakliye ve paketleme alanlarından gerçekleşen salınımları içerir. Torba filtreler genellikle nihai azaltma tekniği olarak kullanılır.



Şekil 15.11: Şeker kamışı rafinerisinde ham maddelerin işlenmesi ve hazırlanmasından kaynaklanan toplam toz emisyonları

Şekil 15.11'de kullanılan sembollerin anlamı Tablo 3.3'te verilmiştir.

15.4 MET'in belirlenmesinde dikkate alınması gereken teknikler

15.4.1 Enerji verimliliğini artırma teknikleri

15.4.1.1 Şeker pancarı küspesinin preslenmesi

Tanım

Pancar küspesi, tipik olarak %25-32'lik bir kuru madde içeriği elde edilecek biçimde preslenir.

Teknik Açıklama

Preslenmiş pancar küspesi tipik olarak %20-32 kuru madde içerir, değerli bir yem haline getirilebilir ve genellikle yem dışı lif kaynağı olarak kabul edilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Pancar posası kurutma için gerekli enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Bilgi mevcut değildir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Preslenmiş hamur şeklindeki küspeler, silaj haline getirilmediği sürece sadece birkaç gün saklanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Hamur kıvamındaki küspenin kurutulması, daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi elde edilmesini sağlar.

Örnek tesisler

Çeşitli şeker fabrikalarında kullanılmaktadır.

Referans literatür

[234, Danimarka 2015]

15.4.1.2 Pancar küspesinin dolaylı (buharla) kurutulması

Tanım

Kızgın buhar kullanılarak pancar küspesinin kurutulmasıdır.

Teknik Açıklama

Kurutma, kızgın buhar kullanılarak gerçekleştirilir. Buhar 130°C'de genişir ve suyun ısınmasıyla yaklaşık 0,1 MPa'da sıcaklık 102–103 °C'ye düşer. Buhar 260 °C'de 2,6 MPa civarında genişir ve 0,37 MPa civarında sıcaklık 148 °C'ye düşer. Akışkan yataklı kurutucular (FBD'ler) buharla kurutmada kullanılabilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Sağlanan avantajlar düşük toz ve koku emisyonlarıdır. Sıcak gaz kullanılmadığı için NO_x salınmaz. Yüksek sıcaklıkta kurutmaya (HTD) ve iki aşamalı kurutmaya kıyasla ek bir avantaj, daha düşük toplam enerji tüketimidir. Enerji çıktısı, örneğin buhar, şeker çıkarma işleminde yeniden kullanılabilir. Hamur halindeki küspenin kurutulmasıyla, nem içeren yemlerden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi üretilir.

Çevresel performans ve işletim verileri

Buharlı kurutucu sistemin kapalı tasarımı, toz, koku ve tahliye edilen gazların kontrol edilmesi ve elimine edilebilmesi avantajına sahiptir. Kurutma işlemi sırasında oluşan tozların neredeyse tamamı kurutulmuş küspe içinde tutulur ve bunun bir parçası haline gelir. Pancar küspesinden buharlaşan buharla birlikte kurutucuyu terk eden toz miktarı oldukça azdır. Koku, şeker suyunun buharlaştırılması işleminde üretilen buharın yoğunlaşmasının ardından havalandırılan gazlarla normal olarak salınır. Kokulu gaz, yakılmak veya küçük bir yıkayıcıda uzaklaştırılmak üzere kazanlara gönderilebilir. 20°C'nin altına soğutulduğunda, yoğunlaşmayan gazların miktarı saatte 100–200 m³'tür.

Buharlı kurutucular söz konusu olduğunda, egzoz gazının (buhar) su içeriği normalde meyve suyu evaporatörü/konsantratöründeki ilk adımı uygulamak için kullanılır; burada buhar, buharlaştırıcıyı çalıştırmak için kullanılan enerjiyi serbest bırakırken yoğunlaşır. Her bir ton preslenmiş hamur için 0,20-0,25 kg TOC'luk bir organik yük ile bir ton preslenmiş hamur için yaklaşık 0,6-0,7 ton kondensat üretilir. Organik yüke sahip kondensat, difüzörde kullanılmadan önce enerjinin (ısı) bir kısmı geri kazanılarak yeniden kullanılacak veya atık su arıtma tesisinde arıtılacaktır.

Daha ayrıntılı olarak, sıcak kondensattaki enerji, konsantre edilecek suyu önceden ısıtmak için bir ısı eşanjörü aracılığıyla kısmen geri kazanılabilir. Kondensatın kendisi 130 °C'den 60 °C'ye kadar soğutulur. 60 °C'de ve 4,5 pH'ta soğutulan kondensat daha sonra difüzörde kullanılabilir veya atık su arıtma tesisine yönlendirilebilir [17, TWG 2018].

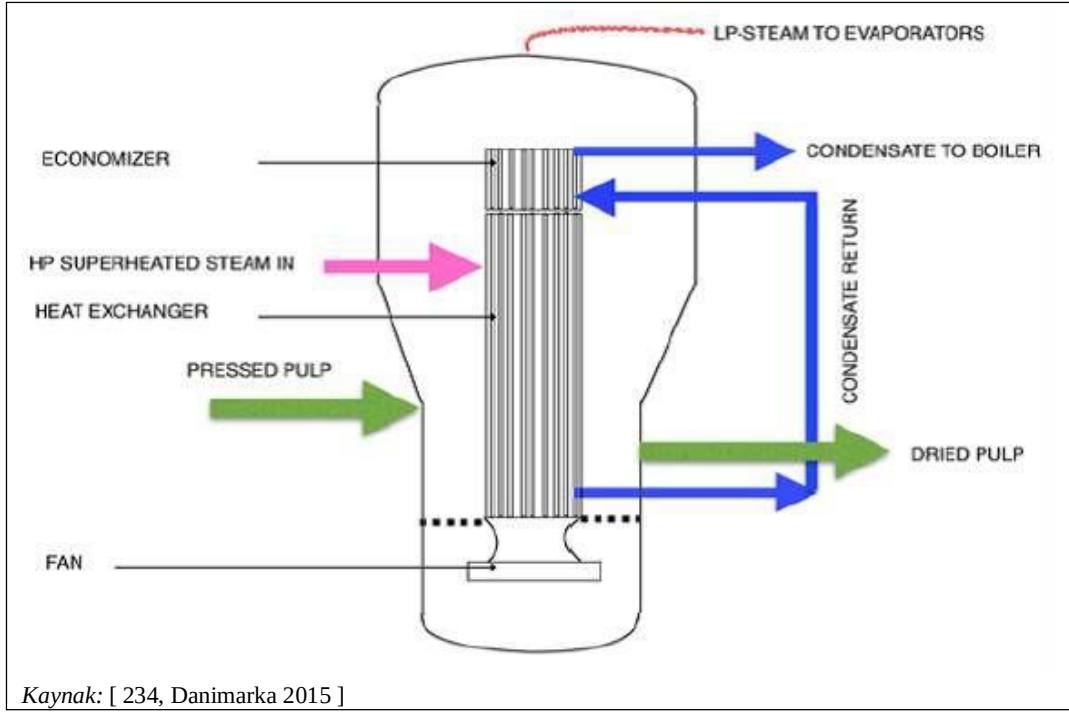
Difüzörün hamur çıkış ucuna soğutulmuş kondensat eklenirse, bu, pH 4.5'te yaş posanın vidalı preslerde sonraki preslenmesini kolaylaştıracak ve bu sayede pancar posası kurutucusunda buharlaşacak su miktarını azaltacaktır. Alternatif olarak, soğutulmuş kondensat doğrudan atık su arıtma tesisine de gidebilir. 60 °C'lik sıcaklık ve asetik asit içeriği, atık su arıtma tesisinin verimliliğini artırabilir. Bu etki, yoğunlaşma suyu buharlaştırma işleminden sonra doğrudan atık su arıtma tesisine gönderilirse belli bir miktar artacaktır.

Buharlı kurutma kullanmanın önemli bir avantajı da, pancar küspesinin kurutulması için kullanılan enerjinin yeniden kullanılabilme olasılığıdır. Bu aynı zamanda, şeker fabrikalarında olduğu gibi, herhangi bir buharlı kurutucunun kurulumunun normalde yalnızca üretilen buhar için bir tüketicinin mevcut olması durumunda mümkün olduğu anlamına gelir.

Basınçlı buharla işleyen akışkan yataklı bir kurutucu reaktöründe, pancar küspesinin buharla kurutulması, neredeyse kalan tüm enerjinin kurutma işlemi için kullanılmasına olanak veren kapalı bir akışkan yatak sistemi içinde gerçekleşir. Kurutma işlemi ile üretilen buhar (pancar küspesinden buharlaştırılır) şeker fabrikasında kullanılır.

Basınçlı buharla işleyen akışkan yataklı kurutucu, fabrikadaki yüksek basınçlı kızgın buhardan yararlanır. HP buharının enerji potansiyeli, küspeyi kapalı bir basınçlı kapta 3,5 bar ve 150 °C gibi nispeten düşük bir basınç altında kurutmak için kullanılır. Bu kurutma yöntemi, küspe ve buhar arasında yüksek yoğunluklu bir temas gerektirir. Bu, küспенin dolaşan buhar tarafından süspansiyon halinde tutulduğu bir akışkan yatakta gerçekleştirilir. Küspe parçacıkları istenen nem içeriğine kadar kurutulduktan sonra, kurutucudan bir vidalı konveyör ile taşınır.

Basınçlı buharla işleyen akışkan yataklı kurutucunun çalışma prensibi Şekil 15.12'de gösterilmektedir .



Şekil 15.12: Basınçlı buharla işleyen akışkan yataklı kurutucu

Kurutucudan çıkan üç ana akım vardır:

- ürün, kurutulmuş pancar küspesi;
- preslenmiş küspeden buharlaşan sudan kaynaklanan su buharı; bu, şeker fabrikasının başka bir yerinde, yani meyve suyu buharlaştırma/konsantrasyon prosesinde bir enerji kaynağı olarak kullanılır;
- kurutucuyu çalıştırmak için kullanılan buhardan gelen yoğuşma; bu, tesisatın normal yoğuşma sistemine girer ve kazana geri verilir.

Tekniğin kontrollü ve ılımlı bir sıcaklığa sahip olmasından dolayı, pancar küspesi kurutulurken, ham pancar küspesi temel olarak kurutma işleminin ilk aşamalarında kaynatılır. Bu, küspenin yüksek verimli süt inekleri tarafından sindirilebilirliği üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu teknik, enerji santrallerinin tamamen yeniden yapılandırılması ihtiyacı nedeniyle mevcut tesislere uygulanamayabilir. Buharlı kurutma, şeker tesisinin buhar sistemine entegre edilir. Buharlı kurutma sistemi, herhangi bir olumsuz etki doğurmaksızın yeni şeker tesislerine de entegre edilebilir. Mevcut tesisler için karmaşıklık düzeyi tesisten tesise değişir. Mevcut sistemlerde daha küçük veya daha büyük değişikliklere ihtiyaç duyulabilir ve enerji üretimi ve ısı anahtarlama tesislerinin tamamen yeniden yapılandırılmasını gerektirebilir. Uygulanacak takviye, örneğin tesis içindeki tüm ısı transferi düzenlemelerinin revize edilmesi dahil olmak üzere, buhar üretimi ve elektrik üretim bölümlerinin yeniden yapılandırılmasını içerebilir.

Ekonomi boyut

Maliyetler sahaya özeldir ve yeni ve mevcut tesisler için farklılık gösterir. FBD'lerle buharla kurutma ve iki aşamalı kurutma, hemen hemen aynı net cari değere sahipken, HTD yaklaşık %6 daha ucuzdur. Bununla birlikte, hesaplamalar kurutucular ve gaz türbini için daha uzun bir çalışma ömrü ile, örneğin 18 yıl ile yapılsa, FBD'lerle buharla kurutmanın net cari değeri en düşük maliyette olacaktır [35, Almanya 2002].

Uygulamanın ardındaki itici güç

- Maliyetlerde ve enerjiden tasarruf.
- Küspenin kurutulması, nemli yemden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi sağlar.
- Havaya salınan toz ve koku emisyonları azalır.

Örnek tesisler

Avrupa (örneğin Almanya, Fransa, İsveç), ABD, Japonya, Sırbistan ve Rusya'daki çeşitli şeker fabrikalarında kullanılmaktadır.

Referans literatür

[17, TWG 2018], [35, Almanya 2002], [98, TWG 2017], [233, Danimarka 2015], [234, Danimarka 2015]

15.4.1.3 Şeker pancarı küspesinin güneşte kurutulması**Tanım**

Pancar küspesini kurutmak için güneş enerjisinden yararlanılmasını içerir.

Teknik Açıklama

Pancar küspesinin güneş enerjisiyle kurutulması geleneksel hamur kurutma makinesinin enerji tüketiminin azaltılmasını sağlar. Bu yeni teknoloji sayesinde, kağıt hamuru kurutucularının çalıştırılmasına gerek kalmaz.

Güneşte kurutma işlemi genellikle yaz kampanyası sırasında şu şekilde başlar:

- preslenmiş hamurlar kurutma alanına nakledilir;
- Kağıt hamuru kurutma alanına yayılır (normalde beton alan);
- hamur karıştırılır ve ters çevrilir;
- kurutulmuş hamur toplanır ve bir peletleme alanına nakledilir.

Bazı durumlarda, preslenmiş hamur sonbahar/kış kampanyası sırasında silolanır ve meteoroloji koşulları uygun olduğunda, hamur kurutma alanına taşınır. Silolama, nihai peletlemeden önce de uygulanabilir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Konvansiyonel hamur kurutma yöntemi yerine güneşte kurutma uygulanması gaz ve elektrik tüketimini ve CO₂, partikül madde ve koku emisyonlarında önemli bir azalma sağlar.

Çevresel performans ve işletim verileri

İspanya'daki bazı şeker fabrikalarında uygulanmaktadır ve kuru kağıt hamurunun kalitesi belirli planlara göre kontrol edilmektedir. Elde edilen nihai sonuç iyi kalitede üründür. Güneş enerjisiyle kurutmanın verimi, hava koşullarına (örneğin rüzgar ve havanın bağıl nemi) ve çalışma koşullarına (örneğin yayılma süresi ve kalınlığı) bağlı olarak 50 t/ha·gün ile 80 t/ha·gün arasında değişebilmektedir [170 , COM 2015]

Toplam yakıt tüketiminde (doğal gaz) yaklaşık %15-25'lik bir azalma elde edilebilir, bu da yaklaşık 10 000-15 000 ton daha az CO₂ salımı anlamına gelir (#181 ve #182). Normalde, bu tekniğin kullanılmasından dolayı önemli bir toz ve koku emisyonu meydana gelmez.

Çapraz ortam etkileri

Hamuru yaymak için ekstra kaynaklar gerektirir (personel, özel makineler ve yakıt).

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Yerel iklim koşulları ve/veya yer darlığı nedeniyle uygulanamayabilir.

Ekonomik boyut

14 hektarlık bir kurutma alanı için yaklaşık 2 milyon AVRO'luk maliyet içerir (esas olarak beton alanın inşaat maliyeti).

Uygulamanın ardındaki itici güç

CO² ayak izinde ve tesisatın enerji maliyetlerinde azalma.

Örnek tesisler

İspanya'daki şeker fabrikaları.

Referans literatür

[170, COM 2015], [193, TWG 2015]

15.4.1.4 Şeker pancarı küspesini yüksek sıcaklıkta kurutulması

Tanım

Kurutma gazı, örneğin hava veya sıcak gaz, 500 °C ile 1 000 °C arasında bir sıcaklığa sahiptir.

Teknik Açıklama

Yüksek sıcaklıkta kurutmada (HTD), kurutucular genellikle buharlaşma verimini ve ürün verimini en üst düzeye çıkarmak için doğrudan ateşleme ile 500 °C ile 1 000 °C arasında çalışır (900 °C'nin altında verim düşer) ve daha sonra kurutucuda hamurdaki suyun buharlaştırılmasıyla yaklaşık 100 °C'ye kadar soğutulur. Preslenmiş hamuru kurutmak için önceden ateşlenmiş, aynı anda çalışan döner tamburlu kurutucular kullanılır. Preslenmiş hamur, hafif eğimli dönen bir tambura girer. Sıcak hava (gaz, yağ veya kömürün yanmasından üretilen) eş zamanlı olarak tamburdan geçirilir. Tamburun hareketi ve sıcak gazlar, hamurun tamburdan geçmesine neden olur. Kuruyan hamur, tamburun sonundaki bir taşıma sistemine geçer.

Kullanılan kurutma gazı, kurutucu ateşleme sisteminde yakıtın yanması sırasında oluşan ateşleme gazının bir karışımı olabileceği gibi geri dönüştürülmüş kurutucu sıcak gazı ve buhar üretiminden çıkan sıcak kazan gazı da olabilir ve sistemin tasarımı nedeniyle tambura çekilen küçük bir oranda ortam havası da oluşur. Soğutma havası sadece istisnai durumlarda kullanılır. Buhar üretiminden gelen sıcak gaz, melasla işlenmiş hamur dışında, kurutma ünitesi ile şeker tesisinin geri kalanı arasındaki tek bağlantıdır.

Kurutma işleminde, ateşleme gazı akım kütesinin yaklaşık %25'ini ve akım enerjisinin yaklaşık %75'ini oluşturur. Buhar jeneratörü sıcak gazı, sıcak gazların akım kütesinin yaklaşık %70'ini ve gazların kurutulması için gerekli akış enerjisinin yaklaşık %25'ini sağlar.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Hamurun kurutulması, nemli yemden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi üretilmesini sağlar.

Çevresel performans ve işletim verileri

1 kg suyun buharlaşması için gereken ısı miktarı, tamburun giriş ve çıkışı arasındaki sıcaklık gradyanına bağlıdır. Tambur girişindeki yanma gazı sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, ekipmanın termal verimliliği de o kadar yüksek olur. Tipik olarak, kurutmanın 950 °C'de gerçekleştirildiği Birleşik Krallık dışında, 750 °C'ye kadar sıcaklıklarda kurutma HTD olarak kabul edilir. Bunun 750 °C'de kurutmaya kıyasla enerji verimliliğinde %15-18'lik bir fayda sağladığı bildirilmektedir. Ancak, aşırı yüksek giriş sıcaklıkları, iç kısımlarda kuvvetli tufal oluşumuna ve kurutulacak malzemenin yanmasına neden olabilir. 600 °C'lik giriş sıcaklıkları için, buharlaştırılacak her bir kilogram su için yaklaşık 0,972 kW (3500 kJ) kullanılır. Varillerde, varil içeriğinin metreküpü başına saatte 150-180 kg su buharlaşır. İşlem sonunda kurutma gazının sıcaklığı 100 °C civarındadır. Kurutulan malzeme, kurutma işlemi sırasında 60–70 °C sıcaklığa sahiptir [192, COM 2006] .

Kurutma için sıcak gaz kullanıldığında NO_x ve SO_x açığa çıkar. Sıcak gaz içindeki NO_x ve SO_x emisyon seviyesi, yakıt tipinin, brülör tipinin, birincil, ikincil ve üçüncül hava dağılımının ve kullanılan herhangi bir geri dönüştürülmüş egzoz gazının yerinin bir fonksiyonudur. Örneğin, doğal gaz kullanan beş Alman şeker üretim tesisinde, egzoz gazındaki ortalama NO_x içeriği yaklaşık 70 mg/Nm³ ve ağır yakıt kullanan 12 şeker tesisinde yaklaşık 270 mg / Nm³ olarak gerçekleşmiştir. Organik bileşik emisyonları yaklaşık 50–600 mg/Nm³ ve CO emisyonları yaklaşık 210–1.050 mg/Nm³ olmuştur. Doğal gaz kullanan beş şeker tesisinin siklon işlemi sonrasında havadaki toz konsantrasyonu yaklaşık 35 mg/Nm³ iken kazanları için kömür ve kurutma içinse ağır petrol/doğal gaz kullanan iki fabrikanın ortalama toz konsantrasyonu yaklaşık 82 mg/Nm³ olarak gerçekleşmiştir. Almanya’da 50–60 mg/Nm³ yaş toz ve 0,08 kg TOC/t dilimlenmiş pancar emisyonları bildirilmiş olup bu değerler referans koşullar altında ölçülmüştür (hacmen %12 O₂ hava içeriği). Bir kurutucunun egzoz havasındaki toz, aynı zamanda kurutulmuş hamurun nem içeriğine de bağlıdır. %91’in üzerindeki katı madde içeriği havada daha fazla toza neden olabilir. Katı içeriğin %86’dan daha yüksek olması gerekir; çünkü daha yüksek nem içeriği hamurun biyolojik stabilitesini azaltabilir [192, COM 2006] .

En önemli çevre sorunu enerji tüketimidir. Pancar küspesinin başlangıçtaki su içeriği azaltılarak enerji tüketimi azaltılabilir. Preslemeden sonra hamurun kuru katı içeriği %25 olduğunda, %90 katı içeriği elde etmek için kurutma işleminde bir ton kurutulmuş hamur başına 2,6 ton su buharlaştırılmalıdır. Preslenmiş veya önceden kurutulmuş hamurda %35 katı madde bulunduğunda, bir ton kurutulmuş hamur üretmek için yalnızca 1,6 ton suyun buharlaştırılması gerekir. Buharlaştırılacak daha düşük miktarda su ile daha düşük miktarlarda hava veya sıcak gaza ihtiyaç duyulur ve sonuç olarak daha düşük miktarlarda yoğunlaşmış su üretilir. Sonuç olarak, daha az hava ve atığın işlenmesi gerekir [192, COM 2006] .

Yüksek sıcaklıkta kurutucular, kampanya ve kampanyalar arası dönemlerde (ör: kaba yonca veya diğer yeşil yemler) şeker pancarı küspesinin yanı sıra diğer ürünleri de kurutabilir [98, TWG 2017] .

Çapraz ortam etkileri

Enerji tüketilir. Atık gazın yoğunlaşması uygulanırsa atık su oluşur. Toz ve koku havaya yayılır. Sıcak gaz kullanıldığında NO_x, CO ve organik bileşikler yayılır. Kullanılan yakıtın tipine bağlı olarak, kuru küspe ile kurutma sırasında baca gazında bir miktar kontaminasyon meydana gelebilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

HTD, Avrupa’da en yaygın kullanılan tekniktir. Şeker sektöründe küspe kurutmak için uygulanır. Bu teknik, şeker fabrikası ve buhar jeneratörlerinin çalışma yönteminden bağımsız olarak uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Günlük 10.000 ton pancar alımı olan standart bir şeker fabrikasına dayalı olarak, bir HTD tesisi için yaklaşık 10 milyon Avroluk bir toplam yatırım maliyetini gerektirdiği bildirilmiştir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Hamurun kurutulması, nemli yemden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi üretilmesini sağlar.

Örnek tesisler

AB’de şeker fabrikalarının çoğunda kullanılır.

Referans literatür

[17, TWG 2018] , [35, Almanya 2002] , [51, Ullmann 2001] , [98, TWG 2017] ,
[192, COM 2006] , [193, TWG 2015] , [234, Danimarka 2015]

15.4.1.5 Şeker pancarı küspesinin düşük sıcaklıkta kurutulması hamur

Yaygın olarak kullanılan LTD kurutucuları, ortamdaki oksijen içeriğindeki bantlı kurutuculardır. Mevcut farklı süreç kurulumlarındaki konumları, saha düzeyinde yapılan belirli teknik seçimlere ve kullanılan enerjiye bağlı olacaktır [301, CEFS 2018].

15.4.1.5.1 Şeker pancarı küspesinin düşük sıcaklıkta (ön) kurutulması

Tanım

Kurutma gazı, örneğin hava veya sıcak gaz kullanılarak pancar küspesinin doğrudan (ön) kurutulmasıdır.

Teknik Açıklama

Düşük sıcaklıkta kurutma (LTD), normalde şeker pancarı küspesinin iki aşamalı kurutulmasında HTD'den önce bir ön adım olarak kullanılır. Şeker pancarı küspesinin LTD'sinde, yaklaşık 50°C'lik bir giriş sıcaklığına sahip büyük miktarlarda kurutma gazı, örneğin hava veya sıcak gaz doyurulur. Çıkış sıcaklığı yaklaşık 25–30 °C'dir. LTD için bantlı kurutucular kullanılır.

Melas üretimi için melas, tüm karışım kurutulmadan önce hamurla karıştırılır. LTD, şeker pancarı fabrikasının genel enerji verimliliğini artırmak için HTD adımı ve şeker üretim süreçlerinden gelen düşük enerjili ısıdan yararlanmak için ilk adım olarak kullanılır.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Bağımsız HTD'ye kıyasla enerji tüketimi ve hava kirliliği azalır. Düşük değerli enerji geri kazanılarak, nihai HTD için kullanılan enerji miktarı azaltılır. Hamurun kurutulması, nemli yemden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi üretilmesini sağlar.

Çevresel performans ve işletim verileri

İki aşamalı kurutma uygulanırsa, ilk adım için HTD aşamasında elde edilen buharlar kullanılarak yaklaşık %30 enerji tasarrufu sağlanabilir, LTD. Çoğu bantlı kurutucu, şeker tesisinin buharlaştırma istasyonundan ve kristalizasyon ünitesinden gelen ısı akımları kullanılarak ısıtılabilen ve aksi takdirde çevreye atık ısı olarak kaybedilecek olan yaklaşık 60 °C'de sıcak hava ile çalışır.

Tablo 15.2, şeker pancarı küspesinin LTD ve HTD hava koşullarının örneklerini göstermektedir.

Tablo 15.2: Şeker pancarı küspesinin karakteristik LTD ve HTD'si

Kurutma gazının parametreleri		LTD			HTŞ		
		İç	Dış	Δ	İç	Dış	Δ
Sıcaklık	°C	50	25	25	750	102	648
Gazın bağıl nemi	%	9.0	88.6	79.6	*	33.1	NI
Su buharı yükü	kg/kg	0.0070	0.0181	0.0111	0.0366	0.3508	0,3142
Nemli havanın entalpisi kuru hava ile ilgili	kJ/kg	68.8	71.1	2.3	983.2	1049.8	66.7
Nemli havanın kuru havaya göreli entalpisi	kWs/kg	0.019	0.020	0.001	0.273	0.292	0.019
Hava/su buharlaşma oranı	kg/kg	1/Δy = 0.0111 ⁻¹ = 89.9			1/Δy = 0,3142 ⁻¹ = 3,2		
* Tanımlanmadı çünkü kritik sıcaklık aşıldı.							
Not:							
Δy: fonksiyonun artması.							
NI = Bilgi mevcut değil.							
Kaynak: [35, Almanya 2002]							

HTD adımıyla oluşan buharların yoğunlaşmasıyla üretilen atık su, bir AAT'ye ya da atık serpm sahasına gönderilir.

Çapraz ortam etkileri

Toz ve koku yayılır. Sıcak gaz kullanıldığında NO_x, CO ve organik bileşikler yayılır. Atık su üretilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Şeker sektöründe melaslı küspe kurutmak için uygundur. Hamurun kurutulması için bir LTD ve HTD kombinasyonunun uygulanması, büyük ölçüde belirli koşullara bağlıdır. Kurutulmuş hamur için bir pazar yoksa veya preslenmiş hamur biyogaz üretimi için kullanılıyorsa veya doğrudan yem olarak dağıtılıyorsa veya hamur kurutma için başka bir teknoloji seçiliyorsa, bu teknik ekonomik olarak uygulanabilir olmayacaktır [193, TWG 2015].

Ekonomi boyut

Bağımsız HTD'den daha düşük enerji ihtiyacı.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bir şeker pancarı fabrikasının genel enerji verimliliğinin artırılması.

Örnek tesisler

Avrupa'da çeşitli tesisler (ör. Avusturya, Almanya'da). FDM veri tabanındaki tesisler #014, #015 ve #112-1.

Referans literatür

[4, CEFS 2018], [35, Almanya 2002], [193, TWG 2015]

15.4.1.5.2 LTD kurutucularının diğer kullanım alanları**Tanım**

LTD kurutucular, bir HTD kurutucuya doğrudan doğruya veya dolaylı olarak bağlanarak son kurutucular veya paralel kurutucular olarak kullanılır.

Teknik Açıklama

Bantlı LTD kurutucuları ayrıca bir HTD kurutucuya doğrudan veya dolaylı bağlanarak son kurutucular veya paralel kurutucular olarak da kullanılabilir. Bu donatım tesisatın pancar küspesinin yanı sıra aynı zamanda diğer malzemeleri kurutmak için de kullanılmasına izin verir. Bu konfigürasyonların kullanımı, Fransa'daki birçok sahada bildirilmiştir. Konfigürasyon seçimi, şirketlerin teknik tercihlerine ve mevcut tekniklerin gelişimine bağlıdır. Tipik konfigürasyon seçenekleri şu şekilde özetlenebilir:

- Bantlı kurutucu, ilgili yüksek sıcaklıklı kurutucudan (tesis # 287) gelen sıcak gaz tarafından üretilen sıcak havayı kullanan yüksek sıcaklıklı bir kurutucu (ayrı pancar küspesi akışları) ile paralel olarak çalıştırılır. Tipik giriş havası sıcaklığı 70°C ile 80°C arasındadır ve tipik çıkış havası sıcaklığı ise 25°C ile 40°C aralığındadır.
- Sıcak havalı kurutma sonrası.

Özetlemek gerekirse, şeker pancarı fabrikasında esnek yem kurutması sağlamak için bantlı kurutucular kullanılır:

- kurutucular veya kurutucular sonrası donatım;
- 50 °C ila 130 °C arasındaki bir sıcaklıkta sıcak gaz veya sıcak hava ile (özellikle bantlı kurutucu kullanılması halinde) kurutma makinesi).

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Bağımsız HTD ile karşılaştırıldığında, enerji tüketimi ve havaya emisyonlar azaltılır. Hamurun kurutulması, nemli yemden daha uzun süre saklanabilen hayvan yemi üretilmesini sağlar.

Çevresel performans ve işletim verileri

#287 numaralı tesisatın bantlı kurutucusundaki toz emisyon ölçümleri (bu kurutucu FDM veri toplamaları kapsamına dahil edilmemiştir, 2016 ve 2017 yıllarına ait ölçümler daha sonra yapılmıştır) 10 mg/Nm³ ile 20 mg/Nm³ (en yüksek sıcaklıkta) arasında değerler göstermiştir. (%21'lik O₂'de, yaş bazda).

Çapraz ortam etkileri

NO_x, CO ve organik bileşikler yayılır. LTD’de sıcak hava kullanılarak atık su üretilir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Bu tekniğin uygulanması büyük ölçüde belirli koşullara bağlıdır. Kurutulmuş küspe için bir pazar yoksa veya preslenmiş küspe biyogaz üretimi için kullanılıyorsa veya doğrudan yem olarak dağıtım veriliyorsa veya küspe kurutma için başka bir teknoloji seçilirse, bu teknik ekonomik olarak uygun olmayacaktır.

Ekonomik boyut

Bağımsız HTD'den daha düşük enerji ihtiyacına sahiptir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Bir şeker pancarı fabrikasının genel enerji verimliliğinin artırılması. Bu tip kurutucular, fabrikanın tamamen yeniden yapılandırılmasından (kurutma tesisatının değiştirilmesi, örneğin HTD veya buhar) kaçınılırken kurutma kapasitesini iyileştirmek için bir çözüm olabilir.

Örnek tesisler

#287 No.lu tesisat.

Referans literatür

[4, CEFS 2018]

15.4.1.6 Sıcak gazların geri dönüştürülmesi gazlar

Bu teknikle ilgili bilgiler Bölüm 3.4.1.2'de yer almaktadır.

Tanım

Sıcak gazların geri dönüştürülmesidir (ör: kurutucudan, kazandan veya kombine ısı ve enerji santralinden çıkan atık gazlar).

15.4.2 Su tüketimini azaltma teknikleri

15.4.2.1 Suyun geri dönüştürülmesi

Ayrıca bkz. Bölüm 2.3.3.1.1.

Tanım

Temizleme, yıkama, soğutma veya asıl proses için (öncesinde su arıtması olan veya olmayan)su akışlarının geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması.

Teknik Açıklama

Şeker pancarı işleme için, ana atık su kaynaklarından biri, işlemin ilk aşamalarında pancarın taşınması için kullanılan kanal suyudur. Kanalizasyon suyu, bertaraf edilmeden önce yaklaşık 20 kez yeniden kullanılabilir. Taşıma suyunun tüketimi için nihai hedef, harici su kaynaklarından sıfır ekstraksiyon olabilir.

Birçok tesiste, taşıma suyu, genellikle yalnızca çöktürme havuzları aracılığıyla ara saflaştırmadan sonra, büyük devrelerde yeniden kullanılır. Kanalizasyon suyu içinde organik asit bileşiklerinin oluşumu nedeniyle, geçmişten bu yana devam eden uygulama, pH'nı genellikle kireçle düzeltilmesini içermiştir. Bununla birlikte, atık su için biyolojik arıtma kullanan tesisler, pH düzeltme ihtiyacının ortadan kalktığını bulmuştur. Nakliye sırasında pancar hasarını en aza indirmek için özen gösterilirse, bu, nakliye suyuna şeker sızmasını azaltır ve sonuç olarak KOİ seviyelerini ve daha önce uygulanması gereken atık su arıtma kapsamını azaltır.

Çoğu durumda, yeterli depolama kapasitesi olduğu varsayıldığında, yeni kampanyayı başlatmak için önceki yılın kampanyasından yeterli suyu tutmanın mümkün olduğu bildirilmektedir. Bu, bir nehirten veya yeraltı kaynaklarından su çıkarma ihtiyacını ortadan kaldırır. Bir sonraki kampanya için kullanılamayan fazla su, bir su yoluna açılan herhangi bir çıkışa boşaltılır. Bazı tesisler, toprak ve su karışımını atık serpme sahalarına göndermektedir.

Buharlaştırma ve kristalizasyon aşamalarından gelen yoğunlaşma, pancar yıkama dahil olmak üzere çeşitli aşamalarda kısmen proses suyu olarak kullanılır. Kondensat, düşük dereceli su kaynağı olarak da düşünülebilir. Örneğin, şeker rafinerilerinin proste tüm tatlı suyun kullanılması ve yoğunlaşma maddenin toplam geri dönüşümünün sağlanması için çok miktarda suyu verimli hale getirilebileceği bildirilmektedir. Şeker pancarının %75'i sudur ve özütleme işlemi, tanımı gereği, bu suyun yüksek bir oranını serbest bırakmayı amaçlar. Bu suyun yaklaşık yarısı buharlaşma nedeniyle kaybolmakta veya çeşitli ürünlere dahil edilmektedir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Su tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

0,20 m³/t altındaki su tüketim değerleri bildirilmiştir.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Şeker pancarından şeker üreten tesislerde uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Yeni su ihtiyacını sınırlayarak çevresel etkiyi azaltır. Atık su arıtımı ile ilgili maliyetlerde azalma.

Örnek tesisler

Şeker pancarından şeker üreten birçok tesiste uygulanır.

Referans literatür

[1, CIAA 2002], [8, İngiltere ve Galler Çevre Ajansı 2000], [31, CEFS 2001],
[71, AWARENET 2002]

15.4.3 Atık azaltma teknikleri

15.4.3.1 Şeker pancarı toprak darasının azaltılması

Tanım

Teknik ve ekonomik tedbirlerin ve bitki yetiştirmede uygulanan yöntemlerin birleştirilmesiyle, tesise giriş yapan edilen katı madde miktarı azaltılmasıdır.

Teknik Açıklama

Pancar teslimatları kapsamında şeker fabrikalarına büyük miktarlarda toprak, çakıl ve taş taşınmaktadır. Bu istenmeyen malzemenin işlenmesi sahada enerji ve su başta olmak üzere çok fazla kaynak tüketilmesine neden olmaktadır. Teknik ve ekonomik tedbirlerin ve bitki yetiştirmede uygulanan yöntemlerin birleştirilmesiyle elde edilen temiz pancar projesiyle, tesisatta toprağa verilen toprak miktarını azaltabilir.

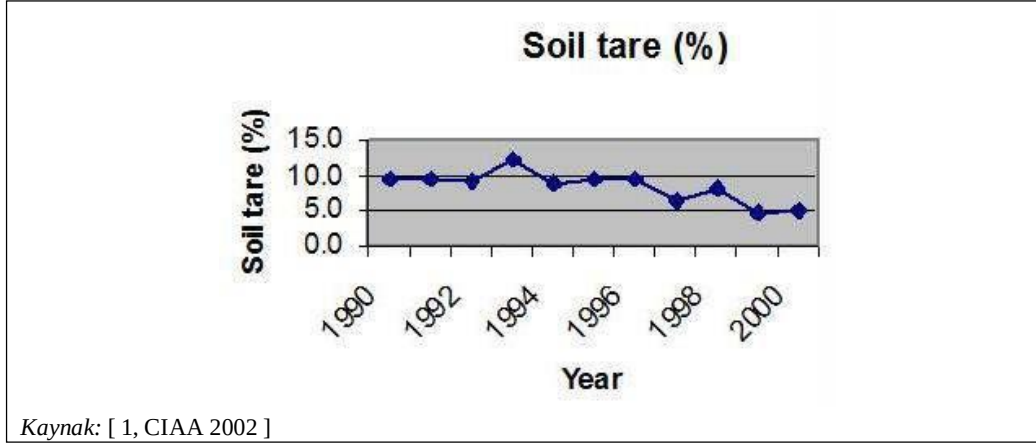
Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Atık miktarının ve su ve enerji tüketiminin azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

İsveç'te bulunan örnek bir şeker pancarı tesisi, 1980'lerin başından beri toprak darasını azaltmaya odaklanmıştır. Temiz pancar projesi, toprak darasında 150.000 tonluk bir azalma sağlamıştır. Danimarka'da, daha geniş bir pancar yetiştirme alanı mevcut olması nedeniyle, bildirilen rakam daha da yüksektir. Performans seviyeleri şu an itibarıyla 10 yıl önceki tipik seviyelerin %50 altındadır.

Ayrıca, İsveç ve Danimarka'da iyi hava koşullarında hasadı teşvik etmek ve biçerdöverlerin optimum kullanımını sağlamak için özel bir bonus sistemi kullanılmaktadır. Örnek bir tesiste yapılan testler ve yeni hasat makineleri uygun şekilde kullanıldığında, neredeyse tüm hava koşullarında %5 toprak darası (%95 saflık) elde etmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Şekil 15.13, İsveç'te toprak darasındaki azalmayı göstermektedir.



Şekil 15.13: İsveç'te toprak darasının azaltılması

Bu işe paralel olarak, bu tesisler, yumruya daha az toprak yapışmasını sağlamak için şeker pancarının şeklini iyileştirmeye çalışmaktadır. Geleneksel yetiştirme teknikleri kullanılarak yapılan ıslah, pancar yıkamada temel sorun olan pancarın kök oluşuna odaklanmıştır.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Şeker imalatında uygulanabilir.

Ekonomik boyut

Enerji ve su maliyetlerinin azaltılması.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Enerji ve su maliyetlerinin azaltılması.

Örnek tesisler

İsveç, Danimarka ve Almanya'daki şeker üreticileri.

Referans literatür

[1, CIAA 2002]

15.4.4 Havaya salınan emisyonları azaltma teknikleri

15.4.4.1 Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması

15.4.4.1.1 Siklon

Bu teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.2.3'te açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 15.3, toz azaltma tekniği olarak siklonların uygulanmasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 15.3: Pancar küspesi kurutucusundan siklonda işlemten sonra havaya salınan toplam toz emisyonları

Tesis Kimlik No. –salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	izleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
181-1	7.00	10.00	NI	Ayda bir	HTŞ Doğal gaz
182-2	13.70	3.00	NI	Her üç Kampanyada bir ölçüm	HTŞ Doğal gaz
415-1	20.40	12.80	EN 13284-1	Yılda bir	Döner kurutucu/doğal gaz Aşırı derecede yapışkan toz Islak gaz Toz fraksiyonu % 45.5 PM 10 ve %24.4 PM 2.5
415-2	30.40	15.70	EN 13284-1	Yıllık	Döner kurutucu/doğal gaz Aşırı derecede yapışkan toz Islak gaz Toz fraksiyonu % 45.5 PM 10 ve %24.4 PM 2.5
414-1	40.50	17.40	EN 13284-1	Aylık	Döner kurutucu/doğal gaz Aşırı derecede yapışkan toz Toz oranı % 46,5 PM 10 ve %37 PM 2.5
413-2	50.50	15.40	EN 13284-1	Aylık	Döner kurutucu/akaryakıt Aşırı derecede yapışkan toz Toz fraksiyonu %55 PM 10 ve %20 PM 2.5
412-3	73.80	16.50	EN 13284-1	Yıllık	Döner kurutucu/doğal gaz Aşırı derecede yapışkan toz Islak gaz Toz fraksiyonu %36.30 PM 10 ve %32.70 PM 2.5
352-1	75.50	15.89	PN-Z-04-30-7	Yıllık	Tamburlu kurutucu/kömür
352-2	80.70	15.47	PN-Z-04-30-7	Yıllık	Tamburlu kurutucu/kömür
413-1	103.00	7.50	EN 13284-1	Aylık	Döner kurutucu/kömür Aşırı derecede yapışkan toz Toz fraksiyonu %55 PM 10 ve %20 PM 2.5
412-1	104.00	16.90	EN 13284-1	Yıllık	Döner kurutucu/kömür Aşırı derecede yapışkan toz Islak gaz Toz fraksiyonu %36.30 PM 10 ve %32.70 PM 2.5
414-2	134.00	14.00	EN 13284-1	Aylık	Döner kurutucu/kömür Aşırı derecede yapışkan toz Toz fraksiyonu %46,4 PM 10 ve %23,5 PM 2.5

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193, TWG 2015]

15.4.4.1.2 Islak yıkayıcı

Bu teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.3.1'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 15.4 , toz azaltma tekniği olarak ıslak gaz yıkayıcı uygulamasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 15.4: Pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda işlemten sonra salınan verilen toplam toz emisyonları

Tesis Kimlik No. -salınım noktası	Toz (mg/Nm ³)	O ₂ içerik (%)	izleme standardı	Sıklık izleme	Ek bilgi
111-1	38.50	7.90	VDI 2066	Yıllık	Merkezi baca İki yüksek-sıcaklıklı kurutucu/doğal gaz, linyit Islak gaz Siklon adımı öncesi
329-1	64.24	16.30	EN 13284-1	Aylık	Döner kurutucu/doğal gaz Siklon adımı öncesi
286-2	109.00	14.50	NF X 44 052	Aylık	Döner kurutucu/doğal gaz Kuru bazda
288-1	144.00	13.90	NF X 44 052	Aylık	Döner kurutucu/kömür Kuru bazda
287-1	265.00	14.60	MO/E/504/002	Aylık	Döner kurutucu/kömür Kuru bazda

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193, TWG 2015]

15.4.4.1.3 Gaz yakıtların kullanılması**Tanım**

Katı bir yakıtın (ör: kömür) yanmasından, emisyonlar açısından daha az zararlı olan (ör: düşük kükürt içeriği, düşük kül içeriği veya daha iyi kül kalitesi) gazlı bir yakıtın (ör: doğal gaz, biyogaz) yanmasına geçiş.

Teknik Açıklama

Daha düşük potansiyel kirlilik üreten bileşik içeriğine sahip fosil yakıtların seçimi, havaya salınan emisyonlarda önemli bir azalmaya yol açabilir. Tedarikin mevcut olduğu durumlarda, gazlı bir yakıtın seçilmesi veya değiştirilmesi uygun bir seçenek olabilir. Bu, normalde düşük kül içeriği veya düşük kükürt içeriği olan yakıtların kullanımını içerecektir.

Gerçekleştirilen çevresel faydalar

Toz ve SO_x emisyonlarının azaltılması.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 15.3 ve Tablo 15.4'te gösterildiği gibi, kömür veya linyitin yanması ile ilişkili olanlardan daha düşük toz emisyon seviyeleri söz konusudur.

Çapraz ortam etkileri

Bilgi mevcut değildir.

Uygulanabilirlikle ilgili teknik hususlar

Genel olarak, daha düşük kül, kükürt, azot, karbon, cıva vb. içeriğine sahip gaz halindeki yakıtların kullanılması dikkate alınması gereken bir seçenektir. Bir yakıt seçme olasılığı, farklı gaz halindeki yakıt türlerinin mevcudiyeti ile ilgili kısıtlamalarla sınırlanabilir.

Ekonomik boyut

Bilgi mevcut değildir.

Uygulamanın ardındaki itici güç

Yetkili makamların yasal gerekliliklerinin yerine getirilmesi.

Örnek tesisler

Bkz. Tablo 15.3 ve Tablo 15.4.

Referans literatür

[145, COM 2017], [193, TWG 2015]

15.4.4.1.4 Şeker pancarı hamurunun (küspe) dolaylı olarak kurulması (buharlı kurutma)

Bu teknığe ilişkin bilgiler Bölüm 15.4.1.2'de yer almaktadır.

Çevresel performans ve işletim verileri

6,3 mg/Nm³ ve 44,3 mg/Nm³ (% 16 O₂'de normalize edilmiş) arasındaki toz emisyon seviyeleri, azaltma teknikleri bildirilmeden ve EN 13284-1 standardı kullanılarak #394-1 numaralı tesisat tarafından bildirilmiştir [193, TWG 2015].

Referans literatür

[193, TWG 2015]

15.4.4.1.5 Şeker pancarı hamurunun düşük sıcaklıkta (ön) kurutulması

Bu teknığe ilişkin bilgiler Bölüm 15.4.1.5'te verilmiştir.

Çevresel performans ve işletim verileri

1,9 mg/Nm³ ve 7,2 mg/Nm³ (ıslak zemin) arasındaki toz emisyon seviyeleri, azaltma teknikleri uygulanmadan ve EN 13284-1 standardı kullanılarak #112-1 numaralı tesisat tarafından rapor edilmiştir. [193, TWG 2015].

#287 numaralı tesisatın bantlı kurutucusundaki toz emisyonu ölçümleri (bu kurutucu FDM veri toplamasına dahil olmayıp 2016 ve 2017 yılları için ölçümler daha sonra yapılmıştır) 10 mg/Nm³ ile 20 mg/Nm³ (en yüksek sıcaklıkta) arasında değerler göstermiştir (%21 O₂, ıslak bazda) [301, CEFS 2018].

Referans literatür

[193, TWG 2015], [301, CEFS 2018]

15.4.4.1.6 Pancar hamurunun güneşte kurutulması

Bu teknığe ilişkin bilgiler Bölüm 15.4.1.3'te verilmiştir.

15.4.4.2 Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan TVOC emisyonlarının azaltılması

15.4.4.2.1 Islak yıkayıcı

Teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.3.1'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 15.5, TVOC azaltma tekniği olarak ıslak gaz yıkayıcı uygulamasıyla ilgili tesisata özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 15.5: Bir pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda (kuru bazda) işlemden sonra havaya salınan TVOC emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru bazda)

Tesis Kimlik No. –Salınım noktası	TVOC (mg/ Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	izleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
288-1	181.30	13.00	EN 12619	Ayda bir	Döner kurutucu/kömür
287-1	192.00	15.86	EN 12619	Yılda bir	Döner kurutucu/kömür Siklon adım öncesi
286-2	235.00	15.80	EN 12619	Ayda bir	Döner kurutucu/doğal gaz

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193, TWG 2015]

15.4.4.3 Pancar küspesi kurutucularından kaynaklanan SO_x emisyonlarını azaltılma teknikleri

15.4.4.3.1 Islak yıkayıcı

Teknik genel olarak Bölüm 2.3.7.3.1'de açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Tablo 15.6 ve Tablo 15.7, SO_x azaltma tekniği olarak bir ıslak gaz yıkayıcının uygulanmasıyla ilgili kurulumu özel performans verilerini göstermektedir.

Tablo 15.6: Islak bir yıkayıcıda (kuru bazda) işlemden sonra bir pancar küspesi kurutucusundan havaya salınan SO_x emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri (kuru bazda)

Tesis Kimlik No –salınım noktası	SO _x (mg/ Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	izleme standardı	İzleme sıklığı	Ek Bilgiler
287-1	200.00	14.30	NI	Yılda bir	Döner kurutucu/kömür
288-1	326.50	13.40	EN 14791	Ayda bir	

Not: NI = Bilgi mevcut değildir.
Kaynak: [193, TWG 2015]

Tablo 15.7 Pancar küspesi kurutucusundan ıslak yıkayıcıda işlemden sonra havaya salınan SO₂ emisyonlarının sürekli ölçümlerinin ortalama değerleri

Tesis Kimlik No –salınım noktası	SO ₂ (mg/Nm ³)			O ₂ içeriği (%)	Ek Bilgiler
	Yıllık ortalama	Maks.	Yüzde 95		
111-1	47.00	204.00	74.50	7,96 (yıllık ortalama)	Yüksek sıcaklıkta kurutucu/doğal gaz ıslak gaz

Kaynak: [193, TWG 2015]

Referans literatür

[193, TWG 2015]

15.4.4.3.2 Düşük kükürt içerikli doğal gaz veya yakıtların kullanılması

Teknik genel olarak Bölüm 15.4.4.1.3'te açıklanmıştır.

Çevresel performans ve işletim verileri

Doğal gazın yanması, Tablo 15.8'de gösterildiği gibi, kömür veya linyitin yanması ile ilişkili olanlardan daha düşük SO_x emisyon seviyeleri ile ilişkilidir.

Tablo 15.8 Pancar küspesi kurutucusundan havaya verilen SO_x emisyonlarının periyodik ölçümlerinin ortalama değerleri

Tesis Kimlik No –salınım noktası	SO _x (mg/Nm ³)	O ₂ içeriği (%)	İzleme sıklığı	Kurutucu türü	Yakıt türü
412-3	0.09	16.5	Yıllık	döner kurutucu	Doğal gaz
352-1	27.7	15.89	Yıllık	döner kurutucu	Kömür
414-2	24.2	14.2	Yıllık	döner kurutucu	Kömür
287-1	200	14.3	Yıllık	döner kurutucu	Kömür
242-1	295	12.2	Yıllık	döner kurutucu	Akaryakıt
413-1	325.3	7.5	Aylık	döner kurutucu	Kömür
Kaynak: [193, TWG 2015]					

Referans literatür

[193, TWG 2015]

16 EK SEKTÖRLER (KISA AÇIKLAMALAR)

Burada yer alan tanımlar; üretilen ürünler, uygulanan süreçler, herhangi bir önemli emisyon veya tüketim ve kirliliğin önlenmesine veya kontrolüne yönelik özel teknikler dahil olmak üzere sektörün kısa bir özeti ile sınırlandırılmıştır. Tanımlar, proseslere temel olarak genel bir bakış sağlamayı amaçladığından, tüm üretim yöntemlerinin tanımlanması gerekli değildir. Bu nedenle burada yer alan açıklamalar, MET'in belirlenmesinde bir başlangıç noktasıdır ve IED'nin 14(5) ve 14(6) Maddeleri uyarınca ek bilgiler gerektirebilir..

16.1 Kuru makarna

Yüksek kaliteli makarna ürünlerinin üretiminin temel hammaddesi durum buğdayından elde edilen irmiktir. 1 ton makarna üretmek için toplam 1,04-1,05 ton irmik kullanılmaktadır. Yaklaşık %31 su içeren sert bir hamur yapmak için su ve diğer bileşenler eklenir. Hamur, bir ekstrüzyon burgunun kalıpları vasıtasıyla basınç altında işleme tabi tutulur. Bu sektördeki en önemli çevre sorunu, tüm makarna üretim süreçleri kurutma işlemi gerektirdiğinden enerji tüketimidir.

16.1.1 Ana prosesler ve teknikler

Modern makarna fabrikalarında üretim prosesi sürekli. İrmik silolarda depolanır. Daha sonra pnömatik konveyörlerle üretim alanına gönderilir. İrmik elenir ve su ile karıştırılarak hamur elde edilir. İrmik, %10-14'lük bir başlangıç nem içeriğine sahiptir. Karıştırma işleminde 100 kg irmik başına 22-30 kg su eklenir. Karıştırma sırasındaki nem içeriği, irmiğin kalitesine, tipine ve üretilen makarnanın şekline bağlı olarak %30 ile %35 arasında değişir. İrmğin ağırlığı ve sürece beslenen suyun akışı, mikrobilgisayarlar kullanılarak sürekli olarak izlenir ve otomatik olarak düzenlenir. İşlemin bu aşamasında, irmiğin iyi hidratlı olması ve homojen bir şekilde hamurda eşit bir kıvamda kalması önemlidir. Bu, örneğin kırılabilirliği, yüzey kusurlarını ve kötü pişirmeyi önleyerek nihai ürünün kalitesini garanti eder.

Nihai karıştırma işlemi, daha önceki karıştırma işlemi sırasında içeri giren havayı uzaklaştıran bir vakumlu karıştırıcıda gazdan arındırma işlemidir. Bu, irmik pigmentlerinin veya yumurtalı makarna durumunda yumurtanın oksidasyonunu önler ve ürüne parlak bir görünüm kazandırır. Makarna, nihai ürünün şekline bağlı olarak preslenir, ekstrüde edilir veya lamine edilir. Bu, dışarıdan soğutulan bir silindir içinde bir sonsuz vida kullanılarak gerçekleştirilir. Bu fiziksel etki aynı zamanda hidratlı proteinlerin gluten oluşturmak üzere etkileşime girmesine neden olur. Hamur, ürünün şekline uygun bir bronz veya çelik kalıp vasıtasıyla 4 MPa ile 12 MPa arasında değişen basınçlarda ekstrüde edilir. Kalıbın delikleri teflon ile kaplanırsa pürüzsüz bir hamur elde edilir; aksi takdirde kaba görümlü bir makarna üretilir. Makarna kalıptan yaklaşık %30 nem içeriğiyle çıkar. Nihai nem içeriği, gerekli özel kıvamı elde etmek ve uzun bir raf ömrü sağlamak için %12,5'i geçmemelidir. Bu ve ürünün pişirme özellikleri, makarnanın ön kurutma, merkezi kurutma ve son kurutma olarak bilinen üç farklı aşamada kurutulmasıyla elde edilir.

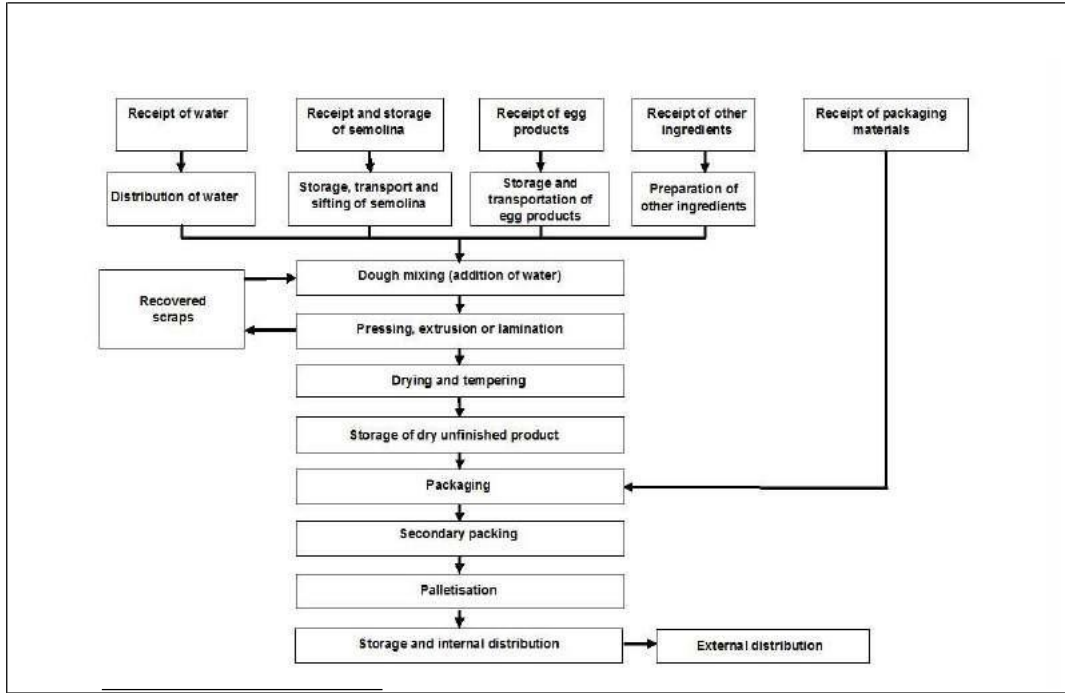
Ön kurutma, çeşitli makarna parçalarının ezilmesini veya birbirine yapışmasını önleyen ince bir kuru yüzey alanı oluşturmak için yoğun havalandırmayı içerir. Toz ve diğer yabancı maddelerden arındırılmış filtrelanmış hava kullanılır. Sıcaklık ve nem, buharlaşma oranını düzenlemek ve makarna çok hızlı kurutulursa meydana gelen kırılabilirliği önlemek için kontrol edilir. İşlem çok yavaş uygulanırsa küf oluşumu meydana gelir. Ön kurutma 10 ila 60 dakika sürer ve mevcut nemin %15-20'sini giderir. Uzun makarnalar için bu aşamaya gerek duyulmaz, çünkü kamışlara asılarak taşınır ve yapışma ve deformasyon tehlikesi daha azdır.

Merkezi kurutma, temperleme olarak bilinen alternatif dinlendirme aşamalarından sonra tekrarlanan diğer bir sıcak hava akımı ile sağlanır. Temperleme, makarnanın içinde kalan nemin yüzeye eşit olarak yeniden dağılmasını sağlar. Bazı makarna üretim hatlarında tavlama gerektirmez. Merkezi kurutma sırasında mevcut nemin %60'a kadarı uzaklaştırılır.

Son kurutma sırasında makarna, ilk nemin %25-30'unu gideren güçlü bir sıcak ve kuru hava akımına maruz kaldığı birkaç bölmeden geçirilir. Bu son aşama, 80 °C'yi geçebilecek değişken sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Döngünün sıcaklığı ve süresi, kullanılan teknoloji türüne ve gereken makarna türüne göre değişir. Üretim hattının türüne bağlı olarak, kurutma, ayrı odalarda veya kesintisiz bir tünelde, üç sürekli aşamaya bölünmüş olarak gerçekleştirilebilir.

Üretim hatlarının tasarımı makarnanın şekline bağlı olarak değişir uzun makarna hatlarında şeritleri düz tutmak ve ayrı tutmak için yayıcılar, lazanya, yufka ve yufka makarna hatlarının özel yerleşimleri, kısa makarna üreten hatların ilk yoğurucuları yer alır. Kurutma hattının sonunda yer alan bir soğutma odası, kurutulmuş makarnanın sıcaklığını, depolama silolarına taşınmadan önce düşürür. Makarna daha sonra, ikincil paketleme, paletleme, sevkiyat ve depolamadan önce, plastik veya karton kutular kullanılarak birincil paketleme bölümüne aktarılır. Kuru makarna üretim süreci Şekil 16.1'de genel hatlarıyla gösterilmektedir.

Yumurtalı makarna üretiminde, yumurta karışımı için otomatik bir ölçüm cihazının bulunması dışında, üretim süreci diğer kuru makarnalarinkiyle aynıdır [82, Unione Industriali Pastai Italiani 2002].



Şekil 16.1: Genel hatlarıyla kuru makarna üretim süreci

16.1.2 Enerji tüketimi

Kurutma adımı, tesisin ısı enerjisinin yaklaşık %85-90'ı ve elektrik tüketiminin %50-60'ı kullanılır. Dolama, lazanya gibi özel ürünler üreten hatlar için bu rakamlar daha da yüksek olabilir. Çalışma alanının iklimlendirilmesi ürünün tonu başına 35–50 kW's enerji gerektirir.

Sektördeki enerji tüketimini değerlendirirken, 75.300 t/gün'ün üzerinde üretim kapasitesine sahip makarna fabrikaları (2010/75/EU Direktifi kapsamındadır) hakkında yapılan bir çalışmaya göre ısı enerji tüketimi 417–527 kW's/t ve elektrik enerjisi tüketimi ise 78–115 kW's/t (kısa yol hattı), 86–138 kW's/t (uzun yol hattı) ve 63- 321 kW's/t (özel hat) civarında değerlendirilmiştir. [98, TWG 2017].

Isı enerjisi genellikle doğal gaz kızgın su kazanlarında veya diatermik yağ kazanlarında elde edilir. Tipik bir makarna tesisatında (yani 2010/75/EU No.lu Direktif kapsamında) kazanlardan biri arızalı olsa bile üretimi garanti etmek için en az iki kazan kurulur.

Tipik bir makarna tesisinin (> 300 t/gün bitmiş ürün) kurulabilmesi için en az 6 MW termal güce ihtiyaç duyulur. En büyük makarna fabrikaları kapasiteleri 20 MW'ı bulabilen kazan dairelerine sahiptir. Kullanılan tipik tekli kazan boyutları 2 MW ila 5 MW arasında değişmektedir. Birçok makarna fabrikasında, 5 MW ila 20 MW arasında bir termal girdi ile kombine ısı ve güç (CHP) üretim üniteleri kurulur. 130–160 °C ve 4–7 bar'da (hidrolik hava tankında ölçüldüğü gibi) aşırı ısıtılmış su, ısı eşanjörlerinin içerideki havayı 65–75°C 'de ısıttığı makarna kurutucusuna kazan dairesinden termal enerji sağlamak için kullanılır. [98, TWG 2017].

16.1.3 Su tüketimi

Su tüketimi, bir ton ürün başına 0,8 m³ ile 2,1 m³ ton arasındadır. Su esas olarak bir bileşen olarak kullanılır. Prosesle ilgili kirli atık su üretiminin önemsiz olduğu bildirilmektedir [64, CIAA-UNAFPA 2002], [98, TWG 2017].

16.2 Unlu mamuller

Ana unlu mamullerden biri de ekmektir. Ekmek, çeşitli unlu mamuller içerir ve türleri ülkeden ülkeye önemli ölçüde farklılık gösterir.

16.2.1 Ana prosesler ve teknikler

Ekmek; un, su, tuz ve mayanın birleştirilmesiyle yapılır. Buğday, ekmek ve diğer unlu mamullerin üretimi için dünyada üretilen ve ticareti yapılan en önemli tahıldır. Ticari ekmek üretimi, lezzet ve dokuyu iyileştirmek ve mikrobiyolojik büyümeyi önlemek için koruyucuların ve katkı maddelerinin eklenmesini de içerebilir. Buğday unu içeren çoğu unlu mamulün üretimi, hamur oluşturmak için malzemelerin karıştırılmasıyla başlar. İyi hacim, yapı ve dokuya sahip pişmiş bir somun ekmek elde etmek için hamur karıştırma sırasında havanın katılması gereklidir. Hamur yapışkan hale geldikçe hava almaya başlar ve bu nedenle yoğunluğu azalır.

Toplu fermantasyondan sonra, hamur ayrı somun büyüklüğünde parçalara bölünür ve daha sonra, kalıplamadan önce hamurun dinlenmesi için bir süre bekletilir. Kalıplama işlemi, esasen kaplama, ardından kıvrıma, haddeleme ve basınç uygulamasıdır. Hamur, çeşitli işlemler sırasında tabaka haline getirildiğinden, yani düzleştirilmek üzere merdanelerin arasından geçirildiğinden, farklı yönlerde açılmaktadır. Tek yönde işlemeye devam etmek, protein fibrillerini hizalayacak ve bir yönde güçlü, ancak tabakaya 90°'lik bir açıda zayıf olan bir hamurla sonuçlanacaktır. Kalıplandıktan sonra somun mayalanmaya hazırdır. Bu genellikle 30–35 °C'de ve %85 bağıl nemde gerçekleştirilir. Hamur artık sadece sınırlı viskoz akış özelliklerine sahip olduğundan, tavayı genişleterek doldurur. Son fermantasyon genellikle yaklaşık 55 ila 65 dakika sürer ve hamurun hacmi büyük ölçüde artar. Son fermantasyondan sonra hamur pişirmeye hazırdır.

Fırınlr, elektrik enerjisi veya doğal gaz veya yağ şeklinde yakıt kullanılarak ısıtılır. Kızılötesi fırınlar için özel tip brülörler uygulanır. Fırın hatlarında, pişirme için kullanılan termal enerji, tek fırın teknolojisine (doğrudan, dolaylı ve siklotermik) ve teknolojik nedenlerle seçilen pişirme döngüsüne bağlı olarak oldukça değişkendir. Aylık olarak ölçülen termik değerler, 51 farklı fırında iki yıllık bir çalışmada gözlemlendiği gibi 0.110 kWs/kg ile 2 kWs/kg arasında değişebilir. Pişirme için elektrik enerjisi kullanımı normalde ürünün kilogramı başına 0.125 kWs ila 0.167 kWs (450 – 600 kJ/kg) arasında değişir[98, TWG 2017].

Fırında yüzeydeki nem buharlaştırılır ve sıcak hava ile uzaklaştırılır. Yüzeydeki nem kaybı oranı, nemin ürünün içinden yüzeye taşınma hızını aştığında, yüzey kurur ve bir kabuk oluşur. Dört çeşit fırın vardır; doğrudan ısıtma, dolaylı ısıtma, elektrikli ve kızılötesi fırınlar. Tüm fırın türleri, kesikli veya sürekli işletimde olabilir. Toplu fırınlarda duvarlar ve taban ısıtılır. Sürekli fırınlarda radyatörler konveyör bandının üstünde, yanında ve altında bulunur. Toplu fırınlar, sürekli fırınlardan daha yüksek işçilik maliyetlerine neden olur. Diğer bir dezavantaj, fırındaki yükleme ve boşaltmadaki gecikmelerden kaynaklanan pişirme sürelerindeki düzensizlik olabilir.

Direkt ısıtmalı fırınlarda, hava ve yanma gazları, doğal konveksiyon veya fanlar vasıtasıyla pişirilecek ürünün çevresinde yeniden dolaştırılır. Fırındaki sıcaklık, brülöre giden hava ve yakıt akış oranları ayarlanarak kontrol edilir. Normalde kullanılan yakıtlar doğal gaz, propan ve bütandır. Gaz, konveyör bandının ve ürünün üstünde veya bazen altında şerit brülörlerde yakılır. Doğrudan ısıtmalı fırınların avantajları, kısa pişirme süreleri, yüksek termal verimlilikleri, hızlı başlatma ve iyi sıcaklık kontrolüdür. Yiyeceklerin istenmeyen yanma ürünleriyle kirlenmesini önlemek için iyi yönetim ve bakım gereklidir.

Dolaylı olarak ısıtılan fırınlarında, pişirme odasındaki hava, bir ısı eşanjörü vasıtasıyla, buharla veya bir yakıt yakılarak ısıtılır. Pişirme bölmesindeki hava tipik olarak pişirme bölmesi ve ısı eşanjörü boyunca yeniden dolaştırılır. Diğer yöntemler arasında yanma gazlarının pişirme odasındaki radyatör borularından geçirilmesi veya yakıtın çift duvar arasında yakılması yer alır ve bu yöntemde yanma gazlarının fırının üst kısmından dışarı atılır. Elektrikli fırınlar indüksiyon, ısıtma radyatör plakaları veya çubukları ile ısıtılır.

Tipik ekmek yapma yöntemleri, düz hamur, sünger hamur, ekşi hamur ve Chorleywood işlemleridir.

Düz hamur işleminde hamurun 2 ila 3 saat mayalanmaya bırakılır. Fermantasyondan sonra, hamur somun büyüklüğünde parçalara bölünür ve bir top haline getirilir, 10 ila 20 dakikalık bir ara fermantasyon süresi kadar bekletilir ve daha sonra kalıplanır ve tavalanır.

Sünger hamur işleminde yaklaşık %65 oranında un, su ve mayadan sünger hazırlanır. Sünger sadece homojen bir karışım elde edecek kadar karıştırılır ve ardından 3 ila 4 saat mayalanmaya bırakılır. Fermantasyondan sonra sünger miksera geri döndürülür ve diğer formül bileşenleri ile karıştırılır. Bu aşamada, hamur optimum gelişmeye kadar karıştırılır. Karıştırdıktan sonra hamur 15-20 dakika dinlenmeye bırakılır.

Ekşi maya yöntemi, ekmek yapımında geleneksel mayalama yöntemini temsil eder. Daha yüksek oranlarda un veya un içeren ekmek hamurları, genellikle bir ekşi hamur işlemiyle elde edilenden daha fazla asitlendirme gerektirir. Ekşi hamur fermantasyonu sırasında, laktik asit bakterileri, *Laktobasiller* ve mayaları içeren tipik bir mikroflora gelişir. 2 saatten 24 saate kadar değişen çoklu, iki ve tek aşamalı gibi çeşitli ekşi hamur prosesleriyle, maya ve laktik asit bakterilerinin büyümesi sağlanır ve nihai ekşi hamur uygun asitliğe, özellikle laktik asit/asetik asit oranına erişir ve böylece istenilen hamur kıvamı elde edilir. Mayalanma sürecini hızlandırmak için genellikle ekmek mayası *Saccharomyces cerevisiae* eklenir. Sonuç olarak, ekşi mayalı ekmeğin mayalanma süresi genellikle birkaç saat kadardır. Çavdar ekmeği üretimi için asitlendirme gereklidir.

Birleşik Krallıkta ticari fırıncıların çoğu Chorleywood prosesini kullanmaktadır. Bu işlemde hamur karıştırma ve geliştirme, potasyum iyodat, potasyum bromat veya askorbik asit gibi bir oksitleyici ajan varlığında tek bir işlemde gerçekleşir. Bu işlem, yüksek düzeyde nişasta hasarı ve dolayısıyla yüksek su absorpsiyonu ile birlikte %12,5 kuru madde protein içeriğine sahip yüksek kaliteli bir buğday unu gerektirir. Bu aşamada oksitleyici bir geliştirici, yağ veya emülgatör ve ekstra su ve maya karıştırılır. Tüm karıştırma ve geliştirme süreci 2 ila 5 dakika sürer. Tüm kısa süreli sistemler yüksek düzeyde oksidan gerektirir. Hamur bileşenleri yoğun bir enerji girişi ile karıştırılır ve bazen yağ püskürtülen bir hazneye aktarılır. Hamur, somun büyüklüğünde parçalara bölünür. Bu aşamada hamura bir ön yuvarlama yapılır. Daha sonra hamur, son bir kalıplama yapılmadan ve normal olarak teneke kutulara yerleştirilmeden önce dinlenmeye bırakılır (ilk prova). Tenekelere doldurmadan önce yağ püskürtülebilir. Hamurun ikinci kez mayalanmasına izin verilir (ikinci kanıt) ve pişirilmeden önce kesilebilir.

Bu konuda daha detaylı bilgi, yiyecek ve içecek imalat sektörüyle ilgili En İyi Çevresel Yönetim Uygulamalarına ilişkin Sektörel Referans Belgesinde bulunmaktadır [107, COM 2017].

16.3 Kahve imalatı

Ticari kahveler, tropik ve subtropikal iklimlerde, yaklaşık 1.800 metreye kadar rakımlarda yetiştirilir. Farklı üretim bölgelerinden gelen kahveler, farklı karakteristik tatlara sahiptir. Kahve çekirdeklerini kavurma ve hazır kahve üretimi enerji yoğun işlemlerdir.

Bu konuda daha detaylı bilgi, yiyecek ve içecek imalat sektörüne yönelik En İyi Çevresel Yönetim Uygulamalarına ilişkin Sektörel Referans Belgesinde sunulmuştur [107, COM 2017].

16.3.1 Ana prosesler ve teknikler

Kavrulmuş ve hazır kahve üretimindeki ana işlem adımları aşağıdaki gibidir [117, Avrupa Kahve Federasyonu 2016]:

- yabancı maddelerin ayıklanması ve temizlenmesi;
- karıştırma/harmanlama;
- kafeinsizleştirme;
- kavurma;
- öğütme;
- hazır kahve üretimi için: su kullanımına dayalı ekstraksiyon;
- hazır kahve üretimi için: buharlaşma yoluyla konsantre hale getirme;
- hazır kahve üretimi için: kurutma/dondurarak kurutma;
- kafeinsiz kahve üretimi için: kafeinsizleştirme;
- paketleme ve doldurma (gazla yıkama ve/veya vakum altında paketleme).

Kavrulmuş kahve

Kavurma, özellikle yeşil kahve çekirdeklerinde kimyasal ve fiziksel değişikliklerin indüklendiği, zamana-sıcaklığa bağlı bir işlemdir:

- hacim %80'e kadar artar;
- su ve uçucu maddelerin salınımı nedeniyle özgül ağırlık %15–20 oranında azalır;
- Renk açık yeşilden koyu kahverengiye değişir;
- Organik yağların akması nedeniyle yüzey parlaklaşır ve CO₂ gelişmesi nedeniyle yapı daha gözenekli hale gelir.

Tablo 16.1'de açıklandığı gibi, kahvenin sıcaklığı artarken kavurma işleminin farklı adımlarında bu değişiklikler meydana gelir.

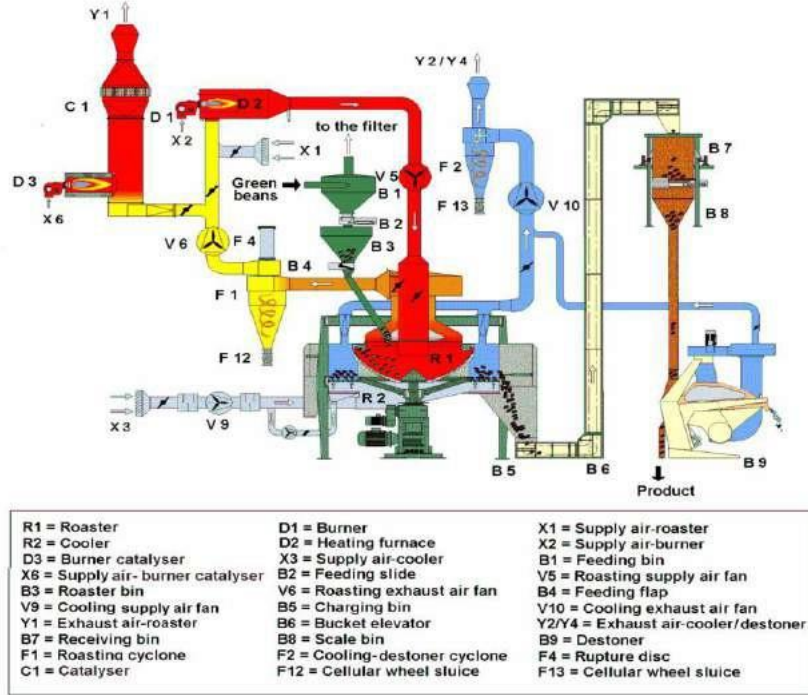
Tablo 16.1: Kahve çekirdeklerinin kavurma işlemi sırasında neden ve nasıl değiştiği

Değişiklik	Tanım
Kahve çekirdeğinin kurutulması	50–55 °C sıcaklıkta kahve çekirdeklerindeki proteinler denatüre olur ve su buharlaşır.
Kahverengi renk gelişimi	100 °C'den itibaren piroliz (organik bileşiklerin bozunması) nedeniyle esmerleşme olayı meydana gelir ve kahve çekirdeklerinin şişmesine neden olarak su buharlaşmaya devam eder.
Ayrışma	140 °C'de, şekerler ve proteinler arasındaki tepkimeye bağlı olarak organik bileşiklerin ayrışması, çekirdek yüzeyinde (Maillard tepkimeleri olarak da bilinir) başlar ve yüzlerce toplam uçucu organik bileşiğin gelişmesine neden olur. Sıcaklık 200 °C'ye çıktığında ayrışma devam eder ve çekirdeklerin iç kısmını da etkiler. Nem %1–3'e kadar azaltılır.
Tam kavurma	200 °C'den itibaren yağlar serbest kalır ve çekirdeklerin yüzeyi tipik kırmızı-kahverengi renkle parlak hale gelir. Kavurma, istenen nihai ürünün özelliklerine göre 200–250 °C'de sona erer.
Kaynak: [200, İtalya 2016]	

Ham kahve toplu olarak veya sürekli işlem uygulanarak kavrulabilir. Süreksiz yöntemler, belirli bir zaman döngüsünde (kavurma döngüsü) sabit miktarda kahve işleyen toplu kavurma makinelerinin kullanımını içerirken, sürekli yöntemler, kahvenin giriş noktasında sürekli olarak beslendiği sürekli bir kavurma makinesinin kullanımını içerir ve kahve çekirdekleri makinenin giriş noktasında kavrulur ve çıkış noktasında boşaltılır. Kavurma sırasında atık su oluşmaz.

Bir toplu kavurma makinesinde, kahve akışkanlaştırılır ve teğet olarak giren sıcak hava ile kavurma sıcaklığına kadar ısıtılır. Kavurma haznesine su verilerek kavurma işlemi durdurulur. Kahve daha sonra soğutucuya boşaltılır. Kavurma işlemi sırasında dökülen kahve kabuğu, kavurma siklonundan korunur. Hava, bir ısıtma fırını aracılığıyla yeniden dolaştırılır. Fazla hava çevreye verilmeden önce artırılır. Kızartma süresi önemli ölçüde değişebilir. Bir bütün olarak sektör için, kavurma döngüsü tipik olarak 3 ila 15 dakika arasında değişmektedir. Kavurma odasının ham kahve ile yeniden doldurulması, yalnızca kavurma işleminin tamamlanmasından sonra veya alternatif olarak kavurma işleminin boşaltılmasından sonra gerçekleşir.

Toplu kavurma makineleri, çok çeşitli kavurma sonuçları ile yine çok çeşitli ham kahve türlerinin işlenmesini sağlayan geniş bir kavurma aralığına sahiptir. Örneğin Almanya'daki bir tesisatta 4.000 kg/saat kapasiteli bir kavurma makinesi kullanılmaktadır. Bu kavurma makinesi, özellikle çok çeşitli ürünlere, yüksek kalite beklentilerine ve yüksek üretim çıktılarına sahip olan kavurma üniteleri için uygundur. Almanya'da kullanılan toplu kavurma ünitesi Şekil 16.2'de gösterilmiştir .

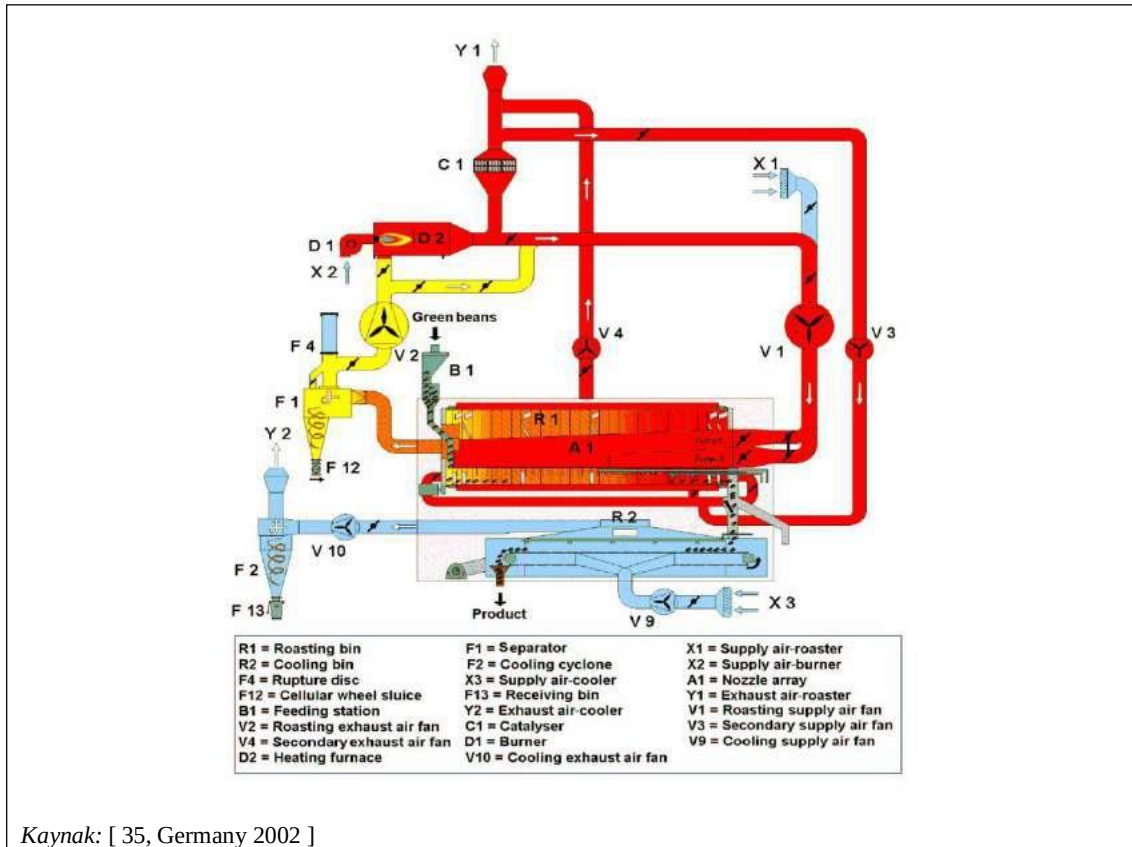


Kaynak: [35, Germany 2002]

Şekil 16.2: Bir Alman kahve şirketi tarafından kullanılan toplu kavurma makinesi

Sürekli bir kavurma makinesinde, çiğ kahve kesintisiz olarak makineye beslenir ve kavurma makinesinden geçerken kavurma ve soğutma işlemleri gerçekleşir. Kahve, küçük parti bölmeleri içeren bir kavurma tamburundan küçük dozlarda geçer. Kahve, tamburun hareketi ve sıcak havanın enjeksiyonu ile karıştırılır. Kavurma mini partiler halinde gerçekleştiğinden, kavurma işlemine ara vermeden ürün değişimi mümkün değildir. Toz ve kabuklar bir siklon kullanılarak çıkarılır. Sadece birkaç çeşit kahvenin kavrulduğu ve kavurmanın çok vardiyalı olarak yapıldığı sürekli kavurucular özellikle avantajlıdır.

Almanya'da kullanılan sürekli bir kahve kavurma makinesinin yerleşimi Şekil 16.3'te gösterilmektedir .



Şekil 16.3: Bir Alman firması tarafından uygulanan sürekli kahve kavurma işlemi

Gerek kavurma gerekse de soğutucudan çıkan koku bileşenleri, CO_2 , NO_2 ve VOC içerir. Bu kokuya neden olan VOC konsantrasyonu, kavurma çıkışında soğutucu çıkışına göre daha yüksektir. Ürün daha yüksek derecede kavrulduğunda, örneğin kavurma işleminin sonunda ürün sıcaklığı daha yüksek olduğunda TVOC emisyon seviyeleri daha yüksektir. Düşük kavurulmuş ve çok yüksek, yani çok koyu kavurulmuş ürün arasındaki emisyon farkı 10 kata kadar çıkabilir. Toplu kavurmalarda, en yüksek konsantrasyonlar kavurma işleminin bitiminden hemen önce yayılmaya başlar. Sürekli kavurucularda emisyonlar da sürekli. Mutlak emisyon TVOC seviyesi, kavurma sonunda ürün sıcaklığına; seyreltici etkisi olan kavurma için kullanılan hava miktarına; ürünün kendisine; ve kavurma zamanına bağlıdır. Organik maddelerin neden olduğu emisyonlar ve organik kavurma kayıpları, örneğin klorojenik asit, sitrik asit, oksalik asit, ham proteinler ve trigonellinin ayrışması veya kimyasal tepkimesinden kaynaklanır. Aminler ve kükürt bazlı bileşikler ve merkaptanlar gibi azot bazlı bileşikler kahve kavurma tesislerinden yayılan kokulara önemli ölçüde katkıda bulunur. Ham gazda $300.000 \text{ OU}_E / \text{Nm}^3$ 'e kadar koku içeriği ölçülmüştür. $10.000 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ 'e kadar VOC kütle konsantrasyonları oluşur. Amonyak, nitrojen oksitler, karbon dioksit ve karbon monoksit de üretilir. Toz emisyonları da sorun teşkil edebilir.

Hazır kahve

Hazır kahve benzer işlemlere, yani harmanlama, kavurma ve öğütme işlemlerine tabi tutulur, ancak öğütme sonrası parçacık boyutu gibi işleme detayları farklılık gösterebilir. Çözünür kahve üretimi için kahvenin ekstraksiyonu sırasında, su, ekstraksiyon çözücüsüdür. İri öğütülmüş kahve, bir toplu süzme sütünü içinde ekstrakte edilir. İşlem, en çok işlenmiş sütundan taze kavurulmuş ve öğütülmüş kahve ile doldurulmuş olana kadar, kahveye ters akım akışında su ile yarı sürekli olarak çalıştırılır.

Kafeinsiz kahve

Yeşil kahve çekirdeği, yaklaşık %20 nem içeriğine kadar buhar veya su ile nemlendirilir. Çözücüler daha sonra kafeini ıslak kahve çekirdeklerinden çıkarmak için kullanılır. Kahvenin kafeinsizleştirilmesi, su veya metilen klorür, kahve yağları, etil asetat veya süperkritik CO₂ gibi çözücü ve kafeinsizleştirici maddelerle ekstraksiyon yoluyla gerçekleştirilir. %97 oranına varan kafeinin ekstraksiyon verimi elde edilebilir. Çözücüler çekirdeklerden çıkarmak için buharlama veya soyma kullanılır. Kafeinsizleştirme için iki ana ekstraksiyon yöntemi öne çıkmakta olup bunlar doğrudan ve dolaylı yöntemlerdir. Çekirdekler daha sonra kavurmadan önce ilk nem içeriğine kadar yeniden kurutulur. Çekirdeğin kendisinden ziyade hazır kahve yapmak için kullanılan özütten kafeinin çözücü ekstraksiyon da uygulanabilir.

Doğrudan yöntemde solvent kafeinsizleştirme denir. Bu yöntemde metilen klorür, kahve yağları, etil asetat veya süper kritik CO₂ gibi çözücüler kullanılır. Ana proses parametreleri sıcaklık ve zamandır. Bunlar kahvenin cinsine ve çözücünün cinsine göre değişir. Örneğin, kafeinsizleştirici ajan olarak kahve yağı kullanıldığında, işlem 95–105 °C'de 6 ila 9 saat sürebilirken, süperkritik CO₂, 40–80 °C'de yüksek basınç altında 5 ila 30 saat arasında kullanılır. Tablo 16.2 aşağıdaki şilemlerin bir özetini sunmaktadır:

Tablo 16.2: Çözücü kafeinsizleştirme işlemi

	İşlem	Elde edilen etki
1	Yeşil kahve çekirdekleri önce ıslatılır. su ve buhar	Kahve çekirdekleri %30-40 oranında şişer
2	Islak kahve çekirdeklerine Kafeinsizleştirici bir ajan eklenir	Bu ajan kahve çekirdeklerindeki kafeini çözer.
3	Ajan akaçlanır veya buharlaştırılarak giderilir	Ajan ve beraberinde kafeinin % 97'si kahve çekirdeklerinden uzaklaştırılır.
4	Kahve çekirdekleri sıcak hava veya vakumlu kurutma ile kurutulur.	Kahve çekirdekleri kurutulur ve kavurma için hazır hale gelir.
Kaynak: [192, COM 2006]		

Dolaylı yöntemde su kafeinsizleştirme adı verilmektedir. Bu yöntemde ekstraksiyon çözücüsü olarak su kullanılır. İşlem Tablo 16.3'te açıklanmıştır.

Tablo 16.3: Sudaki kafeinsizleştirme işlemi

	İşlem	Elde edilen etki
1	Kahve çekirdekleri önce su ve buharla ıslatılır.	Eklenen su, kafeini ve ayrıca kahve içinde çözünebilen katı maddeleri giderir
2	Kahve çekirdekleri sulu çözeltiden ayrılır	Kafein ve kahve katıları içeren su özütü ayrılır
3	Su özütü, aktif kömür yatağı üzerinden geçirilir. Aktif karbon yerine metilen klorür gibi bir çözücü kullanılabilir.	Kafein, aktif karbon filtrasyonu veya metilen klorür ile çözeltiden çıkarılır. Kahve içinde çözülmüş halde bulunan ki katı maddeler sulu ortamda kalır.
4	Kafeinsiz ekstrakt konsantre edilir ve önceden kurutulmuş kafeinsiz kahve çekirdeklerine eklenir.	Artık kafeini giderilmiş olan çekirdekler ve katı kahve bileşenleri kavurma işlemi için hazırdır
Kaynak: [192, COM 2006]		

Dondurarak kurutma

Gelen ürün sıvı ise (örneğin kahve özü), iki aşamada, iki dondurma derecesinde ve iki farklı sürede dondurulur ve ardından öğütülür. Daha detaylı bilgi Bölüm 7.2.1'de verilmiştir.

16.3.2 Su tüketimi

Aniden bitirilen kavurma işlemi için gerekli su tüketimi, çiğ kahvenin ağırlığının %10-15'i kadardır.

16.3.3 Katı madde çıktısı

Kahvenin cinsine bağlı olarak kavurma işlemi sırasında üretilen kahve kabukları %2'ye kadar çıkabilir ve bunlar yakma yakıtı olarak veya kompost olarak kullanılır.

Hazır kahve üretiminde kavrulmuş kahveden çözünür katı maddenin ekstraksiyonu sırasında sıvı kahve ekstraktına ek olarak büyük miktarda kahve telvesi üretilir. Bunlar özel ızgaralı ateşleme tesislerinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Öğütülmüş kahve, kalorifer yağı ve doğal gaz ile dengelenerek özel yakıt olarak kullanılmaktadır.

16.3.4 Havaya salınan emisyonlar

Kahve üretiminin havayla ilgili çevre sorunları, kavurma sırasında çeşitli hava kirleticilerinin (ör. NO_x, VOC, CO, toz) salımı ile ilgilidir. Egzoz gazında bulunan kirleticilerin miktarı uygulanan kavurma döngüsüne, seçilen kahve çekirdeklerinin karışımına ve azaltmanın verimliliğine bağlıdır. Daha spesifik olarak: [80, Almanya 2015], [200, İtalya 2016]:

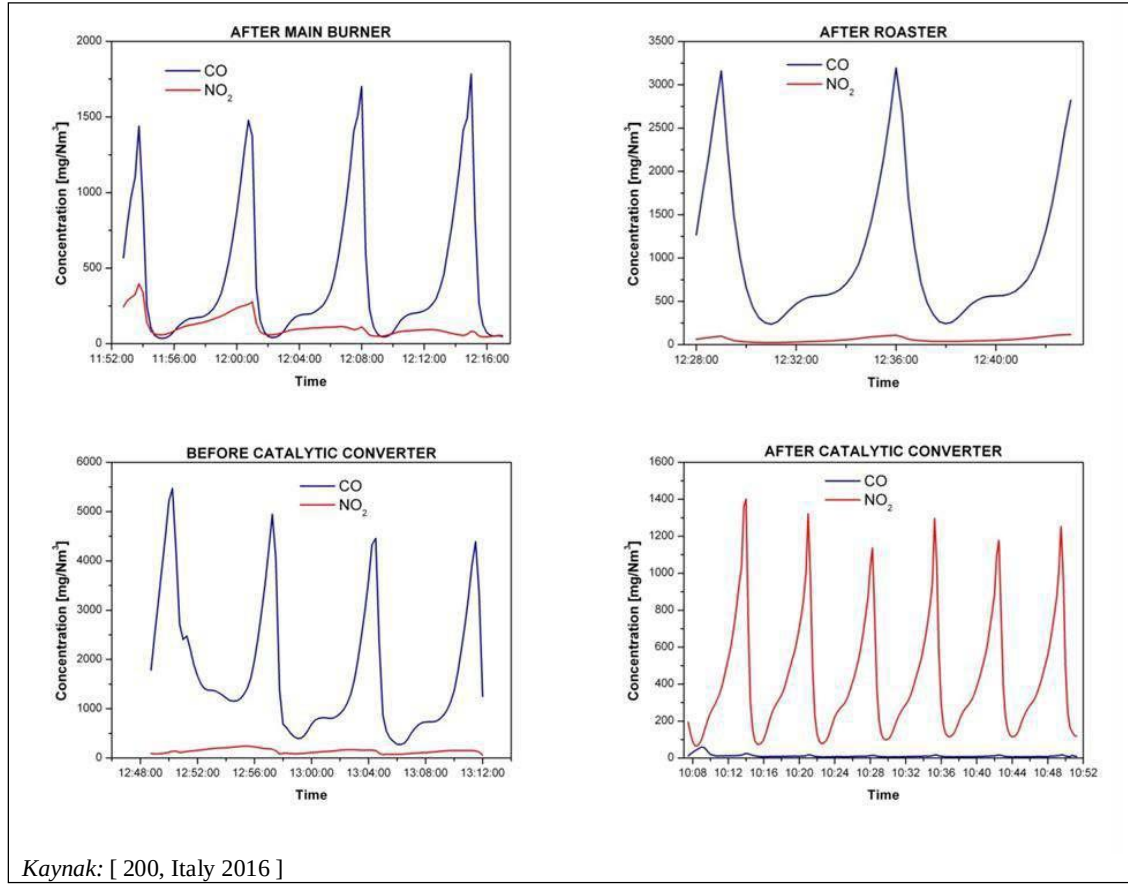
- Kavurma işleminden kaynaklanan NO_x konsantrasyonları son derece değişken ve rastgeledir ve bu da kahve kökenlerini, karışımlar, işlem sıcaklığı, istenen kavurma derecesi ve kurulu kirlilik azaltma ekipmanı vb. işlevindeki konsantrasyonların kesin olarak tahmin edilmesini zorlaştırır;
- genel olarak, kafeinsiz kahve kavurma işleminden kaynaklanan NO_x emisyonları normal kahve kavurma işleminden daha düşüktür;
- azot bileşikleri (örneğin aminler) ve kükürt bileşikleri (örneğin merkaptanlar) kahve kavurma işleminin yaydığı koku açısından oldukça önemlidir.
- organik emisyonlar, klorojenik asit, sitrik asit, oksalik asit, ham proteinler vb. maddelerin kimyasal reaksiyonla parçalanması veya dönüştürülmesi ve böylece uçucu maddelerin salınması nedeniyle ortaya çıkar;
- üretim süreci boyunca kahve çekirdekleri mekanik veya pnömatik taşıma ile taşınır; bu işlemler toz emisyonları içerir;
- yeşil kahvenin işlenmesinden kaynaklanan tozun arıtılması gerekirken, kavrulmuş kahve çekirdeklerinin işlenmesinden kaynaklanan toz sadece bir bunkerle azaltılabilir.

Termal ve katalitik oksidasyon, biyofiltreler ve biyolojik temizleyiciler, havaya salınan TVOC emisyonlarını azaltmak için kullanılan boru sonu tekniklerinin örnekleridir. Biyofiltreler ve biyolojik temizleyicilerin kavurma işleminden kaynaklanan atık gazların işlenmesi için uygun olmadığı kanıtlanmıştır [17, TWG 2018]. Isıl oksidasyon, katalizör tipine bağlı olarak yaklaşık 800 °C'yi aşan sıcaklıklarda ve yaklaşık 350 °C'den itibaren katalitik oksidasyon gerçekleşir [80, Almanya 2015].

50 mg/Nm³'ten daha düşük bir TVOC emisyon seviyesi sağlamak ve toplu kavurma veya oldukça aralıklı işlemler için koku etkisini kontrol altına almak için, yüksek konsantrasyonlarda NO_x oluşumuna yol açsa da, katalitik sistemlerin kullanımı mevcut en iyi tekniktir. Oksidatif katalizörler, kahvede doğal olarak bulunan moleküllerden (esas olarak piridin, pirazin ve kafein) başlayarak, kavurma işlemi sırasında gelişen nitrojen bileşiklerini oksitleyerek NO_x oluşumuna katkıda bulunur. Katalitik konvertöre kadar kavurma döngüsünün tüm adımlarında ihmal edilebilir olan NO_x emisyonları, konvertörün kendisi tarafından önemli ölçüde artırılırken CO konsantrasyonu etkin bir şekilde azaltılır [200, İtalya 2016].

Sürekli kavurma prosesleri için katalitik art yakma, ısı (rejeneratif veya reküperatif) oksidasyona bir alternatiftir [17, TWG 2018].

Şekil 16.4 , bir İtalyan tesisinden kaynaklanan CO ve NO₂ emisyonlarıyla ilgili verileri göstermektedir.



Bir İtalyan kahve tesisinde ölçülen farklı noktalarda CO ve NO₂ emisyonları

NO_x'in nasıl oluştuğunu anlamak için bir kavurma makinesinin farklı noktalarında yapılan analizlerin sonuçlarını karşılaştırmak gerekir. Şekil 16.4'te verilen değerler, katalitik oksidasyonun, kahvede doğal olarak bulunan moleküllerden başlayarak, kavurma sırasında gelişen nitrojen bileşiklerini oksitleyerek NO_x oluşumuna katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Şekil 16.4'te gösterilen değerler (bir toplu kahve kavurma makinesine ait değerler) ortalama seviyelerdir ve bir kavurma döngüsündeki maksimum tespit edilen seviyeler veya maksimum seviyeler değil. NO_x konsantrasyonunu, özellikle hava akışı ve işlenen kahvenin miktarı ve türü (düzenli ve kafeinsiz) olmak üzere birçok faktör etkileyebilir.

NO_x emisyonlarının ölçümü ile ilgili olarak aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır [115, Avrupa Kahve Federasyonu 2016]:

- Kavurma işleminin döngüsel doğası. Bu, gaz emisyonlarının hacim olarak hızla değiştiği anlamına gelir.
- Su buharının numune alma ve ölçme sistemine etkileri. Bu, özellikle kavurma döngüsünün sonunda su verme dahil olmak üzere endüstriyel kavurma makineleri için geçerlidir. Anlık nem yükleri için özel olarak tasarlanmadıkları durumlarda (ve standart taşınabilir sistemler tasarlanmadıysa), su buharının etkileri bilinemez.

- Numune alma sistemindeki sorunlar: Kavurmadan kaynaklı egzoz gazının yüksek sıcaklıklarında, gazlar, numune alma borusundaki malzemeye tepkimeye girebilir. Reaktif olmayan malzemeler, taşınabilir sistemlerle standart olarak sağlanmaz.
- NO_x ölçümü ile diğer gazların girişimi. Kahve kavurma egzozlarındaki diğer gazların karışımı, buhar kazanları ve içten yanmalı motorlar gibi diğer sabit sistemlerden çok daha karmaşıktır.

16.4 Damıtılmış içecekler

Damıtılmış içeceklerin üretiminde kullanılan ana hammaddeler, tarımsal hammaddeler (tahıllar, üzüm, meyveler, şeker kamışı, patates vb.), su ve mayadır.

Bu sektörle ilgili bilgi kaynakları şunlardır: [35, Almanya 2002] ve [196, spiritsEUROPE. 2015].

16.4.1 Ana prosesler ve teknikler

Hammaddenin işlenmesi

Ham tahıllar başlangıçta öğütülebilir, pişirilebilir, ezilebilir veya çözünmüş şekerlerin türetilmesi amacıyla bulamaç haline getirilebilir. Bu işlem, doğal veya ek enzimlerin kullanımını içerebilir.

Şeker veya nişastanın fermantasyonu

Çözünebilir şekerler, alkol oluşturmak üzere çeşitli ürüne özel maya suşlarının tepkimeye sokulması yoluyla dönüştürülür (etanol verimi teorik olarak %90-95 oranında gözlemlenir). Bu proses, Gay Lussac Denklemine göre ilerler:



Damıtma

Damıtma, ortaya çıkan buharların kaynatılarak ve yoğunlaştırılarak alkolün konsantre edilmesi işlemidir. Yoğunlaştırma işlemi, farklı tat profilleri sağlayabilir ve ayrıca ürüne spesifik olabilir. Alkollü içeceklerin üretimi için kullanılan üç ana tip damıtma cihazı vardır:

- İmbikler;
- ek sütunla/sütunlarla takviye edilmiş imbikler;
- sürekli damıtmayı olanaklı kılan sütun.

Tatlandırma/Renkendirme

Bazı alkollü içecekler, bu ürünlerde kullanılmasına izin verilen tatlandırıcıların ve renklendiricilerin eklenmesini içerebilir.

Karıştırma veya harmanlama

Alkollü içecekler karıştırılabilir, yani yeni bir ürün yapmak için iki veya daha fazla farklı içeceği birleştirilebilir. Alkollü içkiler de karıştırılabilir, yani bu aynı kategorideki iki veya daha fazla alkollü içkinin birleştirilmesi anlamına gelir ve aşağıdaki faktörlerden biri veya daha fazlası nedeniyle yalnızca küçük bileşim farklılıkları ile ayırt edilir: (a) hazırlama yöntemi; (b) kullanılan damıtıcılar; (c) olgunlaştırma veya yaşlandırma dönemi; (d) coğrafi üretim alanı. Bu şekilde üretilen öz, daha harmanlama öncesindeki orijinal özlerle aynı öz kategorisine aittir.

Yaşlandırma/Olgunlaştırma

Özler olgunlaştırılabilir/yaşlandırılabilir ve bu da belirli tepkimelerin uygun kaplarda doğal olarak gelişmesine izin verilmesi anlamına gelir - böylece söz konusu özün daha önce bulunmayan organoleptik niteliklere sahip olması sağlanır.

Su ilavesi

Alkollü içecekler, olgunlaşma aşamasından önce ve/veya sonra, çoğunlukla küçük ölçekli bir arıtma tesisi kullanılarak üretilen içilebilir demineralize su şeklinde su eklenebilir.

16.4.2 Enerji tüketimi

Alkollü içeceklerin üretilmesinde, buhar üretimi, üretim ekipmanı, pişirme, ezme, damıtma, pompalama/taşıma malzemeleri, soğutma/havalandırma, yardımcı işlemler ve aydınlatma için enerji harcanır.

Enerji, bir gaz türbini, kazan tesisi kullanılarak veya anaerobik çürütme, CHP veya biyokütle üretimi gibi daha yeni yenilenebilir teknolojiler dahil edilerek yerinde üretilir. Bu tür tesislerde, diğer türlü boşa harcanacak olan ısıyı değerlendirmek için enerji verimli ısı eşanjörleri ve geri kazanım devrelerinin kullanılması yaygın bir uygulamadır. Daha büyük dönen makineler, enerji kullanımının verimini artırmak için değişken hızlı sürücüler gibi enerji tasarrufu önlemleri içerebilir.

16.4.3 Su tüketimi

Alkol üretiminin büyük bir bölümünde açık devreli soğutma suyu sistemi kullanılır. Diğer su kullanımları, damıtılmış alkollü içecekleri yapmak için kullanılan üretim suyunu ve tesis ve ekipmanın temizliği için proses suyunu ve diğer yardımcı kullanımları içerir. Üretilen ürünün aroma profili, kalite/tat profiline göre üretim suyunun kaynağı belirlenebilir.

16.4.4 Artık maddeler

Damıtma işlemi sonucu oluşan atıklar asgari miktardadır. Damıtma işlemi sırasında normal işletme ve bakım kaynaklı artık maddeler ve diğer yaygın gıda üretim atıkları oluşur. Aşağıdakiler dahil olmak üzere çeşitli yan ürünler üretilir:

- fermente edilebilir şekerleri çıkarmak için ezme işleminden sonra kalan kullanılmış hammaddeler; bunlar değerli yan ürünlerdir ve geleneksel olarak hayvan yemi olarak satılırlar;
- toprağa doğrudan doğruya besin takviyesi fayda olarak kullanılabilen veya hayvan yemi içinde kullanılmak üzere ek olarak işlenen, damıtmadan kaynaklı sıvı artıklar; katı maddeler işlenebilir ve/veya hayvan yemi elde etmek için sıvılarla karıştırılabilir.

Biyokütle ve AD tesisleri gibi biyoenerji tesisleri, ezme/damıtma işlemlerinden kaynaklanan kalıntıları yenilenebilir enerjiye dönüştürebilmektedir. Fermantasyon sırasında üretilen karbondioksit, yiyecek ve içecek imalat sektöründe kullanılmak üzere bazı tesislerde işlenebilmektedir.

16.4.5 Suyu salınan emisyonlar

Üretilen atık su; KOİ/BOİ, değişken askıda katı madde yüklemesi, değişken pH ve eser metal elementler içerebilir ve değişken bir pH'a sahip olabilir.

Bir melas damıtma tesisinde, aerobik sonrası anaerobik iki aşamalı (bkz. Bölüm 2.3.6.2.3.2) atık su arıtma sisteminin kullanıldığı bildirilmiştir. Ana arıtma birimi, organik yükün büyük ölçüde metan gazına indirgendiği, yerinde kullanılabilen ve sadece küçük miktarlarda çamur üretilen bir EGSB reaktörüdür (bkz. Bölüm 2.3.6.2.2.7). KOİ ve nitrojen yükleri daha sonra aktif çamur reaktöründe daha da azaltılır (bkz. Bölüm 2.3.6.2.1.1).

16.4.6 Havaya salınan emisyonlar

Havaya salınan emisyonlar şunları içerir:

- malzemelerin taşınması sırasında ortaya çıkan toz (en az);
- fermantasyondan kaynaklanan karbondioksit süreçleri;
- damıtma sırasında ortaya çıkan NMVOC salınımları;
- olgunlaştırma işlemi sırasında gerçekleşen etanol salınımı;
- yanma birimiyle ilgili emisyonlar;
- Artık elleçleme birimiyle ilgili emisyonlar.

CO₂ emisyonları, tahıl büyümesi sırasında meydana gelen sekestrasyon nedeniyle genellikle karbon nötr olarak kabul edilir. Damıtmadan çıkan salımlar asgari düzeydedir ve yoğunlaştırma teknolojisi kullanılarak kontrol edilir. Toz salımı da asgari düzeydedir ve mevcut siklon/toz filtreleme teknolojisi kullanılarak kontrol edilir.

Yaşlandırma sürecinde etanol salınımı yılda yaklaşık %2'dir. Bu işlem, nihai ürünün genel lezzet profili için esastır. Fıçı tipi ve yaşlandırma bölgesinin yapısı ve konumu gibi faktörlerin tümü, salınım derecesini etkiler.

Aynı tesiste ve aynı yerde bulunabilecek hayvan yemi tesisi de dahil olmak üzere, bu üretim süreçleriyle ilişkili asgari kokular mevcuttur. Islak temizleme, soğuk plazma işlemi ve termal oksidasyon dahil olmak üzere çeşitli azaltma teknikleri daha büyük tesislerde başarıyla uygulanmıştır.

16.5 Şarap imalatı

Bu bölüm kırmızı ve beyaz şarap imalatını içerir [71, AWARENET 2002], [195, CEEV 2015]. Şarap imalatında kullanılan hammadde taze üzümdür.

16.5.1 Ana prosesler ve teknikler

Hammaddenin tesise alınması

Üzümler şarap imalathanesine teslim edildiğinde çeşit, kalite ve miktarlarına göre tasnif edilir. Konteynerler doğrudan kırma veya taşıma ekipmanına boşaltılır. Boşalan kaplar temizlenir. Temizleme suyu boşaltılır.

Üzümlerin ezilmesi ve soyulması

Üzüm ezme veya mayşeleme işlemi üzüm değirmenlerinde yapılır. Maserasyon amaçlanıyorsa, elde edilen püre, püre saklama konteynirinde saklanabilir. Pürenin oksitlenmesini önlemek için H₂S₂O₃ ilave edilir. Üzüm püresi yapılmadan önce beyaz üzümlerin ayıklanmasının gerekli olup olmadığı konusunda verilecek karar, üzümlerin çeşidine ve olgunluğuna ve ayrıca pürenin daha sonra tabi tutulacağı işlemlere bağlıdır.

Presleme

Beyaz şarap için, püre şarap presine taşınır. Elde edilen fermente edilmemiş üzüm suyuna şıra denir. İstenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini önlemek için bu aşamada genellikle 100-150 mg/l oranında күкүрт dioksit eklenir, örneğin üzüm kabukları genellikle bakteri ve küflerle ve ayrıca işlemde kullanılan mayalarla kaplanır. Katı kalıntılar, örneğin prina ve marc daha sonra ayrılır.

Kırmızı şarap için, fermantasyon işlemi bittiğinde, yani şeker seviyeleri %0,1'in altına indiğinde, şarap tankın dibinden alınır ve üzüm posası kalan şarabı çıkarmak için şarap presine aktarılır.

İnceltme

Şarap yapımında kullanılan inceltici maddeler jelatin, kazein, isinglass, kitin, albümin veya yumurta akı; bentonit gibi doğal mineral adsorbanlar; diyatumlu toprak veya silika ve PVPP gibi sentetik polimerleri kapsar. Durulamadan gelen tortuların santrifüjleme veya filtrasyon ile ayrıldığı bildirilmektedir. Bu işlem, süspansiyonda kalan istenmeyen parçacıkları giderir.

Fermantasyon

Alkollü fermantasyon, önceden terbiye edilmiş maya, örneğin genellikle *Saccharomyces cerevisiae* eklenerek veya eklenmeden büyük paslanmaz çelik fermantasyon reaktörlerinde veya fiçilerinde ve sıkı bir sıcaklık kontrolü altında gerçekleşir. Beyaz şarap, üzüm posasının ayrılmasından sonra fermente edilirken, kırmızı şarap, üzüm zarlari ile birlikte fermente edilir. Kırmızı şarap ve bazen beyaz şarap da ikinci bir malolaktik fermantasyondan geçer. Bu, malik asidi laktik asit haline dönüştüren bakteriyel bir fermantasyondur.

Yaşlandırma

Fermantasyondan sonra, şarap 4-5 °C'ye kadar soğutulur ve yıllandırma için meşeden yapılmış fiçilere veya ahşap fiçilere aktarılır. Bu, şarabın stabilize olmasını ve daha yumuşak tanenler ve karmaşık tatlar geliştirmesini sağlar. Oluşan tortular 3 ila 4 ayda bir şaraptan ayrılır. Daha sonra variller yıkanır ve yeniden doldurulur.

Soğuk stabilizasyon

Soğuk stabilizasyon, ister mantarda ister şişenin dibinde mevcut olsun, şişelenmiş şarapta istenmeyen tartarat kristallerini çöktürmek için şarabın donma sıcaklıklarına yakın sıcaklıklarda hızlı bir şekilde soğutulmasını içerir. Tartrat tanklarda çöker ve %10 kostik sodadan oluşan alkali temizleme solüsyonu ile uzaklaştırılır.

Şişeleme

Şişelemeden önce şarap, kalan katı ve çözünmeyen bulanık bileşikleri çıkarmak için bir filtrasyon sisteminden geçirilir. Şişeleme, şarabın mikrobiyal stabilizasyonunu içerir ve şarabı, tat ve kimyasal bileşimdeki önemli değişikliklerden korur.

Bu konuda daha detaylı bilgi yiyecek ve içecek imalat sektörüyle ilgili En İyi Çevresel Yönetim Uygulamalarına ilişkin Sektörel Referans Belgesinde sunulmuştur [107, COM 2017].

16.5.2 Enerji tüketimi

Şarap üretiminde şu işlemler için enerji harcanır: ezme, malzemelerin pompalama/taşınması, soğutma/havalandırma ve yardımcı işlemler.

16.5.3 Su tüketimi

Temizleme suyu ve daha küçük bir oranda fermentasyon tanklarındaki soğutma suyu, şarap imalathanelerinde suyun kullanıldığı temel alanları oluşturur.

16.5.4 Suya salınan emisyonlar

Üretilen atık su, TOK/KOİ, BOİ, değişken askıda katı madde yüklemesi içerebilir ve değişken bir pH'a sahip olabilir.

Birincil arıtmadan sonra, atık su mümkünse OBB'ye gönderilebilir veya sahada bir kez daha arıtılabilir. İkincil arıtma sırasında maya ciddi sorunlara neden olabilir; aktif çamur etkinliğini yitirebilir ve akıntıyla sürüklenerek yok olabilir. Bu nedenle, maya ve diğer katıların ayrılacağı birincil bir arıtma adımı gereklidir.

Anaerobik prosesler (bkz. Bölüm 2.3.6.2.2) ve özellikle anaerobik lagünler (bkz. Bölüm 2.3.6.2.2.1) ve anaerobik filtrelerin (bkz. Bölüm 2.3.6.2.2.4) şaraphane atık suları için en uygun işlemler olduğu bildirilmektedir. Alternatif olarak, aerobik prosesler (bkz. Bölüm 2.3.6.2.1) de kullanılabilir, örneğin, düşük atık su hacimlerine sahip küçük şarap imalathanelerinde üç ay boyunca havalandırılan depolar kullanılır. Aktif çamur (bkz. Bölüm 2.3.6.2.1.1) veya damlatma filtreleri (bkz. Bölüm 2.3.6.2.1.5) de kullanılmaktadır. Aktif çamur sistemleri, mevsimsel farklılıklar nedeniyle normal boyutlarının ötesine taşma eğilimindedir ve bu nedenle tesisatları ve işletilmeleri pahalıdır. Damlama filtrelerinin %70 etkili olduğu bildirilmiştir ve bu nedenle daha fazla cilalama gereklidir.

Üçüncül işlem (bkz. Bölüm 2.3.6.3, 2.3.6.4 ve 2.3.6.5) kalan kirleticilerin uzaklaştırılması için bir cilalama aşaması olarak uygulanır. Bağlarda toprağa yayma ve buharlaştırma lagünlerinin kullanıldığı bildirilmiştir.

16.5.5 Havaya salınan emisyonlar

Havaya salınan emisyonlar şunları içerir:

- malzemelerin taşınması sırasında ortaya çıkan toz (en az);
- fermentasyondan kaynaklanan biyogenik karbondioksit süreçler;
- artık madde elleçleme ünitesiyle ilgili emisyonlar.

Bu üretim prosesleri asgari seviyede koku üretirler.

16.5.6 Artık maddeler

Şarap imalathanelerinde oluşan atık asgari düzeydedir. Bunlar tesisin normal işleyişinde ve bakımları sırasında oluşacak atıklar ve diğer yaygın gıda üretim atıklarıdır.

Üretilen ana yan ürünler, üzüm çekirdeği ve tortudur. Geleneksel olarak, bu iki yan ürün içki fabrikalarına satılmaktadır. Bir alternatif de, biyoenerji tesislerinde üzüm çekirdeğinin kullanılmasıdır. Böyle bir arıtma tesisinin yaşayabilirliği, diğer faktörlerin yanı sıra üretime bağlıdır.

16.5.7 Doğal tartarik asit üretme

Doğal tartarik asit, bazı meyvelerde bulunan ancak büyük miktarda sadece üzümde bulunan organik bir asittir. Beyaz kristaller veya beyaz bir toz gibi görünür, neredeyse kokusuzdur ve güçlü bir asit tadı vardır.

Tartarik asidin L-(+)-tartarik asit izomeri endüstriyel olarak büyük miktarlarda üretilmektedir.

16.5.7.1 Ana prosesler ve teknikler

Doğal tartarik asit esas olarak şarap üretiminin katı yan ürünleri olan üzüm posası ve şarap tortularından elde edilir. Proses, şarap yapım sürecinden sonra, şarap mayası ve tortusu elde edildiğinde başlar.

Bu yan ürünler çoğunlukla potasyum bitartrattan ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) oluşur. Geçmişte, bu potasyum tuzu, kireç sütü ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ile muamele edildikten sonra kalsiyum tartarat'a ($\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dönüştürülmektedir. Günümüzde ise kalsiyum klorür veya kalsiyum karbonat ilavesiyle daha yüksek kalsiyum tartarat verimleri elde edilmektedir. Kalsiyum tartrat daha sonra tuzun sulu sülfürik asitle işlenmesiyle tartarik aside dönüştürülmektedir.

Doğal tartarik asit üretmek için sadece su, sülfürik asit ve kalsiyum tartarat kullanılır. Sülfürik asit, tartarik asit ve kalsiyum sülfattaki kalsiyum tartarat kristalini kırar. Bu çözelti, tartarik asit içeren sıvı kısmı ve kalsiyum sülfat içeren katı kısmı ayırmak için süzülür.

Bu çözelti, çok koyu bir kristal süspansiyon elde etmek için buharlaştırılarak konsantre hale getirilir. Belirli bir sıcaklıkta soğutulur ve safsızlıkları gidermek için santrifüjlenir. Daha sonra tartarik asit aktif karbon ile renginin açılması için suda çözülür (filtreleme işlemine yardımcı olmak için filtre ajanları kullanılabilir).

Tartarik asit çözeltisi, katı kısımları (aktif karbon ve filtre maddesi) ortadan kaldırmak için filtrelenirken, sıvı kısım, diğer safsızlıkları ortadan kaldıran bir katyonik reçineye gönderilir. Bu çözelti, tartarik asitte yüksek bir yoğunluk elde etmek için buharlaştırma yoluyla ikinci bir konsantrasyona geçer. Bu daha sonra soğutulur. Belirlenen sıcaklığa ulaşıldığında, kristal bir kristalleştirme düzeneği kullanılarak su ile yıkanır.

Doğal tartarik asit, nemi ortadan kaldıran sıcak hava ile kurutulmaya hazırdır. Bitmiş ürün, ürünün tüm ticari tane boyutlarına ayrıldığı ve öğütüldüğü bir parçacık büyüklüğü ayarlama ünitesine gönderilir. Artık tartarik asit 25 kg'lık torbalarda veya daha büyük torbalarda paketlenmeye hazırdır.

16.5.7.2 Enerji tüketimi

Doğal tartarik asit üreten tesisler hem ısı hem de elektrik enerjisi harcar. Ortalama olarak, ısı enerjisi tüketimi 10.000 kWs/ton civarındayken, elektrik enerjisi tüketimi ortalama 800 kWs/ton (üretilen doğal tartarik asitten) civarındadır.

16.5.7.3 Su tüketimi

Spesifik su tüketimi, üretilen bir ton doğal tartarik asit başına yaklaşık 50 m³tür.

16.5.7.4 Atık çıktısı

Temel katı yan ürünler, doğal tartarik asit ekstraksiyonu sırasında üretilen alçıtaşı (üretilen bir ton asit başına yaklaşık 2000 kg kuru madde) ve atık suyun arıtılması sırasında oluşan anaerobik çamur benzeri katı artıklardır (üretilen asidin ton başına yaklaşık 50 kg kuru madde).

16.5.7.5 Suya salınan emisyonlar

Arıtmadan önce oluşan atık su yüksek KOİ seviyelerine sahiptir. Bu atıksu, alçının çökmesinden ve kalsiyum tartaratın ayrışmasından elde edilen kalsiyumlu tuzlar içerir. Atık su normalde anaerobik bir reaktörde arıtılır.

16.6 Sitrik asit üretme

Bir trikarboksilik asit olan sitrik asit, doğada yaygın olarak bulunur ve metabolik döngüde bir ara madde olarak hemen hemen tüm canlı hücrelerde üretilir. Çoğu bitki ve hayvan dokusunun yanı sıra insan serumu, önemli miktarda sitrik asit içerir.

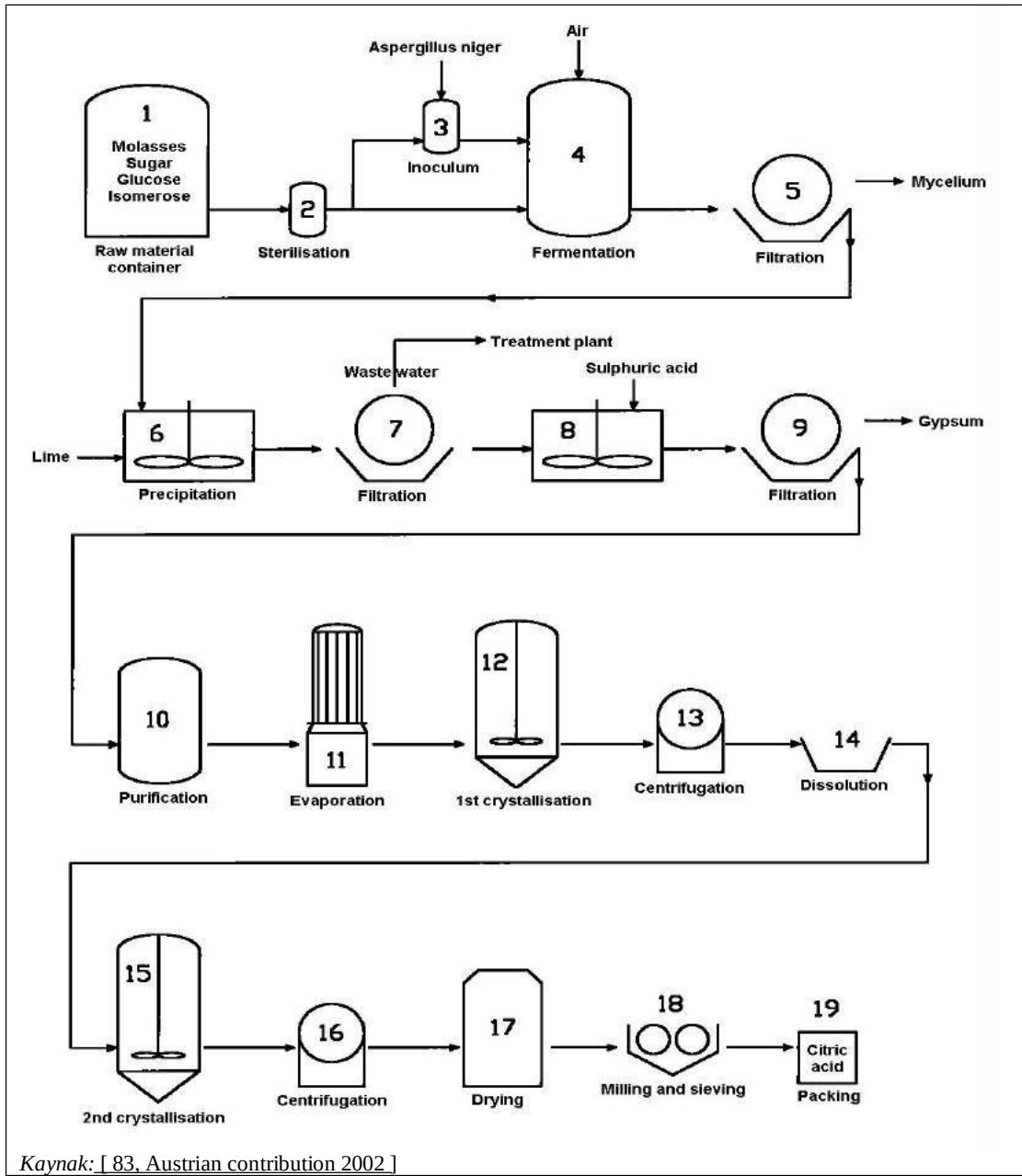
16.6.1 Ana prosesler ve teknikler

Sitrik asit üretmenin en ekonomik yöntemi, şekeri sitrik aside dönüştürmek için aşı olarak bir *Aspergillus niger* türünün kullanıldığı fermentasyondur. Fermentasyon besleme stoğu veya substratı bir karbonhidrat, genellikle melas, kristal şeker, buğday, mısır veya patates nişastasından elde edilen glikoz veya izomerozdur. Daldırılmış ve yüzeysel fermentasyon olmak üzere iki tür fermentasyon işlemi vardır. Yüzeysel fermentasyonu yerine batık fermentasyon tercih edilir. Batık fermentasyon şu üç ana aşamadan oluşur: fermentasyon, geri kazanım ve sitrik asidin saflaştırılması. Bu sürecin akış şeması Şekil 16.5'te sunulmuştur. Karşılaşılan başlıca çevre sorunları su kirliliği ve katı atık üretimidir. Fermentasyon sırasında, yüksek miktarda besin ve oksijene ihtiyaç vardır. Diğer avantajlar, düşük konsantrasyonlarda Fe^{2+} iyonları ve birlikte sitratın izovitrata katalizinden sorumlu olan enzim akonitazı inhibe eden düşük pH seviyesidir [126, Avusturya 2015].

Sitrik asit fermentasyonunda, substrat bir tankta hazırlanır ve ardından sterilize edilir. İnokulum kontrollü aseptik koşullar altında üretilir. İnokulum ve substrat aseptik olarak üretim fermentasyon cihazına aktarılır. Fermentasyon süreci 3 ila 14 gün sürer. Son olarak, miselyum adı verilen biyolojik katılar süzülerek giderilir.

Sitrik asidin geri kazanılmasında, çözünmüş sitrik asit, kireç ilavesiyle kalsiyum sitratı çökeltirerek artık şekerlerden, proteinlerden ve diğer çözünür safsızlıklardan ayrılır. Daha sonra, kalsiyum sitratı içeren bulamaç süzülür. Süzüntü, çözünür safsızlıkları gidermek için yıkanır. Oluşan atık su deşarj edilmektedir. Sülfürik asit eklenir ve bu kalsiyum sitratı kalsiyum sülfat ve sitrik aside dönüştürür. Son olarak, çökelen kalsiyum sülfat veya alçı bulamaçtan süzülür ve kalan sitrik asit solüsyonu daha sonra işlenir.

Son olarak, sitrik asit çözeltisi, iyon değişimi ve karbon adsorpsiyonu ile saflaştırılır. Sitrik asit solüsyonu buharlaştırılır ve solüsyondan kristalleştirilir (birinci kristalizasyon). Sitrik asit kristalleri santrifüjlenir. Daha sonra sitrik asit suda çözülür ve çözelti tekrar kristalleştirilir (ikinci kristalizasyon). Kristaller tekrar santrifüjlenip kurutulur, öğütülür ve elenir. Elde edilen sitrik asit daha sonra paketlenir.



Şekil 16.5: Sitrik asit fermantasyon süreci

16.6.2 Su tüketimi

Spesifik su tüketimi, tesisin bir ton sitrik asit üretim kapasitesi başına yaklaşık 40 m³tür.

16.6.3 Artık maddeler

Oluşan başlıca katı atıklar, fermentasyon suyundan süzülen kalıbın miselyumu, sitrik asit saflaştırması sırasında oluşan alçıtaşı ve atık su arıtımı sırasında biyogazdan kaynaklı olarak oluşan anaerobik çamur ve kükürt gibi katı atıklardır. Parlatma filtrasyonundan az miktarda filtreleme yardımcıları elde edilir. Sitrik asit fermentasyonundan kaynaklanan katı atıklar ve yan ürünler Tablo 16.4'te gösterilmektedir.

Tablo 16.4: Sitrik asit fermentasyon sürecindeki katı atıklar ve yan ürünler

Katı atık ve yan ürün	Birimi	Değeri
Miselyum	kg kuru madde / t sitrik asit	100
Alçı (CaSO ₄ x 2H ₂ O)		1000
Anaerobik ön arıtmadan kaynaklanan atık su çamuru		50
Kükürt gidermeden gelen kükürt		3-4
Kaynak: [83, Austrian contribution 2002]		

16.6.4 Suyla salınan emisyonlar

Üretilen atık su yüksek KOİ seviyelerine, çökeltme ve ayrışmadan türetilen kalsiyum ve kükürt içeren bileşiklere ve ham maddeden (melas) ve fermentasyondan yüksek konsantrasyonda NH_4 -N'ye sahiptir [83, Austrian contribution 2002]. Ham atık su hacminin yaklaşık %25'i yüksek oranda kirlidir ve toplam KOİ yükünün yaklaşık %90'ını temsil eder.

Yüksek derecede kirlenmiş atık su, önce yüksek kükürt içeriğine sahip biyogaz üreten anaerobik çürütme kullanılarak ön işleme tabi tutulur. Anaerobik reaktörde arıtılan atık su ve diğer atık sular daha sonra karıştırılır ve bir kez daha arıtılır. Atık su kirletici seviyeleri, arıtmadan sonra, kurulu üretim kapasitesine göre karşılaştırılarak Tablo 16.5'te gösterilmektedir.

Tablo 16.5: Sitrik asit fermentasyonunda kurulu üretim kapasitesinin tonu başına arıtılmış atık su kirletici seviyeleri

Parametre	Birimi	Ortalama değer
Hacim	m^3/t	40
COD	kg/t	20
BOI_5	kg/t	1
NH_4 -N	kg/t	0,2
NO_2 -N	kg/t	0.08
PO_4 -P	kg/t	0.04
Kaynak: [83, Austrian contribution 2002]		

COD için yıllık ortalama emisyon seviyesi 275 mg/l (azaltma verimliliği %93), BOI_5 için 12 mg/l (azaltma verimliliği %99) ve NH_4 -N için 1 mg/l (azaltma verimliliği %98) olarak gerçekleşmiştir. Veriler Avusturya'daki bir tesisat tarafından bildirilmiştir [30, TWG 2018].

16.7 Maya

Mayalar, fırınlama, demleme ve şarap ve alkollü içki üretimi gibi çok çeşitli fermantasyon süreçlerinde kullanılan tek hücreli mantarlardır. Maya genellikle gıda ve etanol üreticilerine ufalanmış/sıkıştırılmış/sıvı formda veya aktif kuru maya olarak tedarik edilir. Özellikle ekmek mayası üretimi, hacim ve çevresel etki açısından en önemli endüstriyel büyük ölçekli uygulama olduğundan, aşağıdaki bölümler buna odaklanmaktadır. Yöntemler değişse de, geleneksel işlemedeki temel adımlar aşağıda açıklandığı gibidir.

16.7.1 Ana prosesler ve teknikler

Yayılma, 90.000 litre ile 300.000 litre arasında değişen çoğaltıcılar kullanılarak ticari bir ölçekte yaklaşık 6 ila 8 gün sürer. Maya üretimi başlangıçta her biri boyut olarak artan bir dizi çoğaltım içerir ve her aşamada üretilen maya sonraki çoğaltımı tohumlamak için kullanılır. Fermentöre tipik olarak eklenen bileşenler, ilave edilmeden önce harmanlanmış ve berraklaştırılmış şeker kamışı ve pancar melası, sulu amonyak, fosforik asit, vitaminler, mineraller, köpük giderici maddeler ve pH kontrolüne yarayan asitlerdir. Optimum büyümeyi sağlamak için fermenterlerin havalandırılması esastır. Hava, kabın dibine yerleştirilmiş bir dizi delikli boru ile verilir. Çalkalanan kaplarda, hava genellikle, karıştırılan bıçakların hemen altında bulunan halka şeklindeki bir sparger aracılığıyla verilir. Genel olarak 100 gram kuru maya için fermantasyon sırasında 102,5 gram oksijen sağlanması gereklidir. Verimi optimize etmek için sıcaklık ve asitlik derecesinin ayarlanması gerekir. Tipik olarak, fermantasyon 30 °C'de ve 4,5–6,5 pH'ta gerçekleştirilir. Soğutma suyu, diğer türlü maya büyümesi nedeniyle yükselme eğiliminde olan fermantasyon sıcaklığını korumak için harici ısı eşanjörlerinde veya dahili bobinlerde kullanılır.

Yayılmadan sonra hücreler kültür ortamından santrifüjlü ayırıcılarla toplanır. Maya kreması, renginin iyileştirilmesi için proses suyuyla yıkanır ve ardından 5°C'nin altındaki bir depolama sıcaklığına kadar soğutulur. Mayalı krema, % 18-25 kuru madde ile doğrudan endüstriyel fırınlara satılmaktadır. Genellikle, nişasta ön kaplamalı döner vakum filtreleri kullanılarak süzülür ve bir kez daha kurutulur. Filtre keki ekstrüde edilir ve kuru madde içeriği %30'dan fazla olan tipik ticari bloklar veya kırıntılar halinde üretilir. Kuru maya da benzer bir şekilde üretilir, ancak yaklaşık 3 mm çapında ve 0,3-1 cm uzunluğunda iplikler üretmek için delikli bir plakadan ekstrüde edilir. Şeritler genellikle öğütme ve paketlenmeden önce döner veya tünel kurutucularda kurutulur (kuru madde içeriği > %95). Kuru maya, aktif raf ömrünü uzatmak için genellikle hava geçirmez şekilde kapatılmış kaplarda veya üst kısmı nitrojen içeren tabakalar içinde paketlenir [17, TWG 2018].

16.7.2 Suya salınan emisyonlar

Endüstriyel maya üretiminde kullanılan ana karbon kaynağı, bir şeker endüstrisi artığı olan ve %50'ye kadar asimile edilebilir şeker içeren kamış ve pancar melasıdır. Melas kuru maddesinin toplam %30'u mayalar için erişilebilir değildir ve hücre hasatından sonra kültür ortamında kalacaktır. Ayrıca, separatörlerden gelen yıkama suyu ve vakumla filtrasyondan elde edilen süzüntü, üretim sürecinin atık suyuna karışır ve toplam KOİ'nin 30.000 mg/l'yi geçmesine ve toplam hacmin 5-7 m³/t melas kullanılmasına neden olur. Konsantrasyon ve hacim, her proses adımında su tüketimine bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Ancak melas ticari olarak uygun tek karbon kaynağı olduğundan fabrikaların atık su yükü sabittir. KOİ'nin yanı sıra maya üretiminin çıkış suyu organik azot (1.500 mg/l), nitrat (200 mg/l), fosfor (40 mg/l) ve pH kontrolünde kullanılan asit türüne bağlı olarak 3.000 mg/l'ye kadar kükürt içerir. Maya fabrikalarının atık suları melas kullanımından dolayı karakteristik bir kahverengi renge sahiptir. Kahverengi renk, Maillard ürünleri adı verilen şeker üretimi sırasında şeker kamışı ve pancar şuruplarının termal ayrışmasından kaynaklanmaktadır. Bu bileşiklerin biyolojik olarak parçalanması zordur. Atık sular tam bir biyolojik arıtmadan geçirildiğinde KOİ maksimum %80'e kadar giderilir ve bu da yüzey sularına deşarjda yüksek artık madde konsantrasyonlarına neden olur [17, TWG 2018]. Almanya'daki bir tesis tarafından muamele öncesi (melastan) 20.000 mg/l ile 35.000 mg/l arasında yüksek KOİ seviyeleri ve 443 mg/l'ye kadar KOİ emisyon seviyeleri (121 mg/l'ye kadar TOC emisyon seviyeleri) bildirilmiştir [30, TWG 2018].

Maya çıkış suyu için bir ön arıtma tekniği olarak buharlaştırmanın kullanılmasının daha verimli ve ekolojik olarak faydalı olduğu gösterilmiştir. KOİ ve nitrojenin %95'inden fazlası uzaklaştırılır. Fosfor ve kükürt tamamen uzaklaştırılır. Buharlaşmadan kaynaklanan damıtık veya yoğunlaşık madde, az miktarda basit organik asit, eser miktarda alkol ve bir miktar amonyak (buharlaşma sırasındaki pH'a bağlı olarak) içerir. Renksizdir ve askıda katı madde içermez. Buharlaşmadan kaynaklanan artıklar, vinas adı verilen tuzsuz bir fraksiyona ve esas olarak potasyum sülfattan oluşan bir tuz fraksiyonuna ayrılabilir. Vinas sığır yemi olarak ve tuz da gübre olarak kullanılır.

Buharlaştırma, enerji tüketen bir arıtma adımı olduğundan ve bu nedenle atık su arıtımında oldukça nadir olduğundan, son 10 yılda teknik iyileştirmeler yapılmış ve artık çoğu fabrikada benimsenmeye başlanmıştır. Çıkış suyu önce düşen film evaporatörü (dikey kabuk ve boru tipi) ve mekanik buharlı sıkıştırma yoluyla konsantre edilir. Atık su, başlangıçta %3-6 kuru maddeden maksimum %20 kuru maddeye kadar konsantre edilir. Konsantrenin viskozitesi arttığından, bu teknikle daha yüksek bir konsantrasyon elde edilemez. Yarı konsantre, depolama için yeterince kararlıdır ve tarım arazileri sahaya yakınsa ve nakliye ekonomik olarak uygunsa gübre olarak kullanılabilir. Daha yüksek konsantrasyonlar isteniyorsa, taze buhar üzerinde çalışan ve dolayısıyla daha pahalı olan bir cebri sirkülasyonlu evaporatör gereklidir. %75 kuru madde içeriğine kadar buharlaştırma yapılabilir. Potasyum sülfatın çözünürlük sınırı aşıldığında, kristaller santrifüjleme (dekantörler) ile izole edilebilir ve daha değerli bir yem üretilebilir. Her iki tip evaporatörden elde edilen damıtklar, aerobik olarak veya daha yaygın olarak anaerobik olarak UASB veya EGSB reaktörleri tarafından işlenebilir. Anaerobik arıtma, kükürt içermeyen bir biyogaz ve yalnızca küçük miktarlarda fazla çamur üretir. Bu yöntemin küçük bir dezavantajı, askıda katı maddelerde küçük bir artış meydana gelmesidir [17, TWG 2018].

Genel olarak, açıklanan teknikler, geri dönüştürülebilir son ürünlerin üretilmesi nedeniyle ekolojik olarak faydalıdır. Buharlaşma enerji tüketen bir yöntem olmasına rağmen, ekonomik olarak uygulanabilir olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, bu yöntem, maya akışkan atığındaki tüm maddeler için %90'ı aşan verimlilik oranları sağlayabilen tek uygulamalı tekniktir.

16.8 Şekerlemeler

16.8.1 Ana prosesler ve teknikler

Bisküvi

Bisküvi üretiminde kullanılan başlıca malzemeler buğday unu, yağ ve şekerdir. Su, bisküvi imalatı sürecinde önemli bir rol oynar, ancak pişirme sırasında büyük ölçüde uzaklaştırılır. Unlu mamuller normalde kuru ve taze meyve, krema ve muhallebi gibi malzemeler kullanılarak süslenir.

İki temel hamur türü sert hamurlar ve kısa hamurlardır. Hamur türü ne olursa olsun, bisküvi imalatında yer alan temel işlem basamakları; hamur karıştırma, hamur parçalarının oluşturulması, pişirme, soğutma ve paketlemedir. Her aşamada kullanılan yöntemler, ürün çeşidine göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Hammaddeler genellikle toplu olarak alınır ve otomatik olarak hamur karıştırıcılarına ölçülür. Tuz ve sodyum bikarbonat gibi küçük bileşenler elle tartılıp eklenebilir. Malzemeler karıştırılır ve sert hamur olması durumunda hamurda bir glüten ağı oluşturmak için karıştırılır. Kısa hamurlar söz konusu olduğunda, karıştırma, glüten gelişiminin kasıtlı olarak sınırlandırılacağı şekildedir. Bisküvi çeşidine göre hamur parçalarının oluşumu değişmektedir. Krakerler ve yarı tatlı bisküviler, sürekli haddelenmiş sert hamur tabakalarından kesilir. Krakerler, bir dizi ince katman halinde oluşturuldukları için önemli ölçüde işlem gerektirir. Kısa hamurların çoğu döner kalıplama ile oluşturulur, ancak bisküviler için yumuşak hamurlar genellikle tel ile kesilir. Bisküviler genellikle tünel fırınlarda pişirilir. Uygulanan işlem süreleri ve sıcaklıkları ürüne göre değişir. Fırınlarda doğrudan veya dolaylı ateşlemeli, gazlı veya elektrikli olabilir. Pişmiş bisküviler soğutulur ve paketlenir veya örneğin krema dolgularının katmanlanması gibi ikincil işlemler için ilgili birimlere aktarılır. Krakerler piştikten hemen sonra üzerine yağ püskürtülebilir. Soğutma tipik olarak bisküvilerin belirli bir süre boyunca tesisin etrafında gezdirilmesiyle sağlanır.

Kekler

Kek yapımında kullanılan ana maddeler buğday unu, yağ, yumurta, şeker, süt tozu, su aromaları ve kabartıcılarıdır. Kekler genellikle şeker hamuru veya unlu hamur yöntemi kullanılarak yapılır. Şeker hamuru yönteminde yağ ve şeker birlikte krema haline getirilerek yumurtalar kademeli olarak ilave edilir. Karıştırma boyunca birkaç alternatif un ve sıvı ilavesi gerçekleştirilir. Un hamuru yönteminde, yağ ve un birlikte karıştırılır. Yumurta ve şeker birlikte çırpılır ve ardından kademeli olarak yağ ve una karıştırılır. Gerekli miktarda sıvı daha sonra karıştırma ilerledikçe küçük miktarlarda eklenir.

Oakes ve Mondo kek karıştırıcıları gibi sürekli karıştırma sistemlerinde, bileşenler ilk etapta bir kez karıştırılır ve ardından sürekli eşit akışta karıştırıcının baş kısmına gönderilir. Hepsi bir arada yüksek hızlı kek karıştırma yöntemi giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu yöntemde meyve dışındaki tüm malzemeler karışıma eklenir ve sabit miktarda karıştırma yapılır. Meyve daha sonra kısa fişkırtmalarla eklenir.

Hamurlar tipik olarak yağ püskürtmeli tepsilere veya İsviçre ruloları gibi ürünler için sürekli tabakalara serilir. Kekler piştikten sonra kalıplardan çıkarılır ve soğutulur. Boş tenekeler temizlenir, durulanır, kurutulur ve soğutulur.

Kakao

Kakao içeceği tipik olarak kakao tozu, vanilin, tarçın, tuz, Çin tarçını ve diğer toz baharatlardan oluşur. Ham kakao çekirdekleri alınır ve lif, taş, kum, metal, çekirdek kümeleri ve olgunlaşmamış çekirdekler gibi yabancı maddeleri uzaklaştırmak için bir dizi yıkama işlemine tabi tutulur. Çekirdek kümeleri ve olgunlaşmamış çekirdekler kakao yağı üretimi için kullanılabilir. Çekirdekler kavrulur. Kızartma koşulları, ekipmana ve istenen ürüne bağlı olarak değişir, ancak tipik olarak 4 ila 6 dakika boyunca 100–140 °C aralığındadır. Bütün çekirdekler veya ayrılmış uçlar kavrulmuş olabilir.

Kavurma, çekirdeğin dış kabuğunun yenilebilir uçlardan ayrılmasıdır ve tipik olarak kavrulmuş çekirdeğin silindirler arasında çatlatılmasından ve kabuk parçalarının giderilmesi için havalı sınıflandırmadan oluşur. Uçlar, su soğutmalı öğütme değirmenleri tarafından parçacık boyutu daha da azaltılan bir kakao likörü üretmek için öğütülür. Parçacık boyutu çikolatalı içeceklerin üretimi için önemlidir, ancak bu biraz daha rafine edilmesini gerektirdiğinden çikolata için daha az önemlidir. Kavrulmuş veya kavrulmamış çekirdeklerden elde edilen likör veya uçlar, içeceklerde kullanıldığında süt veya suda kakao tozunun dağılılabilirliğini artıran alkalizasyon olarak bilinen bir işleme tabi tutulur. Kakaonun rengini değiştirmek için de kullanılır. Bu işlem için sadece izin verilen asitler, alkaliler ve emülgatörler kullanılabilir.

Kakao tozu, kakao yağının sıkılıp çıkarıldığı ve pres kekinin yağ içeriğinin istenilen seviyeye indirildiği kakao likörünün hidrolik preslenmesiyle üretilir. Sıkılarak çıkarılan kakao yağı, çikolata üretiminde kullanılır. Pres keki, kakao tozu üretmek için toz haline getirilir. Daha sonra nihai ürün olarak paketlenir.

Çikolata

Çikolata üretimi için temel bileşenler arasında kakao likörü, şeker, diğer tatlandırıcılar, kakao yağı, tereyağı yağı, süt tozu, süt kırıntısı ve emülgatörler bulunur. Çikolata üretiminde yer alan temel prosesler, bileşenlerin hazırlanması ve karıştırılması, rafine edilmesi ve konçlanmasıdır. Konçlama, nihai üründe arzu edilen fiziksel değişiklikleri indüklemek ve tadı iyileştirmek için rafine edilmiş materyalin çalkalanmasını içerir. Çikolata üretimi, geleneksel olarak, ilgili tüm adımları içeren melanjer adı verilen bir cihazda gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, melanjörler yerini giderek artan bir hızla büyük özel makinelerle bırakmaktadır.

Çikolata imalatındaki rafinasyon aşamasının amacı, karışımdaki katı kakao parçacıklarının boyutunu küçültmek, böylece karışımın düzgün bir kıvamda olmasını sağlamaktır. Bu, karışımın sürtünmeden ve ısınmadan kaynaklanan bozulmaları önlemek için suyla soğutulması gereken dikey olarak monte edilmiş silindirlerden geçirilmesiyle elde edilir. Çikolatada karmaşık değişikliklere neden olan özel bir faaliyet olan konçlama için bir dizi sistem mevcuttur. Sütü çikolatanın geleneksel bir toplu kabuklu deniz kabuğunda işlenmesi bir günden fazla zaman alırken, modern sürekli sistemlerle aynı sonuç yaklaşık 4 saatte elde edilebilmektedir. Bitmiş çikolata tipik olarak yağın halinde depolanır ve nihai kullanımdan önce bir soğutma ve ısıtma döngüsünden geçirilir.

Çikolata ürünleri, çikolatanın kalıplara dökülmesi, ardından soğutulması ve kalıptan çıkarılmasıyla üretilir. Bu tür yöntemler, içi boş veya fondan gibi bir dolgu ile doldurulabilen katı çikolata blokları veya kabukları üretmek için kullanılabilir. Alternatif olarak, giydirciler olarak bilinen birimler kullanarak şekerlemeleri kaplamak için sıvı çikolata kullanılabilir.

Haşlanmış tatlılar

Haşlanmış tatlılar, ilave tatlandırıcılar ile şeker, glikoz şurubu ve bazen evrik şekerin yüksek konsantrasyonlu çözeltileridir. Bunlar sürekli çözücülerde ölçülür. Bu karışım, ince film bobinli pişiriciler veya toplu vakumlu pişiriciler gibi bir dizi tasarımı bulunan pişirme fırınlarına alınır. Su şuruptan hızla buharlaştırılır, daha sonra boşaltılır ve buharlaşmalı soğutmayla kısmen soğutulur. Kaynatılmış tatlı kütle su soğutmalı tablalara aktarılır ve daha sonra kısmen soğutulmuş kütleyle asit, aroma ve renkler eklenir. Karışım daha sonra şekillendirme makinelerine aktarılır. Oluşan şekerler mümkün olduğunca çabuk soğutulur ve nem geçirmez paketlere sarılır.

Bu konuda daha detaylı bilgi yiyecek ve içecek imalat sektörüyle ilgili En İyi Çevresel Yönetim Uygulamalarına ilişkin Sektörel Referans Belgesinde bulunmaktadır [107, COM 2017].

16.9 Maltlama

Malt, genellikle arpa veya buğday olmak üzere maltlık dereceli tahıllardan yapılır, ancak bazen çavdar ve yulaf gibi diğer tahıllar da kullanılabilir. Beş ürün grubu vardır:

- beyaz maltlar (arpa malt, buğday malt, yulaf malt, sorgum malt, yüksek enzimatik malt);
- turba veya fume malt;
- renkli maltlar (kristal ve karamel gibi maltlar);
- kavrulmuş maltlar (hem açık hem de koyu kızartmalar);
- kavrulmuş arpa.

Malt özleri bira yapmak için fermente edilir veya fermente edildikten sonra viski gibi alkollü içki yapımı için damıtılabilir. Maltlar ayrıca maltlı sütü içecekler, kahvaltılık gevrekler, ekmekler, bisküviler, kekler, sirke, şekerlemeler, soslar, bebek mamaları, hayvan yemleri ve kozmetik ürünleri gibi bir dizi gıdada da kullanılmaktadır.

Bu sektörle ilgili bilgi kaynağı [197, EUROMALT 2015] adlı belgedir.

16.9.1 Ana prosesler ve teknikler

Maltlama tesislerinde uygulanan başlıca işlemler temizleme, ıslatma, çimlendirme ve fırınlamadır. Maltlar da kavrulmuş olabilir.

Temizlik

Doğrudan tarladan alınan arpa ve diğer hububatlar önce yabancı maddeden arındırılmak üzere temizlenir. Bu, toz, toprak, taş, metal vb. içerebilir. Temizlenmiş taneler daha sonra kırılmış veya cılız tanecikleri, gevşek kabukları ve taneciklerinin çıkarılması için elenir. Bu malzeme toplanır ve hayvan yemlerinde kullanılır.

Demleme

Tahıl demlemek için, tahıl, ekipmana, proses parametrelerine, hammaddeye ve elde edilecek nihai malta bağlı olarak yaklaşık 16 °C veya en az 10 °C ile 25 °C arasında değişen bir sıcaklıkta suya daldırılır. Demleme sırasında, nem içeriği yine yukarıdaki koşullara bağlı olarak %12-15'ten %30 ile %50 arasında herhangi bir noktaya kadar yükselir. Demleme sırasında dikey tanklardaki su üç defaya kadar değiştirilir. Alternatif ıslak ve kuru aşamalar uygulanır. Islak aşamada, tahıl sürekli olarak veya aralıklarla havalandırılır. Kuru aşamada, tahıl havalandırılabilir veya CO₂ giderilebilir. Demleme işlemi bir ila üç gün sürer. Gerçek sıcaklık ve demleme süreleri, ekipmana, proses parametrelerine, ham maddeye ve elde edilecek bitmiş malta bağlıdır.

Çimlenme

Temizlenmiş, demlenmiş tahıl daha sonra pnömatik maltlama için delikli çelik plaka tabanlı çimlendirme kaplarına veya zemin maltlama için çimlenme tabanlarına aktarılır. Tane, pnömatik maltlama için yaklaşık 70 cm ile 150 cm kalınlıkta ve zemin maltlama için yaklaşık 5 cm ile 15 cm kalınlıkta katmanlanır. Çimlenme aşaması genellikle 96 ile 200 saat arasında sürer. Ekipmana, proses parametrelerine, elde edilecek ham maddeye ve mamul malta bağlı olarak çimlenme süreci daha kısa veya daha uzun olabilir. Şartlandırılmış hava, yani soğutulmuş veya ısıtılmış ve nemlendirilmiş hava, çimlenme sırasında sıcaklık ve nem içeriğini kontrol etmek için pnömatik maltlamada tahıl tabakasından veya zemin maltlamada bunun üzerine üflenir. Tahıl tanelerinin matlaşmasını veya keçeleşmesini önlemek için, zaman zaman tahıl tabakası döndürülür ve bu sırada su püskürtme de uygulanabilir. Çimlenme süreci kuruta ile sona eder.

Fırınlama

Ortaya çıkan yeşil malt, fırınlarda havayla kurutulur. Sıcak hava, yığında herhangi bir akışkanlaşma olmaksızın, yaklaşık 50-150 cm kalınlığında bir yeşil malt tabakasının üzerine üflenir. Bu kurutma işlemi yaklaşık 16 ila 48 saat sürer. %3–6,5'lik bir nem içeriği ile sonuçlanan soluk maltlar için, başlangıç havası sıcaklığı yaklaşık 50°C'dir ve bu sıcaklık yaklaşık 70–85°C'ye yükseltilir. Daha düşük nem seviyelerine sahip daha koyu maltlar elde etmek için sıcaklık 130°C'ye yükseltilir. Fırınlama, enzimatik aktiviteyi gereksiz yere düşürmeden nemin etkili bir şekilde çıkarılmasını sağlamak için birkaç aşamada gerçekleştirilir. Genel olarak, fırınlama işlemi ilerledikçe hava akış hızı azalır ve hava sıcaklığı artar.

Maltlar, belirli uygulamalar için renk ve lezzeti gerektiği gibi artırmak için kavrulabilir. Kavurma, küçük partiler halinde gerçekleşir ve bitmiş ürünün özelliklerine bağlı olarak maltın 130 °C ila 230 °C arasındaki sıcaklıklara kadar ısıtılmasını içerir. Kristal maltlar, yeşil (kısmen çimlenmiş) maltların yaklaşık 65°C'de amilolitik bir standdan sonra kavrulmasıyla üretilir. Damıtma amaçlı malt prosesinde, malttan yapılacak viski için ihtiyaç duyulan belirli özelliklerin sağlanması için malt fırınından hava akışına turba dumanı katılabilir. Biralara ve diğer malt ürünlerine farklı özellikler vermek için başka dumanlar kullanılabilir.

16.9.2 Enerji tüketimi

Fırınlama ve kavurma işlemleri, ısı ve elektrik enerjisine dayalıdır. Doğal gaz olağan birincil yakıt olup alternatif olarak gaz yağı veya akaryakıt da kullanılır.

16.9.3 Su tüketimi

Su, ıslatma ve çimlenme süreci için önemli bir girdi malzemesidir.

16.9.4 Artık maddeler

Maltlama işleminin yan ürünleri, hayvan yemi endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar aşağıdakilerin karışımlarını içerirler:

- maltlık arpa elek artıkları;
- maltlık buğday elek artıkları;
- maltlık arpa kabukları;
- maltlık buğday kabukları;
- maltlık arpa ve malt tozları;
- maltlık buğday ve malt tozları;
- malt kökçükleri (sapları);
- buğday kökçükleri.

16.9.5 Suya salınan emisyonlar

Suya salınan emisyonlar, atık demleme suyu içerebilir, ancak bu genellikle deşarjdan önce arıtılır veya bir arıtma sistemine gönderilir.

16.9.6 Havaya salınan emisyonlar

Malt üretimi sürecinde havaya salınan emisyonlar oluşur; bunlar ısıtma proses havasında yanmadan kaynaklanan CO₂, çimlenmeden kaynaklanan kısa döngülü CO₂, yanmadan kaynaklı NO_x, fırınlamada kullanılıyorsa SO₂ ve akaryakıtın birincil yakıt olarak kullanılması halinde, toz emisyonlarını ve bunların yanı sıra aspirasyon sistemlerinden, siklonlardan kaynaklanan partikül madde emisyonlarını ve kavurma ve çimlenmeden kaynaklanan VOC ile fırınlama ve kavurmadan kaynaklanan koku emisyonlarını içerir.

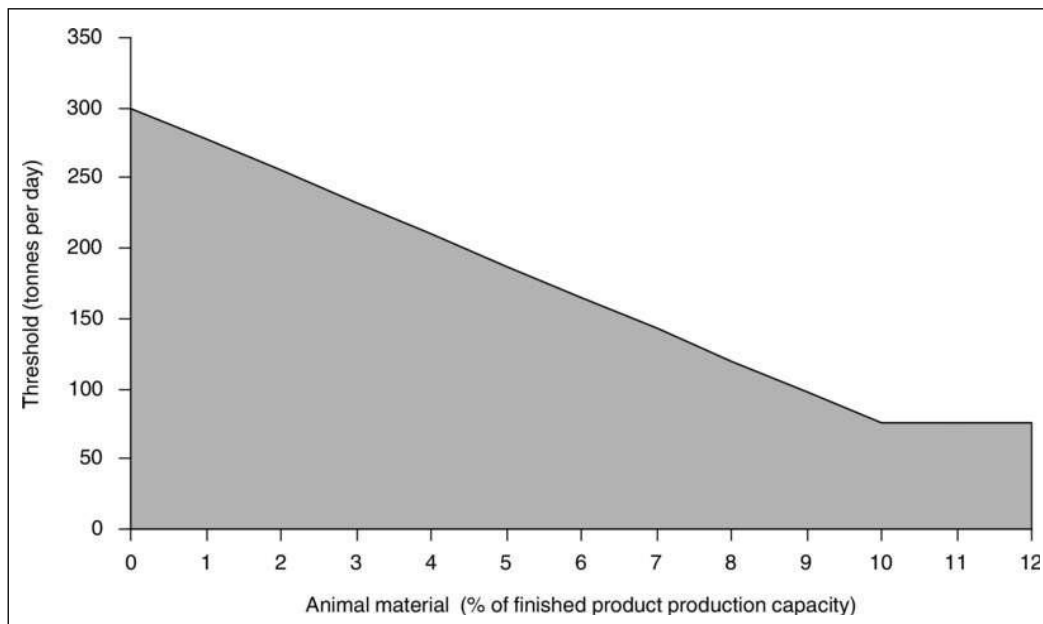
7 GIDA, İÇECEK VE SÜT SANAYİLERİ MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER (MET) SONUÇLARI

KAPSAM

Bu MET sonuçları, 2010/75/EU sayılı Direktif eki Ek I'de belirtilen aşağıdaki faaliyetlerle ilgilidir:

- 6.4 (b) Aşağıdakilerden gıda veya yem üretimi amaçlı, önceden işlensin veya işlenmesin aşağıda belirtilen hammaddelerin, özel ambalaj dışında, işleme tabi tutulması ve işlenmesi:
 - (i) Yalnızca, mamul üretim kapasitesi, 75 ton/gün'ün üzerinde olan hayvansal hammaddeler (özel olarak süt dışında),
 - (ii) Yalnızca, mamul üretim kapasitesi, tesisin herhangi bir yılda en fazla 90 ardışık gün süreyle çalıştığı durumlarda 300 ton/gün veya 600 ton/gün'ün üzerinde olan bitkisel hammaddeler,
 - (iii) Ton/gün olarak mamul üretim kapasitesi aşağıda belirtilenlerin üzerinde olan, birleşik ve ayrı ürünler olarak hayvansal ve bitkisel hammaddeler:
 - A, 10'a eşit veya daha büyükse 75 veya
 - Herhangi bir diğer durumda $[300 - (22.5 \times A)]$,
 Burada A, mamul üretim kapasitesinin hayvansal madde bölümüdür (ağırlık yüzdesi itibarıyla).

Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmeyecektir. Bu alt bölüm, hammaddenin yalnızca süt olduğu durumlarda uygulanmayacaktır.



- 6.4 (c) Alınan süt miktarı, 200 ton/gün'ün (yıllık temelde ortalama değer) üzerinde olmak üzere, yalnızca sütün işleme tabi tutulması ve işlenmesi.

- 6.11 Ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin 6.4 (b) veya (c) no'lu maddesinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması koşuluyla, 91/271/ EEC5 sayılı Direktif kapsamında bulunmayan bağımsız atıksu arıtması.

Ayrıca, bu MET sonuçları şunları kapsamaktadır:

- Ana kirletici yükünün 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin 6.4 (b) veya (c) no'lu maddesinde belirtilen faaliyetlerden kaynaklanması ve atıksu arıtmasının 91/271/EEC sayılı Konsey Direktifi kapsamında bulunmaması koşuluyla, farklı kaynaklardan kaynaklanan atıksuyun kombine arıtması,
- Etanol üretiminin, 2010/75/EU sayılı Direktif'in Ek I'inin noktası 6.4 (b) (ii) no'lu maddesindeki faaliyet tanımı kapsamındaki bir tesiste veya doğrudan bu tesisle ilgili bir faaliyetin sonucunda gerçekleşmesi.

Bu MET sonuçları, aşağıdakilere yönelik değildir:

- Cisim veya malzemelerin doğrudan temaslı ısıtması, kurutulması veya herhangi bir diğer işlemi için kullanılmayan sıcak gazları üreten yerinde yakma tesisleri. Bu, Büyük Yakma Tesisleri (LCP) için MET sonuçları veya (EU) 2015/2193 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi6 kapsamına girebilir.
- Hayvan atıklarının yemde kullanımı ve katıyağ eritilmesi, balık unu ve yağı üretimi, kan işleme ve jelatin imalatı gibi hayvansal yan ürünlerden birinci ürünlerin üretimi. Bu, Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) için MET Sonuçları kapsamına girebilir.
- Büyük hayvanlar için standart kesimler ve kanatlı kesimleri. Bu, Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) için MET Sonuçları kapsamına girebilir.

Bu MET sonuçları kapsamındaki faaliyetlerle ilgili olabilecek diğer MET sonuçları ve referans dokümanları aşağıdaki gibidir:

- Büyük Yakma Tesisleri (LCP),
- Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA),
- Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri (CWW),
- Büyük Hacimli Organik Kimya Sanayisi (LVOC),
- Atık İşleme (WT),
- Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi (CLM),
- IED Tesislerinden Kaynaklanan Havaya ve Suya Verilen Emisyonların İzlenmesi (ROM),
- Ekonomik Etkenler ve Çapraz Ortam Etkileri (ECM),
- Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar (EFS),
- Enerji Verimliliği (ENE),
- Endüstriyel Soğutma Sistemleri (ICS).

Bu MET sonuçları, örneğin hijyen veya gıda/yem güvenliği hakkındaki diğer ilgili mevzuata halel getirmeksizin geçerlidir.

⁵ Kentsel atıksuların arıtılması hakkında 21.05.1991 tarih ve 91/271/EEC sayılı Konsey Direktifi (OJ L 135, 30.5.1991, s. 40).

⁶ Orta büyüklükteki yakma tesislerinden havaya verilen belli kirleticilerin emisyonlarının sınırlandırılması hakkında 25.11.2015 tarih ve (EU) 2015/2193 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi (OJ L 313, 28.11.2015, s. 1).

TANIMLAR

Bu MET sonuçlarında, aşağıdaki tanımlar geçerlidir:

Kullanılan terim	Tanım
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ _n)	Organik maddenin karbon dioksit biyokimyasal yükseltgenmesi için gereken <i>n</i> gün (<i>n</i> genelde 5 ve 7'dir) cinsinden gereken oksijen miktarıdır. BOİ, biyobozunur organik bileşiklerin kütle konsantrasyonuna ilişkin bir göstergedir.
Kanallı emisyonlar	Kirleticilerin her türlü kanal, boru, baca, vb. ile çevreye emisyonu.
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	Dikromat kullanarak organik maddenin karbon dioksit toplam kimyasal yükseltgenmesi için gereken oksijen miktarıdır. KOİ, organik bileşiklerin kütle konsantrasyonuna ilişkin bir göstergedir.
Toz	Toplam partikül madde (havadaki).
Mevcut tesis	Yeni olmayan tesis.
Hekzan	Kimyasal formülü C ₆ H ₁₄ olmak üzere altı karbon atomundan oluşan alkan.
hl	Hektolitre (100 litreye eşit)
Yeni tesis	Bu MET sonuçları yayımlandıktan sonra tesis sahasında ilk kez izin verilen tesis veya bu MET sonuçları yayımlandıktan sonra bir tesisin komple yenilenmesi.
NO _x	Azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO ₂) toplamı, NO ₂ olarak ifade edilir.
Artık	Atık veya yan ürün olarak bu doküman kapsamındaki faaliyetlerle üretilen madde veya nesne.
SO _x	SO ₂ olarak ifade edilen, kükürt dioksit (SO ₂), kükürt trioksit (SO ₃) sülfürik asit aerosollerinin toplamıdır.
Hassas alıcı	Aşağıda belirtilenler gibi, özel koruma isteyen alanlar: - Yerleşim alanları, - Beşeri faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlar (örneğin, komşu işyerleri, okullar, gündüz bakımevleri, rekreasyon alanları, hastaneler veya bakımevleri).
Toplam azot (TN)	N olarak ifade edilen toplam azot, serbest amonyak ve amonyum azotu (NH ₄ -N), nitrit azotu (NO ₂ -N), nitrat azotu (NO ₃ -N) ve organik olarak bağlı azotu içermektedir.
Toplam organik karbon (TOK)	Toplam organik karbon, C olarak ifade edilir (suda), organik bileşikler içerir.
Toplam fosfor (TP)	P olarak ifade edilen toplam fosfor, çözünmüş veya partiküllere bağlanmış tüm inorganik ve organik fosfor bileşiklerini içermektedir.
Toplam askıda katı madde (TAKM)	Cam fiber filtreler ve gravimetre ile gerçekleştirilen filtrasyon yoluyla ölçülen tüm askıda katı maddelerin toplu konsantrasyonu (suda).
Toplam uçucu organik karbon (TVOC)	Toplam uçucu organik karbon, C olarak ifade edilir (havada).

17 GENEL MÜLAHAZALAR

Mevcut En İyi Teknikler

Bu MET sonuçlarında listelenen ve tanımlanan teknikler, emredici veya kapsayıcı teknikler değildir. En az eşdeğer çevre koruma sağlayan diğer teknikler kullanılabilir.

Aksi belirtilmedikçe, MET sonuçları genel olarak uygulanır.

Havaya verilen emisyonlar için mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES)

Aksi belirtilmedikçe, bu MET sonuçlarında belirtilen havaya verilen emisyonlar için mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), mg/Nm³ olarak ifade edilen, oksijen içeriği düzeltilmesi olmadan 273,15 K sıcaklık ve 101,3 kPa basınçta kuru gaz standart koşulları altında atık gaz hacmi başına yayılan madde kütlesi olarak ifade edilen konsantrasyonlardır.

Referans oksijen seviyesinde emisyon konsantrasyonunun hesaplanması için denklem:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

Burada: E_R: referans oksijen seviyesindeki, O_R, emisyon konsantrasyonu;
 O_R: hacim olarak %'de referans oksijen seviyesi;
 E_M: ölçülen emisyon konsantrasyonu;
 O_M: hacim olarak %'de, ölçülen oksijen seviyesi.

Havaya verilen emisyonlar için MET-İES ortalama süreleri ile ilgili olarak aşağıdaki tanım geçerlidir.

Ortalama süre	Tanım
Örnekleme periyodu ortalaması	En az 30'ar dakikalık üç ardıl ölçümünün ortalama değeri ⁽¹⁾ .
(1) Örnekleme sınırlamaları veya analitik sınırlamalardan dolayı, herhangi bir parametre için, 30 dakikalık örnekleme/ölçümün uygun olmaması halinde, daha uygun bir ölçüm periyodu kullanılabilir..	

İki veya daha fazla kaynağa (örneğin kurutucular veya fırınlar) ait atık gazlar ortak bir bacadan tahliye edildiğinde, MET-İES, bacadan gerçekleşen birleşik tahliye için geçerli olmaktadır.

Spesifik hekzan kayıpları

Spesifik hekzan kayıpları ile ilgili mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), yıllık ortalamaları ifade etmektedir ve aşağıdaki denklemle hesaplanmaktadır:

$$\text{spesifik hekzan kayıpları} = \frac{\text{hekzan kayıpları}}{\text{hammadde}}$$

Burada: Hekzan kayıpları, kg/yıl cinsinden ifade edilen, her çekirdek veya fasulye türü için tesis tarafından tüketilen toplam hekzan miktarıdır.

Hammadde, ton/yıl cinsinden ifade edilen, her bir temizlenen çekirdek veya işlenen fasulye türünün toplam miktarıdır.

Suya verilen emisyonlar için mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES)

Aksi belirtilmedikçe, bu MET sonuçlarında belirtilen suya verilen emisyonlar için mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), mg/l olarak ifade edilen konsantrasyonlardır (atıksu hacmi başına yayılan maddelerin kütlesi).

Konsantrasyonlar olarak ifade edilen MET-İES, günlük ortalama değerler, bir başka ifadeyle 24 saatlik akışa orantılı kompozit numuneleri ifade eder. Yeterli akış kararlılığının gösterilmesi halinde, zamana orantılı kompozit örnekler kullanılabilir. Alternatif olarak, çıkış suyunun uygun karışımında ve homojen olması koşuluyla nokta numuneler alınabilmektedir.

Toplam organik karbon (TOK), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) ile ilgili olarak, bu MET sonuçlarında belirtilen ortalama azaltım verimliliği hesabında (bakınız Tablo 17.1), atıksu arıtma tesisinin giriş ve çıkış suyu esas alınmaktadır.

Diğer çevre performansı seviyeleri

Spesifik atıksu deşarjı

Spesifik atıksu deşarjı ile ilgili gösterge çevre performansı seviyeleri, yıllık ortalamaları ifade etmektedir ve aşağıdaki denklemle hesaplanmaktadır.

$$\text{spesifik atıksu deşarjı} = \frac{\text{atıksu deşarjı aktivite}}{\text{oranı}}$$

Burada: Atıksu deşarjı, ayrı olarak deşarj edilen herhangi bir soğutma suyu ve yüzeysel akış hariç olmak üzere, üretim döneminde ilgili belirle prosesler tarafından deşarj edilen (doğrudan deşarj, dolaylı deşarj olarak ve/veya araziye yayma şeklinde), m³/yıl cinsinden ifade edilen toplam atıksu miktarıdır.

Faaliyet oranı, belirli sektöre bağlı olarak, ton/yıl veya hl/yıl cinsinden ifade edilen, işlenen ürün veya hammaddenin toplam miktarıdır. Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmemektedir. Hammadde, gıda veya yem üretimi için tesise giren, işleme tabi tutulan veya işlenen herhangi bir malzemedir.

Spesifik enerji tüketimi

Spesifik enerji tüketimi ile ilgili gösterge çevre performansı seviyeleri, yıllık ortalamaları ifade etmektedir ve aşağıdaki denklemle hesaplanmaktadır.

$$\text{spesifik enerji tüketimi} = \frac{\text{son enerji tüketimi}}{\text{faaliyet oranı}}$$

Burada: Son enerji tüketimi, üretim döneminde ilgili özel prosesler tarafından tüketilen (ısı ve elektrik olarak), MWh/yıl cinsinden ifade edilen toplam enerji miktarıdır.

Faaliyet oranı, belirli sektöre bağlı olarak, ton/yıl veya hl/yıl cinsinden ifade edilen, işlenen ürün veya hammaddenin toplam miktarıdır. Ambalaj, ürünün nihai ağırlığına dahil edilmemektedir. Hammadde, gıda veya yem üretimi için tesise giren, işleme tabi tutulan veya işlenen herhangi bir malzemedir.

17.1 Genel MET sonuçları

17.1.1 Çevre yönetim sistemleri

MET 1. Genel çevresel performansı iyileştirmek için MET, aşağıdaki özelliklerin tümünü içeren bir çevre yönetim sistemi (ÇYS) geliştirecek ve uygulayacaktır:

- i. Etkin bir ÇYS uygulanması için üst yönetim dahil yönetimin kararlılığı, liderliği ve hesap verebilirliği,
 - ii. Kuruluş bağlamının belirlenmesi, ilgili tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin tanımlanması, tesisin, çevreye (veya insan sağlığına) yönelik muhtemel riskleriyle ilişkili özelliklerinin ayrıca, çevreyle ilgili geçerli yasal gerekliliklerin tanımlanmasını içeren analiz,
 - iii. Tesisin çevre performansının sürekli iyileştirilmesini içeren bir çevre politikasının geliştirilmesi,
 - iv. Geçerli yasal gerekliliklere uygunluğun korunması dahil, önemli çevre yönleriyle ilgili hedef ve performans göstergelerinin belirlenmesi,
 - v. Çevresel hedefleri yakalamak ve çevresel riskleri önlemek için gerekli işlem ve önlemlerin (gereken durumlarda düzeltici ve önleyici önlemler dahil) planlanması ve uygulanması,
 - vi. Çevresel yön ve hedeflerle ilgili yapı, rol ve sorumlulukların belirlenmesi ve gereken mali kaynaklar ve insan kaynaklarının temini,
 - vii. Görevleri tesisin çevre performansını etkileyebilecek personelin gerekli yetkinlik ve farkındalığının sağlanması (örneğin bilgilendirme ve eğitim yoluyla),
 - viii. İç ve dış haberleşme,
 - ix. Çalışanların iyi çevre yönetimi uygulamalarını katılımının özendirilmesi,
 - x. Önemli çevresel etkisi olan faaliyetlerin kontrolü için bir yönetim rehberi ve yazılı usuller ayrıca ilgili kayıtların oluşturulması ve muhafazası,
 - xi. Etkin işletim planlaması ve süreç kontrolü,
 - xii. Uygun bakım programlarının uygulanması,
 - xiii. Acil durumların olumsuz etkilerinin (çevresel etkiler) önlenmesi ve/veya azaltılması dahil acil durum hazırlıklı olma ve müdahale protokolleri,
 - xiv. Bir tesis (yeni) veya tesis bölümünü tasarlarlarken (yeniden tasarlarlarken), söz konusu tesis veya tesis bölümünün, yapım, bakım, işletim ve devre dışı bırakma aşamalarını içeren ömrü boyunca çevresel etkilerinin dikkate alınması,
 - xv. İzleme ve ölçüm programı uygulanması - gerekirse, IED Tesislerinden Kaynaklanan Havaya ve Suya Verilen Emisyonların İzlenmesi Referans Raporu'nda bilgi bulunabilir,
 - xvi. Düzenli olarak sektörel kıyaslama çalışması yapılması,
 - xvii. Çevre performansını değerlendirmek ve ÇYS'nin planlanan düzenlemelere uygun olup olmadığı ve uygun bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı ve sürdürülüp sürdürülmediğini belirlemek için periyodik bağımsız (mümkün olduğunca) iç denetim ve periyodik bağımsız dış denetim,
 - xviii. Uygunsuzluk nedenlerinin değerlendirilmesi, uygunsuzluklara yanıt olarak düzeltici önlemlerin uygulanması, düzeltici önlemlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi ve benzer uygunsuzlukların mevcut olup olmadığı veya gerçekleşme potansiyelinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi,
 - xix. Üst yönetim tarafından çevre yönetim sisteminin ve devam eden uygunluk, yeterlilik ve etkinliğinin periyodik gözden geçirmesi,
 - xx. Daha temiz tekniklerin geliştirilmesinin takibi ve dikkate alınması.
-

Özellikle gıda, içecek ve süt sektörü için MET aynı zamanda çevre yönetim sistemine (ÇYS) aşağıdakileri ekleyecektir:

- i. Gürültü yönetim planı (bakınız MET 13),
- ii. Koku yönetim planı (bakınız MET 15),
- iii. Su, enerji ve hammadde tüketimi ile atıksu ve atık gaz akımları envanteri (bakınız MET 2),
- iv. Enerji verimliliği planı (bakınız MET 6 a).

Not

(EC) 1221/2009 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Tüzüğü⁷ ile, bu MET ile uyumlu bir çevre yönetim sistemi örneği olan Avrupa eko-yönetim ve denetim planı (EMAS) oluşturulmaktadır.

Uygulanabilirlik

Çevre yönetim sisteminin (ÇYS) ayrıntı düzeyi ve niteliği genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığıyla ve taşıyabileceği çevresel etkilerin aralığıyla ilişkili olacaktır.

MET 2. Kaynak verimliliğini artırmak ve emisyonları azaltmak için MET, aşağıdakilerin tümünü içeren çevre yönetim sistemi (bakınız MET 1) kapsamında su, enerji ve hammadde tüketimi ile atıksu ve atık gaz akımlarının envanterini oluşturacak, bu envanteri sürdürecektir ve düzenli olarak gözden geçirecektir (önemli bir değişiklik meydana gelmesi durumu dahil):

- I. Aşağıdakiler dahil gıda, içecek ve süt üretim prosesleri ile ilgili bilgiler,
 - (a) Emisyonların kaynağını gösteren basitleştirilmiş proses akış şemaları,
 - (b) Performansları dahil olmak üzere prosese entegre tekniklerin ve emisyonların önlenmesi veya azaltılmasına dönük atıksu/atık gaz işlem tekniklerinin tanımları.
- II. Su tüketim ve kullanımı ile ilgili bilgiler (örneğin, akış şemaları ve su kütlesi dengeleri) ve su tüketiminin ve atıksu miktarının azaltılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesi (bakınız MET 7).
- III. Aşağıdakiler gibi atıksu akımlarının miktarı ve özellikleriyle ilgili bilgiler:
 - (a) Ortalama akış, pH ve sıcaklık değerleri ve değişkenliği,
 - (b) İlgili kirleticiler/parametrelerin (örneğin TOK veya KOİ, azot türleri, fosfor, klorür, iletkenlik) ortalama konsantrasyon ve yük değerleri ve kullanılabilirlikleri.
- IV. Aşağıdakiler gibi atık gaz akımlarının özellikleriyle ilgili bilgiler:
 - (a) Ortalama akış ve sıcaklık değerleri ve değişkenliği,
 - (b) İlgili kirleticiler/parametrelerin ortalama konsantrasyon ve yük değerleri (örneğin toz, TVOC, CO, NO_x, SO_x),
 - (c) Atık gaz işlem sistemi veya tesis güvenliğini etkileyebilecek diğer maddelerin varlığı (örneğin oksijen, su buharı, toz).

⁷ (EC) 761/2001 sayılı Tüzüğü ve 2001/681/EC ve 2006/193/EC sayılı Komisyon Kararları'nı ilga eden, kurumların Topluluk eko yönetim ve denetim planına (EMAS) gönüllü katılımı hakkında 25.11.2009 tarih ve (EC) 1221/2009 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Tüzüğü, Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, Cilt L 342, 22.12.2009, 2009, ss. 1-45.

- V. Enerji tüketimi ve kullanımı, kullanılan hammadde miktarının yanı sıra oluşan artıkların miktarı ve özellikleriyle ilgili bilgiler ve kaynak verimliliğinin sürekli iyileştirilmesine yönelik önlemlerin belirlenmesi (örneğin bakınız MET 6 ve MET 10).
- VI. Enerji, su ve hammadde tüketimini dikkate alarak, kaynak verimliliğini artırmak amacıyla uygun bir izleme stratejisinin belirlenmesi ve uygulanması. İzleme, doğrudan ölçümler, hesaplamalar veya uygun sıklıkta kaydetmeyi içerebilmektedir. İzleme, en uygun seviyede (örneğin proses veya tesis seviyesinde) bölümlere ayrılmaktadır.

Uygulanabilirlik

Envanterin ayrıntı düzeyi genellikle tesisin doğası, ölçeği ve karmaşıklığıyla ve taşıyabileceği çevresel etkilerin aralığıyla ilişkili olacaktır.

17.1.2 İzleme

MET 3. Atıksu akımları envanteri ile belirlenen, suya verilen ilgili emisyonlar için (bakınız BAT 2) MET, ana noktalarda (örneğin ön arıtma giriş/çıkışı, son arıtma girişi, emisyonun tesisten çıkış noktası) ana proses parametrelerini izleyecektir (örneğin atıksu akışı, pH ve sıcaklığın sürekli izlenmesi).

MET 4. MET, suya verilen emisyonları, en az aşağıda belirtilen sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izleyecektir. EN standartlarının bulunmaması halinde, MET, eşdeğer bilimsel nitelikte verilerin teminini sağlayan ISO, ulusal veya diğer uluslararası standartları kullanacaktır.

Madde/Parametre	Standart(lar)	Minimum izleme sıklığı ⁽¹⁾	Aşağıdaki ile ilişkili izleme
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ⁽²⁾ ⁽³⁾	EN standardı yok	Günde bir ⁽⁴⁾	MET 12
Toplam azot (TN) ⁽²⁾	Mevcut çeşitli EN standartları (örneğin, EN 12260, EN ISO 11905-1)		
Toplam organik karbon (TOK) ⁽²⁾ ⁽³⁾	EN 1484		
Toplam fosfor (TP) ⁽²⁾	Mevcut çeşitli EN standartları (örneğin, EN ISO 6878, EN ISO 15681-1 veya -2, EN ISO 11885)		
Toplam askıda katı madde (TAKM) ⁽²⁾	EN 872	Ayda bir	—
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ _n) ⁽²⁾	EN 1899-1		
Klorür (Cl ⁻)	Mevcut çeşitli EN standartları (örneğin, EN ISO 10304-1, EN ISO 15682)	Ayda bir	—

(1) İzleme yalnızca ilgili madde, MET 2’de belirtilen envantere göre atıksu su akımıyla ilgili olarak belirlendiğinde geçerlidir.

(2) İzleme yalnızca, alıcı su ortamına doğrudan deşarj durumunda geçerlidir.

(3) TOK izlemesi ve KOİ izlemesi, alternatiflerdir. Çok toksik bileşiklerin kullanımına dayanmadığından TOK izlemesi tercih edilen seçenek olmaktadır.

(4) Emisyon seviyelerinin yeterince kararlı olduğunun kanıtlanması halinde, her halükarda ayda en az bir kez olmak üzere daha düşük izleme sıklığı uygulanabilmektedir.

MET 5. MET, havaya verilen kanallı emisyonları, en az aşağıda belirtilen sıklıkta ve EN standartlarına uygun olarak izleyecektir.

Madde/Parametre	Sektör	Spesifik proses	Standart(lar)	Minimum izleme sıklığı ⁽¹⁾	Aşağıdakilerle ilişkili izleme		
Toz	Hayvan yemi	Yeşil yem kurutulması	EN 13284-1	Üç ayda bir ⁽²⁾	MET 17		
		Karma yem üretiminde öğütme ve pelet soğutulması		Yılda bir	MET 17		
		Kuru evcil hayvan yemi ekstrüzyonu		Yılda bir	MET 17		
	Bira üretimi	Malt ve tamamlayıcıların taşınması ve işlenmesi		Yılda bir	MET 20		
	Süt ürünleri	Kurutma işlemleri		Yılda bir	MET 23		
	Tahıl öğütme	Tahıl temizliği ve öğütülmesi		Yılda bir	MET 28		
	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Tohum taşınması ve hazırlanması, küspe kurutulması ve soğutulması		Yılda bir	MET 31		
	Nişasta üretimi	Nişasta, protein ve lif kurutulması			MET 34		
	Şeker üretimi	Pancarı pulpu kurutulması.		Ayda bir ⁽²⁾	MET 36		
PM _{2,5} ve PM ₁₀	Şeker üretimi	Pancarı pulpu kurutulması.	EN ISO 23210	Yılda bir	MET 36		
TVOC	Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	Dumanlama odaları	EN 12619	Yılda bir	MET 26		
	Et işleme	Dumanlama odaları			MET 29		
	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu ⁽³⁾	—			—		
	Şeker üretimi	Pancar pulpunun yüksek sıcaklıkta kurutulması		Yılda bir	—		
NO _x	Et işleme ⁽⁴⁾	Dumanlama odaları	EN 14792	Yılda bir	—		
	Şeker üretimi	Pancar pulpunun yüksek sıcaklıkta kurutulması					
CO	Et işleme ⁽⁴⁾	Dumanlama odaları	EN 15058			Yılda bir	—
	Şeker üretimi	Pancar pulpunun yüksek sıcaklıkta kurutulması					
SO _x	Şeker üretimi	Doğal gazın kullanılmadığı durumlarda pancar pulpu kurutulması.	EN 14791	Yılda iki kez ⁽²⁾	MET 37		

(1) Ölçümler, normal işletim koşullarında beklenen en yüksek emisyon durumunda yapılmaktadır.

(2) Emisyon seviyelerinin yeterince kararlı olduğunun kanıtlanması halinde, her halükarda yılda en az bir kez olmak üzere daha düşük izleme sıklığı uygulanabilmektedir.

(3) Ölçüm, iki günlük kampanyalar sırasında yapılmaktadır.

(4) İzleme yalnızca bir termal yükseltgeyici kullanıldığında geçerlidir.

17.1.3 Enerji verimliliği

MET 6. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'yı ve aşağıda (b) maddesinde sayılan yaygın tekniklerin uygun kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Enerji verimliliği planı	Çevre yönetim sistemi kapsamında (bakınız MET 1), bir enerji verimliliği planı, faaliyetin (veya faaliyetlerin) belirli enerji tüketiminin tanımlanması ve hesaplanması, yıllık bazda kilit performans göstergelerinin belirlenmesi (örneğin belirli enerji tüketimi için) ve periyodik iyileştirme hedefleri ve ilgili işlemlerin planlanmasını kapsar. Plan, tesise özgü durumlara uyarlanır.
b	Yaygın tekniklerin kullanımı	Yaygın teknikler aşağıdaki gibi teknikleri içermektedir: - Yakıcı reglajı ve kontrolü, - Kojenerasyon, - Enerji etkin motorlar, - Isı eşanjörleri ve/veya ısı pompalarıyla ısı geri kazanımı (mekanik buhar yeniden sıkıştırması dahil), - Aydınlatma, - Kazan blöfünün en aza indirilmesi, - Sistem dağıtım sistemlerinin optimizasyonu, - Besleme suyunun ön ısıtması (ekonomizörlerin kullanımı dahil), - Proses kontrol sistemleri, - Basınçlı hava sistemi kaçaklarının azaltılması, - Yalıtım yoluyla ısı kayıplarının azaltılması, - Değişken hızlı tahrikler, - Çok etkili buharlaştırma - Güneş enerjisi kullanımı.

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik diğer sektöre özgü teknikler bu MET sonuçlarının 17.2 - 17.13 no'lu maddesinde verilmektedir.

17.1.4 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

MET 7. Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarını azaltmak için MET, MET 7a'yı ve aşağıda (b) ile (k) maddesinde verilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
Yaygın teknikler			
a	Su geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanımı	Örneğin temizlik, yıkama, soğutma veya prosesin kendisi için su akımlarının geri dönüşümü ve/veya yeniden kullanılmasıdır (öncesinde su arıtma ile veya su arıtma olmadan).	Hijyen ve gıda güvenliği gerekliliklerinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Su akışının optimizasyonu	Su akışını otomatik olarak ayarlamak için fotosel, akış valfleri, termostatik valfler gibi kontrol cihazları kullanılmasıdır.	
c	Su nozulları ve hortumlarının optimizasyonu	Doğru sayı ve konumda nozul kullanımı ve su basıncının ayarlanmasıdır.	
d	Su akımlarının ayrılması	Arıtma istemeyen su akımları (örneğin kontamine olmamış soğutma suyu veya kontamine olmamış yüzeysel akış), arıtılması gereken atıksudan ayrılarak, kontamine olmamış suyun geri dönüşümü sağlanır.	Mevcut atıksu toplama sistemleri durumunda, kontamine olmamış yağmur suyunun ayrılması uygun olmayabilmektedir.
Temizlik ile ilgili teknikler			
e	Kuru temizlik	Sıvılarla temizlenmeden önce hammadde ve ekipmanlardan artık malzemenin örneğin basınçlı hava, vakum sistemleri veya örgü kapaklı sepet (catchpot) kullanarak mümkün olduğunca giderilmesidir.	Genellikle uygulanabilir.
f	Borular için PIG sistemleri	Boruları temizlemek için PIG atıcı, PIG alıcı, basınçlı hava ekipmanı ve bir fırlatılan cisimden (plastik veya buz bulamacından üretilen PIG olarak da anılmaktadır) oluşan bir sistem kullanılmasıdır. PIG'in boru hattı sisteminden geçmesi ve ürün ile durulama suyunu ayırmak için hat valfleri yerleştirilir.	
g	Yüksek basınçlı temizlik	Temizlenecek yüzeye, 15 - 150 bar basınçla su püskürtülmesidir.	Sağlık ve güvenlik gerekliliklerinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
h	Yerinde temizlikte (CIP) kimyasal dozaj ve su kullanımının optimizasyonu	Sıcak su ve kimyasalları ideal miktarlarda dozlamak için yerinde temizlik (CIP) tasarımı ve bulanıklık, iletkenlik, sıcaklık ve/veya pH'nin optimizasyonudur.	Genellikle uygulanabilir.
3	Düşük basınçlı köpüklü ve/veya jelli temizlik	Duvar, döşeme ve/veya ekipman yüzeylerinin temizliği için düşük basınçlı köpük ve/veya jel kullanılmasıdır.	
j	Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı	Ekipman ve proses alanları, temizliği kolaylaştıracak şekilde tasarlanır ve yapılır. Tasarım ve yapının optimizasyonunda, hijyen gereklilikleri dikkate alınır.	
-	Ekipmanın bekletmeden temizlenmesi	Atıkların sertleşmesini önlemek için ekipman kullanıldıktan hemen sonra temizlik uygulanır.	

Su tüketiminin azaltılmasına yönelik diğer sektöre özgü teknikler bu MET sonuçlarının 17.6.1 no'lu maddesinde verilmektedir.

17.1.5 Zararlı maddeler

MET 8. Örneğin temizlik ve dezenfeksiyonda zararlı maddelerin kullanılmasını önlemek veya azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Temizlik kimyasalları ve/veya dezenfektanların doğru seçimi	Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi ⁽¹⁾ kapsamında dikkate alınan öncelikli maddeler başta olmak üzere, sucul ortam için zararlı olan temizlik kimyasalları ve/veya dezenfektanların kullanımının önlenmesi veya en aza indirilmesidir. Maddeler seçilirken, hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri dikkate alınır.
b	Temizlik kimyasallarının yerinde temizlikte (CIP) yeniden kullanılması	Temizlik kimyasallarının toplanması ve yerinde temizlikte (CIP) yeniden kullanılmasıdır. Temizlik kimyasalları yeniden kullanılırken, hijyen ve gıda güvenliği gereklilikleri dikkate alınır.
c	Kuru temizlik	Bakınız MET 7e.
d	Ekipman ve proses alanlarının ideal tasarımı ve yapımı	Bakınız MET 7 j..
Su politikası alanında Topluluk eylem çerçevesi oluşturan 23.10.2000 tarih ve 2000/60/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi, Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesi, Cilt L 327, 22.12.2000, 2000, ss. 1-72.		

MET 9. Ozon tabakasını incelten maddeler ile soğutma ve dondurmada kaynaklanan, yüksek küresel ısınma potansiyeli taşıyan maddelerin emisyonlarını önlemek için MET, ozon tabakasını inceltme potansiyeli taşımayan ve küresel ısınma potansiyeli düşük olan soğutucuları kullanacaktır.

Tanım

Uygun soğutucular arasında, su, karbon dioksit veya amonyak yer almaktadır.

17.1.6 Kaynak verimliliği

MET 10. Kaynak verimliliğini artırmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik	Tanım	Uygulanabilirlik
a Anaerobik çürütme	Biyobozunur kalıntıların, oksijensiz ortamda mikroorganizmalar ile işleme tabi tutulması ve bunun sonucunda biyogaz ve çürütme ürünü (digestate) elde edilmesidir. Biyogaz, yakıt olarak kullanılır - örneğin gaz motorunda veya kazanda. Çürütme ürünü kullanılabilir - örneğin toprak iyileştirici olarak.	Kalıntıların miktarı ve/veya niteliğine bağlı olarak uygulanabilir olmayabilmektedir.
b Kalıntıların kullanımı	Kalıntılar kullanılır - örneğin hayvan yemi olarak.	Yasal gerekliliklerden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
c Kalıntıların ayrılması	Örneğin doğru bir şekilde yerleştirilmiş sıçrama koruyucular, elekler, kapaklar, sepetler, damlama tavaları ve kanallar kullanarak kalıntıların ayrılmasıdır.	Genellikle uygulanabilir.
d Pastörize etme cihazı kalıntılarının geri kazanımı ve yeniden kullanımı	Pastörize etme cihazı kalıntıları, harmanlama ünitesine geri beslenerek, hammadde olarak yeniden kullanılabilir.	Yalnızca sıvı gıda ürünleri için geçerlidir.
e Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	Bakınız MET 12 g..	Yalnızca yüksek toplam fosfor içeriği (örneğin 50 mg/l'nin üzerinde) olan ve güçlü akışa sahip atıksu akımları için uygulanabilir.
f Atıksuyun araziye yayma için kullanılması	Uygun arıtmadan sonra, besin maddesi içeriğinden yararlanmak ve/veya suyu kullanmak için atıksu araziye yayma amacıyla kullanılır.	Yalnızca, kanıtlanmış agronomik yarar, kanıtlanmış düşük kontaminasyon seviyesi söz konusu olduğunda ve çevre (örneğin toprak, yeraltı suyu ve yüzeysel su) üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmadığında uygulanabilir. Uygulanabilirlik, tesise komşu uygun arazinin sınırlı olmasıyla sınırlanabilmektedir. Ayrıca, uygulanabilirlik, toprak koşulları ve yerel iklimsel koşullar (örneğin ıslak veya donmuş tarlalar) veya mevzuatla sınırlanabilmektedir.

Bertaraf için gönderilen atıkların azaltılmasına yönelik diğer sektöre özgü teknikler bu MET sonuçlarının 17.3.3, 17.4.3 ve 17.5.1 no'lu maddesinde verilmektedir.

17.1.7 Suya verilen emisyonlar

MET 11. Suya verilen kontrolsüz emisyonları önlemek için MET, atıksu için uygun tampon depolama kapasitesi sağlayacaktır.

Tanım

Uygun tampon depolama kapasitesi, risk değerlendirmesi (kirletici/kirleticilerin niteliği, bu kirleticilerin ileri atıksu arıtma, alıcı ortam, vb. üzerindeki etkileri dikkate alınarak) ile belirlenir.

Söz konusu tampon depodaki atıksu, uygun önlemler (örneğin izleme, arıtma, yeniden kullanım) alındıktan sonra deşarj edilir.

Uygulanabilirlik

Mevcut tesislerde, alan yetersizliği ve/veya atıksu toplama sisteminin yerleşiminden dolayı bu teknik uygulanabilir olmayabilmektedir.

MET 12. Suya verilen emisyonları azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

	Teknik ⁽¹⁾	Hedef genel kirleticiler	Uygulanabilirlik
Ön, birincil ve genel arıtma			
a	Denkleştirme	Tüm kirleticiler	Genellikle uygulanabilir.
b	Nötralizasyon	Asitler, alkaliler	
c	Fiziksel seperasyon, örneğin, elekler, kum tutucular, yağ/katıyağ separatörleri veya birincil çökeltme havuzları	Kaba katı maddeler, askıda katı maddeler, yağ/gres	
Aerobik ve/veya anaerobik arıtma (ikincil arıtma)			
d	Aerobik ve/veya anaerobik arıtma (ikincil arıtma), örneğin aktif çamur prosesi, aerobik havuz, yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı (UASB) prosesi, anaerobik temas prosesi, membran biyoreaktör	Biyobozunur organik bileşikler	Genellikle uygulanabilir.
Azot giderimi			
e	Nitrifikasyon ve/veya denitrifikasyon	Toplam azot, amonyum/amonyak	Yüksek klorür konsantrasyonları (örneğin 10 g/l üzeri) durumunda nitrifikasyon uygulanabilir olmayabilmektedir. Nitrifikasyon, atıksu sıcaklığı düşük (örneğin 12 °C'nin altında) olduğunda uygulanabilir olmayabilmektedir.
f	Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgemesi		Atıksu sıcaklığı düşük olduğunda uygulanabilir olmayabilmektedir.
Fosfor geri kazanımı ve/veya giderimi			
g	Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	Toplam fosfor	Yalnızca yüksek toplam fosfor içeriği (örneğin 50 mg/l'nin üzerinde) olan ve güçlü akışa sahip atıksu akımları için uygulanabilir.
h	Çökeltme		Genellikle uygulanabilir.
3	Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi		
Son katı madde giderimi			
j	Koagülasyon ve flokülasyon	Askıda katı maddeler	Genellikle uygulanabilir.
-	Sedimentasyon		
l	Filtrasyon (örneğin kum filtrasyonu, mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon)		
m	Flotasyon		
(1) Tekniklerin tanımı 17.14.1 no'lu maddede verilmektedir.			

Tablo 17.1’de sunulan suya verilen emisyonlara ilişkin MET ile ilişkili emisyon seviyeleri (MET-İES), alıcı su ortamına verilen doğrudan emisyonlar için geçerlidir.

MET-İES, emisyonun tesisi çıktığı noktada geçerlidir.

Tablo 17.1 Alıcı su ortamına verilen doğrudan emisyonlar için MET-İES

Parametre	MET-İES ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (günlük ortalama)
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	25 - 100 mg/l ⁽⁵⁾
Toplam askıda katı madde (TAKM)	4 - 50 mg/l ⁽⁶⁾
Toplam azot (TN)	2-20 mg/l ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾
Toplam fosfor (TP)	0,2 - 2 mg/l ⁽⁹⁾
(1) MET-İES, tahıl öğütme, yeşil yem işleme ve kuru evcil hayvan yemi ve karma yem üretiminden kaynaklanan emisyonlar için geçerli değildir. (2) MET-İES, sitrik asit veya maya üretimi için uygulanamayabilmektedir. (3) Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) için herhangi bir MET-İES geçerli değildir. Gösterge olarak, bir biyolojik atıksu arıtma tesisi çıkış suyundaki yıllık ortalama BOİ₅ seviyesi genellikle ≤ 20 mg/l olacaktır. (4) KOİ ile ilgili MET-İES, TOK ile ilgili MET-İES ile değiştirilebilmektedir. KOİ ile TOK arasındaki korelasyon, durum bazında belirlenmektedir. TOK izlemesi çok toksik bileşiklerin kullanımına dayanmadığından, TOK ile ilgili MET-İES tercih edilen seçenek olmaktadır. (5) Aralığın üst sınırı şöyledir: - Süt ürünleri için 125 mg/l, - Sebze-meyve tesisleri için 120 mg/l, - Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu tesisleri için 200 mg/l, - Nişasta üretim tesisleri için 185 mg/l, - Şeker üretim tesisleri için 155 mg/l. Bu değerler yalnızca yıllık ortalama veya üretim dönemi ortalaması olarak azaltım verimliliğinin $\geq$ %95 olması halinde günlük ortalamalardır. (6) Aralığın alt sınırı genelde filtrasyon (örneğin kum filtrasyonu, mikrofiltrasyon, membran biyoreaktör) kullanıldığında sağlanırken, aralığın üst sınırı genelde yalnızca sedimantasyon kullanıldığında sağlanmaktadır. (7) Yalnızca yıllık ortalama veya üretim dönemi ortalaması olarak azaltım verimliliğinin $\geq$ %80 olması halinde aralığın üst sınırı günlük ortalama olarak 30 mg/l’dir. (8) Atıksu sıcaklığı uzun sürelerle düşük (örneğin 12 °C’nin altında) olduğunda, MET-İES geçerli olmayabilmektedir. (9) Aralığın üst sınırı şöyledir: - Süt ürünleri ve yapısı değiştirilmiş ve/veya hidrolize nişasta üreten nişasta tesisleri için 4 mg/l, - Sebze-meyve tesisleri için 5 mg/l, - “Soap-stock” ayırma işleminin gerçekleştirildiği yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu tesisleri için 10 mg/l, Bu değerler yalnızca yıllık ortalama veya üretim dönemi ortalaması olarak azaltım verimliliğinin $\geq$ %95 olması halinde günlük ortalamalardır.	

İlgili izleme, MET 4’te verilmektedir.

17.1.8 Gürültü

MET 13. Gürültü emisyonlarını önlemek veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmak için MET, aşağıdakilerin tümünü içeren çevre yönetim sistemi (bakınız MET 1) kapsamında gürültü yönetim planı oluşturacak, uygulayacak ve düzenli olarak gözden geçirecektir:

- İşlem ve süreleri içeren bir protokol,
- Gürültü emisyonları izlemesinin yürütülmesi için bir protokol,
- Belirlenen gürültü olaylarına, örneğin şikayetler, müdahale için bir protokol,
- Kaynağı/kaynakları belirlemek, gürültü ve titreşime maruz kalma ölçümü/tahminini gerçekleştirmek, kaynakların katkılarını nitelendirmek ve önleme ve/veya azaltma önlemleri uygulamak üzere tasarlanmış bir gürültü azaltma programı.

Uygulanabilirlik

MET 13 yalnızca, hassas alıcılarda gürültü rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı durumlarda uygulanabilir.

MET 14. Gürültü emisyonlarını önlemek, bu mümkün değilse, azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Ekipman ve binaların uygun konumu	Gürültü seviyeleri, gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki mesafe artırılarak, binaları gürültü perdeleri olarak kullanarak veya bina giriş ya da çıkışlarının yerleri değiştirilerek azaltılabilir.	Mevcut tesisler için, ekipman ve binaların giriş veya çıkış yerlerinin değiştirilmesi, alan yetersizliği ve/veya aşırı maliyetlerden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	İşletim önlemleri	Bu önlemler arasında şunlar yer alır: - Ekipmanın iyileştirilmiş muayene ve bakımı, - Mümkünse kapalı alanların kapı ve pencerelerinin kapatılması, - Ekipmanların deneyimli personel tarafından kullanılması, - Mümkünse gece gürültü faaliyetlerden kaçınılması, - Örneğin bakım faaliyetleri sırasında gürültü kontrol düzenlerinin sağlanması.	Genellikle uygulanabildir.
c	Düşük gürültü yayan ekipman	Bunlar, düşük gürültülü kompresörler, pompalar ve fanları içerir.	
d	Gürültü kontrol ekipmanı	Bu, aşağıdakileri içerir: - Gürültü azaltıcılar, - Ekipmanın yalıtımı, - Gürültü ekipmanın mahfaza içine alınması, - Binaların ses yalıtımı	Alan yetersizliğinden dolayı mevcut tesisler için uygulanabilir olmayabilmektedir.
e	Gürültü azaltımı	Gürültü kaynakları ile alıcılar arasında engel (örneğin koruma duvarları, setler ve binalar) yerleştirilmesidir.	Yeni tesislerin tasarımının bu tekniği gereksiz kılması gerektiğinden, yalnızca mevcut tesislere uygulanabilir. Mevcut tesislerde, alan yetersizliğinden dolayı engel yerleştirilmesi uygulanabilir olmayabilir.

17.1.9 Koku

MET 15. Koku emisyonlarını önlemek veya bunun mümkün olmadığı durumlarda azaltmak için MET, aşağıdakilerin tümünü içeren çevre yönetim sistemi (bakınız MET 1) kapsamında koku yönetim planı oluşturacak, uygulayacak ve düzenli olarak gözden geçirecektir:

- İşlem ve süreleri içeren bir protokol,
- Koku izlemesinin yürütülmesi için bir protokol, kokuya maruz kalma ölçümü/tahmini veya koku etkisinin tahmini ile tamamlanabilmektedir.
- Belirlenen koku olaylarına, örneğin şikayetler, müdahale için bir protokol,
- Kaynağı/kaynakları belirlemek, kokuya maruz kalma ölçümü/tahminini gerçekleştirmek, kaynakların katkılarını nitelendirmek ve önleme ve/veya azaltma önlemleri uygulamak üzere tasarlanmış bir koku önleme ve azaltma programı.

Uygulanabilirlik

MET 15 yalnızca, hassas alıcılarda koku rahatsızlığının beklendiği ve/veya kanıtlandığı durumlarda uygulanabilir.

17.2 Hayvan yemi için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, hayvan yemi için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.2.1 Enerji verimliliği

17.2.1.1 Karma yem/ Evcil hayvan yemi

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel teknikler bu MET sonuçlarının 17.1.3 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.2 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri

Ürün	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Karma yem	MWh/ton ürün	0,01 – 0,10 ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾
Kuru evcil hayvan yemi		0,39 - 0,50
Yaş evcil hayvan yemi		0,33 - 0,85
(1) Peletleme uygulanmadığında aralığın alt sınırı sağlanabilmektedir. (2) Balık ve diğer su hayvanları hammadde olarak kullanıldığında spesifik enerji tüketimi geçerli olmayabilmektedir. (3) Soğuk iklimlerde yer alan tesisler için ve/veya Salmonella dekontaminasyonu için ısıtım işlemi kullanıldığında aralığın üst sınırı 0,12 MWh/ton ürün olmaktadır.		

17.2.1.2 Yeşil yem

MET 16. Yeşil yem işlemede enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen teknikler ile aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Önceden kurutulmuş yem kullanımı	Önceden kurutulmuş (örneğin yemin kurumak üzere serilmesinden önce)	Islak proses durumunda uygulanabilir değildir.
b	Kurutucu atık gazının geri dönüşümü	Siklon atık gazının kurutucu yakıcısına enjeksiyonu.	Genellikle uygulanabilir.
c	Atık ısının ön kurutma için kullanılması	Yüksek sıcaklıklı kurutucuların çıkış buharının ısısı, yeşil yemin bir bölümünün veya tamamının ön kurutması için kullanılmaktadır.	

17.2.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.3 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi

Ürün	Birim	Spesifik deşarjı (ortalama)	atıksu (yıllık)
Yaş evcil hayvan yemi	m ³ /ton ürün	1,3 - 2,4	

17.2.3 Havaya verilen emisyonlar

MET 17. Havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Torba filtre	Bakınız 17.14.2 no'lu madde	Yapışkan toz azaltımı için uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Siklon		Genellikle uygulanabilir.

Tablo 17.4 Karma yem üretiminde öğütme ve pelet soğutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Spesifik proses	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)	
			Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Toz	Öğütme	mg/Nm ³	< 2-5	< 2-10
	Pelet soğutulması		< 2-20	

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.3 Bira üretimi için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, bira üretimi için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.3.1 Enerji verimliliği

MET 18. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen teknikler ile aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Yüksek sıcaklıklarda mayşeleme	Tanenin mayşelenmesi yaklaşık 60 °C sıcaklıklarda gerçekleştirilerek, soğuk su kullanımı azaltılmaktadır.	Ürün özelliklerinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Şıranın (wort) kaynaması sırasında buharlaştırma oranının düşürülmesi	Buharlaştırma oranı, saatte %10'dan yaklaşık saatte %4'e indirilebilmektedir (örneğin iki fazlı kaynama sistemleri, dinamik düşük basınçlı kaynama yoluyla).	
	Yüksek yerçekimi bira üretim derecesi nin artırılması	Şıra (wort) miktarını azaltarak, enerji tasarrufu sağlayan konsantre şıra üretimi	

Tablo 17.5 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
MWh/hl ürün	0,02 - 0,05

17.3.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.6 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
m ³ / hl ürün	0,15 - 0,50

17.3.3 Atık

MET 19. Bertaraf için gönderilen atık miktarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya her ikisini birden kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Fermentasyon sonrasında mayanın geri kazanımı ve (yeniden) kullanımı	Fermentasyon sonrasında, maya toplanmakta ve kısmen fermentasyon prosesinde yeniden kullanılabilmekte ve/veya örneğin hayvan yemi olarak, farmasötik sanayisinde, gıda bileşeni olarak, biyogaz üretimi için anaerobik atıksu arıtma tesisinde birden çok amaç için kullanılabilir.
b	Doğal filtre malzemesinin geri kazanımı ve (yeniden) kullanımı	Kimyasal, enzimatik veya termal işlem sonrasında, doğal filtre malzemesi (örneğin ince silisli toprak), filtrasyon prosesinde kısmen geri kazanılabilmektedir. Ayrıca, doğal filtre malzemesi, örneğin toprak iyileştirici olarak kullanılabilir.

17.3.4 Havaya verilen emisyonlar

MET 20. Havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, torba filtre veya hem siklon hem torba filtre kullanacaktır.

Tanım

Bakınız 17.14.2 no'lu madde.

Tablo 17.7 Malt ve tamamlayıcıların taşınması ve işlenmesinden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)	
		Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Toz	mg/Nm ³	< 2–5	< 2–10

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.4 Süt ürünleri için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, süt ürünleri için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.4.1 Enerji verimliliği

MET 21. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen teknikler ile aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Kısmi süt homojenizasyonu	Krema, az miktarda yağsız sütle birlikte homojenleştirilir. Homojenizatör büyük ölçüde küçültülerek, enerji tasarrufu sağlar.
b	Enerji etkin homojenizatör	İdeal tasarımıyla homojenizatörün çalışma basıncı düşürülerek, sistemi tahrik etmek için gereken elektrik enerjisi azaltılmaktadır.
c	Sürekli pastörize etme cihazları kullanımı	Akışlı (flow through) ısı eşanjörleri kullanılmaktadır (örneğin, boru, plaka, çerçeve). Pastörizasyon süresi, kesikli sistemlere göre oldukça kısadır.
d	Pastörizasyonda rejeneratif ısı değişimi	Giren sütün, pastörizasyon bölümünden çıkan sıcak sütle ön ısıtması gerçekleştirilmektedir.
e	Ara pastörizasyon olmadan sütün ultra yüksek sıcaklıkta (UHT) işlenmesi	UHT süt, tek adımda çiğ süttten üretilerek, pastörizasyon için gereken enerjinin önüne geçilmektedir.
f	Toz üretiminde çok kademeli kurutma	Akışkan yataklı kurutucu gibi bir ardıl kurutucu ile birlikte bir püskürtmeli kurutma işlemi kullanılmaktadır.
g	Buzlu suyun ön soğutması	Buzlu su kullanıldığında, serpantinli evaporatörle buzlu su tankında son soğutma öncesinde, dönen buzlu suyun ön soğutması (örneğin plakalı ısı eşanjörü kullanılarak) gerçekleştirilmektedir.

Tablo 17.8 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri

Ana ürün (üretimin en az %80'i)	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Ticari süt	MWh/ton hammadde	0,1 - 0,6
Peynir		0,10 - 0,22 ⁽¹⁾
Toz		0,2 - 0,5
Fermente süt		0,2 - 1,6
(1) Süt dışında hammadde kullanıldığında spesifik enerji tüketimi geçerli olmayabilmektedir.		

17.4.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.9 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri

Ana ürün (üretim en az %80'i)	Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
Ticari süt	m ³ /ton hammadde	0,3 - 3,0
Peynir		0,75 - 2,5
Toz		1,2 - 2,7

17.4.3 Atık

MET 22. Bertaraf için gönderilen atık miktarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım
<i>Santrifüjlerin kullanımıyla ilgili teknikler</i>		
a	Santrifüjlerin ideal işletimi	Ürün reddini en aza indirmek için santrifüjlerin özelliklerine göre işletilmesidir.
<i>Tereyağı üretimiyle ilgili teknikler</i>		
b	Krema ısıtıcısının yağsız süt veya suyla durulanması	Temizlik işlemlerinden önce, krema ısıtıcısının, daha sonra geri kazanımı gerçekleştirilen ve yeniden kullanılan yağsız süt veya suyla durulanmasıdır.
<i>Dondurma üretimiyle ilgili teknikler</i>		
c	Dondurmanın sürekli dondurulması	Durmaların sıklığını azaltan ideal devreye alma işlemleri ve kontrol devreleri kullanarak dondurmanın sürekli dondurulmasıdır.
<i>Peynir üretimiyle ilgili teknikler</i>		
d	Asitli peyniraltı suyu üretiminin en aza indirilmesi	Asitli tip peynirlerin (ekşimik, kuark ve mozzarella gibi) üretiminden kaynaklanan peyniraltı suyu, laktik asit oluşumunu en aza indirmek amacıyla mümkün olduğunca hızlı bir şekilde işlenmektedir.
e	Peyniraltı suyunun geri kazanımı ve yeniden kullanımı	Peyniraltı suyu geri kazanılmakta (gerekirse buharlaştırma veya membran filtrasyonu gibi teknikler kullanılarak) ve kullanılmaktadır - örneğin peyniraltı suyu tozu, minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu protein konsantreleri veya laktöz üretmek için. Ayrıca, peyniraltı suyu ve peyniraltı suyu konsantreleri, hayvan yemi olarak ya da biyogaz tesisinde karbon kaynağı olarak kullanılabilir.

17.4.4 Havaya verilen emisyonlar

MET 23. Kurutmadan kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Torba filtre	Bakınız 17.14.2 no'lu madde	Yapışkan toz azaltımı için uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Siklon		Genellikle uygulanabilir.
c	Islak yıkayıcı		

Tablo 17.10 Kurutmadan kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)
Toz	mg/Nm ³	< 2-10 (1)
(1) Minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozu, kazein ve laktoz kurutulması için aralığın üst sınırı, 20 mg/Nm ³ tür.		

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.5 Etanol üretimi için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonucu, etanol üretimi için geçerlidir. Bu sonuç, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.5.1 Atık

MET 24. Bertaraf için gönderilen atık miktarını azaltmak için MET, fermentasyon sonrası mayayı geri kazanacak ve (yeniden) kullanacaktır.

Tanım

Bakınız BAT 19a. Stilaj hayvan yemi olarak kullanıldığında mayanın geri kazanımı gerçekleştirilemeyebilmektedir.

17.6 Balık ve kabuklu su ürünleri işleme için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, balık ve kabuklu su ürünleri işleme için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.6.1 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

MET 25. Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarını azaltmak için MET, MET 7'de belirtilen teknikler ile aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

	Teknik	Tanım
a	Yağ ve iç organların vakumla çıkarılması	Balık yağ ve iç organlarını çıkarmak için su yerine vakum kullanılmasıdır.
b	Yağ, iç organlar, deri ve filetoların kuru taşınması	Su yerine konveyörlerin kullanılmasıdır.

17.6.2 Havaya verilen emisyonlar

MET 26. Balık dumanlamasından kaynaklanan havaya verilen kanallı organik bileşik emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

	Teknik	Tanım
a	Biyofiltre	Atık gaz akımı, organik (ve bazı inorganik) bileşenlerin doğal olarak oluşan mikroorganizmalar tarafından karbon dioksit, su, diğer metabolitler ve biyokütleyle dönüştürüldüğü bir organik madde (turba, funda, kök, ağaç kabuğu, yumuşak ağaç ve farklı türde kombinasyonlar) veya bazı inert maddelerden (örneğin kil, aktif karbon, poliüretan) oluşan bir yataktan geçirilir.
b	Termal yükseltgenme	Bakınız 17.14.2 no'lu madde
c	Termal olmayan plazma işlemi	
d	Islak yıkayıcı	Bakınız 17.14.2 no'lu madde Ön işlem adımı olarak yaygın olarak elektrostatik çöktürücü kullanılmaktadır.
e	Saf duman kullanımı	Dumanlama odasında ürünün dumanlanması için, saflaştırılmış birincil duman kondensatlarından elde edilen duman kullanılmaktadır.

**Tablo 17.11 Dumanlama odasından kaynaklanan havaya verilen kanallı TVOC emisyonları için
MET-İES**

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)
TVOC	mg/Nm ³	15 – 50 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
(1) Termal yükseltgenme kullanıldığında aralığın alt sınırı sağlanabilmektedir. (2) TVOC emisyon yükü 500 g/s'nin altında olduğunda MET-İES geçerli değildir.		

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.7 Sebze-meyve sektörü için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, sebze-meyve sektörü için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.7.1 Enerji verimliliği

MET 27. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır ve derin dondurma öncesinde sebze ve meyveleri soğutacaktır.

Tanım

Dondurma tüneline girmeden önce sebze-meyvenin sıcaklığı, sebze ve meyveler soğuk su veya soğutma havası ile doğrudan ya da dolaylı temasa sokularak yaklaşık 4 °C'ye indirilir. Gıdanın suyu giderilebilmekte. daha sonra bu su soğutma prosesinde yeniden kullanım için toplanabilir.

Tablo 17.12 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Patates işleme (nişasta üretimi hariç)	MWh/ton ürün	1,0 - 2,1 ⁽¹⁾
Domates işleme		0,15 – 2,4 ⁽²⁾ ⁽³⁾
(1) Spesifik enerji tüketimi seviyesi, patates fleykleri ve tozu üretimi için geçerli olmayabilmektedir. (2) Aralığın alt sınırı genelde, soyulmuş domates üretimi ile ilişkilidir. (3) Aralığın üst sınırı genelde, domates tozu veya konsantresi üretimi ile ilişkilidir.		

17.7.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.13 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
Patates işleme (nişasta üretimi hariç)	m ³ /ton ürün	4,0 - 6,0 ⁽¹⁾
Su geri dönüşümü mümkün olduğunda domates işleme		8,0 - 10,0 ⁽²⁾

(1) Spesifik atıksu deşarjı seviyesi, patates fleykleri ve tozu üretimi için geçerli olmayabilmektedir.

(2) Spesifik atıksu deşarjı seviyesi, domates tozu üretimi için geçerli olmayabilmektedir.

17.8 Tahıl öğütme için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, tahıl öğütme için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.8.1 Enerji verimliliği

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel teknikler bu MET sonuçlarının 17.1.3 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.14 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
MWh/ton ürün	0,05 - 0,13

17.8.2 Havaya verilen emisyonlar

MET 28. Havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, torba filtre kullanacaktır.

Tanım

Bakınız 17.14.2 no'lu madde.

Tablo 17.15 Tahıl öğütmeden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)
Toz	mg/Nm ³	< 2-5

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.9 Et işleme için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, et işleme için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.9.1 Enerji verimliliği

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel teknikler bu MET sonuçlarının 17.1.3 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.16 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
MWh/ton hammadde	0,25 – 2,6 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
(1) Spesifik enerji tüketimi seviyesi, hazır yemek ve çorba üretimi için geçerli değildir.	
(2) Aralığın üst sınırı, yüksek pişirilmiş ürün yüzdesinin söz konusu olduğu durumda geçerli olmayabilmektedir.	

17.9.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.17 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
m ³ /ton hammadde	1,5 - 8,0 ⁽¹⁾
(1) Spesifik atıksu deşarjı seviyesi, doğrudan su soğutması kullanılan prosesler ve hazır yemek ve çorba üretimi için geçerli değildir.	

17.9.3 Havaya verilen emisyonlar

MET 29. Et dumanlamasından kaynaklanan havaya verilen kanallı organik bileşik emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Adsorpsiyon	Organik bileşikler, katı bir yüzeyde (genelde aktif karbon) tutularak atık gaz akımından uzaklaştırılır.
b	Termal yükseltgenme	Bakınız 17.14.2 no'lu madde
c	Islak yıkayıcı	Bakınız 17.14.2 no'lu madde Ön işlem adımı olarak yaygın olarak elektrostatik çöktürücü kullanılmaktadır.
d	Saf duman kullanımı	Dumanlama odasında ürünün dumanlanması için, saflaştırılmış birincil duman kondensatlarından elde edilen duman kullanılmaktadır.

Tablo 17.18 Dumanlama odasından kaynaklanan havaya verilen kanallı TVOC emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)
TVOC	mg/Nm ³	3 – 50 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
(1) Adsorpsiyon veya termal yükseltgenme kullanıldığında aralığın alt sınırı sağlanabilmektedir.		
(2) TVOC emisyon yükü 500 g/s'nin altında olduğunda MET-İES geçerli değildir.		

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.10 Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu tesisleri için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.10.1 Enerji verimliliği

MET 30. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır ve bir yardımcı vakum oluşturacaktır.

Tanım

Yağ kurutma, yağ gaz giderimi veya yağ yükseltgenmesinin en aza indirilmesi için kullanılan yardımcı vakum, pompalar, buhar enjektörleri, vb. tarafından üretilir. Vakum, bu proses adımları için gereken termal enerji miktarını azaltır.

Tablo 17.19 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Kolza ve/veya ayçiçek tohumu entegre ezme ve rafinasyonu	MWh/ton üretilen yağ	0,45 - 1,05
Soya entegre ezme ve rafinasyonu		0,65 - 1,65
Bağımsız rafinasyon		0,1 - 0,45

17.10.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.20 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
Kolza ve/veya ayçiçek tohumu entegre ezme ve rafinasyonu	m ³ /ton üretilen yağ	0,15 - 0,75
Soya entegre ezme ve rafinasyonu		0,8 - 1,9
Bağımsız rafinasyon		0,15 - 0,9

17.10.3 Havaya verilen emisyonlar

MET 31. Havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Torba filtre	Bakınız 17.14.2 no'lu madde	Yapışkan toz azaltımı için uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Siklon		Genellikle uygulanabilir.
c	Islak yıkayıcı		

Tablo 17.21 Tohum taşınması ve hazırlanması ayrıca, küspe kurutulması ve soğutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)	
		Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Toz	mg/Nm ³	< 2-5 ⁽¹⁾	< 2-10 ⁽¹⁾
(1) Küspe kurutulması ve soğutulması için aralığın üst sınırı, 20 mg/Nm ³ tür.			

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.10.4 Hekzan kayıpları

MET 32. Yağlı tohum işleme ve rafinasyonundan kaynaklanan hekzan kayıplarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin tümünü kullanacaktır.

Teknik		Tanım
a	Çözücüyu ayırma makinesi (desolventizer) - tost edicide küspe ve buhar ters akışı	Hekzan, çözücüyu ayırma makinesi - tost edicide, akım ve küспенin ters akışı kullanılarak hekzan yüklü küspeden uzaklaştırılır.
b	Yağ/hekzan karışımından buharlaştırma	Hekzan, evaporatörler kullanılarak yağ/hekzan karışımından uzaklaştırılmaktadır. Buharlaştırmanın ilk aşamasında termal enerji sağlamak için, çözücüyu ayırma makinesi - tost edici buharları (buhar/hekzan karışımı) kullanılmaktadır.
c	Madeni yağlı ıslak yıkayıcı ile birlikte kondensasyon	Hekzan buharları, yoğuşmaları için çiy noktalarının altına soğutulmaktadır. Yoğuşmamış hekzan, sonraki geri kazanım için yıkama sıvısı olarak madeni yağ kullanılan bir yıkayıcıda absorbe edilmektedir.
d	Damıtma ile birlikte yerçekimli faz seperasyonu	Çözünmemiş hekzan, yerçekimli faz separatör aracılığıyla sulu fazdan ayrılmaktadır. Herhangi bir artık hekzan, sulu faz yaklaşık 80-95 °C'ye ısıtılarak, ısıtma ile damıtılmaktadır.

Tablo 17.22 Yağlı tohum işleme ve rafinasyondan kaynaklanan hekzan kayıpları ile ilgili MET-İES

Parametre	İşlenen tohum veya fasulye türü	Birim	MET-İES (yıllık ortalama)
Hekzan kayıpları	Soya	kg/ton işlenen tohum veya fasulye	0,3 - 0,55
	Kolza ve ayçiçek tohumu		0,2 - 0,7

17.11 İşlenmiş meyve ve sebzelerden elde edilen alkolsüz içecekler ve nektar/usare için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, işlenmiş meyve ve sebzelerden elde edilen alkolsüz içecekler ve nektar/usare için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.11.1 Enerji verimliliği

MET 33. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen teknikler ile aşağıda belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Nektar/usare üretimi için tek pastörize etme cihazı	Hem usare hem pulp için iki ayrı pastörize etme cihazı kullanmak yerine bir pastörize etme cihazı kullanılmasıdır.	Pulp tane boyundan dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Hidrolik şeker taşıma	Şeker, üretim prosesine su ile taşınmaktadır. Taşıma sırasında şekerin yerine bir bölümü çözündüğünden, şekerin çözülmesi için proseste daha az enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır.	Genellikle uygulanabilir.
c	Nektar/usare üretimi için enerji etkin homojenizatör	Bakınız BAT 21b.	

Tablo 17.23 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
MWh/hl ürün	0,01 - 0,035

17.11.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.24 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi

Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
m ³ / hl ürün	0,08 - 0,20

17.12 Nişasta üretimi için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, nişasta üretimi için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.12.1 Enerji verimliliği

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik genel teknikler bu MET sonuçlarının 17.1.3 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.25 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Yalnızca doğal nişasta üretimi için patates işleme	MWh/ton hammadde ⁽¹⁾	0,08 - 0,14
Yapısı değiştirilmiş ve/veya hidrolize nişastayla birlikte doğal nişasta üretimi için mısır ve/veya buğday işleme		0,65 - 1,25 ⁽²⁾
(1) Hammadde miktarı, brüt tonajı ifade etmektedir. (2) Spesifik enerji tüketimi seviyesi, poliol üretimi için geçerli değildir.		

17.12.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyeleri aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.26 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyeleri

Spesifik proses	Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
Yalnızca doğal nişasta üretimi için patates işleme	m ³ /ton hammadde (1)	0,4 - 1,15
Yapısı değiştirilmiş ve/veya hidrolize nişastayla birlikte doğal nişasta üretimi için mısır ve/veya buğday işleme		1,1 - 3,9 (2)
(1) Hammadde miktarı, brüt tonajı ifade etmektedir.		
(2) Spesifik atıksu deşarjı seviyesi, poliol üretimi için geçerli değildir.		

17.12.3 Havaya verilen emisyonlar

MET 34. Nişasta, protein ve lif kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Torba filtre	Bakınız 17.14.2 no'lu madde	Yapışkan toz azaltımı için uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Siklon		Genellikle uygulanabilir.
c	Islak yıkayıcı		

Tablo 17.27 Nişasta, protein ve lif kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)	
		Yeni tesisler	Mevcut tesisler
Toz	mg/Nm ³	< 2-5 ⁽¹⁾	< 2-10 ⁽¹⁾
(1) Torba filtre uygulanabilir olmadığında, aralığın üst sınırı 20 mg/Nm ³ tür			

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.13 Şeker üretimi için MET sonuçları

Bu bölümde sunulan MET sonuçları, şeker üretimi için geçerlidir. Bu sonuçlar, 17.1 no'lu maddede verilen genel MET sonuçlarına ek olarak geçerlidir.

17.13.1 Enerji verimliliği

MET 35. Enerji verimliliğini artırmak için MET, MET 6'da belirtilen tekniklerin uygun bir kombinasyonunu ve aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Pancar pulpu preslenmesi	Pancar pulpu, genelde ağırlıkça %25 -32 kuru madde içeriği elde edilecek şekilde preslenir.	Genellikle uygulanabilir.
b	Pancar pulpunun dolaylı kurutulması (buharla kurutma)	Pancar pulpunun kızdırılmış buharla kurutulmasıdır.	Enerji tesislerinin komple yeniden yapımının gerçekleştirilmesi gereğinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
c	Pancar pulpunun güneş ışığında kurutulması	Pancar pulpunu kurutmak için güneş enerjisinden yararlanılmasıdır.	Yerel iklim koşulları ve/veya alan yetersizliğinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
d	Sıcak gazların geri dönüşümü	Sıcak gazların geri dönüştürülmesidir (örneğin kurutucu, kazan veya kombine ısı ve güç santrali atık gazları).	Genellikle uygulanabilir.
e	Pancar pulpunun düşük sıcaklıkta kurutulması (ön kurutmasının gerçekleştirilmesi)	Pancar pulpunun, hava veya sıcak gaz gibi kurutma gazıyla doğrudan kurutulmasıdır (ön kurutmasının gerçekleştirilmesidir).	

Tablo 17.28 Spesifik enerji tüketimine ilişkin gösterge çevre performansı seviyesi

Spesifik proses	Birim	Spesifik enerji tüketimi (yıllık ortalama)
Şeker pancarı işleme.	MWh/ton pancar	0,15 - 0,40 ⁽¹⁾
(1) Aralığın üst sınırı, kireç fırınları ve kurutucuların enerji tüketimini içerebilmektedir.		

17.13.2 Su tüketimi ve atıksu deşarjı

Su tüketimi ve deşarj edilen atıksu miktarının azaltılmasına yönelik genel teknikler, bu MET sonuçlarının 17.1.4 no'lu maddesinde verilmektedir. Gösterge çevre performansı seviyesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 17.29 Spesifik atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi

Spesifik proses	Birim	Spesifik atıksu deşarjı (yıllık ortalama)
Şeker pancarı işleme.	m ³ /ton pancar	0,5 - 1,0

17.13.3 Havaya verilen emisyonlar

MET 36. Pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonlarını önlemek veya azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Gaz yakıt kullanımı	Bakınız 17.14.2 no'lu madde	Gaz yakıtların kullanılabilirliğiyle ilgili kısıtlardan dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Siklon		Genellikle uygulanabilir.
c	Islak yıkayıcı		
d	Pancar pulpunun dolaylı kurutulması (buharla kurutma)	Bakınız BAT 35b.	Enerji tesislerinin komple yeniden yapımının gerçekleştirilmesi gereğinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
e	Pancar pulpunun güneş ışığında kurutulması	Bakınız BAT 35c.	Yerel iklim koşulları ve/veya alan yetersizliğinden dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
f	Pancar pulpunun düşük sıcaklıkta kurutulması (ön kurutmasının gerçekleştirilmesi)	Bakınız MET 35e.	Genellikle uygulanabilir.

Tablo 17.30 Yüksek sıcaklıklı kurutma (500 °C'nin üzerinde) durumunda pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları ile ilgili MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması)	Referans oksijen seviyesi (O _R)	Referans gaz durumu
Toz	mg/Nm ³	5 - 100	Hacmen %16	Su içeriği düzeltilmesi yok

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

MET 37. Yüksek sıcaklıkta (500 °C'nin üzerinde) pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı SO_x emisyonlarını azaltmak için MET, aşağıda belirtilen tekniklerin birini veya bunların bir kombinasyonunu kullanacaktır.

Teknik		Tanım	Uygulanabilirlik
a	Doğal gaz kullanımı	—	Doğal gaz kullanılabilirliğiyle ilgili kısıtlardan dolayı uygulanabilir olmayabilmektedir.
b	Islak yıkayıcı	Bölüm 14,2'e bakın.	Genellikle uygulanabilir.
c	Düşük kükürt içerikli yakıt kullanımı	—	Yalnızca doğal gaz kullanılabilir olmadığında geçerlidir

Bölüm 17

Tablo 17.31 Doğal gazın kullanılmadığı durumlarda yüksek sıcaklıklı kurutmada (500 °C'nin üzerinde) pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı SO_x emisyonları için MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (örnekleme periyodu ortalaması) ⁽¹⁾	Referans oksijen seviyesi (O _R)	Referans gaz durumu
SO _x	mg/Nm ³	30 - 100	Hacmen %16	Su içeriği düzeltmesi yok
(1) Özel olarak yakıt olarak biyokütle kullanıldığında, emisyon seviyelerinin aralığın alt sınırında olması beklenmektedir.				

İlgili izleme, MET 5'te verilmektedir.

17.14 Tekniklerin Açıklaması

17.14.1 Suya verilen emisyonlar

Teknik	Tanım
Aktif çamur prosesi	Mikroorganizmaların atıksuda askıda tutulduğu ve tüm karışımın mekanik olarak havalandırıldığı bir biyolojik prosestir. Aktif çamur karışımı, çamurun havalandırma havuzuna geri verildiği bir seperasyon tesisine gönderilir.
Aerobik havuz	Atıksuların biyolojik arıtması için, atmosferik yayılma yoluyla oksijenin sıvıya geçmesini sağlamak için içeriği periyodik olarak karıştırılan sığ toprak havuzlardır.
Anaerobik temas prosesi	Atıksuların, geri dönüştürülmüş çamur ile karıştırıldığı, daha sonra bir yalıtılmış reaktörde yürütüldüğü anaerobik prosestir. Su/çamur karışımı harici olarak ayrılır.
Çökeltme	Çözünmüş kirleticilerin, kimyasal çökteltici eklenmesiyle çözünmez bileşiklere dönüştürülmesi. Oluşan katı çöktelti daha sonra sedimantasyon, hava flotasyonu veya filtrasyon yoluyla ayrılır. Fosfor çökeltmesi için, çok değerlikli metal iyonları (örneğin kalsiyum, alüminyum, demir) kullanılır.
Koagülasyon ve flokülasyon	Koagülasyon ve flokülasyon, askıda katı maddeleri atıksudan ayırmak için kullanılır ve genelde ardışık adımlarda gerçekleştirilir. Koagülasyon, askıda katı maddelerin tersi yüklerle koagülan eklenmesiyle gerçekleştirilir. Flokülasyon, polimer eklenmesiyle gerçekleştirilir, böylece mikro toprak partiküllerin çarpışmaları, daha büyük topraklar üretecek şekilde bağlanmalarına neden olur.
Denkleştirme	Tank veya diğer yönetim tekniklerini kullanarak akış ve kirletici yüklerinin dengelenmesi.
Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi	Aktif çamur bakteriyel topluluğunda fosfat birikten mikroorganizmaları seçici bir şekilde zenginleştirmek için aerobik ve anaerobik arıtma kombinasyonudur. Bu mikroorganizmalar, normal büyüme için gerekenden fazla fosfor alır.
Filtrasyon	Kum filtrasyonu, mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyon gibi gözenekli bir ortamdan geçirerek katı maddelerin atıksudan ayrılmasıdır.
Flotasyon	Katı veya sıvı partiküllerin, genellikle hava olmak üzere ince gaz kabarcıklarına bağlanarak atıksudan ayrılması. Yüzer partiküller, su yüzeyinde birikir ve sıyrıcılar ile toplanır.
Membran biyoreaktör	Aktif çamur arıtma ve membran filtrasyonu kombinasyonudur. İki türü kullanılmaktadır: a) aktif çamur havuzu ile membran modülü arasında harici resirkülasyon devresi ve b) çıkış suyunun, biyokütle havuzda kalmak üzere boşluklu lifli membran ile filtrelendiği havalandırılmalı aktif çamur havuzuna membranın daldırılması.
Nötralizasyon	Atıksuyun pH değerinin kimyasalların eklenmesiyle nötr bir seviyeye (yaklaşık 7) getirilmesidir. pH'yi arttırmak için genellikle sodyum hidroksit (NaOH) veya kalsiyum hidroksit (Ca (OH) ₂) kullanılırken, pH'yi düşürmek için genellikle sülfürik asit (H ₂ SO ₄), hidroklorik asit (HCl) veya karbondioksit (CO ₂) kullanılır. Nötralizasyon sırasında bazı kirleticiler çökebilir.
Nitrifikasyon ve/veya denitrifikasyon	Genelde biyolojik atıksu arıtma tesislerine dahil edilen iki adımlı prosestir. Birinci adım, mikroorganizmaların amonyumu (NH ₄ ⁺), kendisi de nitrata (NO ₃ ⁻) yükseltgenen ara nitrite (NO ₂ ⁻) yükseltildiği aerobik nitrifikasyondur. Müteakip anoksik denitrifikasyon adımı, mikroorganizmalar kimyasal olarak nitrati, azot gazına indirger.
Kısmi nitritasyon - anaerobik amonyum yükseltgemesi	Anaerobik koşullarda amonyum ve nitritin azot gazına dönüştürüldüğü bir biyolojik prosestir. Atıksu arıtmada, anaerobik amonyum yükseltgemesinden önce, amonyum yaklaşık yarısının (NH ₄ ⁺) nitrite (NO ₂ ⁻) dönüştürüldüğü kısmi nitrifikasyon (bir başka ifadeyle nitritasyon) gerçekleşir.

Bölüm 17

Teknik	Tanım
Strüvit olarak fosfor geri kazanımı	Fosfor, strüvit (magnezyum amonyum fosfat) formunda çöktürülerek geri kazanılır.
Sedimentasyon	Askıdaki partiküllerin yerçekimli çöktürme yoluyla ayrılmasıdır.
Yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı (UASB) prosesi	Atıksuların, biyolojik olarak oluşmuş granül ve partiküllerden oluşan bir çamur yatağı aracılığıyla yukarıya doğru aktığı reaktörün tabanından verildiği bir anaerobik prosesidir. Atıksu fazı, katı içeriğin ayrıldığı bir çöktürme odasına geçer. Gazlar, reaktörün tepesindeki kubbelerde toplanır.

17.14.2 Havaya verilen emisyonlar

Teknik	Tanım
Torba filtre	Genelde bez filtreler olarak anılan torba filtreler, partikülleri gidermek üzere gazların arasından geçtiği gözenekli dokuma veya keçeli kumaştan yapılır. Torba filtre kullanımı, atık gaz özellikleri ve maksimum işletim sıcaklığına uygun bir kumaşın seçilmesini gerektirir.
Siklon	Ağır partiküllerin taşıyıcı gazdan ayrıldığı, santrifüj kuvveti esas alınan toz kontrol sistemidir.
Termal olmayan plazma işlemi	Güçlü bir elektrik alanı kullanarak atık gazda bir plazma (bir başka ifadeyle neredeyse hiç toplam elektrik yüküyle sonuçlanmayan oranlarda pozitif iyonlar ile serbest elektronlardan oluşan iyonize gaz) oluşturulmasına dayanan azaltım tekniğidir. Plazma, organik ve inorganik bileşikler yükseltir.
Termal yükseltgenme	Bir atık gaz akımındaki yanıcı gazlar ve kokulu maddelerin, bulaşkan karışımı hava veya oksijen ile bir yanma odasında kendi otomatik tutuşma noktasının üzerine ısıtılmak ve karbon dioksit ve suda yanmasını tamamlamaya yeterli olacak uzunluktaki bir süre boyunca yüksek sıcaklıkta tutmak suretiyle yükseltgenmesidir.
Gaz yakıt kullanımı	Katı yakıttan (örneğin kömür), emisyonlar bakımından daha az zararlı (örneğin düşük kükürt içeriği, düşük kül içeriği veya daha iyi kül kalitesi) gaz yakıtı (örneğin doğal gaz, biyogaz) geçiştir.
Islak yıkayıcı	Genelde su veya bir sulu çözelti olmak üzere bir sıvı çözeltiye kütle transferi yoluyla gazdaki gaz veya partikül kirleticilerin uzaklaştırılmasıdır. Bir kimyasal reaksiyon içerebilir (örneğin asit veya alkali yıkayıcı). Bazı durumlarda, solventten bileşikler geri kazanılabilir.

18 SON SÖZLER VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Gözden geçirme sürecinin zamanlaması

Gözden geçirme sürecinin ana aşamaları aşağıda Tablo 18.1’de verilmektedir.

Tablo 18.1 FDM gözden geçirme sürecinin ana aşamaları

Ana aşama	Tarih
TWG’nin yeniden aktivasyonu	16.12.2013
İlk pozisyonlar için çağrı	16.04.2014
Açılış toplantısı	27 - 30.10.2014
Soru formlarının hazırlanması	Aralık 2014 - Nisan 2015
Bilgi toplama	Mayıs 2015 - Eylül 2015
Revize FDM MET-REF 1. Taslağı	31.01.2017
1. Taslak üzerindeki görüşleri son sunma tarihi (1963 görüş alınmıştır)	21.04.2017
Nihai TWG toplantısı	14 - 18.05.2018

MET-REF gözden geçirme sürecinde, 2014 - 2017 yılları arasında Fransa, Danimarka, İspanya, Finlandiya, Belçika ve Hollanda’da toplam 19 gıda, içecek ve süt tesisi ziyaret edilmiştir.

Ayrıca, bilgi değişimini iyileştirmek adına aşağıdaki etkinlik düzenlenmiştir:

- Soru formu hazırlanması için Aralık 2014’te bir web semineri,
- Soru formuna son halinin verilmesi için Mart 2015’te bir çalıştay,
- Soru formları aracılığıyla toplanan veriler hakkında Haziran 2016’da bir web semineri,
- Veri değerlendirmesi hakkında Ekim 2017’de bir çalıştay.

Bilgi kaynakları ve bilgi eksiklikleri

Gözden geçirme süreci için ana bilgi kaynakları şunlardan oluşmuştur:

- Bilimsel ve teknik literatür,
- Çeşitli prosesler için gıda, içecek ve süt tesisleri işletmecileri tarafından doldurulan 353 soru formu,
- TWG üyelerinden elde edilen ek bilgiler,
- Revize MET-REF 1. Taslağı hakkında alınan 1 963 görüş,
- Saha gezilerinde toplanan bilgiler,
- Yukarıda belirtilen çalıştay ve web seminerinin sonuçları,

Toplamda, revize FDM MET-REF’te yaklaşık 240 belgeye atıf yapılmıştır.

Bilgi değişimi sırasında ulaşılan uzlaşı derecesi

Mayıs 2018'deki son TWG toplantısında, çoğu MET sonucu üzerinde büyük uzlaşma sağlanmıştır. Bununla beraber, 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararı'nın 4.6.2.3.2 no'lu bölümünde belirlenen koşulları yerine getiren 19 ayrıık görüş ifade edilmiştir. Söz konusu ayrıık görüşler aşağıda Tablo 18.2'de özetlenmektedir.

Tablo 18.2 Ayrıık görüş

MET sonucu	Ayrıık görüş	Görüş sahibi	Teklif edilen alternatif seviye (varsa)
Genel Mülahazalar ve sektörel MET sonuçları	Belirli atıksu deşarjı gösterge seviyelerini, belirli atıksu deşarjı MET ile ilişkili çevre performansı seviyeleri (MET-İPES) olarak değiştiriniz	EEB	-
	Belirli enerji tüketimi gösterge seviyelerini, MET ile ilişkili enerji verimliliği seviyeleri (MET-İEVS) olarak değiştiriniz		
MET 4	Dolaylı KOİ, TN, TOK, TP, TAKM ve BOİ _n deşarjları için izleme hükümleri ekleyiniz	Fransa, İsveç, EEB	-
-	Ozon tabakasını inceltme potansiyeli taşımayan ve düşük küresel ısınma potansiyelli soğutucuların kullanılması hakkında bir MET sonucu ekleyiniz	Avusturya, Almanya, İsveç, EEB	-
Tablo 17.1	5 no'lu dipnotu aşağıdaki şekilde değiştiriniz: "Azaltım verimliliğinin yıllık ortalama olarak $\geq$ %80 olması halinde, aralığın üst sınırı daha yüksek olabilmektedir."	Avusturya	-
	Süt ürünleri, sebze-meyve tesisleri ile "soap-stock" ayırma işleminin gerçekleştirildiği yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu tesislerinden kaynaklanan TP emisyonları durumunda bir alıcı su ortamına verilen emisyonlarda alıcı su ortamına doğrudan emisyonlar için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını düşürünüz	Finlandiya	3 mg/l
	Tüm sektörler için benzersiz bir MET-İES TP aralığı belirleyiniz ve tüm dipnotları siliniz	EEB	0-2 mg/l
	Süt ürünlerinden kaynaklanan TP emisyonları durumunda bir alıcı su ortamına doğrudan emisyonlar için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	İtalya	7 mg/l
Tablo 17.4	Yeni tesisler için karma yem üretiminde tahıl öğütmeden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Almanya, Danimarka, Fransa, FEFAC	10 mg/Nm ³
Tablo 17.4	Mevcut tesisler için pelet soğutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Danimarka, COPA-COGECA	40 mg/Nm ³
Tablo 17.7	Yeni tesisler için malt ve tamamlayıcıların taşınması ve işlenmesinden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Almanya, Danimarka, Fransa, FDE	10 mg/Nm ³
Tablo 17.8	Yoğurt ve işlenmiş peynir üreten ticari süt tesisleri için bir atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi ekleyiniz	İtalya	Yoğurt ve işlenmiş peynir üretimi sırasında 4,5 m ³ /t hammadde

Tablo 17.10	Mevcut tesisler için süt ürünlerinde kurutmadan kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Finlandiya	20 mg/Nm ³
Tablo 17.15	Mevcut tesisler için tahıl öğütmeden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Finlandiya	20 mg/Nm ³
Tablo 17.15	Tahıl öğütmeden kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Almanya, Fransa	10 mg/Nm ³
Tablo 17.20	Belirli işlevsel veya beslenme uygulamalarına yönelik ham ve/veya rafine yağları işleyen özel yağ ve katıyağlar için bir atıksu deşarjı gösterge çevre performansı seviyesi ekleyiniz	İtalya	Belirli işlevsel veya beslenme uygulamalarına yönelik ham ve/veya rafine yağları işleyen özel yağ ve katıyağlar için 2 m ³ /t üretilen yağ
Tablo 17.21	Yeni tesisler için tohumların taşınması ve hazırlanmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Almanya,, Danimarka, Fransa	10 mg/Nm ³
Tablo 17.27	Yeni tesisler için nişasta, protein ve lif kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı toz emisyonları için MET ile ilişkili emisyon seviyesinin (MET-İES) üst sınırını artırınız	Almanya, Danimarka, Fransa, FEDIOL	10 mg/Nm ³
Tablo 17.31	Doğal gazın kullanılmadığı durumlarda yüksek sıcaklıklı kurutmada (500 °C'nin üzerinde) pancar pulpu kurutulmasından kaynaklanan havaya verilen kanallı SO _x emisyonları için MET-İES üst sınırını düşürünüz	EEB	70 mg/Nm ³

Forum istişaresi ve MET Sonuçları'nın müteakip resmi kabul prosedürü

Direktif'in 13(3) no'lu maddesine uygun olarak forum, 27.11.2018 tarihli toplantısında sunulan taslak Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri için Mevcut En İyi Teknikler (MET) referans dokümanı hakkındaki görüşünü sunmuştur.

1. Forum, Komisyon tarafından sunulan taslak Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri için taslak Mevcut En İyi Teknikler (MET) referans dokümanını memnuniyetle karşılamıştır.
2. Forum, 27.11.2018 tarihli toplantısında yapılan tartışmaları onaylamış ve Ek A'da teklif edilen taslak Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri için Mevcut En İyi Teknikler (MET) referans dokümanında yapılan değişikliklere nihai dokümanda yer verilmesini kabul etmiştir.
3. Forum, Ek B'de verilen görüşleri, Forum'un belli üyelerinin görüşlerini temsil eden ancak Forum içinde bu görüşlere nihai dokümanda yer verilmesi konusunda bir uzlaşma bulunmayan görüşler olarak yeniden onaylamıştır.

Daha sonra Komisyon, Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri için mevcut en iyi teknikler (MET) sonuçlarını belirleyen taslak Komisyon Uygulama Kararı'nı hazırlarken IED 13. Madde Forum'unun görüşünü almıştır. IED 75. Madde Kurulu, 08.04.2019 tarihli toplantısında, bu taslak Komisyon Uygulama Kararı hakkında taslak görüş sunmuştur.

Daha sonra, Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri için mevcut en iyi teknikler (MET) sonuçlarını belirleyen (EU) 2019/2031 sayılı Komisyon Uygulama Kararı 12.11.2019'da kabul edilmiş ve Avrupa Birliği Resmi Gazetesi'nde (OJ L 313, 04.12.2019, ss. 60) yayınlanmıştır.

Gelecekteki çalışmalarla ilgili öneriler

Bilgi değişimi, FDM MET-REF'in sonraki (ikinci) gözden geçirmesinde ele alınması gereken çok sayıda konu ortaya koymuştur. Bu konular şöyledir:

- (EU) 2015/2193 sayılı Direktif kapsamında öngörülen bilgi değişimi dikkate alınırken, FDM MET-REF'in sonraki gözden geçirmesi sırasında Nominal termal girdisi 50 MW_{th} değerinin altında olan ve madde veya malzemelerin doğrudan temaslı ısıtma, kurutma veya herhangi bir diğer işlemi için kullanılmayan sıcak gazları üreten yerinde yakma tesisleri ile ilgili bilgilerin toplanması konusu değerlendirilmelidir.
- FDM MET-REF'in (2014-2019) ilk gözden geçirmesinde, özgül yük cinsinden ifade edilen suya verilen emisyonlar (TAKM, KOİ, TOK, TN ve TP) ile ilgili veriler toplanmıştır. Bununla beraber, aşağıdaki nedenlerden dolayı, özgül yük cinsinden ifade edilen bir MET-İES elde etmek mümkün olmamıştır: 1) Konsantrasyon cinsinden ifade edilen MET-İES ile atıksu deşarjına ilişkin MET-İPES'in, çevresel bakış açısından yeterli olmuş olması, 2) Teknik Çalışma Grubu'nun (TWG), yıllık üretim ve atıksu akışı olarak özgül yüklerin hesaplanması için gereken verileri gizli olarak kabul etmiş olması, 3) özgül yüklerin, prosese entegre tekniklerin performansı ile ilişkilendirilmesindeki güçlükler, 4) bazı FDM sektörleri ve/veya ürünleri için özgül yük verilerinin eksik olması.
- Enerji tüketimiyle ilgili tesis sınırlarının açıklanması (örneğin şeker üretimi, bira üretimi veya yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu için).
- Farklı enerji biçimleri arasında dönüştürüm faktörleri ile ilgili bilgilerin toplanması.
- FDM sektörlerinden kaynaklanan PM_{2.5}/PM₁₀ emisyonları ile ilgili bilgilerin toplanması.
- "Soap-stock" ayırma işleminin gerçekleştirildiği yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu tesislerinden kaynaklanan emisyonlarla ilgili bilgilerin toplanması.
- Havaya verilen SO_x emisyonlarının azaltımının atıksu üretimi üzerindeki etkisi ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Koku yönetim planına daha fazla ayrıntı eklenmesinin değerlendirilmesi.
- Hayvan yemi üretiminden kaynaklanan toz emisyonları ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Balık dumanlama fırınlarından kaynaklanan emisyonlar ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Et dumanlama fırınlarından kaynaklanan TVOC ve diğer bileşiklerin (örneğin PAH'ler) emisyonları ve saf dumanın kullanımı ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonundan kaynaklanan kanallı TVOC emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknikler ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Nişastanın fiziksel durumunun enerji tüketimi üzerindeki etkisi ile ilgili bilgilerin toplanması.
- Sıcak gaz resirkülasyonunun, yüksek sıcaklıklı pancar pulpu kurutmasından kaynaklanan SO_x emisyonu seviyeleri üzerindeki etkisi ile ilgili bilgilerin toplanması.

Gelecekteki araştırma-geliştirme (AR-GE) çalışmaları için önerilen konular

Komisyon, Araştırma ve Teknolojik Kalkınma programları yoluyla, temiz teknolojiler, yeni çıkış suyu işleme ve geri dönüşüm teknolojileri ve yönetim stratejilerini ele alan bir dizi proje başlatmakta ve desteklemektedir. Olasılıkla bu projeler gelecekteki MET-REF gözden geçirmelerine yararlı bir katkıda bulunabilecektir. Bu nedenle okuyucular, bu belgenin (ayrıca bakınız bu belgenin Önsöz bölümü) kapsamıyla ilgili herhangi bir araştırma sonucunu Avrupa IPCC Ofisi'ne bildirmeye davet edilmektedir.

19 EKLER

19.1 EK 1 FDM veri toplama çalışmasına katılan tesisler

Tablo 19.1 FDM veri toplama çalışmasına katılan tesislerin listesi

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#001	Mars Austria, Bruck/Leitha	Mars Austria OG	Avusturya	2460 Bruck an der Leitha	Hayvan yemi	Dondurulmuş et	Evcil hayvan yemi
#002	Stieglbrauere zu Salzburg	Stieglbrauerei zu Salzburg GmbH	Avusturya	5017 Salzburg	Bira üretimi	Su, malt, şerbetçi otu kozalağı ve maya	Bira (şişe, teneke ve fiçı)
#003	Berglandmilch Wörgl	Berglandmilch reg.Gen.m.b.H.	Avusturya	6300 Wörgl	Süt ürünleri	Süt, peyniraltı suyu, şeker, meyve müstahzarları	İçme sütü, çeşitli içecekler, peynir, tereyağı
#004	Berglandmilch Aschbach-Markt	Berglandmilch reg.Gen.m.b.H.	Avusturya	3361 Aschbach-Markt	Süt ürünleri	Süt, krema, şeker, meyve müstahzarları, protein tozu	Tereyağı, lor peyniri, içme sütü, ekşi süt, yoğurt, krema, meyveli yoğurt, tatlılar, karışık sütü içecekler, peynir
#005	Kärntnermilch, Spittal/Drau	Kärntnermilch reg GenmbH	Avusturya	9800 Spittal/Drau	Süt ürünleri	Esas olarak süt	İçme sütü, ekşi süt içecekleri, yoğurt, meyveli yoğurt, peyniraltı suyu içecekleri, tereyağı ve farklı yarı yumuşak ve sert peynir çeşitleri
#006	Gmundner Molkerei, Gmunden	Gmundner Molkerei reg.Gen.m.b.H.	Avusturya	4810 Gmunden	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Süt, uzun ömürlü süt, ekşi krema, tereyağı, yoğurt ve peynir, vb.
#007	Rauch, Nüziders	Rauch Fruchtsäfte GmbH & Co	Avusturya	6714 Nüziders	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su (Nüziders, doldurma tesisidir), meyve suyu konsantresi	Meyve ve diğer alkolsüz içecekler
#008	Spitz, Attnang-Puchheim	S.Spitz GmbH	Avusturya	4800 Attnang-Puchheim	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, meyve konsantreleri ve karışımları, şeker, un, kakao, fındık	Su ve alkolsüz içecekler, waffle'lar, kek, et dolmaları, tost, hardal, keçap, reçel, mayonez, alkollü içkiler

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#009	Betriebsstätte Tann, Förderlach	Spar Österreichische Warenhandels AG	Avusturya	9241 Förderlach	Et işleme	Et (domuz eti, sığır eti ve dana eti)	Taze et ambalajlama. Sosis, füme et, jambon, domuz sucuğu ve et macunu üretimi
#010	Agrana Stärke Aschach	Agrana Stärke GmbH	Avusturya	4082 Aschach a.d.D.	Nişasta üretimi	Mısır	Nişasta, glükoz şurupları, türevler
#011	Agrana Stärke Gmünd	Agrana Stärke GmbH	Avusturya	3950 Gmünd	Nişasta üretimi	Patates ve mısır	Nişasta, yapısı değiştirilmiş nişasta, maltodekstrin, şurup, uzun ömürlü patates ürünleri, çocuk maması
#012	Agrana Stärke Pischelsdorf	Agrana Stärke GmbH	Avusturya	3435 Pischelsdorf	Nişasta üretimi	Buğday	Nişasta, gluten, kepek
	Agrana Bioethanol Pischelsdorf	Agrana Stärke GmbH		3435 Pischelsdorf		Buğday ve mısır	Biyoetanol, hayvan yemi
#014	Agrana Zucker Tulln	Agrana Zucker GmbH	Avusturya	3430 Tulln	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker ve hayvan yemi
#015	Agrana Zucker Leopoldsdorf	Agrana Zucker GmbH	Avusturya	2285 Leopoldsdorf im Marchfelde	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker ve hayvan yemi
#016	Bunge, Bruck an der Leitha	Bunge Austria GmbH	Avusturya	2460 Bruck an der Leitha	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ayçiçek tohumu, kolza	İnsani tüketim amaçlı ve teknik amaçlı yağ
#017	FrieslandCampina Professional	NV Frieslandcampina Professional	Belçika	Lummen	Süt ürünleri	Süt ve diğerleri	Süt ürünleri, unlu mamuller, şekerleme karışımı
#018	Belgomilk	Belgomilk cvba	Belçika	Beveren	Süt ürünleri	Süt, peyniraltı suyu protein konsantresi ve bitkisel yağlar	Süt, krema ve süt tozu
#019	Friesland Campina Belgium	Frieslandcampina Belgium NV	Belçika	Aalter	Süt ürünleri	Süt ve diğerleri	Karton, çok tabakalı PE şişe ve kupalarda süt, içecekler, çikolata ve krema, konsantre süt ürünleri (dökme) ve süt (dökme)

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#022	Danone Hombourg Recolte	Danone Hombourg Recolte NV	Belçika	Rotselaar	Süt ürünleri	Süt	Yağsız süt ve krema
#024	Belgomilk	Milcobel cvba	Belçika	Moorslede	Süt ürünleri	Süt	Peynir
#025	Belgomilk	Milcobel cvba	Belçika	Schoten	Süt ürünleri	Süt	İçecek süt, özel ürünler
#027	Tiense Suikerraffinaderi j	Tiense Suikerraffinaderij NV	Belçika	Tienen	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#029	Noliko	Scana Noliko nv	Belçika	Bree	Sebze-meyve	Sebze-meyve	İşlenmiş dayanıklı sebze-meyve, soslar ve hazır yiyecekler
#030	Ardo/Ardo E. Haspeslagh	Ardo/Ardo E. Haspeslagh	Belçika	Ardooie	Sebze-meyve	Sebze	İşlenmiş sebze (dondurulmuş)
#031	Clarebout Potatoes	NV Clarebout Potatoes	Belçika	Heuvelland	Sebze-meyve	Patates	Patates ürünleri
#032	d'Arta	N.V./N.V. D'Arta / D'Arta Menu	Belçika	Ardooie	Sebze-meyve	Sebze	İşlenmiş sebze
#035	Unifrost	N.V. Unifrost	Belçika	Ardooie	Sebze-meyve	Sebze ve patates	İşlenmiş sebze ve patates (dondurulmuş)
#036	Pluma	NV Pluma	Belçika	Wommelgem	Et işleme	Et	Taze et ve jambonlar, pateler, pişmiş sosisler, rulo köfte (pastörize, kızartılmış veya füme)
#038	Forfarmers Belgium	B.V.B.A. for farmers Belgium	Belçika	Izegem	Hayvan yemi	Hayvansal (%1-20) ve bitkisel hammaddeler (%80-99)	Domuz ve ızgaralık piliçler için kuru hayvan yemi
#039	Degrave Voeders	N.V. Degrave Voeders	Belçika	Staden	Hayvan yemi	Bitkisel hammaddeler (öğütme ve yem fabrikası)	Domuzlar (%99) ve sığırlar (%1) için hayvan yemi
#041	Vanden Avenne-Ooigem	NV Vanden Avenne-Ooigem	Belçika	Wielsbeke	Hayvan yemi	Hayvansal (%2) ve bitkisel (%98) hammaddeler (öğütme ve yem işleme)	Hayvan yemi (domuz, kanatlı ve diğer)

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#042	Aveve veevoeders	N.V. Aveve	Belçika	Merksem	Hayvan yemi	Hayvansal (< %1 hayvansal yağ) ve bitkisel (> %99) hammaddeler	Dökme (%80) ve torba (%20) layvan yemi (domuz, kanatlı, sığır ve diğer)
#043	Agrifirm	Agrifirm Belgium N.V.	Belçika	Grobbendonk	Hayvan yemi	Hayvansal (%1,4) ve bitkisel hammaddeler	Hayvan yemi (yumurtlayan tavuklar ve domuz)
#044	Cargill	NV Cargill	Belçika	Antwerp	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza ezme ve rafinasyonu	Yemeklik, ham ve rafine yağ
#045	Cargill	NV Cargill	Belçika	Izegem	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Çoklu yağ rafinasyonu ve şişeleme	Rafine yağlar ve katıyağlar, şişelenmiş yağ
#046	Fuji Oil Europe	Fuji Oil Europe	Belçika	Ghent	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Yemeklik yağlar	Palm yağı, palm çekirdekleri, hindistancevizi, şı ağacı ve diğerleri
#047	Alken-Maes	NV Brouwerijen Alken-Maes	Belçika	Alken	Bira üretimi	Biralık malt, maltlanmamış buğday, arpa, mısır grit'leri, şeker şurubu	Şişe ve fıçı bira
#048	Brouwerij Haacht	Brouwerij Haacht NV	Belçika	Boortmeerbeek	Bira üretimi	Malt, mısır, hububat	Şişe ve fıçı bira, içkiler (farklı bira tipleri ve parti büyüklükleri)
#051	Konings	NV Konings	Belçika	Zonhoven	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Meyve (elma ve armut)	Meyve suları, konsantreleri
#056	frischli Milchwerk plant Rehburg- Loccum	frischli Milchwerke GmbH	Almanya	Rehburg-Loccum	Süt ürünleri	Yağsız süt veya yağsız süt konsantresi	Püskürtme ile kurutulmuş yağsız süt tozu
#057	Thalfang	Hochwald Foods GmbH	Almanya	Thalfang	Süt ürünleri	Çiğ süt	Tereyağı, yağsız süt tozu, kondense süt

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#058	Hünfeld	Hochwald Foods GmbH	Almanya	Hünfeld	Süt ürünleri	Çiğ süt	Mozzarella peyniri, peyniraltı suyu konsantresi, permeat konsantresi, demineralize peyniraltı suyu konsantresi ve tozu
#059	Heilbronn	FrieslandCampina Germany GmbH	Almanya	Heilbronn	Süt ürünleri	Çiğ süt	Yoğurt, tatlı
#061	DMK Nordhackstedt	DMK GmbH	Almanya	Zeven	Süt ürünleri	Çiğ süt	Mozzarella, Gouda, Edam
#062	wheyco Altentreptow	wheyco GmbH	Almanya	Hamburg	Süt ürünleri	Peyniraltı suyu	Laktoz/ peyniraltı suyu protein konsantresi üretimi: WPC 35, 60, 80, laktoz, peyniraltı suyu tozu, protein tozu
#063	Lauben	Käserei Champignon Hofmeister GmbH & Co. KG	Almanya	Lauben	Süt ürünleri	Çiğ süt ve peyniraltı suyu tozu	Yumuşak peynir
#064	Upahl	Arla Foods Deutschland GmbH	Almanya	Upahl	Süt ürünleri	Çiğ süt	Yağsız süt tozu, yoğurt, UHT süt, pastörize süt, kuark, evapore süt, köpük krema, krem floret, ekşi krema, yayık ayranı
#065	Karstädt	Arla Foods Deutschland GmbH	Almanya	Karstädt	Süt ürünleri	Çiğ süt	Yağsız süt tozu
#066	Pronsfeld	Arla Foods Deutschland GmbH	Almanya	Pronsfeld	Süt ürünleri	Çiğ süt	Yağsız süt tozu, UHT süt, pastörize süt, evapore süt, köpük krema, krem floret, ekşi krema, tereyağı
#068	Neu-Ulm	Milchwerke Schwaben	Almanya	Neu-Ulm	Süt ürünleri	-	-
#072	Augustiner-Bräu Wagner KG	-	Almanya	Münih	Bira üretimi	-	-

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#073	Paulaner Brauerei GmbH & Co. KG	-	Almanya	Münih	Bira üretimi	-	-
#074	Betriebstätte 1	Kulmbacher Brauerei AG	Almanya	Kulmbach	Bira üretimi	-	-
#075	Anheuser-Busch InBev Germany Holding GmbH Brauerei Beck & Co.	Anheuser-Busch InBev Germany Holding GmbH Brauerei Beck & Co.	Almanya	Bremen	Bira üretimi	-	-
#076	Bitburger Brauerei Th. Simon GmbH	-	Almanya	Bitburg	Bira üretimi	-	-
#077	Badische Staatsbrauerei Rothaus AG	-	Almanya	Grafenhausen-Rothaus	Bira üretimi	-	-
#078	König-Brauerei GmbH	-	Almanya	Duisburg	Bira üretimi	-	-
#079	Brauerei C. & A. Veltins GmbH & Co. KG	-	Almanya	Meschede	Bira üretimi	-	-
#080	Krombacher Brauerei Bernhard Schadeberg GmbH & Co KG	Krombacher Brauerei Bernhard Schadeberg GmbH & Co KG	Almanya	Kreuztal-Krombach	Bira üretimi	-	-
#081	Karlsberg Brauerei GmbH	-	Almanya	Homburg	Bira üretimi	-	-
#082	Mecklenburgische Brauerei Lübz GmbH	-	Almanya	Lübz	Bira üretimi	-	-
#084	Holsten Brauerei AG	Holsten Brauerei AG	Almanya	Hamburg	Bira üretimi	-	-
#085	Werk Sünching	Südstärke GmbH	Almanya	Sünching	Nişasta üretimi	Patates	-

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#086	ADM Hamburg AG, Werk Hamburg	DPM	Almanya	Hamburg	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza ve soya	Kolza küspesi, soya küspesi, rafine kolza yağı ve rafine soya yağı
#087	ADM Hamburg AG, Werk Noblee & Thörl	DPM	Almanya	Hamburg	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ham bitkisel yağlar	Rafine, hidrojene edilmiş, “winterize” edilmiş ve interestifiye edilmiş bitkisel yağlar
#088	ADM Soya Mainz	DPM	Almanya	Mainz	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya	Soya küspesi ve bir kez rafine edilmiş (once-refined) soya yağı
#089	ADM Spyck GmbH	DPM	Almanya	Spyck	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza ve ayçiçek tohumu	Kolza küspesi, ayçiçek küspesi, bir kez rafine edilmiş kolza yağı ve bir kez rafine edilmiş ayçiçek yağı
#090	ADM Spyck GmbH, Werk Straubing	DPM	Almanya	Straubing	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza küspesi ve bir kez rafine edilmiş kolza yağı
#091	Mannheim	Bunge	Almanya	Mannheim	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza küspesi ve rafine kolza yağı
#092	Mainz	Cargill	Almanya	Mainz	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza ezme ve rafinasyonu	Yemeklik, ham ve rafine yağ
#093	Riesa	Cargill	Almanya	Riesa	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza/ayçiçek tohumu ezme, rafinasyon ve şişelenmesi	Yemeklik, ham ve rafine yağ, şişelenmiş yağ
#094	Salzgitter	Cargill	Almanya	Salzgitter	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ezme ve rafine kolza, malt	Yemeklik, ham ve rafine yağ, malt

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#095	Protein- und Oelwerk Neuss GmbH & Co. KG	C. Thywissen GmbH	Almanya	Neuss	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza, ayçiçek tohumu, keten tohumu	Bitkisel yağlar (ham, yarı rafine, rafine, “winterize” edilmiş), yağlı tohum küspeleri, lesitin
#096	Wilmar Edible Oils GmbH	Wilmar	Almanya	Fren	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ham palm yağı, ham hindistancevizi yağı, ham palm çekirdeği yağı	RPKO/RPO/POL56/PO L64/PST
#097	Kaufland Fleischwerk Handelshof GmbH	-	Almanya	Heilbronn	Et işleme	-	-
#098	Bauerngut	-	Almanya	Bückerburg	Et işleme	-	-
#102	Tulip Fleischwaren Oldenburg GmbH	Danish Crown	Almanya	Oldenburg	Et işleme	-	-
#105	Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co.	-	Almanya	Gerolstein	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	-	-
#108	Könnern	Pfeier & Langen GmbH & Co. KG	Almanya	Könnern	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#109	Offenau	Südzucker AG	Almanya	Offenau	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#111	Nordstemmen	Nordzucker AG	Almanya	Nordstemmen	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#112	Rain	Südzucker AG	Almanya	Rain	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#113	Klein Wanzleben	Nordzucker AG	Almanya	Klein Wanzleben	Şeker üretimi/ Etanol üretimi	Şeker pancarı	Şeker
#114	Zeitz	CropEnergies AG (Südzucker Group)	Almanya	Zeitz	Etanol üretimi	Hububat, şeker pancarı, şuruplar	Etanol ve yem (DDGS)

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#115	Werk Aldrup	Agrarfrost GmbH & Co. KG	Almanya	Wildeshausen	Sebzeme-yve	Patates	Patates ürünleri, derin dondurulmuş, patates fleykleri
#116	Werk Oschersleben	Agrarfrost GmbH & Co. KG	Almanya	Oschersleben	Sebzeme-yve	Patates	Patates ürünleri, derin dondurulmuş, patates cipsi
#118	Mars	PetCom Tierernährung GmbH & Co. KG	Almanya	Minden	Hayvan yemi	-	Evcil hayvan yemi
#119	Zweigniederlassung Apolda	Ospelt Petfood Anstalt	Almanya	Apolda	Hayvan yemi	-	Evcil hayvan yemi
#121	Landshuter Kunstmühle C.A. Meyers Nachfolger AG	-	Almanya	Landshut	Tahıl öğütme	-	-
#123	Rosenmühle Ergolding	Kampffmeyer Mühlen GmbH	Almanya	84030 Ergolding	Tahıl öğütme	-	-
#124	Rødskær Dairy	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Rødskær	Süt ürünleri	Esas olarak süt, ayrıca peynir, tuz ve diğer bileşenler	Blok ve kıyılmış halde mozzarella, örneğin başka bir peynir cinsi ile karıştırılmış olarak
#125	Taulov Dairy	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Fredericia	Süt ürünleri	Esas olarak süt, ayrıca tuz ve diğer bileşenler	Farklı kaşar çeşitleri
#126	Nr. Vium Dairy	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Videbæk	Süt ürünleri	Esas olarak süt, ayrıca peynir, tuz ve diğer bileşenler	Kaşar (Havarti), peynir dilimleme ve ambalajlama
#127	Holstebro Cream cheese	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Holstebro	Süt ürünleri	İşlenmiş süt	Sade ve baharatlı krem peynir
#128	Holstebro Dairy	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Holstebro	Süt ürünleri	Esas olarak süt, krema, tuz, bitkisel yağ	Tereyağı ve sürülebilir ürünler
#129	Kruså Dairy	Arla Foods a.m.b.a	Danimarka	Kruså	Süt ürünleri	Esas olarak süt, tuz ve diğer bileşenler	Örneğin zeytin, vb. ile birlikte bitkisel yağda paketlenmiş beyaz peynir
#130	Danmark Protein	Arla Foods Ingredients	Danimarka	Videbæk	Süt ürünleri	Esas olarak peyniraltı suyu	Peyniraltı suyu tozu, laktoz ve diğer peyniraltı suyu ürünleri

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#131	Arinco	Arla Foods amba	Danimarka	Videbæk	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Süt tozu, bebek mamaları
#132	Esbjerg Dairy	Arla Foods amba	Danimarka	Esbjerg	Süt ürünleri	Esas olarak süt ayrıca, birçok farklı bileşen	Kakao içecekleri, çorbalar ve hayvansal ve bitkisel hammaddeye dayalı diğer ürünler UHT ve ESL süt
#133	Slagelse Dairy	Arla Foods amba	Danimarka	Slagelse	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Taze süt (farklı çeşitleri), krema, tatlı
#134	Thise Dairy	Thise Dairy	Danimarka	Roslev	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Taze süt (farklı çeşitleri), yoğurt, krema, peynir, tereyağı
#135	Tulip Esbjerg	Tulip Food Company	Danimarka	Esbjerg	Et işleme	Esas olarak kırmızı et	Çorbalar, ördek ve hazır etler
#136	Tulip Aalborg	Tulip Food Company	Danimarka	Aalborg	Et işleme	Esas olarak kırmızı et	Köfteler, sos/krema ve burgerler için et
#137	Tulip Svenstrup	Tulip Food Company	Danimarka	Svenstrup	Et işleme	Esas olarak kırmızı et	Sos, salam
#138	Tulip Vejle	Tulip Food Company	Danimarka	Vejle	Et işleme	Esas olarak kırmızı et	Sos, konserve et ve karaciğer pate
#140	Danish Crown Skjern	Danish Crown	Danimarka	Skjern	Et işleme	Sığır eti ve dana eti	Kesilmiş et
#144	Skagerac Pelagic, Tobiskaj	Skagerac Pelagic	Danimarka	Skagen	Balık ve kabuklu su ürünleri işleme	Taze ringa ve uskumru	Fileto ve salamura ringa
#146	DLG Fabrik Tjele, Vingevej 70	DLG, Axelborg, Vesterbrogade 4A, 1503 København V	Danimarka	Tjele	Hayvan yemi	Tahıl, soya, protein hammaddesi, mineral premiksi	Esas olarak domuz ve kanatlılar için peletlenmiş yem
#147	DLG Fabrik Bårse, Korndrevet 4	DLG, Axelborg, Vesterbrogade 4A, 1503 København V	Danimarka	Præstø	Hayvan yemi	Tahıl, soya, protein hammaddesi, mineral premiksi	Esas olarak domuz ve kanatlılar için peletlenmiş yem
#148	DLG Skærbæk, Industrivej 36	DLG, Axelborg, Vesterbrogade 4A, 1503 København V	Danimarka	Skærbæk	Hayvan yemi	Tahıl, soya, protein hammaddesi, mineral premiksi	Esas olarak sığır ve domuzlar için peletlenmiş yem

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#149	AKV Langholt	AKV Langholt	Danimarka	Langholt	Niştasta üretimi	Patates	Patates niştastası, patates proteini
#150	AKK	AKK	Danimarka	Karup	Niştasta üretimi	Patates	Patates niştastası, patates proteini
#151	AKM	AKM	Danimarka	Brande	Niştasta üretimi	Patates	Patates niştastası, patates proteini
#152	AKS	AKS	Danimarka	Toftlund	Niştasta üretimi	Patates	Patates niştastası, patates proteini
#153	Rynkeby	Arla Foods amba	Danimarka	Ringe	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Esas olarak tek sertlikli (single strength) ve konsantre olarak sebze-meyve suları ayrıca, püreler ve kuru dondurulmuş üzüm sü meyveler	Meyve suyu, nektarı, meyveli içecekler, meyveli alkollü içecekler
#154	Carlsberg Danmark A/S	Carlsberg Danmark A/S	Danimarka	Fredericia	Bira üretimi	Malt, şerbetçi otu, su, şeker, konsantreler	Mamul bira, alkolsüz içecekler, elma şarabı
#155	Scanola	Scanola A/S	Danimarka	Aarhus	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza yağı ve kolza peletleri
#156	AAK Denmark A/S	AAK Denmark A/S	Danimarka	Aarhus	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Şi ağacı, kolza, kakao	Bitkisel yağ ve katı yağlar
#157	Mahou Fca. Cerveza	Mahou San Miguel	İspanya	Alovera (Guadalajara)	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#158	San Miguel Fca. Cerveza	Mahou San Miguel	İspanya	Lérida	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#159	San Miguel Fca. Cerveza	Mahou San Miguel	İspanya	Málaga	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#160	San Miguel Fca. Cerveza	Mahou San Miguel	İspanya	Burgos	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#161	La Coruña	Hijos de Rivera SAU	İspanya	La Coruña	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#165	Jaén	Heineken España, S.A.	İspanya	Jaén	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#166	El Prat	Compañía Cervecería Damm	İspanya	El Prat de Llobregat	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#167	Espinardo	Estrella de Levante	İspanya	Espinardo	Bira üretimi	Malt	Bira ve alkolsüz bira (alkol oranı hacmen %1'e kadar)
#169	Carnes Selectas	Carnes Selectas 2000, S. A.	İspanya	Burgos	Et işleme	-	-
#170	Tarancón	Incarlopsa	İspanya	Tarancón	Et işleme	Domuz karkasları, taze domuz eti, ayrılmış dumanlanmış jambonlar	Domuz karkasları ve domuz dilim ürünleri ve garnitürü, dilimlenmiş dumanlanmış jambon
#171	Cartama Estacion	Mataderos Industriales Soler, S.A. y Frigoríficos Andaluces de Conservas de Carne S.A.	İspanya	Cartama estacion	Et işleme	Domuzlar	Ayrılmış etler, kurutulmuş et, kurutulmuş sosisler, dondurulmuş et
#172	Tarancón	Incarlopsa- Fábrica de elaborados	İspanya	Tarancón	Et işleme	Taze et (domuz, hindi, tavuk)	İşlenmiş et (pişmiş, taze ve dumanlanmış)
#173	Binéfar	Fribin	İspanya	Binéfar	Et işleme	Domuz ve sığır eti	Sığır ve domuz eti ayırma ve paketleme (soğutulmuş ve dondurulmuş)
#174	Matadero frigorífico de Begíjar, S.A.	Matadero frigorífico de Begíjar, S.A.	İspanya	Begíjar (Jaén)	Et işleme	Domuzlar	Domuz karkasları, domuz iç organları ve yağsız domuz eti (lean pork)
#175	Campofrio Torrent	Campofrio Food Group, S.A.	İspanya	Torrent (Valencia)	Et işleme	Sığır eti, domuz eti, kanatlı	Pişmiş sosisler, dilimlenmiş domuz sucuğu, pişmiş et parçaları (fiambre), dilimlenmiş pişmiş et
#176	Campofrio Villaverde	Campofrio Food Group, S.A.	İspanya	Villaverde (Madrid)	Et işleme	Domuz eti, kanatlı	Sosisler, dumanlanmış jambon
#177	Alcolea	Deoleo	İspanya	Alcolea (Córdoba)	Sebze-meyve	Yağ, soslar, sirke	Zeytinyağı rafinasyonu ve ambalajlaması. Sos üretim ve ambalajlaması (mayonez, ketçap ve hardal). Sirke üretimi ve ambalajlaması

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#178	Conservas Vegetales de Extremadura	Conesa	İspanya	Badajoz	Sebze-meyve	Taze domates	Doğranmış domates (küp) ve domates tozu, konsantre domates pulpu
#179	Alimentos españoles alsat, S.L.	Alsac	İspanya	Don Benito (Badajoz)	Sebze-meyve	Domates	Endüstriyel domates ürünleri, konsantre pulp ve doğranmış domates (küp)
#181	Azucarera La Bañeza	AB Azucarera Iberia	İspanya	La Bañeza (León)	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, pulp ve melas
#182	Azucarera Guadalete	AB Azucarera Iberia	İspanya	Jerez de la Frontera (Cádiz)	Şeker üretimi	Şeker pancarı ve ham şeker	Şeker, pulp ve melas
#183	Toledo	Orangina - Schweppes	İspanya	Toledo	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, şeker, usare, bileşikler, meyveler ve şarap	Çok ünlü hatlar Köpüksüz ve karbonatlı içecekler Meyve suları içeren alkolsüz içecekler, aromalı alkolsüz içecekler, usare, nektarlar
#184	Málaga	Coca-Cola Iberian Partners	İspanya	Málaga	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, şeker, usare, bileşikler, meyveler	-
#185	Bilbao	Coca-Cola Iberian Partners	İspanya	Bilbao	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, şeker, usare, bileşikler, meyveler	-
#186	Echevarri	Pepsico	İspanya	Alava	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, şeker, usare, bileşikler, meyveler	-
#187	Roquette Laisa España S.A.	Roquette Laisa España S.A.	İspanya	Benifaió	Nişasta üretimi	Mısır	Mısır nişastaları (doğal ve yapısı değiştirilmiş) ve türevleri (glukoz şurupları, glukoz ve fruktoz şurupları ve dekstroz). Mısır gluteni, mısır gluteni yemi, mısır rüşeymi ekspelleri, mısır yağı

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#189	Aldaia Plant	Danone	İspanya	Aldaia	Süt ürünleri	Süt	Fermente süt, yoğurt ve sütlü tatlılar
#190	Salas Plant	Danone	İspanya	Salas	Süt ürünleri	Süt	Sütlü tatlılar ve taze peynir
#191	Parets Plant	Danone	İspanya	Parets del Vallès	Süt ürünleri	Süt	Yoğurt, sütlü tatlılar ve fermente soya ürünleri
#193	Granada	Puleva Food, S.L.	İspanya	Granada	Süt ürünleri	Süt, sübye ve krema	İçme sütü, fonksiyonel süt, aromalı süt, sübye
#194	Mollerussa	Puleva Food, S.L.	İspanya	Mollerussa	Süt ürünleri	Süt	Fonksiyonel süt ve içme sütü
#195	Lugo	Puleva Food, S.L.	İspanya	Lugo	Süt ürünleri	Süt	Fonksiyonel süt ve içme sütü, süt tozu ve konsantre süt
#196	Valladolid	Industrias Lacteas Vallisoletanas, S.L.U.	İspanya	Valladolid	Süt ürünleri	Süt	Fonksiyonel süt ve içme sütü
#197	Villalba	Leche de Galicia, S.L.	İspanya	Villalba (Lugo)	Süt ürünleri	Süt	İçme sütü
#198	Villarrobledo	Lactalis Villarrobledo, S.L.U.	İspanya	Villarrobledo	Süt ürünleri	İnek ve keçi sütü	Peynir ve peyniraltı suyu tozu
#199	Guadalajara	L.N.P.L.R. Guadalajara S.L.	İspanya	Guadalajara	Süt ürünleri	Süt, konsantre süt ve krema	Yoğurt ve sütlü tatlılar
#203	Valladolid	Queserías entrepinares	İspanya	Valladolid	Süt ürünleri	Süt ve peynir	Preslenmiş peynir
#209	Granda	Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A.	İspanya	Granda	Süt ürünleri	Süt	UHT süt, toz süt, tereyağı, yoğurt
#210	Lugo	Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A.	İspanya	Lugo	Süt ürünleri	Süt	UHT süt, toz süt
#211	Zarzalejo	Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A.	İspanya	Zarzalejo	Süt ürünleri	Süt	UHT süt

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#212	Vidrerres	Vidrerres Llet, S.L	İspanya	Vidrerres	Süt ürünleri	Süt	UHT süt
#214	Aranda	Calidad Pascual, S.A.U.	İspanya	Aranda de Duero	Süt ürünleri	Süt, soya tohumları ve meyve suları konsantresi	Süt, sütlü içecekler, soyalı içecekler, yoğurtlar ve sütlü tatlılar, terayağı
#215	Gurb	Calidad pascual,s.a.u.	İspanya	Gurb (Barselona)	Süt ürünleri	Süt	Süt
#216	Alcázar de San Juan	Lácteos García Baquero, S.A.	İspanya	Jumilla	Süt ürünleri	İnek, keçi ve koyun sütü	Peynir
#217	Zaragoza	Cuarte, S.L.	İspanya	Zaragoza	Hayvan yemi	Hububat, mineraller, oleagin'ler, katıyağ	Karma yem
#218	Plasencia del Monte	Harineras Villamayor, S.A.	İspanya	Plasencia del Monte	Tahıl öğütme	-	Un
#220	La Rambla - Córdoba	San Lorenzo, S.A	İspanya	La Rambla - Córdoba	Tahıl öğütme	Buğday	Un
#222	Torija - Guadalajara	Harinas Torija, S.L.	İspanya	Torija - Guadalajara	Tahıl öğütme	Buğday	Un
#223	Barcelona	Cargill	İspanya	Barselona	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya	Ham soya yağı, soya kavuzları, düşük proteinli kúspe, yüksek proteinli kúspe
#224	Reus	Cargill	İspanya	Reus	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ayçiçek tohumları, mısır, soya	Ham ayçiçek yağı, düşük proteinli ve yüksek proteinli kúspe, rafine ayçiçek yağı, rafine mısır yağı
#225	Barcelona	Bunge	İspanya	Barselona	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya	Soya kúspesi ve rafine soya yağı
#226	Zierbena	Bunge	İspanya	Bilbao	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya ve ham ayçiçek yağı	Soya kúspesi, rafine soya yağı ve rafine ayçiçek yağı

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#227	Escombreras	Bunge	İspanya	Cartagena	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya ve ham ayçiçek yağı	Soya küspesi, rafine soya yağı ve rafine ayçiçek yağı
#228	Valio Riihimäki	Valio Ltd	Finlandiya	Riihimäki	Süt ürünleri	Süt	Sıvı sütler, yoğurtlar, tatlılar
#229	Valio Jyväskylä	Valio Ltd	Finlandiya	Jyväskylä	Süt ürünleri	Süt	Sıvı süt, özel sütlü içecekler
#230	Valio Tampere	Valio Ltd	Finlandiya	Tampere	Süt ürünleri	Süt	Sıvı süt, yumuşak peynir
#231	Valio Oulu	Valio Ltd	Finlandiya	Oulu	Süt ürünleri	Süt	Sıvı sütler, yoğurtlar, tatlılar, ekşi kremler
#232	Valio Haapavesi	Valio Ltd	Finlandiya	Haapavesi	Süt ürünleri	Süt	Yarı sert peynir, minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozları
#233	Valio Joensuu	Valio Ltd	Finlandiya	Joensuu	Süt ürünleri	Süt	Yarı sert ve yumuşak peynir, süt ve peyniraltı suyu tozları, sütlü içecek komponentleri
#234	Valio Lapinlahti	Valio Ltd	Finlandiya	Lapinlahti	Süt ürünleri	Süt	Sert ve yarı sert peynir, minerali giderilmiş peyniraltı suyu tozları
#235	Valio Seinäjoki	Valio Ltd	Finlandiya	Seinäjoki	Süt ürünleri	Süt	Tereyağı, sürülebilir ürünler, ekşimik, kuark, süt tozları
#236	Apetit Oyj Säkylä AAT (IED 6.4.ii diğer şirket faaliyetleri kapsamında da hizmet vermektedir)	Apetit Suomi Oy	Finlandiya	Säkylä	Sebzeme-yve	Apetit Oyj: bezelye, havuç, patates, ıspanak, sarı şalgam, kırmızı pancar, kereviz, pırasa. Sucros Ltd: şeker pancarı. Hankkija Oyj: sert preslenmiş şeker pancarı pulpu.	Dondurulmuş sebze, şeker, şeker üretiminden elde edilen hayvan yemi
#237	Finnamyl Oy	Finnamyl Oy	Finlandiya	Kokemäki	Niştasta üretimi	Patates	Patates niştası ve yem

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#238	Finnsugar Ltd. Porkkala fabrikası (diğer şirket ve halka hizmet veren ATT)	Finnsugar Ltd.	Finlandiya	Kirkkonummi	Şeker üretimi	Finnsugar Ltd: ham kamış şekeri, ham pancar şekeri Mildola Oy: yağlı bitki tohumları (örneğin kolza, soya)	Finnsugar Ltd: kuru şeker ürünleri, sıvı şeker ürünleri, şuruplar, gıda melasları, yan ürünler Mildola Oy: bitkisel yağlar, protein yemi
#239	Sinebrychoff Kerava	Sinebrychoff Supply Company	Finlandiya	Kerava	Bira üretimi	Su, malt, şeker, usare konsantreleri, aromalar, karbon dioksit	Bira, elma şarabı, alkolsüz içecekler, alkolsüz içecekler, karbonatlı su
#242	Hankkija Oy / Säkylä fabrikası	Hankkija Oy	Finlandiya	Säkylä	Şeker üretimi	Şeker pancarı pulpu.	Kurutulmuş şeker pancarı pulpu.
#243	Iisalmi brewery	Olvi Oyj	Finlandiya	Iisalmi	Bira üretimi	Malt, su, şerbetçi otu, şeker, tatlandırıcılar, elma ve şeftali bazı, bileşikler	Bira, elma şarabı, RTD, alkolsüz içecekler, maden suyu, spor içecekleri
#245	Biomar - Nersac	BioMar	Fransa	16440 Nersac	Hayvan yemi	Hububat, yağlı tohumlar, bitkisel proteinler, balık unu, balık yağı, bitkisel yağlar, katkı maddeleri	Kara hayvanı ürünleri içeren veya içermeyen, çeşitli boylarda deniz ve tatlı su balıkları için karma yem. Yalnızca balık yemi.
#246	Huttepain Aliments - La Chapelle Saint Aubin	Huttepain Aliments	Fransa	La Chapelle Saint Aubin	Hayvan yemi	Bitkisel hammaddeler	Hayvan yemi (kanatlı)
#247	Brasserie de l'Espérance _ Schiltigheim	Heineken	Fransa	Schiltigheim	Bira üretimi	-	-
#248	Brasserie Kronenbourg Obernai	Kronenbourg	Fransa	Obernai	Bira üretimi	-	-
#249	Brasserie Licorne SAS	Brasserie Licorne SAS	Fransa	Saverne	Bira üretimi	-	Bira, shandy, enerji içecekleri
#250	Candia - Awoingt	Candia (Groupe Sodiaal)	Fransa	Awoingt	Süt ürünleri	Süt (%95), süt tozu, bitkisel yağlar, kakao	UHT beyaz süt, aromalı süt, sıvı krema, süt tozu, bebek formülü

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#251	Celia-laiterie de craon	Lactalis	Fransa	53400 Craon	Süt ürünleri	Süt, toz, krema, permeat,	Sert peynir, süt tozu, bebek formülü, konsantre süt proteini ürünü (retentate), konsantre peyniraltı suyu, krema
#252	Entremont - Guingamp	Sodiaal	Fransa	Guingamp	Süt ürünleri	Süt, bitkisel yağlar, krema, konsantre süt ve peyniraltı suyu, peyniraltı suyu	Peynir, toz, konsantre peyniraltı suyu, krema
#253	Entremont - Malestroit	Sodiaal	Fransa	Malestroit	Süt ürünleri	Süt, konsantre süt ve peyniraltı suyu	Peynir, toz, krema, minerali giderilmiş toz
#254	Entremont - Quimper	Sodiaal	Fransa	Quimper	Süt ürünleri	Süt, yayık ayırma, ön konsantre (peyniraltı suyu, permeat)	Cheddar peyniri, toz, konsantre süt proteini ürünü (retentate), krema
#255	Eurosérum, Saint-Martin	Euroserum	Fransa	Saint-Martin-Belle- Roche	Süt ürünleri	Süt, konsantre peyniraltı suyu	Krema, süt tozu, peyniraltı suyu tozu, süt tozu, bebek formülü, konsantre süt proteini ürünü (retentate), konsantre peyniraltı suyu
#256	Fromagerie BEL - Dole	Groupe BEL	Fransa	Dole	Süt ürünleri	Peynir, tereyağı, krema	İşlenmiş peynir
#257	Fromagerie BEL - Sablé sur Sarthe	Groupe BEL	Fransa	Sablé sur Sarthe	Süt ürünleri	Süt, krema, toz süt ve peyniraltı suyu	Cheddar peyniri, toz, konsantre süt proteini ürünü (retentate), krema
#258	Usine de Vallet	Lactalis	Fransa	Vallet	Süt ürünleri	Süt, şeker, çikolata, meyveler, pirinç	Tatlı
#259	Laiterie d'Ancenis	Laita	Fransa	Ancenis	Süt ürünleri	Süt, krema	Toz, peynir, tereyağı
#260	Societe Beurriere de Retiers	Lactalis	Fransa	Retiers	Süt ürünleri	-	Tereyağı, yayık ayırma
#261	Societe Fromagere du Massegros	Lactalis	Fransa	Le Massegros	Süt ürünleri	Koyun sütü	Peynir: koyun sütü (feta), konsantre peyniraltı suyu, sıvı serum
#262	Danone - Le Molay Littry	Danone	Fransa	Le Molay Littry	Süt ürünleri	Esas olarak süt, ayrıca hububat, süt tozu, şeker, meyve hazırlama, çikolata, nişata	Taze peynir, yoğurt, tatlı, sıvı peyniraltı suyu

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#263	Grands Moulins de Paris Site de Verneuil-l'Etang	Grands moulins de Paris	Fransa	Verneuil-l'Etang	Tahıl öğütme	Buğday	-
#264	APM Pleurs	APM Deshy	Fransa	Pleurs	Hayvan yemi	Yonca (tarla kültürü) ve şeker pancarı pulpu (şeker üretimi yan ürünü)	Kurutulmuş yonca (pelet, balya), kurutulmuş şeker pancarı pulpu (pelet), diğer kurutulmuş ürünler (pelet)
#265	Luzeal Recy Voie Chanteraine	Luzeal	Fransa	Recy	Hayvan yemi	Yonca (tarla kültürü) ve şeker pancarı pulpu (şeker üretimi yan ürünü)	Kurutulmuş yonca (pelet, balya), kurutulmuş şeker pancarı pulpu (pelet), diğer kurutulmuş ürünler (pelet)
#266	Charal	Charal	Fransa	Flers	Et işleme	2. ve 3. seviye sığır eti işleme	-
#267	Duc	Duc	Fransa	Riec-sur-Bélon	Et işleme	Hindi dilim ve pane (breaded) hindi üretimi	-
#268	Madrange		Fransa	Limoges	Et işleme	Domuz eti, tuz, baharat	Pişmiş jambon
#269	Saviel France Etablissement de Tain l'Hermitage	Saviel France	Fransa	Tain L'Hermitage	Et işleme	3. ve 4. seviye sığır eti işleme: -3.: sığır eti dilim, kuzu eti, domuz eti ve dana eti, sakatat	Şiş (3.) ve sosisler (4.), soğutulmuş kıyma (3. ve 4.)
#270	Site Aoste	Groupe Aoste	Fransa	Aoste	Et işleme	Domuz eti	Kuru sosis, dumanlanmış jambon üretimi, şarküteri ürünleri dilimleme
#271	Raynal et Roquelaure zi les Taillades	Raynal et Roquelaure	Fransa	Capdenac Gare	Et işleme	Et, pişmiş sebze	Pişmiş et ve sebzelerle yapılan geleneksel ve egzotik yemekler
#272	Cargill St Nazaire Boulevard Leferme	Cargill	Fransa	St Nazaire	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ayçiçek tohumu ezme ve rafinasyonu	Yemeklik, ham ve rafine yağ

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#273	Lesieur Coudekerque	Lesieur	Fransa	Coudekerque	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ham yağ (kolza, ayçiçek, soya, mısır)	Rafine yağ, asitli yağ, rafine yağ şişeleme
#274	Saipol Bassens	Saipol	Fransa	Bassens	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza, ayçiçek tohumu	Rafine yağ, nötr yağ, küspe
#275	Saipol Sète	Saipol	Fransa	Sete	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza, ayçiçek tohumu	Rafine yağ, nötr yağ, asitli yağ, küspe
#276	MARS Petcare & Food France - Boulevard des Chenâts	Mars Inc	Fransa	Saint-Denis-de-l'Hôtel	Hayvan yemi	Dondurulmuş ve taze et, hububat ve sebze	Kedi ve köpekler için ıslak mama
#277	Royal Canin SAS	Royal Canin, Mars Inc. bağlı şirketi	Fransa	Aimargues	Hayvan yemi	Tarife bağlı olarak belirli hammaddeler	Kedi ve köpekler için kuru mama
#278	Pepsico / Tropicana	Pepsico	Fransa	Hermes	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Meyve suları, sebze suları, bileşikler, meyveler, diğer bileşenler	Meyve veya sebze suyu
#279	Refresco France- Site de Délifruits	Refresco France	Fransa	Marges	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Meyve suları, konsantre meyve suları, sebze suları, konsantre sebze suları, su, şeker, tatlandırıcılar, bileşikler, meyveler, diğer bileşenler	Meyve veya sebze suyu, konsantreden elde edilen meyve veya sebze suyu, meyve veya sebze nektarı, alkolsüz içecekler, meyveli içecekler

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#280	Chamtor Bazancourt	Chamtor	Fransa	Bazancourt	Nişasta üretimi	Buğday	Buğday doğal nişastası ve türevleri (glukoz şurupları, glukoz ve fruktoz şurupları) ve yan ürünleri (buğday gluteni, buğday hidrolize gluteni, buğday eriyebilir yemi, buğday rüşeymi, kepek) ve fermentasyon ürünleri gibi diğer türevler
#281	Roquette Beinheim	Roquette Freres	Fransa	Beinheim	Nişasta üretimi	Mısır ve buğday	Mısır ve buğday nişastası (doğal ve yapısı değiştirilmiş) ve türevleri (glukoz şurupları, glukoz ve fruktoz şurupları) ve yan ürünleri (mısır gluteni, buğday gluteni, mısır gluten yemi, buğday yemi, eriyebilir mısır, mısır rüşeymi ekspelleri, mısır yağı) ve biyoetanol üretimi
#282	Roquette Lestrem	Roquette Freres	Fransa	Lestrem	Nişasta üretimi	Mısır ve buğday	Mısır ve buğday nişastası (doğal ve yapısı değiştirilmiş) ve türevleri (glukoz şurupları, glukoz ve fruktoz şurupları ve dekstroz, maltodekstrinler) ve yan ürünleri (mısır gluteni, buğday gluteni, mısır gluten yemi, buğday yemi, eriyebilir mısır, mısır rüşeymi ekspelleri, mısır yağı) ve poliyoller ve fermentasyon ürünleri ve izosorbit gibi diğer türevler
#283	Roquette Vecquemont	Roquette Freres	Fransa	Vecquemont	Nişasta üretimi	Patates nişastası	Patates nişastası (doğal ve yapısı değiştirilmiş) ve yan ürünleri (patates proteini, lifler (pulplar))
#284	Roquette Vic	Roquette Freres	Fransa	Vic sur Aisne	Nişasta üretimi	Bezelye nişastası	Bezelye nişastası (doğal ve yapısı değiştirilmiş) ve yan ürünleri (protein, lifler)

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#285	SAS Lesaffre Frères	SAS Lesaffre Frères	Fransa	Nangis	Şeker üretimi	Yalnızca şeker pancarı.	Şeker üretimi, şeker pancarı pulpundan hayvan yemi
#286	Tereos France site d'Origny Sainte Benoîte	Tereos	Fransa	Origny Sainte Benoîte	Şeker üretimi	Şeker pancarı (şeker ve etanol), buğday (etanol)	Şeker ve etanol üretimi, şeker pancarı pulpundan hayvan yemi ve DDGS
#287	Cristal Union + Cristanol	Cristal Union	Fransa	Bazancourt	Şeker üretimi	Şeker pancarı (şeker ve etanol), buğday (etanol)	Şeker ve etanol üretimi, şeker pancarı pulpundan hayvan yemi ve DDGS
#288	Tereos France site de Bucy le long	Tereos	Fransa	Bucy le long	Şeker üretimi	Yalnızca şeker pancarı.	Şeker ve etanol (ham etanol) üretimi, şeker pancarı pulpundan hayvan yemi
#289	ARDO Gourin	ARDO	Fransa	Gourin	Sebze-meyve	Ispanak, taze bezelye, karnabahar, brokoli, havuç, patates, bezelye	Dondurulmuş sebze üretim, ambalajlama ve dondurulması
#290	Borderes et Lamensans	Société Sud Ouest Legumes S.A.	Fransa	Borderes et Lamensans	Sebze-meyve	Tatlı mısır, bezelye, fasulye	Konserve ve dondurulmuş sebzeler
#291	Conserves France	Saint Mamet SAS	Fransa	Vauvert	Sebze-meyve	Meyve	Meyve şurubu, kompostosu, reçeli
#292	Alfalfa Manufacturing	Cristal Union	Fransa	Bazancourt	Hayvan yemi	Yonca	Pelet
#293	Abbott Ireland	Abbott	İrlanda	Cootehill, Co Cavan	Süt ürünleri	Süt	Bebek formülü
#294	Glanbia Ingredients (Ballyragget) Limited	Glanbia Ingredients (Ballyragget) Limited	İrlanda	Ballyragget, Co. Kilkenny	Süt ürünleri	Süt, peyniraltı suyu konsantresi, krema	Tereyağı, sadeyağ, laktik tereyağı, cheddar peyniri, "cagliata", rennet kazein, aşınım asit kazein, süt proteini konsantresi, MPC permeatı, süst proteini izolat, yağsız süt tozu, yağsız konsantre, yayık ayranı tozu, peyniraltı suyu proteini konsantresi. peyniraltı suyu protein izolat, laktoz, laktozsuz permeat, krema

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#295	Carbery Milk Products Limited	Carbery Milk Products Limited	İrlanda	Ballineen, Co. Cork	Süt ürünleri	Süt ve peyniraltı suyu	Peynir, peyniraltı suyu proteini tozları, peyniraltı suyu protein izolatları, spor yiyecekleri, kremalar, yağsız süt tozu, alkol, maya ekstraktı tozu
#296	Kerry Ingredients (Ireland) Limited	Kerry	İrlanda	Listowel, Co. Kerry	Süt ürünleri	Süt, yağlar, peynir	Tereyağı, sadeyağ, kazein tozları, peyniraltı suyu tozları, peynir tozu, malt tozu, sürülebilir ürünler, işlenmiş peynir, süt protein izolat, süt ürünleri aromaları, krema tozları, süt proteini hidrolizat
#297	Glanbia Foods Society Limited	Glanbia Foods Society Limited	İrlanda	Ballitore, Co. Kildare	Süt ürünleri	Çiğ inek sütü	Pastörize süt ve krema
#298	Oleificio Zucchi	Oleificio Zucchi S.p.A.	İtalya	Cremona (CR)	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ham tohum yağları: yer fıstığı yağı, mısır yağı, ayçiçek yağı, soya yağı, kolza yağı	Rafine tohum yağları: yer fıstığı yağı, mısır yağı, ayçiçek yağı, soya yağı, kolza yağı
#299	Carapelli Firenze S.p.A. Inveruno Plant	Deoleo S.A.	İtalya	Inveruno (MI)	Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	Ham zeytinyağı ve tohum yağları	Zeytinyağı ve rafine yağlı tohum yağı
#300	Conselice	Unigra' SRL	İtalya	Conselice (RA)	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Palm yağı, yağlı tohumlar	Margarin, rafine yağ
#302	Salov Refinery	Salov S.P.A.	İtalya	Massarosa (LU)	Zeytinyağı işleme ve rafinasyonu	Zeytinyağı	Rafine zeytinyağı
#303	Italcol Spa	Italcol Spa	İtalya	Castelfiorentino (FI)	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ayçiçek tohumları, kolza tohumları, zeytin kabukları, üzüm çekirdekleri	Ham yağ, ekstraksiyon küspesi, yakma için biyokütle
#304	Tampieri S.P.A.	Tampieri S.P.A.	İtalya	Faenza (RA)	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ayçiçek tohumları, mısır rüşeymi, pirina, üzüm çekirdekleri	Ayçiçek yağı (ham ve rafine), mısır rüşeymi yağı (ham ve rafine), üzüm çekirdeği yağı (ham ve rafine), ayçiçek küspesi, mısır özü küspesi, üzüm çekirdeği küspesi, asit yağ

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#305	Ital Green Oil S.r.l. (Veneto)	Ital Green Oil SRL	İtalya	San Pietro di Morubio (VR)	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya	Ham soya yağı, soya küspesi, yüksek ve düşük protein, lesitin, rafine soya yağı
#306	Mangimificio di Quinto di Valpantena	Agricola Tre Valli Soc. Coop	İtalya	Verona	Hayvan yemi	Hububat ve türevleri, yağlı tohumlar ve türev ürünleri, baklagil tohumları ve türev ürünleri, mineraller, yem katkı maddeleri., kara hayvanları ürünleri, balıklar, diğer su hayvanları	Balık yemi
#307	Via Nazionale Sannitica, 60	Mangimi Liverini Spa	İtalya	Telese Terme (BN)	Hayvan yemi	Hububat ve türev ürünleri, yağlı tohumlar, yem bitkileri, süt ürünleri, hayvansal yan ürünler, mineraller, fermentasyon yan ürünleri, yağ asitleri, yem katkı maddeleri	Büyükbaş hayvanlar, süt hayvanları ve yumurtlayan tavuklar için karma yem
#308	Cargill Spessa	Cargill srl - Feed Nutrition	İtalya	Spessa (PV)	Hayvan yemi	Tahıl ve yan ürünleri, yağlı tohumlar ve yağlı tohum küspeleri, saman ve kuru yonca gibi kaba yemler, şeker pancarı pulpu., yağlar, mineraller, vitaminler ve oligo premiks, ilaçlı ve katkı maddeleri premiksler,	Süt hayvanları, sığır, koyun, tavşan, atlar için karma ve konsantre yem
#309	Purina Petcare	Nestlé Italiana S.p.A.	İtalya	Portogruaro	Hayvan yemi	Diğer	Kedi ve köpekler için kuru mama
#310	Bologna	Granarolo Spa	İtalya	Bologna	Süt ürünleri	Taze pastörize ve raf ömrü uzatılmış süt. Taze süt ürünleri, peynir	Süt

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#311	Gioia del Colle (Bari)	Granarolo Spa	İtalya	Gioia del Colle (Bari)	Süt ürünleri	Taze pastörize ve UHT süt, pastörize krema	Süt
#312	Igor srl	Igor srl	İtalya	Cameri (NO)	Süt ürünleri	Süt	Gorgonzola cheese
#313	Zanetti spa-marmirolo	Zanetti spa	İtalya	Marmirolo (MN)	Süt ürünleri	Grana Padano peyniri	Grana Padano peyniri
#314	Collecchio Parma	Parmalat	İtalya	Collecchio	Süt ürünleri	Süt, usare, şeker, aroma, meyveler	UHT süt, UHT krema, beşamel, meyve suları, yoğurt, tatlılar
#315	Zevio Verona	Parmalat	İtalya	Zevio	Süt ürünleri	Süt	UHT süt
#316	Barbiano	Conserve Italia soc coop agricola	İtalya	Cotignola (RA)	Sebze-meyve	Kayısı, şeftali, armut ve elma	Meyve suyu ve nektarları
#317	Solana SpA	Solana SpA	İtalya	Maccastorna (LO)	Sebze-meyve	Yarı mamul domates, sebze-meyve işleme	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası ve diğer domates bazlı ürünler, sebze suları, pulplar, yarı mamul ürünler için konsantreler
#318	Mutti Spa	Mutti SpA	İtalya	Montechiarugolo (PR)	Sebze-meyve	Domates işleme	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası, domates soslari ve diğer domates bazlı ürünler
#319	Ferrara Food SpA	Ferrara Food	İtalya	Argenta (FE)	Sebze-meyve	Yarı mamul domates, sebze-meyve işleme	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası ve diğer domates bazlı ürünler, sebze ve meyve suları, pulplar, yarı mamul ürünler için konsantreler
#320	Rodolfi Mansueto SpA	Rodolfi Mansueto SpA	İtalya	Collecchio (PR)	Sebze-meyve	Yarı mamul domates, sebze işleme	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası, domates soslari ve diğer domates bazlı ürünler, sebze suları, pulplar, yarı mamul ürünler için konsantreler

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#321	Columbus Srl	Columbus Srl	İtalya	Parma (PR)	Sebze-meyve	Domates işleme	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası, domates sosları ve diğer domates bazlı ürünler
#322	Hans Zipperle spa	Hans Zipperle spa	İtalya	Merano (BZ)	Sebze-meyve	Sebze-meyve	Meyve suları, pulplar ve yarı mamul ürünler için konsantreler
#323	SICA SRL	SICA SRL	İtalya	Pagani (SA)	Sebze-meyve	Konserve domates	Tüm soyulmuş domates, konkase/doğranmış (küp) domates
#326	La Doria spa	La Doria spa	İtalya	Fisciano (SA)	Sebze-meyve	Konserve domates	Kıyılmış ve soyulmuş
#327	Greci Industria Alimentare spa	Greci Industria Alimentare spa	İtalya	Parma	Sebze-meyve	Sebze-meyve	Doğranmış (küp), konkase, rende (passata) domates, domates salçası, domates sosları ve diğer domates bazlı ürünler, konserve sebze (yerelması, mantar, vb.)
#328	S.F.I.R. Raffineria di Brindisi	S.F.I.R. Raffineria di Brindisi s.p.a.	İtalya	Brindisi (BR)	Şeker üretimi	Ham kamış şekeri	Beyaz şeker, melas
#329	Zuccherificio di Minerbio	Co.Pro.B. SCA	İtalya	Minerbio (BO)	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Beyaz şeker, melas, kurutulmuş ve preslenmiş pancar pulpu
#330	Cesare Fiorucci SpA	Campofrio foodholding	İtalya	Pomezia (RM)	Et işleme	Çiğ domuz eti	Salam, mortadella, wurstel, prosciutti cotti/arrosti, pançeta, coppe
#331	Cesena Production plant (Avi.Coop s.c.a)	Avi.Coop s.c.a.	İtalya	Cesena (FC)	Et işleme	Kanatlılar	İşlenmiş et ürünleri
#333	Barilla G. e R. Fratelli S.p.A. (impianto molitorio a frumento duro)	Barilla G. e R. Fratelli S.p.A.	İtalya	Altamura (BA)	Tahıl öğütme	Durum buğdayı	Durum buğdayı, durum buğdayı irmiği

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#334	Molini Lario S.p.A. (impianto molitorio a frumento tenero)	Molini Lario S.p.A.	İtalya	A. Brianza (CO)	Tahıl öğütme	Yumuşak buğday	Yumuşak buğday irmiği
#336	FrieslandCampi na Workum	FrieslandCampina	Hollanda	Workum	Süt ürünleri	Süt ve peyniraltı suyu	Peynir ve peyniraltı suyu tozu
#338	FrieslandCampi na Beilen	FrieslandCampina	Hollanda	Beilen	Süt ürünleri	Süt ve peyniraltı suyu	Süt ve peyniraltı suyu tozu
#339	FrieslandCampi na Lochem	FrieslandCampina	Hollanda	Lochem	Süt ürünleri	Süt	Süt tozu
#340	FrieslandCampi na Borculo	FrieslandCampina	Hollanda	Borculo	Süt ürünleri	Peyniraltı suyu	Peyniraltı suyu ile ilgili tozlar ve konsantreler
#341	FrieslandCampi na Lutjewinkel	FrieslandCampina	Hollanda	Lutjewinkel	Süt ürünleri	Süt	Peynir
#342	FrieslandCampi na Maasdam	FrieslandCampina	Hollanda	Maasdam	Süt ürünleri	Süt	Süt, yoğurt, sütlü tatlılar gibi tüketici ürünleri
#344	FrieslandCampi n Den Bosch	FrieslandCampina	Hollanda	Den Bosch	Süt ürünleri	Krema	Tereyağı ve tereyağı ile ilgili ürünler
#345	FrieslandCampi na Veghel	FrieslandCampina	Hollanda	Veghel	Süt ürünleri	Süt ve peyniraltı suyu	İşlenmiş peyniraltı suyu tozları, krema, yağsız süt, süt tozları
#351	Chelmża şeker üretim hattı/ tesisi	Nordzucker Polska S.A.	Polonya	Chelmża	Şeker üretimi	Şeker pancarı ve ham kamış şekeri	Şeker, melas, pulp
#352	Gliniojeck şeker üretim hattı/ Şeker Fabrikası	Pfeifer& Langen Gliniojeck S.A	Polonya	Gliniojeck	Şeker üretimi	Şeker pancarı ve ham kamış şekeri	Şeker, melas, pulp
#353	Miejska Górka şeker üretim hattı/ Şeker Fabrikası	Pfeifer&Langen Polska S.A	Polonya	Miejska Górka	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, melas, pulp

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#354	Cerekiew şeker üretim hattı/ Şeker Fabrikası	Suedzucker Polska S.A.	Polonya	Cieżykowice	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, melas, pulp
#355	Ropczyce şeker üretim hattı/ Şeker Fabrikası	Suedzucker Polska S.A.	Polonya	Ropczyce	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, melas, pulp
#356	Gerber Fabrikası	Nestle Polska S.A.	Polonya	Rzeszów	Sebze-meyve	İşlenmiş sebze-meyve	Çocuk maması
#357	OSI Food Solutions Poland Sp. z o.o. Üretim Tesisi	OSI Food Solutions Poland Sp. z o.o.	Polonya	Ostróda	Et işleme	Et	Et burgerler
#360	Tyski Browar Książecy	Kompania Piwowarska S.A.	Polonya	Tychy	Bira üretimi	Malt, şeker şurubu, acılık (bitterness) ekstraktı, granül acılık ve aroma	Bira
#361	Bosman Browar w Szczecinie	Carlsberg Supply Company Polska S.A.	Polonya	Szczecin	Bira üretimi	Malt, arpa, şerbetçiotu, su	Bira
#363	De Heus	De Heus	Polonya	Łęczycza	Hayvan yemi	Yenilebilir kök ve yumrular, yağlı tohumlar, tahıllar, sebze yaprakları içeren yem	Hayvan yemi
#365	ADM Szamotuly	DPM	Polonya	Szamotuly	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza küspesi ve rafine kolza yağı
#366	Varşova tesisi	Danone Sp. zo.o	Polonya	Varşova	Süt ürünleri	Süt	Yoğurt aromalı süt
#367	Bieruń tesisi	Danone Sp. zo.o	Polonya	Bieruń	Süt ürünleri	Süt	Yoğurtlu içecekler, ekşimik, yoğurt
#368	Dondurma Fabrikası	Nestle Polska S.A.	Polonya	Namysłów	Süt ürünleri	Şeker, süt tozu, sıvı süt, peyniraltı suyu tozu, glukoz şurubu, hindistancevizi yağı	Dondurma
#373	Sidul Açúcares, Unipessoal Lda.	Sidul Açúcares, Unipessoal Lda.	Portekiz	Loures	Şeker üretimi	Ham kamış şekeri	Kuru şeker ürünleri

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#374	Refrige, Sociedade Industrial de Refrigerantes, S.A	Refrige, Sociedade Industrial de Refrigerantes, S.A	Portekiz	Palmela	Alkolsüz içecekler ve meyve-sebze nektarı/suyu	Su, şeker, usare konsantreleri, aromalar, karbon dioksit	Alkolsüz içecekler
#375	Sovena Oilseeds Portugal, S.A	Sovena Oilseeds Portugal, S.A	Portekiz	Almada	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Soya, ayçiçek tohumları, kolza tohumları	Ham bitkisel yağ ve soya, ayçiçek ve kolza küspeleri, biyodizel
#378	Parmalat Portugal - Produtos Alimentares, Lda.	Parmalat Portugal - Produtos Alimentares, Lda.	Portekiz	Palmela	Süt ürünleri	Çiğ süt	Pastörize süt, tereyağı ve krema
#379	SCC - Fábrica de Vialonga	SCC–Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A.	Portekiz	Vila Franca de Xira	Bira üretimi	Su, arpa, malt, şeker, karbon dioksit, maya	Bira ve alkolsüz içecekler
#385	Brewery (Fabrica de bere)	SC European Food SA	Romanya	Bihor	Bira üretimi	Şerbetçiotu, mısır, su, malt	Bira
#386	SC Agrana Romania SA	SC Agrana Romania SA	Romanya	Neamt	Şeker üretimi	Bira, ham kamış şekeri	Beyaz şeker
#387	Kallhäll	Arla Foods	İsveç	Stockholm	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Taze süt ve krema, fermente süt
#388	Götene	Arla Foods	İsveç	Götene	Süt ürünleri	Esas olarak süt ve krema, bitkisel yağ, hububat ve diğer bileşenler	Peynir, tereyağı ürünleri, süt tozu ve hububat bazlı çocuk maması
#389	Visby	Arla Foods	İsveç	Visby	Süt ürünleri	Süt	Süt tozu ve taze süt
#390	Linköping	Arla Foods	İsveç	Linköping	Süt ürünleri	Esas olarak süt, ayrıca diğer bileşenler	Yoğurt ve diğer fermente ürünler, raf ömrü uzun süt
#393	Malmö Mejeri AB	Skånemejerier AB	İsveç	Malmö	Süt ürünleri	Esas olarak süt ve diğer bileşenler	ESL süt, ekşi süt, yoğurt
#394	Örtofta	Nordic Sugar AB	İsveç	Eslöv	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, ham şeker ve şeker pancarı esaslı yem ürünleri

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#395	Kristianstads Stärkelsefabrik	Lyckeby Starch AB	İsveç	Kristianstad	Nişasta üretimi	Patates	Patates nişastas1, patates lifi, patates proteini, konsantre meyve suyu
#397	Danish Crown K-Pack AB	Danish Crown K-Pack AB	İsveç	Jönköping	Et işleme	Sığır ve domuz	Sığır ve domuz ürünleri
#399	Pivovarna Laško, D.D., PLG	Pivovarna Laško, D.D., PLG	Slovenya	Laško	Bira üretimi	Malt, hububat	Cam, kutu, fiç1, PET şişede bira, radler, malt içecekler, içme suyu (still water)
#400	Pivovarna Union, D.D., PLG	Pivovarna Union, D.D., PLG	Slovenya	Ljubljana	Bira üretimi	Malt, hububat	Cam, kutu, fiç1, PET şişede bira, radler, alkolstüz içecekler, içme suyu
#401	Bridgwater Dairy (South West England)	Muller Wiseman Dairies	Birleşik Krallık	Bridgwater	Süt ürünleri	Çiğ süt	Sıvı süt
#402	Droitwich Dairy (Midlands England)	Muller Wiseman Dairies	Birleşik Krallık	Droitwich Spa	Süt ürünleri	Çiğ süt	Sıvı süt
#405	Westbury Dairy (South West England)	Arla Foods	Birleşik Krallık	Westbury	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Yağsız süt tozu ve perakende tereyağı
#406	Davidstow Creamery (South West England)	Dairy Crest	Birleşik Krallık	Davidstow	Süt ürünleri	Çiğ süt	Peynir, peyniraltı suyu tozu
#408	Llandyrnog Dairy (North Wales)	Arla Foods	Birleşik Krallık	Ruthin	Süt ürünleri	Esas olarak süt	Peynir, peyniraltı suyu konsantresi
#409	Wyke Farms Dairy (South West England)	Wyke Farms	Birleşik Krallık	Bruton	Süt ürünleri	Çiğ süt	Peynir
#412	Bury St Edmunds Sugar Factory (South East England)	British Sugar	Birleşik Krallık	Bury St Edmunds	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, hayvan yemi
#413	Cantley Sugar Factory (South East England)	British Sugar	Birleşik Krallık	Norwich	Şeker üretimi	Şeker pancarı	Şeker, hayvan yemi

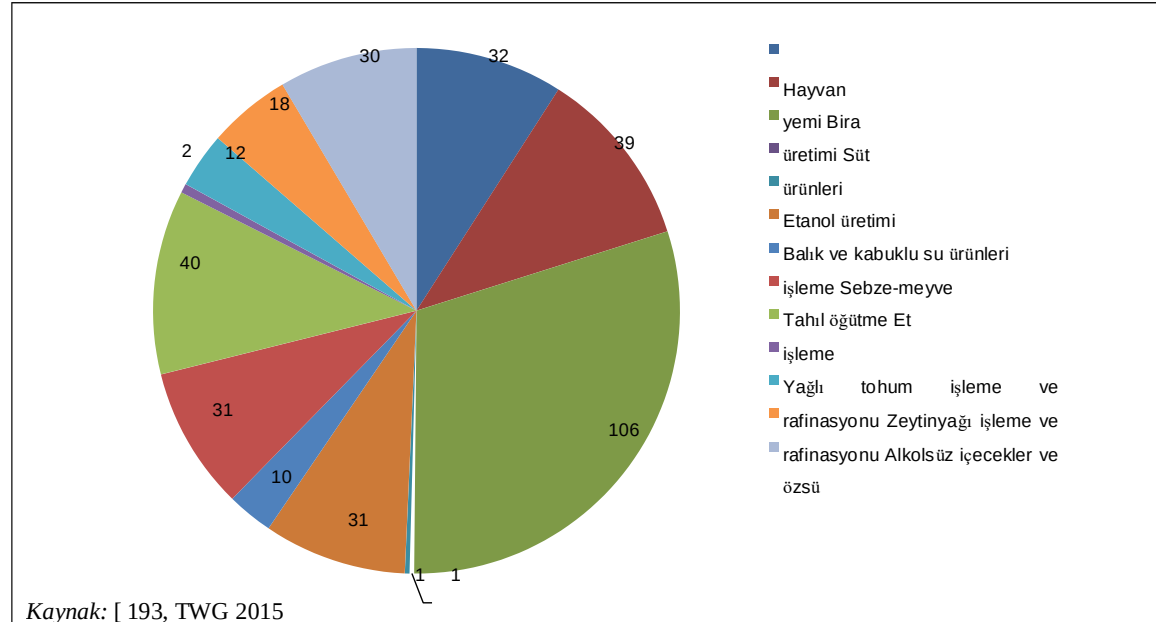
Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#414	Newark Sugar Factory (Midlands England)	British Sugar	Birleşik Krallık	Newark	Şeker üretimi	Şeker pancarı, ham şeker	Şeker, hayvan yemi
#415	Wissington Sugar Factory (South East England)	British Sugar	Birleşik Krallık	Kings Lynn	Şeker üretimi	Şeker pancarı, şeker suyu ve şurubu	Şeker, hayvan yemi, etanol, betain
#416	South Brink factory (South East England)	Nestle Purina Petcare	Birleşik Krallık	Wisbech	Hayvan yemi	Hububat, hayvansal yan ürünler (ıslak ve kuru)	Evcil hayvan yemi, kutu, folyo, torba raf ömrü uzun ürün
#417	Heineken Manchester, Royal Brewery (North West England)	Heineken UK	Birleşik Krallık	Manchester	Bira üretimi	Biralık malt	Bira
#418	Heineken Hereford (Bulmers Cider Mills) (Midlands England)	Heineken UK	Birleşik Krallık	Hereford	Bira üretimi	Elma konsantresi	Elma şarabı
#419	Trafford Park Starch Refining facility (North West England)	Cargill Plc	Birleşik Krallık	Manchester	Nişasta üretimi	Buğday	Glukoz şurubu, vital buğday gluteni, nişasta, kepek, etanol ve hayvan yemi ürünleri
#422	Carmarthen Feed Mill (South West Wales)	ForFarmers UK Ltd	Birleşik Krallık	Carmarthen	Hayvan yemi	Sebze esaslı hammadde (hububat, yağlı tohumlar ve insani tüketim amaçlı gıda sanayisi bitkisel yan ürünler)	Geviş getiren hayvan yemleri
#423	Dungannon Mill (Northern Ireland)	United Feeds Ltd	Birleşik Krallık	Dungannon	Hayvan yemi	Yalnızca bitki kaynaklı ürünler. Tahıl ve yan ürünleri, yağlı tohumlar ve yan ürünleri, şeker yan ürünleri, meyve yan ürünleri, vitaminler ve mineraller	Pelet ve harmanlanmış yiyecek formunda yalnızca geviş getiren hayvanlara yönelik yemler

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#424	Lancaster Mill (North West England)	Carrs Billington Agriculture (Operations) Ltd	Birleşik Krallık	Lancaster	Hayvan yemi	Hububat, bitkisel proteinler, melas, sıvı yenilebilir yağlar, mineraller, katkı maddeleri ve eser element premiksleri	Geviş getiren hayvanlar ve at yemi
#425	Flixborough Mill (North East England)	AB Agri Ltd	Birleşik Krallık	Flixborough	Hayvan yemi	Hububat, bitkisel proteinler, bitkisel yağlar, balık unu (< %5), mineraller, katkı maddeleri ve eser element premiksleri	Dökme kanatlı yemleri
#431	Northampton brewery	Carlsberg UK Ltd	Birleşik Krallık	Northampton	Bira üretimi	Biralık malt	Bira
#432	Coronet Mills Manchester	Allied Mills	Birleşik Krallık	Manchester	Tahıl öğütme	Buğday	Un
#433	Chancelot Mill Edinburgh	DPM	Birleşik Krallık	Edinburgh	Tahıl öğütme	Buğday	Un ve hayvan yemi peletleri
#436	Indulleida S.A.	Indulleida S.A.	İspanya	Alguaire (Lleida)	Sebze- meyve	Sebze-meyve	Usare, meyve lifleri, meyve püreleri ve aromalar
#438	Ruskington	Tulip Ltd	Birleşik Krallık	Sleaford	Et işleme	Esas olarak domuz eti	Kızartılmış ürünler (mini sosisler, İskoç yumurtası)
#439	Kings Lynn	Tulip Ltd	Birleşik Krallık	Kings Lynn	Et işleme	Esas olarak domuz eti	Dilimlenmiş/pişmiş etler
#440	Bromborough	Tulip Ltd	Birleşik Krallık	Bromborough	Et işleme	Esas olarak domuz eti	Sosisler
#442	Belgomilk - Ysco	Milcobel cvba	Belçika	Langemark	Süt ürünleri	Süt	Peynir, tereyağı, süt tozu, peyniraltı suyu ürünleri, dondurma
#450	Aviko Oostrum	Royal Cosun	Hollanda	Venray	Sebze- meyve	Patates	Önceden kızartılmış derin dondurulmuş ve kurutulmuş patates ürünleri
#453	LWM Kruiningen	Lamb Weston/Meijer	Hollanda	Kruiningen	Sebze- meyve	Patates	Önceden kızartılmış derin dondurulmuş patates ürünleri ve kurutulmuş fleykler

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#458	Lelystad	McCain	Hollanda	Lelystad	Sebze-meyve	Patates	Önceden kızartılmış derin dondurulmuş patates ürünleri
#459	Oerlemans Broekhuizenvorst	Oerlemans Foods	Hollanda	Broekhuizenvorst	Sebze-meyve	Patates, sebze-meyve	Dondurulmuş ürünler
#461		Peka Kroef B.V.	Hollanda	Odiliapeel	Sebze-meyve	Patates	Haşlanmış patates
#463	Kuru evcil hayvan yemi tesisi - Hill's	Hill's pet Nutrition Mfg. BV	Hollanda	Etten-Leur	Hayvan yemi	İşlenmiş hayvan proteinleri, hububat, yağlar ve katı yağlar, vitaminler ve eser elementler	Kedi ve köpekler için kuru mama
#464	Jonker Petfood BV	Jonker Petfood BV	Hollanda	Waalwijk	Hayvan yemi	Et ve et türevleri, hububat, yağlar ve katı yağlar, balık ve balık türevleri, bitki kaynaklı türevler, süt ve süt türevi, vitamin ve mineraller	Öğütme, ekstrüzyon, kurutma, kaplama, soğutma
#466	ADM Europoort	DPM	Hollanda	Europoort	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza ve soya	Kolza küspesi, soya küspesi, rafine kolza yağı ve soya yağı
#468	Kruszwica	Bunge	Polonya	Kruszwica	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza küspesi, rafine kolza yağı, şişe yağ, margarinler
#469	Brzeg	Bunge	Polonya	Brzeg	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Kolza	Kolza küspesi, rafine kolza yağı, şişe yağ, margarinler
#471	Amerikahaven	Cargill	Hollanda	Amsterdam	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ezme ve rafine ayçiçek tohumları	Yemeklik, ham ve rafine yağ
#473	WEO BV	Wilmar	Hollanda	Rotterdam	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Ham palm yağı, ham hindistancevizi yağı, ham palm çekirdeği yağı	RCNO/RPKO/RPO/PO L56/POL64/PST

Tesis kodu	Tesis adı	Şirket adı	Üye Devlet	Şehir	Ana FDM sektörü	Hammadde	Ürünler
#474	Rotterdam	IOI Loders Crocklaan	Hollanda	Rotterdam	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Yemeklik yağlar	Palm yağı, palm çekirdekleri, hindistancevizi ve diğerleri
#475	Wormerveer	IOI Loders Crocklaan	Hollanda	Rotterdam	Yağlı tohum işleme ve bitkisel yağ rafinasyonu	Yemeklik yağlar	Palm yağı, palm çekirdekleri, hindistancevizi, şifai ağacı ve diğerleri
#484	Gain Feeds	Glanbia Plc	İrlanda	Portlaoise	Hayvan yemi	Bitkisel yem maddesi	Domuzlar ve geviş getiren hayvanlar için karma yem
#486	Aalst	Tereos-Syral	Belçika	Aalst	Nişasta üretimi	Buğday	-
#495	Zoeterwoude	Heineken Nederland Supply	Hollanda	Zoeterwoude	Bira üretimi	Bira fabrikası - hammadde malt	Bira

Not: “-” = Bilgi verilmemiştir.
Kaynak: [193, TWG 2015]



Şekil 19.1 Ana FDM sektörleri itibariyle FDM tesislerinin dağılımı

19.2 EK II - İşleme teknikleri ve ünite işlemleri

19.2.1 Malzeme kabul ve hazırlama

19.2.1.1 Malzeme taşıma ve depolama

Malzeme taşıma, hammadde, ara ürünler, son ürünler ve atık dahil olmak üzere diğer çıktıların kabulü, ambalajından çıkarılması, depolanması ve dahili taşınmasına uygulanmaktadır. Malzeme taşıma, tüm FDM tesislerinde uygulanmaktadır.

Katı malzemeler yaygın olarak paletler üzerine istiflenmiş torbalarda veya konteynerlerde teslim edilmektedir. Ayrıca, bu malzemeler dondurulmuş, karton kaplamalı standart bloklar halinde paketlenmiş olarak teslim edilebilmektedir. Bu malzemeler genelde forkliftlerle taşınmakta ve ambarlarda depolanmaktadır. Büyük miktarlardaki katı hammaddeler ve tozlar çoğunlukla dökme olarak teslim edilmektedir. Bu hammadde ve tozlar doğrudan işleme için boşaltılmakta veya gelecekte kullanım için silolarda depolanmaktadır. Katı hammaddeler, sık sık sebze, kök ve yumrulara olduğu gibi su yoluyla, katı partiküller ve tozda olduğu gibi havayla veya taşıyıcı bantlar, asansörler, vidalı konveyörler ve pompalarla taşınabilmektedir.

Sıvı malzemeler genellikle dökme yük tankerlerinde teslim edilerek, depolama tanklarına pompalanmaktadır. Sıvının dahili taşınması, sıvının boru sistemlerinden pompalanmasıyla, pahalı ve karmaşık olabilmektedir, gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, küçük miktarlardaki sıvılar, mini dökme yük konteynerleri veya varillerde teslim edilmektedir. Bu sıvılar daha sonra forkliftlerle depolama alanlarına taşınmaktadır.

N₂, CO₂ ve SO₂ gibi gazlar özel basınçlı kaplarda teslim edilmekte ve depolanmaktadır. Gerekğinde bunlar ilgili sisteme bağlanmakta ve basınç farkları yoluyla boru sistemiyle taşınmaktadır. Örneğin SO₂, şeker ve şarap işleminde kullanılırken, N₂ ve CO₂, paketleme ve soğutmada kullanılmaktadır.

19.2.1.2 Ayırma/eleme, sınıflandırma, kabuk çıkarma, gövde çıkarma/sap çıkarma, budama

Çoğu hammadde, yenmeyen veya değişken fiziksel özelliklere sahip bazı parçalar içermektedir. İleri işleme için hammaddenin gereken üniformluğunu elde etmek için ayırma veya eleme, sınıflandırma, kabuk çıkarma, gövde çıkarma veya sap çıkarma ve budama gibi işleme teknikleri gerekmektedir. Hammaddedeki herhangi bir metal partikülünü gidermek için bir metal dedektörü de kullanılabilir. Ayrıca, taş temizleme (örneğin meyve, zeytinlerde) ve badiç temizleme (örneğin bezelye, fasulyede) işlemleri yapılabilmektedir. Bu işleme teknikleri genelde meyve ve sebzelerin işlenmesinde ilk adım olarak kullanılmaktadır. Teknikler aynı zamanda et, yumurta ve balık işleme için kullanılmaktadır.

Kuru ve ıslak ayırma veya eleme, hammadde ve/veya bulamacın, şekil, boyut, ağırlık, görüntü ve renk temelinde kategorilere ayrılmasıdır. Kuru ayırma, malt sanayisinde eşit boylu taneleri seçmek için uygulanmaktadır. Islak ayırma, bileşenleri ayırmak için bulamaçlarda uygulanmaktadır.

Tarımsal hammaddelerin boya göre ayrılması ve kuru temizliği, katıları iki veya daha fazla kısma ayırmaktadır. Boydaki büyük farklılıklar ürünün fazla veya yetersiz işlenmesine yol açabildiğinden, boya göre ayırma özellikle, ısıtılmak veya soğutulmak zorunda olan FDM ürünleri için önemlidir. Boya göre ayırmada, sabit veya değişken açıklıklı çeşitli elek tipleri kullanılabilir. Elekler sabit, döner veya titreşimli olabilmektedir. Şekle göre ayırma, örneğin bantlı veya merdaneli ayırıcı ile manüel ya da mekanik olarak yapılabilir. Ağırlığa göre ayırma, çok hassas bir yöntemdir, bu nedenle, parça et, yumurta, tropikal meyve ve belli sebzeler gibi daha değerli gıdalar için kullanılmaktadır. Görüntüye göre ayırma, gıdaların uzunluk, çap ve görünüme, bir başka ifadeyle yüzey kusurları ve gıdanın bir konveyör üzerindeki yönüne göre ayrılmasında kullanılmaktadır. Son olarak, rengi değişmiş kusurlu parçaların renge göre ayrılması, mikro işlemci kontrollü renk ayırıcılar kullanarak yüksek oranlarda uygulanabilmektedir.

Ayırma aynı zamanda, yapraklar ve taşlar gibi ilk bakışta bazı istenmeyen ek maddelerin veya olgunlaşmamış ya da çürümüş üzüm suyu meyveler gibi uygun olmayan hammaddelerin ayrılmasını sağlamakta ve yalnızca kaliteli gıdanın korunması ve ileri işleme için verilmesinin sağlanmasını amaçlamaktadır.

Sınıflandırma, genel kaliteleri hakkında bir fikir edinmek için bazı gıda özelliklerinin değerlendirilmesidir. Teknik normalde, eğitimli operatörlerce gerçekleştirilmektedir. Örneğin denetçiler tarafından etlerde hastalık, yağ dağılımı, karkas büyüklük ve şekil kontrolü yapılmaktadır. Sınıflandırılan diğer ürünler arasında peynir ve çay bulunmaktadır. Bazı durumlarda, sınıflandırma laboratuvar analizi sonuçlarına dayanmaktadır.

Şarap sanayisinde, sınıflandırma, olgunlaşma derecelerine - örneğin şeker içeriği - göre hasadı yapılan üzümlerin gerekli sınıflandırmasını kapsamaktadır. Birçok özellik otomatik olarak incelenememekte ve uniform kalitede bir ürün elde etmek için birkaç özelliği aynı anda değerlendirmek üzere eğitimli operatörler çalıştırılmaktadır. Sınıflandırma, gereken vasıflı personelin yüksek maliyetinden dolayı ayırmaya göre daha pahalıdır.

Kabuk çıkarma, sebze kabukları ile kakao çekirdeği kabuklarını çıkarılmasıdır. Kakao çekirdeklerinin kabuklarını çıkarmak için bu çekirdekler ilk önce, ayarlanabilir dişli merdanelerde kırılmaktadır. Kırılan parçalar daha sonra elenerek kısımlara ayrılmaktadır. Her bir kısım, hafif kabuk parçalarını uzaklaştıran bir hava akımı ile işleme tabi tutulmaktadır. Bu kırma ve hava verme işlemi genelde savurma olarak anılmaktadır.

Ayrıca, kabuk çıkarma, soya ezme işlemlerinde kullanılmaktadır. Soya kabuk çıkarma işleminden önce daima, kabukların daha iyi uzaklaştırılmasını sağlayan bir ısıtma adımı gelmektedir. Sebze kabuklarının kolay çıkarılması, çekirdek kabuğunun kalınlığına bağlıdır ve ıslak veya kuru yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Islak yöntemde, sebzeler birkaç saat suda bekletilmekte, süzülmekte, kurutulmakta, öğütülmekte ve daha sonra çekirdek kabuğunu çıkarmak için sebzelere hava verilmektedir. Kuru yöntemde, çekirdekler yüzeyi aşındırmak için zımparalı merdanelerden geçirilerek yağ ile karıştırılmaktadır. Özellikle çekirdek kabuğu sert olan sebzelerde bu yöntem yaygın olarak uygulanmaktadır.

Gövde veya sap çıkarma, sebze-meyve gövdelerinin - örneğin üzüm - çıkarılması işlemidir. Şarap yapımında kullanılmaktadır.

Budama, yenilebilir olmayan veya kusurlu kısımların çıkarılması veya hammaddenin ileri işleme için uygun bir boyda kesilmesi için kullanılmaktadır. Budama elle yapılabilirdiği gibi döner bıçaklarla da yapılabilmektedir.

19.2.2 Boyut küçültme, karıştırma ve şekillendirme

19.2.2.1 Kesme, dilimleme, doğrama, kıyma, öz çıkarma ve presleme

Kesme, dilimleme, doğrama, kıyma, öz çıkarma ve preslemenin amacı, ileri işleme için malzeme boyunu küçültmek veya doğrudan tüketim için yeme kalitesi veya uygunluğunu artırmaktır. Bu işlemler, FDM sektöründe yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Örneğin et, balık, peynir, sebze-meyve, patates ve örneğin şeker pancarı gibi çeşitli tarım ürünlerinin işlenmesinde kullanılmaktadır. Normalde işlenecek ürüne uygun hale getirilmiş çok çeşitli ekipman bulunmaktadır. Ekipmanlar, işlemlerin büyüklüğüne bağlı olarak elektrikli olabilmekte veya elle çalıştırılabilmektedir.

Kesme, büyük - orta boylu malzemelerin boyut küçültmesi için kullanılmaktadır. Genellikle kesme için bıçak, satır veya testere kullanılmaktadır. Kesme, et ve balık işlemede önemli bir işlemdir. Et kesme, karkasın temizliği ve parçalanması, iç organların çıkarılması, kuyruk vb.nin (appendage) çıkarılması için kesimevinde kesim sonrasında kullanılmaktadır ve Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri (SA) MET-REF'te ele alınmaktadır [93, COM 2005]. Et tesislerinde karkaslar, kemik, deri ve yağ çıkarılarak parça etler olarak ayrıca küçültülmektedir. Örneğin jambon, domuz sucuğu veya sosis elde etmek amacıyla ileri işleme için hazırlanan et başlangıçta, taze ete benzer bir şekilde işleme tabi tutulmaktadır ve daha sonra, ileri işleme işlemlerine tabi tutulacaktır. Bu işlemler arasında kemik çıkarma, deri soyma (derinding), yağ alma, dilimleme, doğrama, kıyma ve emülsifiye etme yer almaktadır. Et işlemede kullanılan kesme ekipmanları, elektrikli satırlar, karkasları ayırmak için döner veya düz testereler ve karkasların daha küçük parçalara ayrılması için şerit testerelerden oluşmaktadır.

Bu ekipmanların tümü elektrikli dir. Domuz etinden deri ve yağın ayrılması için özel deri soyma makineleri kullanılmaktadır. Patates kızartması üretimi için patates kesme işleminde genelde, patateslerin sabit bıçaklar üzerinden yüksek hızda suyla taşındığı hidro bıçaklar kullanılmaktadır.

Dilimleme işlemi ile, eşit kalınlıkta malzeme parçaları elde edilmektedir. Dilimleme ekipmanı, altından geçerken gıdayı kesen döner veya karşılıklı bıçaklardan oluşmaktadır. Bazı zamanlar, malzeme santrifüj kuvvetiyle bıçaklara yaslanmaktadır. Bazı durumlarda - örneğin et ürünlerinin kesilmesi için - ise, malzeme bıçak boyunca ilerledikçe bir araba üzerinde tutulmaktadır. Elma gibi sert meyveler, bir tüp içinde sabit bıçaklar üzerinden geçirilerek aynı anda dilimlenmekte ve meyvenin çekirdeği çıkarılmaktadır. Şeker sanayisinde, şeker pancarları, küspe olarak adlandırılan ince dilimler olarak kesilmektedir.

Dilimlemenin bir çeşidi, küp şeklinde doğrama olup, et, sebze-meyve için uygulanmaktadır. Doğramada (küp), gıda ilk önce dilimlenmekte, daha sonra döner bıçaklarla şeritlere ayrılmaktadır. Şeritler, birinci sete dik açıda çalışan ve şeritlere küpler halinde kesen ikinci bir döner bıçak setine verilmektedir.

Doğramada (chopping), hammaddeler küçük parçalara ayrılmaktadır. Et, meyve ve sebzelerde kaba pulpta doğrama gerçekleştirilmektedir. Doğramada, malzeme yavaş bir şekilde dönen bir kaseye yerleştirilmekte ve yüksek hızda dönen bir bıçak setine verilmektedir. Kaseli doğrama olarak da adlandırılan bu teknik, sosis ve benzer ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Boyut küçültme derecesi, bıçak hızı ve kesme süresine göre değiştirilebilmekte ve uç durumlarda, malzeme gerekirse bir emülsiyonda küçültülebilmektedir.

Kıyma esas olarak ette boyut küçültme ve homojenizasyon için kullanılmaktadır. Eti kıymak için bir et kıyma makinesi kullanılmaktadır. Bu, ağızda bir kesme levhası veya döner bıçaklar bulunan hafif, vidalı prestir. İşlem, etin açıklıkları bulunan bir levhadan geçirildiği kesme ve ekstrüzyon işlemlerinin bir birleşimidir.

Öz çıkarma esas olarak sebze ve meyvelerde boyut küçültme ve homojenizasyon için kullanılmaktadır. Bir hareketli kaba yüzey meyve veya sebzeleri parçalayarak, malzemeyi bir boşlukta sıkmakta ve bir homojen kütle elde etmektedir. En yaygın öz çıkarma makineleri, tamburlu ve diskli öz çıkarma makineleridir. Bazı zamanlar, öz çıkarma işlemi, usare ekstraksiyonu için kullanılmaktadır.

Presleme, üzümün, diğer hammaddelerin sıvı kısmını veya maserasyon sonrası cibrenin çıkarılması için uygulanmaktadır. Presleme, şarap üretiminde, bazı diğer alkollü içkilerde ve sebze-meyve sularında kullanılmaktadır.

İki ana pres tipi vardır. Yatay pnömatik pres, presin ortasında bulunan bir şişirilmiş pnömatik membrandan oluşmaktadır. Üzümsü meyveler yavaş bir şekilde preslenerek, genellikle şarap, elma şarabı ve perry yapımında şıra (must) olarak bilinen usareyi bir tanka çıkarırken, katı parçalar preste kalmaktadır. Hidrolik basınçlı düşey preste üzümler, presleme sırasında bu üzümleri içeren bir kafese yerleştirilmektedir. Yatay tablalı presler, üzümleri düşey olarak preslemekte ve kafesten geçen şıra (must), ileri işleme için bir tankta toplanmaktadır. Üzümler kafeste kalmaktadır. Bantlı presler ve yatay presler gibi başka pres tipleri de bulunmaktadır.

19.2.2.2 Karıştırma/harmanlama, homojenizasyon ve konçlama

Bu işlem grubunun amacı, iki veya daha fazla bileşenin üniform bileşimini elde etmek ve bir gıda maddesinde eşit tane boyu dağılımı sağlamaktır. Bu aynı zamanda, özellikler ve yeme kalitesinde iyileşme sağlayabilmektedir. Bu işlemler, hemen hemen tüm FDM sektörlerinde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Karıştırma veya harmanlama, farklı malzemelerin birleştirilmesidir. Aynı bileşenlerin uzamsal dağılımı, belli bir homojenlik derecesi elde etmek için azaltılmaktadır. FDM sektöründe çeşitli karıştırma işlemleri görülebilmektedir.

Örneğin, hayvan yemi, çay ve kahve harmanları, kurutulmuş çorba, kek karışımları, kustard, dondurma karışımları ve malt harmanları üretimi sırasında, katı-katı karışımı kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan karıştırma ekipmanı döner tamburlar, döner mikserler, kanallı ve şerit mikserler, silindir veya koni şekilli kaplarda karıştırma vidaları ve değişken hızlı çakma vidalardan oluşmaktadır. Genellikle, çekilen havadan toz geri kazanımı için işlemin dahili parçası olarak siklonlar kullanılmaktadır. Geri kazanılan malzeme daha sonra yeniden işlenmektedir.

Örneğin konserve gıda ve süt ürünleri üretimi sırasında, katı-sıvı karışımı kullanılmaktadır. Bu karıştırma tipi aynı zamanda örneğin, içeriğin yaklaşık sıvı halde karıştırıldığı ve soğuma ile katılaştığı çikolata ve tatlı üretiminde kullanılmaktadır. Ağdalı karışımlar için, yoğurma makineleri kullanılmaktadır. Viskozitesi zayıf karışımlar için, çeşitli tiplerde karıştırıcılar, pervaneler ve çalkalayıcılar kullanılmaktadır.

Örneğin mayonez, margarin ve çözelti karışımlarının üretimi sırasında sıvı-sıvı karışımı kullanılmaktadır. Bu karıştırma tipi aynı zamanda, farklı şaraplar veya maden sularını birbiriyle ya da katkı maddeleri veya fazla içerikle harmanlamak için kullanılmaktadır. Çeşitli tiplerde karıştırıcılar, pervaneler ve çalkalayıcılar kullanılmaktadır.

Son olarak, örneğin dondurma, köpük krema ve tatlı yapımı sırasında sıvı-gaz karışımı kullanılmaktadır. Püskürtmeli kurutma sırasında, sıvı faz bir gaz akımında karıştırılmaktadır. Gaz akımı ile temas sokulan küçük sıvı damlacıkları elde etmek için atomizerler kullanılmaktadır. Dondurma, köpük krema veya köpük yapımı sırasında, küçük gaz kabarcıkları bir sıvıya beslenmektedir.

Homojenizasyonun amacı, daha eşit tane boyu veya daha homojen malzeme harmanı elde etmektir. Homojenizasyon örneğin, sütte eşit bir şekilde parçalara ayrılmış olarak kalarak, yağın ayrılmasını ve kremanın yükselmesini önlemeleri için yağ globüllerini küçültmek için tam süte uygulanmaktadır. Sıvı, bir başka ifadeyle tam süt, küçük bir açıklıktan 200 - 300 bar'lık yüksek basınçta preslenmektedir.

Konçlama, çikolata sanayisinde kullanılan özel bir yoğurma yöntemidir. Erimiş çikolata kütlesi bir özel kanal biçimli kaba yerleştirilerek, yavaş bir şekilde ileri geri hareket eden bir granit merdane ile yoğurulmaktadır. Konçlamanın amacı, kütlenin viskozitesini azaltmak ve tat ve dokuyu iyileştirmektir.

19.2.2.3 Öğütme ve ezme

Öğütme, katı kuru malzemenin boyunun küçültülmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca, yeme kalitesini ve/veya malzemenin ileri işleme için uygunluğunu artırabilmektedir. Öğütme, hububat ve hayvan yemi sanayisinde temel işlemdir ve aynı zamanda, kamış şekerini ezmek ve şeker ve rom fabrikalarında şeker ekstraksiyonunu kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Ezme, örneğin şırayı (must) serbest bırakmak için üzüm suyu meyveler ve üzümlerin kabuğunun parçalanmasını kapsamaktadır.

Öğütme, un öğütme, hayvan yemi, irmik, bira üretimi, şeker ve süt ürünleri sektörleri gibi kuru katı malzemelerin işlendiği yerlerde uygulanmaktadır. Ezme, maya çoğaltımını kolaylaştırmak ayrıca, şarap yapımında olduğu gibi, presleme öncesi geleneksel maserasyonları gerçekleştirmek için gereklidir.

Tüm öğütme tekniği ve ekipmanı çeşitleri, farklı gıda türleriyle uygulanmak üzere mevcuttur. Öğütme, kuru veya ıslak olarak gerçekleştirilebilmektedir. Islak öğütmede, daha küçük tane boyları elde edilebilmektedir. Genelde kuru teknik, tane boyu bölümlerini veren eleme veya hava ile sınıflandırma ile birleştirilmektedir. Genellikle, çekilen havadan toz geri kazanımı için işlemin dahili parçası olarak, siklonlar gibi azaltım sistemleri kullanılmaktadır. Geri kazanılan malzeme daha sonra yeniden işlenmektedir.

FDM sektöründe kullanılan en yaygın değirmen tipleri, çekiçli değirmenler, bilyalı değirmenler, merdaneli değirmenler ve diskli değirmenlerdir. Çekiçli değirmen, bir çelik kırıcı levha ile kaplanmış yatay veya düşey silindirik odadan oluşmakta ve uzunluğu boyunca çekiçle donatılan yüksek hızlı bir rotor içermektedir.

Malzeme, çekiçler malzemeyi kırıcı levhaya doğru sürdüğünden darbe kuvvetleriyle parçalanmaktadır. Bilyalı değirmen, çapı 2,5 - 15 cm olan çelik bilyalarla yarı dolu, yavaş dönüşlü yatay çelik silindirden oluşmaktadır.

Son tane boyu, dönüş hızı ve bilyaların büyüklüğüne bağlıdır. Merdaneli değirmen, birbirine doğru dönen ve merdanelerin arasındaki boşluktaki gıda maddesi parçalarını çeken iki veya daha fazla çelik merdaneden oluşmaktadır. Aradaki boşluk, “sıkma boşluğu” (nip) olarak bilinmektedir. “Sıkma boşluğu” büyüklüğü, farklı gıda maddelerine göre ayarlanabilmektedir. Diskli değirmen, bir sabit mahfazada tek bir döner disk veya zıt yönlerde dönen iki diskten oluşmaktadır. Gıda maddesi disk ile mahfaza arasındaki veya diskler arasındaki ayarlanabilir boşluktan geçmektedir. Diskli değirmenlerin, disk ve mahfazaya sabitlenmiş birbirine geçmiş pimleri bulunmaktadır. Bu, öğütme etkinliğini artırmaktadır.

19.2.3 Seperasyon teknikleri

19.2.3.1 Ekstraksiyon

Ekstraksiyonun amacı esas olarak, hammaddedeki değerli çözünür bileşenlerin daha sonra sıvıdan ayrılıp geri kazanılabilmesi için bu bileşenleri bir sıvı çözeltide çözerek bunların geri kazanımını gerçekleştirmektir. Ancak, amaç her zaman bir hammaddeden tek bir belirli bileşenin saf olarak geri kazanılması olmamaktadır, bir başka ifadeyle bazı zamanlar ekstraksiyonda, artıktaki bulunan çözünür bileşenlerin tümünün ayrılması amaçlanmaktadır, örneğin kahve ekstraksiyonu buna örnektir.

Ekstraksiyon FDM sektöründe yaygın olarak uygulanmaktadır. Örnekler arasında şeker pancarı veya şeker kamışından şeker ekstraksiyonu, yağlı tohum ve ham pirinadan yağ ekstraksiyonu, kahve çekirdeklerinden kahve ekstraksiyonu, kahve çekirdeklerinden kafein ekstraksiyonu ve birçok farklı maddeden protein, pektin, vitamin, pigment, esansiyel yağlar, aroma bileşikler ve lezzet bileşikler gibi çeşitli başka bileşiklerin ekstraksiyonu yer almaktadır.

Ekstraksiyon, çözünür bileşenlerin çözünmez veya az çözünür bileşenlerden uygun bir çözeltide çözülerek ayrılabilmesi prensibine göre çalışmaktadır. Ekstraksiyon için uygun hammaddeler yalnızca katı maddeler, katı maddeler ve çözelti içerebildiği gibi katı maddeler ve sıvı içerebilmektedir. Bazı zamanlar katı-sıvı ekstraksiyonu, ekstraksiyonu olarak adlandırılmaktadır. Çözünür bileşen bir sıvıya eklendiğinde, değerli çözünür bileşeni geri kazanmak için ekstraksiyon uygulanabilmektedir. Yaygın olarak ekstrat, ürün veya ara ürün ve atık, atık veya yan üründür. Ekstraksiyon işleminin verimliliği, çözücünün seçiciliğine bağlıdır. Yaygın çözücüler arasında su, hekzan, metilen klorür, etil asetat ve alkol gibi organik çözücüler bulunmaktadır. Kahve ekstraksiyonunda kritiküstü CO₂ kullanılmaktadır.

İstenen bileşiklerin etkin ekstraksiyonunu sağlamak için hammaddelere genellikle ön ısıtma uygulanmaktadır. Örneğin şeker pancarları ve şeker kamışı ince dilimler halinde kesilmekte, sert kabuklu meyveler ve tohumlar öğütülmekte veya fleyklenmekte, kahve çekirdekleri kavrulmakta ve öğütülmekte ve çay yaprakları kurutulmakta ve öğütülmektedir.

En basit ekstraksiyon yöntemi, yanal akışlı ekstraksiyon olarak adlandırılan taze çözücü ile yinelemeli ekstraksiyondur. Bununla beraber, çözücü maliyetlerinden dolayı ve çok düşük konsantrasyonlu ekstrat verdiğinden bu yöntem nadiren kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan yöntem, kesikli veya sürekli proseste ters akışlı ekstraksiyondur. Kesikli ters akışlı ekstraksiyon normalde yalnızca küçük miktarlarda maddenin işlenmesinde kullanılmaktadır. Sürekli işleyen ekstraktörlerde, katı madde ve çözücü ters akışla akmaktadır. Ekstraksiyondaki bir zorluk, çözücünden ekstrakte edilen maddenin geri kazanımıdır. Bu, buharlaştırma, kristalleştirme, damıtma veya buharla ayırma işlemleriyle gerçekleştirilebilmektedir.

Prensipite, madde ve sıvı akışları için birçok farklı taşıma yöntemi mümkündür. Yaygın olarak kullanılan taşıma sistemlerinin bazı örnekleri arasında, yatay veya düşey olarak hareket eden bir kesintisiz konveyör veya devreye bağlı delikli tablalar, katı maddeyi eğimli olarak düşey bir şekilde veya yukarıya doğru ters akışla taşıyan helezon - helezon, sıvının üniform akışını elde etmek için delinmiştir - konveyörler ve son olarak, çözücünün pompa ile sirkülasyonunun gerçekleştiği ve katı madde üzerine püskürtüldüğü kesintisiz delikli bant yer almaktadır.

19.2.3.2 Santrifüjleme

Santrifüjleme, karışmaz sıvı ve katıların sıvılardan ayrılması için kullanılmaktadır. Seperasyon, santrifüj kuvvetleri uygulanarak veya doğal yerçekimi altında gerçekleştirilmektedir.

Bu teknik genelde süt ürünleri sanayisinde sütün klarifikasyonu, sütün ve peyniraltı suyu yağının alınması, kremanın yoğunlaştırılması, kazein üretimi ve geri kazanımı için kullanılmakta ayrıca peynir sanayi ve laktoz ve peyniraltı suyu işleminde kullanılmaktadır. Ayrıca teknik, içecek teknolojisinde, sebze-meyve suyu, kahve, çay, bira, şarap ve soya sütü üretimi, yağ ve katıyağ işleme/geri kazanımı, kakao yağı üretimi, şeker üretimi ve atıksu arıtmada kullanılmaktadır.

Santrifüjleme, biri sürekli faz olan iki veya daha fazla fazdan oluşan karışımların seperasyonu için uygulanmaktadır. Sürekli sistemler ve temizleme için kesikli sistemler olmak üzere santrifüjler iki genel yolla çalıştırılmaktadır. Sürekli sistemlerde, işlem sırasında bulamaç deşarj edilebilmektedir. Seperasyon, fazlar arasındaki yoğunluk farkı ile tahrik edilmektedir. Santrifüj kuvvetleri kullanılarak seperasyon işlemi hızlandırılmaktadır. Gerekli santrifüj kuvvetleri, ürünler döndürülerek üretilmektedir. Üretilen kuvvet, dönüş hızı ve yarıçapına bağlı olmaktadır. Örneğin, çiğ sütte, yağsız süt sürekli fazdır, yağ fazı, çapları birkaç mikron olan yağ globüllerinden oluşan kesikli fazdır ve üçüncü bir faz, katı partiküllerden oluşmaktadır. Bira üretiminde, saf sıra (wort) elde etmek için sıcak trub partiküllerinin uzaklaştırılması amacıyla sıcak sıranın klarifikasyonu gerçekleştirilmektedir. Sıra klarifikasyonu için yaygın olarak kullanılan ekipman, sıra trub partiküllerinin teğetsel akışta ayrıldığı hidrosiklondur.

Santrifüjler dört gruba ayrılmaktadır:

- Boru ve disk gövdeli (bowl) santrifüjler,
- Sürekli gövdeli (solid bowl) ve nozullu veya valfli deşarjlı santrifüjler,
- Konveyör gövdeli (bowl), karşılıklı konveyör ve sepetli santrifüjler,
- Hidrosiklonlar veya burgaçlar.

Boru gövdeli (tubular bowl) santrifüj, bir sabit mahfaza içinde 15 000 - 50 000 d/d ile dönen bir düşey silindirden oluşmaktadır. Bu santrifüj, karışmaz sıvıların - örneğin sıvıdan bitkisel yağ ve su veya katı maddeler - seperasyonu için kullanılmaktadır. İki parça, halka şeklindeki tabakalara ayrılmakta, daha yoğun olan sıvı veya katı madde, gövde çeperine yakın bir noktada çökelmektedir. Daha sonra iki tabaka ayrı olarak deşarj edilmektedir. Genelde, oluşan daha ince sıvı tabakalarından dolayı daha iyi seperasyon sağlayabildiğinden disk gövdeli santrifüj FDM sektöründe daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Silindirik gövde (bowl), ters koni veya disklerden oluşmakta ve seperasyonun gerçekleşmesi için sıvıların kısa bir mesafe boyunca ilerlemesi yeterli olmaktadır. Bu santrifüjler, 2 000 - 7 000 d/d ile çalışmaktadır ve santrifüj kapasitesi 150 000 l/s'ye kadar çıkmaktadır. Disk gövdeli santrifüjler, süttten kremanın ayrılması, yağ, kahve ekstratı ve usare klarifikasyonu veya bulamaçtan nişastanın ayrılması için kullanılmaktadır.

Sürekli gövdeli (solid bowl) santrifüj, en basit katı-sıvı santrifüjüdür ve büyük miktarlardaki sıvılardan küçük miktarlardaki katıların uzaklaştırılmasında yararlı olmaktadır. Bir döner silindirik gövdeden oluşmaktadır. Çözelti, gövdeye beslenmektedir. Katı maddeler gövde çeperinde çökelirken sıvı, gövdenin üzerinden taşarak dökülmektedir. Ayrıca, santrifüj durdurulmadan kekler uzaklaştırılabilir. Daha yüksek katı madde seviyelerini, bir başka ifadeyle ağırlıkça $> 3\%$, içeren çözeltiler, nozul veya valfli deşarjlı santrifüjler kullanılarak ayrılabilir. Bu santrifüjler, katı maddelerin otomatik deşarjına izin veren çift konik gövdeye sahip modifiye disk gövdeli santrifüjdür. Bu santrifüj tipleri, maya hücreleri gibi katı kısımların geri kazanımı için yağ, usare, bira ve nişastaların işleme tabi tutulmasında kullanılmaktadır. Kapasiteleri, 300 000 l/s'ye kadar çıkmaktadır. Süttten bakteri hücreleri ve sporları ayıran yüksek hızlı santrifüj işlemi olan baktöfuj (bactofuge), özel tip santrifüjdür.

Konveyör gövde veya dekantör, karşılıklı konveyör ve sepetli santrifüjler, beslenen ürün yüksek katı veya bulamaç seviyelerine sahip olduğunda kullanılmaktadır. Bu santrifüjler, yağsız süttten kazein ayrılması için hayvansal protein ayrıca, bitkisel proteinlerin geri kazanımı, kahve, kakao ve çay bulamaçlarının ayrılması ve yağlardan bulamacın uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. Konveyör gövdeli santrifüjde, sürekli gövde, helezon konveyörden 25 d/d daha hızlı dönmektedir.

Bu, katı maddelerin santrifüjün bir ucuna taşınmasına yol açarken, sıvı kısım çapı daha büyük olan diğer uca ilerlemektedir. Karşılıklı konveyörlü santrifüj, örneğin çözeltiden kristallerin ayrılması gibi gevrek katı maddelerin ayrılması için kullanılmaktadır.

Beslenen ürün bir döner sepete, aynı hızda dönen bir huniden girmektedir. Bu, sıvının hızının kademeli olarak gövde (bowl) hızına yükseltmekte, böylece kesme kuvvetlerini en aza indirmektedir. Sıvı, gövde çeperindeki deliklerden geçmektedir. Katı madde tabakası oluştuğunda, bu tabaka bir karşılıklı kol tarafından ileriye doğru itilmektedir. Sepetli santrifüj, dönüş hızı 2 000 d/d olan bir filtre ortamı kaplamalı delikli sepete sahiptir. Seperasyon, 5 - 30 dakika süren döngülerle gerçekleşmektedir. Döngünün üç aşamasında, beslenen çözelti ilk önce, yavaş bir şekilde dönen gövdeye girmekte, daha sonra hız artırılmakta ve seperasyon gerçekleşmektedir. Son olarak, gövde hızı düşürülmekte ve kek tabandan deşarj edilmektedir. Kapasite, 90 000 l/s'ye kadar çıkmaktadır.

Bir tipik hidrosiklon, bir silindirik bölümde sona eren bir konik bölümden oluşmaktadır. Hidrosiklon, eksenel olarak monte edilmiş bir taşma borusu veya vorteks yakalayıcı ile birlikte, teğetsel girişlidir ve bir uç plakası ile kapatılmıştır. Konik bölümün ucu, bir dairesel tepe açıklıkta sona ermektedir. Çalışırken, bulamaç pompa basıncı altında teğetsel girişten verilerek, güçlü bir girdap hareketi oluşturulmaktadır. Bulamacın bir bölümü, üst akıştan deşarj edilen daha hafif partikülleri içerirken, bulamacın geriye kalan kısmı ve katı maddeler alt akış açıklığından deşarj edilmektedir.

19.2.3.3 Filtrasyon

Filtrasyon, katı maddeleri tutan ve sıvının geçmesine izin veren gözenekli ortam, elek veya filtre bezi aracılığıyla bir sıvıdaki asıltıdan katı maddelerin seperasyonudur. Hava filtrasyonu, 2.3.7.2.2 ve 2.3.7.2.5 no'lu maddede ele alınmaktadır.

FDM sektöründe filtrasyon, örneğin şarap, bira, yağlar ve şuruplarda, daha sonra süzüntünün geri kazanımıyla birlikte, küçük miktarlardaki katı partiküllerin uzaklaştırılması yoluyla sıvı ürünlerin klarifikasyonu ve örneğin meyve suları veya birada, süzüntü ya da kek elde etmek için büyük miktarlardaki katı maddeden sıvının seperasyonu için kullanılmaktadır. Teknik basınçlı filtrasyon, bir başka ifadeyle besleme tarafına basınç uygulayarak veya vakum filtrasyon, bir başka ifadeyle süzüntü tarafına vakum uygulayarak çalışmaktadır.

Basınçlı filtrasyonun iki ana tipini, plakalı ve çerçeveli filtreli pres ve yaprak filtre oluşturmaktadır.

Plakalı ve çerçeveli filtreli pres, sıralı olarak düzenlenen ve bir çift ray üzerinde desteklenen plaka ve çerçevelerden oluşmaktadır. Boşluklu çerçeve, filtre bezi ile plakadan ayrılmaktadır. Bulamaç, her bir çerçevedeki girişten pompalanmakta ve süzüntü bezden geçerek plakaların oluklu yüzeylerinden aşağı akmakta ve her bir plakanın tabanında bulunan bir çıkış kanalından drene edilmektedir. Filtre, 250 kPa - 800 kPa arası basınçta çalışmaktadır. Filtreli pres, kesikli olarak çalıştırılmaktadır. İdeal döngü süresi, filtre kekinin sunduğu direnç ve presin sökölüp yeniden takılması için geçen süreye bağlıdır. Bu pres, preslerin sökme, boşaltma ve yeniden takma işlemleri yarı otomatik bir şekilde gerçekleştirilirken kullanılabilir. Bazı zamanlar, filtrasyonu iyileştirmek için ön kaplama veya gövde olarak perlit ya da ince silisli toprak gibi filtre yardımcılarını kullanılmaktadır. Ekipman güvenilirdir ve ekipmanın bakımı kolaydır. Ayrıca, özellikle elma suyu ve elma şarabı üretiminde ve yemeklik yağ rafinasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Membran filtreli pres, özel bir plakalı ve çerçeveli filtreli pres tipidir. Hava veya suyla basınçlandırılabilen bir membran plakaya monte edilmektedir. Filtre keki üzerindeki 20 bar'a kadar çıkabilen yüksek basınçtan dolayı, daha fazla sıvı geri kazanılarak, daha kuru filtre keki elde edilmektedir.

Çok daha büyük kapasiteli üniteleri geliştirme ihtiyacı, yaprak filtrelerin hayata geçirilmesine yol açmıştır. Yaprak filtreler, filtre ortamına kaplanan ve süzüntü için çıkış kanalı görevi gören boşluklu çerçeve üzerinde desteklenen ağ yapraklardan oluşmaktadır. Yapraklar yatay veya düşey yığın şeklinde düzenlenebilmektedir. Beslenen çözelti, yaklaşık 400 kPa basınçta kabuğa pompalanmaktadır. Filtrasyon tamamlandığında, katı artık savrulmakta veya yapraklardan yıkanmaktadır.

Vakum filtreler normalde kesintisiz olarak çalıştırılmaktadır. Çözelti filtre keki veya bezden emilerek, katı maddeler bez üzerine çökelmektedir. Filtre plakasının ardıl tarafındaki basınç farkı normalde, vakum üretiminin maliyetinden dolayı 100 kPa'dır. Bazı zamanlar, filtrasyonu iyileştirmek için ön kaplama veya gövde besleme ürünü filtre yardımcıları kullanılmaktadır. Bu tür durumlarda, katı madde artıklarını kazımak için bir bıçak kullanılmaktadır. Döner tamburlu filtre ve döner vakum diskli filtre. iki yaygın filtre tipidir.

Döner tamburlu filtre, bir filtre bezi ile kaplı olan ve bir merkezi vakum pompasına bağlı bölmelere ayrılan, yavaş bir şekilde dönen bir silindirden oluşmaktadır. Tambur döndükçe, bir çözelti banyosuna dalmaktadır. Süzüntü, dalmanın gerçekleştiği bölmenin filtre bezinden akmaktadır. Bölme banyodan ayrıldığında, filtre keki çözeltisiz olarak emilmekte ve yıkanmaktadır. Tambur daha da döndükçe, ilgili bölme için vakum serbest kalmakta ve kek, basınçlı hava uygulanarak bezden gevşetilmekte, daha sonra bir kazıyıcı ile uzaklaştırılmaktadır. Döngü yinelenirken sırasıyla her bir bölme için aynı işlem gerçekleşmektedir.

Döner vakum diskli filtreler, tamburlu filtrelerle benzer bir şekilde bir çözelti banyosunda yavaş bir şekilde dönen bir düşey disk serisinden oluşmaktadır. Her bir disk bölmelere ayrılmakta ve her bir bölümde merkezi şafta açılan bir çıkış bulunmaktadır. Disklerde katı madde artıklarını sürekli olarak uzaklaştırmak amacıyla kazıyıcılar bulunmaktadır.

19.2.4 Isı ile işleme

19.2.4.1 Pişirme ve kaynatma

FDM sektöründe, pişirme için birçok işleme tekniği mevcuttur.

Pişirme ve kaynatma, esas olarak gıdaları yenilebilir hale getirmek için gıda maddelerine uygulanan ısı ile işleme teknikleridir. Ayrıca, pişirme ve kaynatma, gıdanın dokusu, rengi ve nem içeriğini değiştirmekte ve daha sonra gelen diğer süreçleri kolaylaştırabilmektedir.

Pişirme ve kaynatma, hazır yemek, tam öğün hazırlama ve çeşitli et ürünleri gibi yemek bileşenleri için endüstriyel ölçekte uygulanmaktadır. Ayrıca, son işleme öncesinde gıda maddelerinin ısıtılması için uygulanmaktadır.

Pişirme, fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Birçok fırın tipi vardır: su banyosu, püskürtme, buhar, sıcak hava ve mikrodalga.

Su banyosu fırınları, en homojen ısıtmanın elde edilmesini sağlamaktadır. Sıcak suya daldırma ağırlığın kaybolmasına yol açmakta ve protein ve yağların su içinde serbest kalmasını sağlamaktadır. Kaynatma, bir su banyosu fırınında kaynama sıcaklığında pişirir.

Püskürtmeli fırınlar, düzgün ısıtma üniformluğu sağlamaktadır. Bu fırınlar, püskürtücülerden verilen suyun ve fırının tabanındaki, serpantinlerle ısıtılan toplama haznesinden yükselen doymuş buharın eş zamanlı çalışmasını içermektedir.

Buharlı fırınlarda, su püskürtücü iptal edilmekte ve her türlü ısıtma yalnızca toplama haznesinde üretilen buharla gerçekleştirilmektedir.

Sıcak hava fırınları, yüzey neminin kontrol edilmesi gerektiğinde, bir buhar girişini ve ısı eşanjörlerinden geçirilerek elde edilen sıcak hava resirkülasyonunu içermektedir.

Mikrodalga fırında, gıdalar içlerinden mikrodalgalar geçirilerek ısıtılmakta, bunun sonucunda gıdanın içinde oluşan ısı, hızlı pişirmeyi kolaylaştırmaktadır.

19.2.4.2 Pastörizasyon, sterilizasyon ve UHT işlemleri

Gıda ve yem ürünlerinin konservasyonu, mevcut mikroorganizmaların imha edilmesiyle sağlanmaktadır. Ürünlerin konservasyonu için ısı ile işlem, FDM sektöründe kullanılan temel tekniklerden biridir. Isı ile işlem, bakteri ve enzim aktivitesini durdurarak, kalite kaybını önlemekte ve gıdanın bozulmasını önlemektedir. Isı ile işlem proseslerinde, ürün özellikleri ve raf ömrü gerekliliklerine bağlı olarak çeşitli zaman/sıcaklık kombinasyonları uygulanabilmektedir.

Pastörizasyon ve sterilizasyon, her tür FDM ürününü işleme tabi tutmak için kullanılmakta olup, süt, usare ve bira bu ürünler arasındadır. UHT işlemi, düşük viskoziteli sıvı ürünler için uygulanmaktadır.

Pastörizasyon, süt, meyve bazlı içecekler, bazı et ürünleri ve diğer gıdalarda bulunacak herhangi bir mikroorganizma, bir başka ifadeyle patojen veya bozulmaya yol açan organizmanın canlı formlarını imha etmek veya birada olduğu gibi raf ömrünü uzatmak için kullanılan kontrollü ısıtma işlemidir. Sebze-meyvelerin işlenmesinde, blanşe olarak anılan benzer bir kontrollü ısıtma işlemi kullanılmaktadır. Hem pastörizasyon hem blanşe, belirli mikroorganizma veya enzimlerin etkinliğinin giderilerek gıdalardaki herhangi bir kalite değişikliğini en aza indirmek için gereken minimum ısı kullanımına dayanmaktadır [87, EC 1999]. Pastörizasyonda, genellikle 100 °C'nin altında bir ısıtma sıcaklığı uygulanmaktadır.

Sterilizasyon, korunan gıdada bulunabilecek herhangi bir mikroorganizma, bir başka ifadeyle patojen veya bozulmaya yol açan organizmanın canlı formları ve sporlarını imha etmek için kullanılan kontrollü ısıtma işlemidir. Sterilizasyon, nemli ısı, filtrasyon, radyasyon veya kimyasal yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Pastörizasyona göre, kararlı bir ürün raf ömrü elde etmek için yeterli uzunlukta bir süre boyunca 100 °C'nin üzerinde bir ısı işlemi uygulanmaktadır.

UHT işlemi, çok kısa bir süre için 100 °C'nin üzerindeki ısı işlemidir.

Pastörizasyon sıcaklığı genelde 62 °C - 90 °C arasındadır ve pastörizasyon süreleri saniyeler ile dakikalar arasında değişmektedir. Kesikli pastörizasyonda, 30 dakikaya kadar çıkan bir sürede 62 – 65 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı kısa süreli (HTST) pastörizasyonda, 15 - 240 saniyelik sürede 72 – 75 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır. Yüksek ısılı kısa süreli (HHST) pastörizasyonda, 1 - 25 saniyelik sürede 85 – 90 °C'lik bir sıcaklık kullanılmaktadır.

Kesikli pastörizasyon, çalkalamalı kaplarda gerçekleştirilmektedir. Bazı zamanlar ürün, bir başka ifadeyle bira ve meyve suları, şişelendikten veya kutulandıktan sonra pastörize edilmektedir. Bu işlemde ürünler kendi kapları içinde sıcak suya daldırılmakta veya bir buhar tüneline beslenmektedir. Sürekli pastörizasyonda, akışlı (flow through) - örneğin borulu, plakalı ve çerçeveli - ısı eşanjörleri uygulanmaktadır. Bunların ısıtma, tutma ve soğutma bölümleri bulunmaktadır. Tablo 19.2'de, FDM sektöründe kullanılan ısı ile işlem kombinasyonları örnekleri sunulmaktadır.

Tablo 19.2 FDM sektöründe kullanılan ısı ile işlem kombinasyonları örnekleri

İşlem	Isıtma sıcaklığı/ tutma süresi	Kullanım
Dökme sıvı pastörizasyonu	63 °C/30 dakika	Sütün tekne pastörizasyonu
Yüksek sıcaklık kısa süreli pastörizasyon (HTST)	72 °C/15 sn	Gıda güvenliği için sütün sürekli pastörizasyonu
Et ürünleri pişirilmesi	65 - 75°C iç sıcaklık	Hazır ürünler, örneğin jambon, rulo köfte ve frankfurter sosisleri
Sebze blanşesi	Değişken, örneğin 75 °C/5 dakika	Enzim deaktivasyonu ve doku yumuşatma
Şişede pastörizasyon	60 °C/10 dakika*	Bira raf ömrü uzatılması
*Parametre, bira türüne göre değişebilir. Kaynak: [1, CIAA 2002]		

Genellikle, sterilizasyonda, ürün kutulanmakta veya şişelenmekte, daha sonra bir sterilizatörde buhar ya da sıcak suda ısı ile işleme tabi tutulmaktadır. Sterilizatörler kesikli veya sürekli olabilmektedir. Nemli ısı ile sterilizasyonda, sterilizasyon süreleri 10 - 20 dakika olmak üzere sıcaklıklar genellikle 110 °C ila 130 °C aralığındadır. Daha yüksek sıcaklıklar ve daha kısa süreler, örneğin 134 °C/3 dakika, benzer etkiler doğurabilmektedir. Bununla beraber, koşulların sporların gelişmesine izin vermemesi halinde, daha düşük sıcaklıklar ve daha kısa süreler uygulanabilmektedir. Örneğin, asitli meyve suları, reçel veya tatlılarda, 10 dakika boyunca 80 – 100 °C'ye kadar ısıtmak normalde yeterli olmaktadır.

Isıl kararsız bileşikler içeren çözeltiler, nitroselüloz membranlar, ince silisli toprak - örneğin yosun kumu - ve porselen gibi ortamlarla filtrasyon yoluyla sterilize edilebilmektedir. Odaları kısmen steril halde tutmak için UV ışınımı kullanılmaktadır. Bakteriler ve bakteri sporları hızlı bir şekilde imha edilmektedir ancak, fungal sporlar radyasyona orta derecede hassastır. X-ray ve gama ışınımı gibi iyonlaşan radyasyon, gıdaları ve diğer kompakt maddeleri sterilize etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, kimyasal araçlar uygulanabilmektedir. Gıda, plastik, cam ürünler ve diğer ekipmanları sterilize etmek için etilen oksit kullanılmaktadır [87, EC 1999].

UHT işlemi, yalnızca birkaç saniye süreyle 135 – 150 °C'lik sıcaklıklarda çok kısa ısı işlemini ifade etmektedir. Bu işlemin sonucunda, ürün özelliklerinde ısının zararı minimumda tutularak ürünün sterilizasyonu gerçekleştirilmektedir. UHT işlemi yalnızca akışlı (flow-through) ekipmanlarda mümkündür. Böylece ürün, steril bir ortamda, önceden sterilize edilen kaplara aktarılmadan önce sterilize edilmektedir. Bu işlem, aseptik işlemeyi gerektirmektedir. UHT işleminde, plakalı ve çerçeveli veya borulu ısı eşanjörlerinde dolaylı ısıtma uygulanmaktadır. Ayrıca, doğrudan buhar enjeksiyonu veya buhar infüzyonu uygulanabilmektedir.

19.2.5 Isı ile yoğunlaştırma

19.2.5.1 Buharlaştırma (Sıvı-Sıvı)

Buharlaştırma, kaynatma ile sıvı gıdadan suyun kısmi uzaklaştırılmasıdır. Örneğin, konsantrelerin viskozitesine bağlı olarak, sıvı ürünler %5 kuru katı maddeden %72 kuru katı maddeye kadar yoğunlaştırılabilir. Buharlaştırma, gıdaları önceden yoğunlaştırmak, gıdaların katı içeriğini artırmak, gıda rengini değiştirmek ve yemeklik yağ kurutulmasında olduğu gibi bir sıvı ürünün su içeriğini neredeyse tamamen azaltmak için kullanılmaktadır.

Buharlaştırma, birçok FDM sektöründe kullanılmaktadır. Örneğin, süt, nişasta türevleri, kahve, meyve suları, sebze ezemeleri ve konsantreleri, baharat, soslar, şeker, etanol ve yemeklik yağların işlenmesi için kullanılmaktadır.

Isıtma ortamı olarak genellikle buhar veya diğer kurutma işlemlerinin egzoz gazları kullanılmaktadır. Kondensasyonun gizli ısısı, sıvı gıdanın sıcaklığını kaynama noktasına çıkarmak, suyu buharlaştırmak için sıvı gıdaya aktarılmaktadır. Daha sonra, kaynayan sıvının yüzeyinden buhar uzaklaştırılmaktadır. Gıda ürünleri ısıya duyarlı olduğundan, genelde düşük sıcaklıklarda çalışmak gerekmektedir. Bu, sıvı kısım vakum altında kaynatılarak sağlanmaktadır. Buharlaştırma normalde 50 °C - 100 °C aralığında gerçekleşmektedir bununla beraber şeker sanayisinde 130 °C'ye kadar çıkabilmektedir.

En basit biçimiyle buharlaştırma, dalgıç elektrikli ısıtıcılar kullanarak suyun kaynatılarak havaya verilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bununla beraber, uygulamada en yaygın kullanılan ekipman, çok kademeli huzme borulu evaporatörler veya plakalı evaporatörlerdir. Huzme borulu evaporatörler doğal veya cebri sirkülasyonlu, yükselen veya düşen film tip olabilmektedir. Ağdalılığı yüksek ürünlerin buharlaştırılması için özellikle Centritherm evaporatörler, özel film evaporatör (wiped film evaporator) (WFE), ince film evaporatör ve vakum tavaları tasarlanmaktadır. Çeşitli evaporatör tipleri için tipik toplam katı madde konsantrasyonları Tablo 19.3'te sunulmaktadır. Çıkıştaki toplam katı madde emisyon seviyesi, yoğunlaştırılacak ürünün bileşimine bağlıdır.

Tablo 19.3 Çeşitli evaporatör tipleri için tipik toplam katı madde konsantrasyonları

Evaporatör tipi	Toplam katı madde, giriş (%)	Toplam katı madde, çıkış (%)
Huzme boru, çok kademeli	5 - 25	40 - 75
Plaka, çok kademeli	5 - 25	40 - 75
Vakum tava	60 - 70	80 - 85
Centritherm, tek kademeli	5 - 25	40 - 60
WFE, tek kademe	40 - 50	70 - 90
Kaynak: [1, CIAA 2002]		

Çok etkili evaporatörler, şeker pancarı işleme, nişasta üretimi, süt ve peyniraltı suyunun buharlaştırılmasındaki gibi buharlaştırma için büyük miktarda enerji gerektiğinde kullanılmaktadır. Bu evaporatörler, taze buhar veya diğer işlemlerin egzoz gazlarını kullanmakta, dolayısıyla enerjiyi geri kazanmakta veya ilk etkide sıvıdan su buharını kaynatarak uzaklaştırmak için enerjiyi yeniden kullanmaktadır. Buharlaştırılan su, sonraki etki, vb. için ısı kaynağı görevi görmeye yetecek kadar enerji içermeye devam etmektedir. Çok etkili seride, suyun kaynaması için vakum uygulanmaktadır. İşlenen sıvı, buharlaştırmanın birden çok kademesine tabi olması için bir evaporatör gövdesinden diğerlerine geçmektedir. Bu şekilde, ilk evaporatöre enjekte edilen bir birim buhar, sıvıdan üç - altı birim suyu giderebilmektedir.

Termal buhar yeniden sıkıştırıcı (TVR) veya mekanik buhar yeniden sıkıştırıcı (MVR) kullanarak buhar yeniden sıkıştırılmak suretiyle ilave enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Ancak bu, buhar kontaminasyonuna yol açarak, buharın kazanlara geri vermek için uygun olmamasına neden olabilmekte, bu nedenle atıksu yükünü artırabilmektedir. Son kademedeki buhar, soğutma suyu ile soğutulmuş olarak yoğunlaştırılabilir. Buharın bir bölümü, diğer proses gereksinimleri için ısı kaynakları olarak kullanılmak üzere evaporatörlerden çekilebilmektedir. Kondensat, proses suyu olarak diğer proseslere beslenebilecek kalitede olabilmektedir.

İşleme sırasında, ürün bileşikleri kademeli olarak ısı değişim yüzeylerinde birikmektedir. Bu, ısı değişiminin verimliliğini etkileyebilmekte ve sistemde ısı kayıplarına yol açabilmektedir. Bu birikintiler, ürüne bağlı olarak inorganik veya organik olabilmektedir. Bu nedenle tesis, çok yüksek ısı kaybı ve bunu takip eden ürün kalite kaybını önlemek için düzenli aralıklarla temizlenmektedir.

Temizlik sırasında birikintilerin temizlenmesi ve devreye alma ve kapatmalar sırasındaki ürün kayıpları, atıksudaki organik ve inorganik yüküne katkıda bulunmaktadır. Buharlaştırma sırasında, üründen elde edilen kondensatlar da üretilmektedir. İçeriklerine - örneğin organik, inorganik ve TAKM - bağlı olarak, bu kondensatlar proseste yeniden kullanılabilir veya bir atıksu arıtma tesisinde (AAT) arıtılmaktadır. Son buharlar, soğutma suyu kullanılarak bir açık veya kapalı kondensatörde yoğunlaştırılmaktadır. Atıksu, çözünmüş organik ve inorganik madde ve TAKM içermektedir.

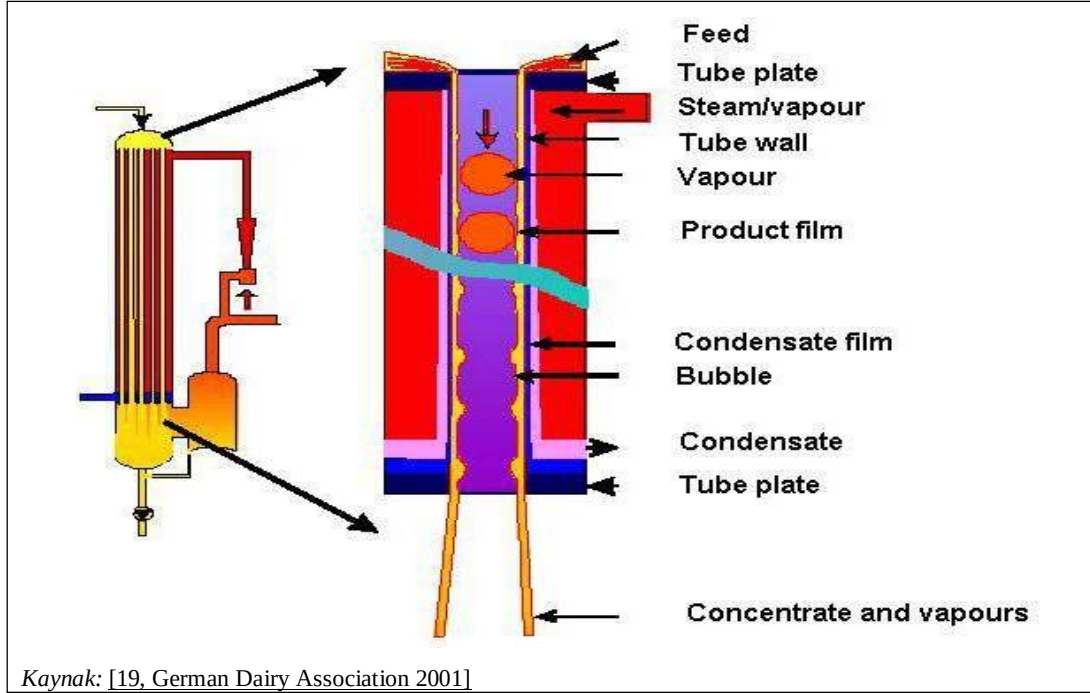
Bazı zamanlar, etkin ısı aktarımı sağlamak için havaya yoğunlaşabilir olmayan gazlar verilmektedir. Tahliye edilen gazlara bağlı olarak çevresel etkiler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, toz ve koku sorun olabilmektedir. Tek kademeli evaporatörlerin buhar gereksinimi, buharlaştırılan 1 ton su başına 1,1 - 1,2 ton buhar arasındadır. Çok etkili evaporatörler kullanıldığında enerji gereksinimleri azaltılabilmektedir. İkinci veya üçüncü etkide, buhar gereksinimi sırasıyla, buharlaştırılan 1 ton su başına 0,06 - 0,7 ton buhar ve 0,4 ton buharı inmektedir. Ayrıca, buhar tüketimi, mekanik veya termal buhar yeniden sıkıştırma ile azaltılabilmektedir. Bazı zamanlar, kurutma gibi diğer proseslerden enerji geri kazanımı için egzoz gazları kullanılabilir.

Kurutma ve buharlaştırma genelde FDM sektöründeki enerjinin kullanıldığı ana proseslerdir. Bazı mevcut tesislerde, çeşitli münferit ünite işlemleri için bazı tekniklerin karmaşık kombinasyonları uygulanmaktadır. Buharlaştırma yaygın olarak, sıvıların katı içeriğini artırmak için uygulanmaktadır. Bazı zamanlar bu, kurutma öncesi ön adım olarak yapılmakta ve çok çeşitli teknikler kullanılarak sağlanabilmektedir. Teorik olarak, suyun buharlaştırılması için 0,611 kWh/kg (2,2 MJ/kg) gereklidir. Uygulamada bu çok büyük oranda buharlaştırma yöntemine ve kullanılan kurutucu tipine bağlı olmaktadır ve 0,556 kWh/kg - 0,972 kWh/kg (2,0 MJ/kg - 3,5 MJ/kg) arasında değişmektedir.

Islak malzemenin kuru madde içeriğinin yüksek olması halinde kurutmada enerji tüketimi daha az olabilmektedir.

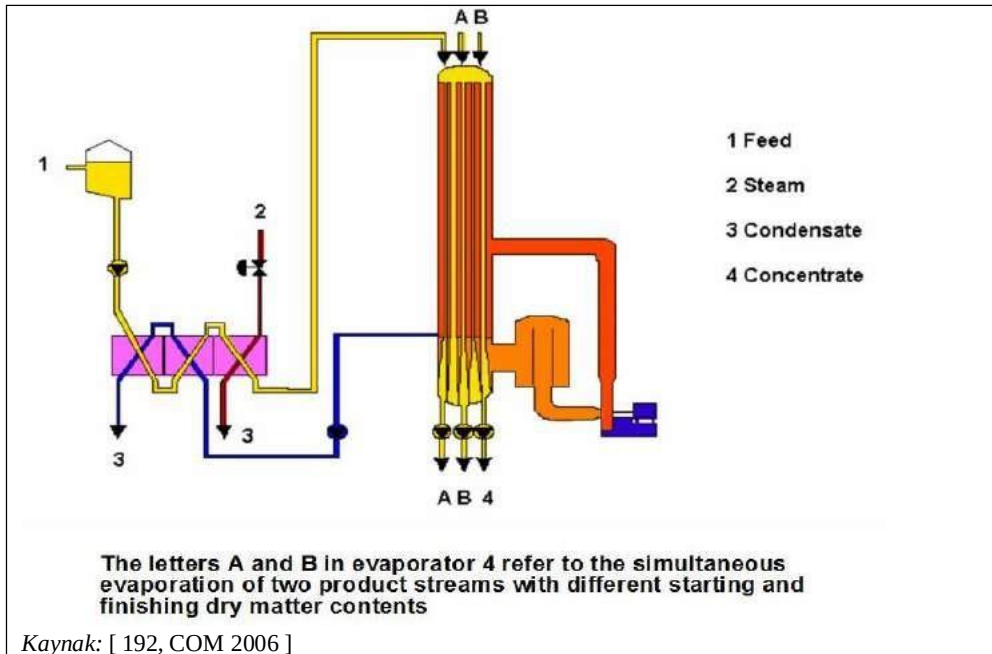
Bu, ön buharlaştırma veya pres ya da santrifüjler gibi özel susuzlaştırma ekipmanı kullanılarak sağlanabilmektedir. Birden fazla kademeye sahip olmaları halinde buharlı kurutucular büyük ölçüde daha az enerji tüketmektedir (bakınız 5.4.2.8 no'lu madde). Bazı zamanlar, yakma CHP ekipmanı egzoz gazları, ürünleri kurutmak için kullanılmakta, böylece enerji gereksinimi azalmaktadır.

Düşen film evaporatörler, tek kademeli ve çok kademeli buharlaştırma için kullanılabilir. Bu evaporatörler paslanmaz çelikten yapılan borulu yapılardır. Sıvı, evaporatörün tepesinden verilmekte, evaporatör içindeki ısıtılan boruların veya plakaların iç yüzeyinde ince bir film olarak akmaktadır. Düşen film buharlaştırmanın prensibi, Şekil 19.2'de gösterilmektedir.



Şekil 19.2 Düşen film buharlaştırma prensibi

Buharlaştırma sistemi Şekil 19.3'te özetlenmektedir.



Şekil 19.3 Düşen film olarak süt buharlaştırması

Buhar sıkıştırma/yeniden sıkıştırma

Egzoz buharları sıkıştırılarak, FDM sektöründe yoğunlaştırma işlemleri için enerji gereksinimini büyük oranda düşürmek mümkün olmaktadır. Örneğin, bira fabrikalarında şıra (wort) kaynatılmasında, bir çözelti kondensasyon ile yoğunlaştırıldığında su buharı ortaya çıkmaktadır. Suyu buharlaştırmak ve çözeltiyi yoğunlaştırmak için verilen ısı, uzaklaştırılan buhar yoğunlaştırılarak geri kazanılabilmektedir. Kullanılan bazı yaygın kompresör tipleri arasında, döner kompresör, vidalı kompresör, radyal akışlı turbo kompresör ve üfleyici bulunmaktadır.

Buharda depolanan kondensasyon ısısının, konsantrasyon işlemi için ilave ısı sağlamak üzere yeniden kullanılmasını sağlamak için, buharın kondensasyonu, kaynama noktasının üzerindeki bir sıcaklıkta gerçekleşmektedir. Kondensasyon sıcaklığını artırmak için, buhar 0,1 – 0,5 bar (0,1–0,5 hPa) sıkıştırılmaktadır.

Daha sonra, kondensasyon ısısını sıkıştırılan buhardan konsantrasyon ünitesine döndürmek için bir ısı eşanjörü kullanılmaktadır.

Kompresörün tahriki için gereken enerjinin dışında, herhangi bir ilave enerji girdisine ihtiyaç yoktur. Geri kazanılan enerjinin enerji girdisine oranı, bir başka ifadeyle performans değeri, 40'a kadar çıkabilmektedir. Enerji tasarrufu ve enerji maliyetlerinin düşürülmesine ek olarak, buharların yoğunlaştırılmasının bir başka önemli gerekçesi, koku emisyonlarını azaltmaktır.

Buhar sıkıştırma tekniklerinin uygulanabilirliği büyük oranda yatırım maliyetleri ve düşen işletme maliyetlerine bağlı olarak amortisman süresine bağlıdır. Ayrıca, farklı ülkelerdeki farklı ve değişen enerji maliyetleri, kararı etkileyebilmektedir. Bazı sektörlerde, işletme sezonluktur - örneğin domatesler için 50 gün - bu nedenle, kampanya süresinin uzunluğu da önemli bir faktör olmaktadır.

19.2.5.2 Dehidrasyon (katı-katı)

Dehidrasyon, katı gıdalar veya tarımsal hammadde işlemlerinden elde edilen yan ürünlerde bulunan suyun buharlaştırma yoluyla kontrollü koşullar altında uzaklaştırılması için ısı uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Dehidrasyonun ana amacı, a_w 'lerini azaltarak gıdaların raf ömrünü uzatmaktır.

Bazı kurutulmuş gıda örnekleri arasında kurutulmuş domates, nişasta türevleri, şeker pancarı pulpu, un, makarna, fasulye, meyve, sert kabuklu meyveler, hububat, yağlı tohum küspeleri, çay yaprakları, sebzeler ve baharat bulunmaktadır. Malt üretiminde, fırınlama olarak da adlandırılan yeşil tane dehidrasyonu uygulanmaktadır. Maltlama prosesinde, kurutma adımı zorunludur ve gereken renk ve aroma için gereklidir.

Dehidrasyon, gıdanın dokusu ve rengini etkilemekte, tamamı gıdanın kalite ve besin değeri üzerinde bozucu etkiye sahip uçucu bileşenlerin yok olmasına yol açmaktadır. Dehidrasyon ekipmanının tasarım ve kullanımındaki amaç, münferit gıdalar için uygun kurutma koşullarını seçerek bu değişiklikleri en aza indirmektir. Sıcak hava ile kurutma ve bir ısı transfer sistemiyle ısı iletimi yoluyla yüzey kurutması, dehidrasyondaki iki farklı prensibi oluşturmaktadır.

Akışkan yatak, dolap veya tava, konveyör veya bant, pnömatik, hızlı ve/veya halka, döner, tünel, buhar demeti, buhar, fırın ve vakumlu kurutucular olmak üzere çeşitli kurutucu tipleri bulunmaktadır.

Akışkan yataklı kurutucular (FBD), 15 cm derinliğe kadar partikül gıda yatağı içerebilen ağ veya delikli tabanlı metal tavalardan oluşmaktadır. Yataktan sıcak hava üflenerek, gıdanın asılı kalmasına ve daha sonra sert bir şekilde çalkalanmasına yol açmaktadır. Hava, hem kurutma hem akışkanlaştırıcı ortam görevi görmektedir. FBD'ler, kesikli veya sürekli şekilde çalıştırılabilmektedir. FBD'ler kompakttır ve kurutma koşullarının düzgün kontrolünü ve görece yüksek termal verimlilikler ve yüksek kurutma oranları sağlamaktadır. Bu kurutucular çok yüksek ısı ve kütle aktarım oranlarına ve sonuç olarak, kısa kurutma sürelerine sahiptir. Kurutma, 100 °C'nin altındaki hava sıcaklıklarında gerçekleşebildiği gibi, ürün/prosesle ilgili olarak sıcaklık 170 °C veya üzeri sıcaklıklarda gerçekleşebilmektedir. Süt ürünleri sanayisinde FBD genelde püskürtmeli kurutma sonrası son kurutma adımı olarak uygulanmaktadır.

Dolap veya tava kurutucular, her biri bir ince gıda tabakası içeren sıg ağ veya delikli tavaları bulunan yalıtımlı dolaptan oluşmaktadır. Sıcak havanın dolap içinden sirkülasyonu gerçekleştirilmektedir. Üniform hava dağıtımı amacıyla havayı her bir tavanın üzerinden ve/veya içinden vermek için bir kanal ve kapak sistemi kullanılmaktadır. Bu kurutucular, küçük ölçekli üretim için kullanılmaktadır ve düşük sermaye ve bakım maliyetine sahiptir. Kontrol edilmeleri görece zordur ve değişken ürün kalitesi vermektedir.

Sürekli konveyör veya bant kurutucuların uzunluğu 20 m ve genişliği 3 m'ye kadar çıkabilmektedir. Gıda, bir ağ bant üzerinde kurutulmaktadır. Kurutulan gıdanın yataktan savrulmaması için hava akımı ilk olarak gıda yatağından yukarıya doğru ve arkasından, sonraki aşamalarda aşağıya doğru verilmektedir.

Pnömatik, hızlı ve/veya halka kurutucularda, toz veya partikül gıdalar düşey ya da yatay metal kanallarda sürekli şekilde kurutulmaktadır. Kurutulan ürünü uzaklaştırmak için bir siklon separatör veya torba filtre kullanılmaktadır. Nemli gıda kanallara verilmekte ve sıcak havada asılı kalmaktadır. Bu kurutucular görece düşük sermaye maliyeti, yüksek kurutma oranı ve termal verimlilik ve kurutma koşulları üzerinde iyi kontrole sahiptir.

Döner kurutucular içerisinde, gıdanın kurutucuda ilerledikçe bir sıcak hava akımı aracılığıyla kaskad şeklini almasını sağlayan kanatları bulunan hafif eğimli döner metal silindirlerdir. Hava akımı, paralel veya ters akış şeklinde olabilmektedir. Gıdanın çalkalanması ve gıdanın havaya maruz kalan geniş alanı, yüksek kurutma oranları ve üniform bir şekilde kurutulmuş ürün vermektedir. Yöntem, bant veya tava kurutucularda birbirine dolaşma veya yapışma eğilimi gösteren gıdalar için özellikle uygun olmaktadır. Şeker sanayisinde şeker ve pancar pulpu kurutulmasında büyük ölçekli olarak kullanılmaktadır. Pulpta, fiziksel tesis ve sıcak gaz sıcaklığı izin verdiğinde, yakma tesisi egzoz gazları ısı kaynağı olarak kullanılabilir. Bazı yakma tesisleri, yaklaşık 120 °C sıcak gaz sıcaklıkları üretebilmektedir.

Tünel kurutucularda, ince gıda tabakaları, sıcak havanın sirkülasyonunun gerçekleştirildiği bir yalıtım tüneli içinden yarı sürekli olarak hareket etmek üzere programlanan arabalar üzerine istiflenen tavalarda kurutulmaktadır.

Buhar demeti kurutucularda, ısıtma ortamı veya buhar, ıslak ürünle temas etmemektedir. Kurutma için ısıyı ürünün yüzeyine aktarmak amacıyla bir ısı transfer yüzeyi kullanılmaktadır. Buhar, yerel aşırı ısınmayı önlemek ve üniform kurutmayı iyileştirmek için, dönen silindirik boru/demetlerden kurutucu içinden geçmektedir. Bu kurutucu, daha az miktarda hava kullanmaktadır, sonuç olarak havaya verilen emisyonlar sınırlı olmaktadır.

Buharlı kurutma, bir ısı eşanjörü aracılığıyla üretilen kızgın buharı kullanan özel bir kurutucu tasarımıdır. Kurutucu, üründen gelen suyun uzaklaştırılarak buhara dönüştürüldüğü ve daha sonra daha fazla ürünün kurutulması için kullanıldığı bir basınçlı kaptan oluşmaktadır. Bu sistem şeker sanayisinde sınırlı ölçekte pancar pulpunun kurutulmasında kullanılmaktadır. Sistemin bir avantajı, kurutma için enerji tüketiminin düşük olmasıdır.

Maltlama için 16.9 no'lu maddede açıklanan fırınlarda kurutma kullanılmaktadır.

Vakum kurutma, ısıya duyarlı ürünler için kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta kurutmayı önlemek için harici basınç düşürülmektedir. Vakum kurutmanın basit bir tipi, vakum merdaneli kurutmadır. Bu yöntemde, bir vakum yatağına bir veya iki merdane monte edilmektedir. Ortaya çıkan buhar, vakum odası ile pompa arasında bulunan bir kondansatörde çökelmektedir. Ürün helezon konveyörle uzaklaştırılmaktadır.

Sıcak hava ile dehidrasyon prosesinde, uçucu organik bileşik (VOC) ve toz içeren su buharıyla birlikte hava serbest bırakılmaktadır. Doğrudan yakmalı yakıcılar kullanarak dehidrasyon gerçekleştirilmesi halinde, ısı kaynağı ve yakıcı tipine bağlı olarak egzoz gazları CO₂, CO, SO₂ ve NO_x de içerebilmektedir. Hammadde veya ürünün tipine bağlı olarak, toz yapışkan ve ıslak olabilmektedir - örneğin yağlı tohum işlemlerinden elde edilen küspe. Kuru toz filtrelenemekte ve ıslak toz, siklonlar kullanılarak geri kazanılabilmektedir. Ayrıca, koku sorun olabilmektedir.

19.2.6 Isı giderimi ile işleme

19.2.6.1 Dondurma

Dondurma, bir koruma yöntemidir. Dondurma işleminde, gıdanın sıcaklığı donma noktasının altına indirilmekte ve suyun bir bölümü hal değiştirerek buz kristalleri oluşturmaktadır. Gıdaların dondurulması için sektör standardı, sıcaklığın yaklaşık -18 °C'ye indirilmesidir. Sebze-meyve, balık, et, fırınlanmış ürünler ve dondurma ve pizza gibi hazır gıdalar olmak üzere birçok gıda türü dondurulabilmektedir.

Dondurma sırasında, ilk olarak, gıdanın sıcaklığını donma noktasına indirmek için ısı giderilmektedir. Bu işlem, taze gıdalarda olduğu gibi respirasyonla üretilen ısıyı giderilmesini içermektedir. Daha sonra, kristalleştirmenin gizli ısıyı giderilmekte ve buz kristalleri oluşmaktadır. Tablo 19.4'te, çeşitli FDM ürünlerinin tipik donma noktaları verilmektedir.

Tablo 19.4 Çeşitli FDM ürünlerinin tipik donma noktaları

FDM ürünü	Donma noktası
Et	-2,0°C
Kanatlılar	-2,2 ila -2,5°C
Balık	-2,2 ila -0,5°C
Sebzeler, örneğin bezelye, karnabahar, soğan, havuç, domates	-0,9 ila -1,4°C
Meyveler, örneğin armut, erik, kayısı	-1,8 ila -2,5°C
Üzümsü meyveler, örneğin çilek ve ahududu	-0,8 ila -1,2°C
Süt	-0,5°C
Dondurma	-4,0 ila -6,0°C
Kaynak: [18, Environment Agency of England and Wales 2000]	

Gıdaların dondurulması için tüm yöntem ve ekipmanlar kullanılabilir. Kullanılan en yaygın dondurucular hızlı, bant, akışkan yatak, soğutulmuş yüzey, daldırma ve kriyojenik donduruculardır. Ayrıca, soğukla kriyoekstraksiyon ve konsantrasyon kullanılmaktadır.

Hızlı dondurucularda, -30 °C ila -40 °C soğuk havanın 1,5 - 6 m/sn hızla gıda üzerinde sirkülasyonu gerçekleştirilmektedir. Kesikli hızlı dondurucularda, gıda oda veya dolaplarda tavalara yerleştirilmektedir. Sürekli ekipmanda, gıda ile kaplı tavalara arabaların üzerinde istiflenmekte veya gıda, konveyör bantlar ile bir dondurma tünelinden geçirilmektedir. Bazı zamanlar, çok sayıda bant bulunan çok kademeli tüneller uygulanmaktadır. Ürün, bir banttan diğerine düşmektedir. Ayrıca, bunun sonucunda, dondurulmuş gıda toprakları kırılmaktadır. Bantların üzerindeki gıda tabakasının kalınlığı 25 mm - 125 mm arasında değişebilmektedir. Hızlı dondurucularda, büyük miktarlarda hava geri dönüştürülmektedir. Bununla beraber bu, dondurucunun yanmasına ve ambalajsız gıdalarda oksidatif değişikliklere yol açabilmektedir. Gıdanın nemi hava yoluyla, soğutma serpantinlerine aktarılmakta, bu durum sık sık buz çözme gerekliliği kılmaktadır. Ayrıca, hızları 45 m/sn'ye kadar çıkan, -50 °C'ye kadar inen hava ile çarpmalı dondurma ve soğutma uygulanmaktadır.

Bant dondurucu veya helezon dondurucu gibi ters akışlı dondurucunun çalışma prensibi, dondurulmakta olan gıdanın soğuk hava veya sıvı azotun ters akışıyla taşınması dışında hızlı dondurucunun çalışma prensibiyle aynıdır. Bu, gıdadan suyun buharlaştırılmasını azaltmaktadır.

Akışkan yataklı dondurucularda gıda, delikli tava veya konveyör banttan veya 2 - 20 cm kalınlığında bir gıda yatağından hava yukarıya doğru düşey olarak geçirilerek -25 °C ila -40 °C hava ile akışkanlaştırılmaktadır. Gıda parçalarının şekli ve büyüklüğü, akışkan yatağın kalınlığını ve akışkanlaştırma için hava hızını belirlemektedir. Bu sistemde gıda, hızlı donduruculara göre hava ile daha kapsamlı temas etmekte, dolayısıyla tüm yüzeyler eş zamanlı olarak ve üniform bir şekilde dondurulmaktadır. Bunun sonucunda daha hızlı dondurma ve daha az dehidrasyon elde edilmekte ve daha az sıklıkta buz çözme söz konusu olmaktadır. Akışkan yataklı dondurma, bezelye, tatlı mısır çekirdekleri, karides ve çilek gibi küçük parça gıdalar ile sınırlıdır.

Soğutulmuş yüzeyli dondurucularda, düşey veya yatay boşluklu plakalar, yaklaşık -40 °C'lik bir soğutucu ile soğutulmaktadır. Gıdalar yüzeye ince tabakalar halinde yerleştirilmektedir. Bazı zamanlar, plakalar hafifçe birbirine preslenmektedir. Bu, gıda ile dondurma plakaları arasındaki teması iyileştirmektedir. Bu dondurucuların bir avantajı gıdanın, buz çözme sıklığını azaltan daha az dehidrasyonunun söz konusu olmasıdır. Özel bir dondurucu biçimini, kazılan yüzeyli dondurucu oluşturmaktadır. Bu, dondurulmuş malzemeyi dondurma yüzeyinden temizleyen döner bıçaklar içeren bir dondurma silindirinden oluşmaktadır. Örneğin dondurma üretiminde bu ekipman tipi kullanılmaktadır.

Daldırılmalı dondurucularda, ambalajlı gıda bir dalgıç ağ konveyör üzerindeki bir soğutulmuş glikol, tuzlu su, gliserol veya kalsiyum klorür banyosundan geçirilmektedir. Bu yöntemle yüksek dondurma oranları elde edilmektedir. Bu yöntem örneğin kutularda konsantre portakal suyunun dondurulması ve hızlı dondurma öncesi film sarılı kanatlıların önceden dondurulması için kullanılmaktadır.

Kriyojenik dondurmada gıda, katı veya sıvı karbon dioksit ya da sıvı azot olabilen soğutucuyla doğrudan temas halindedir. Soğutucu buharlaşarak veya süblimleşerek, gıdanın ısını gidermekte ve hızlı dondurmaya sağlamaktadır. Sıvı azot ve karbon dioksit soğutucular, renksiz, kokusuz ve inerttir.

Kriyoekstraksiyon, şıranın (must) şeker içeriğini artırmak için üzüm salkımlarından suyun uzaklaştırılmasından oluşan subtraktif zenginleştirme yöntemidir. Kriyoekstraksiyonun amacı, seçimli dondurma yoluyla, hammaddede bulunan belli miktardaki suyu gidermektir. Üzümler, en dolgun üzümlerin donma sıcaklığı ile en az dolgun üzümlerin donma sıcaklığının arasında bir sıcaklıkta soğuk odaya yerleştirilmektedir. Üzüm işlem süresi -3 ile -6 °C arası sıcaklıklarda 12 - 20 saat arasındadır. Teknik yalnızca hasadı elle yapılan üzümlere uygulanmakta ve sıcaklığın tüm üzümler üzerinde yavaş ve homojen bir şekilde azalmasını sağlamak için alçak delikli sandıklarda gerçekleştirilmektedir. Presleme, en olgun usarenin, bir başka ifadeyle ilk olarak dışarı akan suyunu seçilmesini mümkün kılmaktadır. Presleme için kullanılan maksimum basınç, 4 bar'dır.

Son olarak, soğukla konsantrasyon yalnızca şaraplarda uygulanan bir tekniktir. Teknik, şarabın alkol derecesini artırmak için şarabın suyunun bir kısmının giderilmesinden oluşmaktadır. Bu teknik, düzenlenmektedir. Şarap, buz kristallerinin oluştuğu ancak, alkolün donmadığı sıcaklığın altına soğutulmaktadır. Sürekli karıştırma ile kristallerin donması engellenmektedir. Böylece, yeterli miktarda su katıldığı zaman, santrifüjler veya basınçla çalıştırılan ekstraktörlerle sıvının kristallerden ayrılması sağlanmaktadır.

Enerji tüketimi, başlıca çevre konusunu oluşturmaktadır. Hava sirkülasyonu için fanlar ve dondurma sistemi için elektrik enerjisi gerekmektedir. Örneğin, derin dondurma, dondurulmuş sebzelerin 80–280 kWh/t'sini tüketen derin dondurulmuş sebze üretimindeki en çok enerji tüketen adımdır. Ayrıca, sıcak su formunda, yaklaşık 0,003 kWh/m² (0,01 MJ/m²) tünel döşeme yüzeyi enerji tüketilmektedir. Bir dondurma tünelinin enerji tüketimi, çeşitli faktörlere bağlıdır ve aşağıdaki listede bunu göstermek için sebze ve meyvelerin derin dondurulmasından yararlanılmaktadır [15, Van Bael J. 1998]. Enerji tüketimi örneğin şunlara bağlıdır:

- Dondurulacak gıda türü, örneğin karnabahar gibi hacimli sebzelerin dondurulması, bezelye veya doğranmış havuç gibi küçük sebzelerle göre daha zordur.
- Dondurma tüneline girişte gıdanın sıcaklığı. Bu sıcaklık arttıkça, dondurulmadan önce gıdadan daha fazla ısı giderilmek durumunda olmaktadır.
- Gıdanın kütle debisi. Debi arttıkça, giderilmesi gereken enerji miktarı ve tüneldeki soğuk hava talebi artmaktadır.
- Dondurma tünelineki soğuk hava talebini de tayin eden kalış süresi. Kalış süresi uzadıkça, gıdanın dondurulma şansı artmaktadır. Gıda tabakasının kalınlığı, gerekli kalış süresi ile doğrudan orantılıdır.
- Dondurma tünelineki hava akımı hızlarıyla tayin edilen enerji tüketimi. Hava akım hızı arttıkça, bir taraftan evaporatörler ile hava, diğer taraftan hava ile gıda arasında daha iyi ısı değişimi gerçekleşmektedir. Yüksek hava akımı hızları, fanların daha yüksek enerji tüketmesine ve dondurma tüneli için daha yüksek soğutma yüklerine yol açmaktadır. Motorların tam çıkışının soğutulması gerekmektedir.

- Dondurma tünellerinin enerji tüketiminde bir rol oynayan verimlilik veya COP. Daha önce açıklandığı üzere, verimlilik esas olarak, kondensasyon ve evaporatör sıcaklığı ile belirlenmektedir.

Dondurulmuş ürün birim ağırlığı başına enerji tüketimi çok büyük oranda, evaporatör sıcaklığı için ayarlanan parametreler, fan gücü ve ürün debisi ile kondensasyon basınçları ve işlenen ürünün cinsine bağlıdır. Spesifik enerji tüketimini birçok faktör etkilediğinden, tüketimle ilgili yalnızca genel aralıklar verilebilmektedir [15, Van Bael J. 1998].

19.2.7 Yardımcı prosesler

19.2.7.1 Vakum üretimi

Esas olarak vakumlar, işlemlerin gerçekleştiği sıcaklığı düşürmek, böylece işlenen malzemenin kalitesindeki muhtemel bozulmayı azaltmak veya yemeklik yağ işlemesi söz konusu olduğunda, yüksek sıcaklıklarda işleme sırasında ürünün istenmeyen oksidasyonunu önlemek için kullanılmaktadır. FDM sektöründe, kurutma, buharlaştırma, nötralizasyon ve filtrasyon gibi birçok ünite işleminde vakum uygulanmaktadır.

Buhar jetli ejektörler, karşılıklı pompalar ve döner vakum pompaları olmak üzere üç temel vakum üretim sistemi bulunmaktadır.

A 1 mmHg veya 2 mmHg'ye kadar (133 Pa veya 267 Pa) mutlak basınç üretebilen buhar jetli ejektör, ekipmana bağlı bir emme odasına yüksek hızlı jet boşaltan bir buhar nozulundan oluşmaktadır. Gaz, buharda tutulmakta ve buharın hız enerjisini basınç enerjisine dönüştüren ventüri biçimli bir difüzöre taşınmaktadır. Ejektörden çıkan buhar ve buharlaştırılan madde ya doğrudan su spreyinde yoğunlaştırılmakta - örneğin barometrik kondensatörler - ya da dolaylı olarak yüzey tipi kondensatörlerde veya özellikle düşük sıcaklık koşullarında yoğunlaştırılmaktadır - örneğin -20 °C'nin altındaki buz kondensasyonu.

Barometrik kondensatörlerde, soğutma suyu açık devre esasıyla kullanılmakta veya bu suyun yeniden sirkülasyonu, örneğin bir kapalı devrede, gerçekleştirilmektedir. Yemeklik yağ işlemede, FFA sabunlaşması için bu işlem, örneğin yüksek pH koşullarında soğutma kulelerinde yapılmaktadır. Dolaylı kondensatörlerde, kondensat geri kazanılmaktadır. Kondensatör büyüklüğü, kullanılan soğutma sıcaklığına bağlı olup bu aynı zamanda, gereken buhar miktarını tayin etmektedir. Soğutma veya dondurma sistemleri, düşük sıcaklıkta çalışmayı sağlamak için kullanılabilir, dolayısıyla buhar kullanımını azaltmaktadır.

10 mmHg'ye (1 333 Pa) kadar inen mutlak basınç üretebilen karşılıklı pompa, pozitif deplasmanlı tiptir. Hava pompa odasına çekilerek, deşarj edilmeden önce bir piston aracılığıyla sıkıştırılmaktadır. Karşılıklı vakum pompalar, tek veya çok kademeli cihazlar olabilmektedir. Kademe sayısı, sıkıştırma oranı ile belirlenmektedir. Kademe başına sıkıştırma oranı genellikle dört ile sınırlıdır.

0,01 mmHg (1,33 Pa) kadar düşük mutlak basınç üretebilen döner vakum pompalar da pozitif deplasmanlı tip, bir başka ifadeyle esas olarak, değişken deşarj basınçlı sabit hacimlidir. Deşarj basıncı, sistemin deşarj tarafındaki dirençle değişecektir. Yaygın olarak kullanılan su halkalı vakum pompası, pervane göbeğinde bulunan giriş ve çıkış ağızlarına sahiptir. Kanatlı pervane döndükçe, santrifüj kuvvetleri, sızdırmazlık sıvısını eliptik yuvanın çeperlerine sürerek, havanın kanat boşluklarına çekilmesine ve deşarj basıncıyla birlikte atılmasına yol açmaktadır.

Su halkalı tip vakum pompalarda, soğutma ve sızdırmazlık için su kullanılmaktadır. Su tüketimini azaltmak için normalde, yoğunlaştırılabilir madde tarafından tayin edilen tahliye ile kapalı devre sistemlerde yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilmektedir.

Çözünür organik madde içeren atıksu üretimi söz konusu olmaktadır.

Vakum üretimi için buhar jetli ejektörlerin kullanılması halinde, yalnızca tahliye edilen tesisten gelen ortam değil, aynı zamanda jetli ejektörün tahrik buharı yoğunlaştırılmak durumunda olmaktadır. Bu normalde, püskürtmeli kondensatörlerde yapılmaktadır. Burada, taşınan herhangi bir uçucu madde ile birlikte buharın yoğunlaştırılması için su kullanılmaktadır. Büyük tesislerde, buharın yoğunlaştırılması için, bir başka ifadeyle şeker veya yemekli yağın rafinasyonu sırasında, kullanılan su miktarı fazla olabilmektedir. Taşınan uçucu madde suda yoğunlaştırılarak, çözünmüş organik maddenin seviyesini artırmaktadır. Su tüketimini azaltmak için, soğutma kuleleri üzerinden suyun yeniden sirkülasyonu gerçekleştirilebilmektedir. Bu durumda, yoğunlaştırılan buhar için sistemden bir çıkış gerekmektedir. Bu, suda yoğunlaştırılan organik maddenin konsantrasyonuna yol açabilmektedir. Dolaylı kondensatörler veya ısı eşanjörlerinde, kondensat miktarı, yoğunlaştırılan taze buhara ve diğer yoğunlaşabilir maddeye eşdeğerdir ve taşınan herhangi bir organik uçucu maddeyi içerecektir. Soğutma veya dondurma sistemlerinde, kondensat miktarı daha da azaltılmaktadır.

Yoğunlaşabilir olmayan madde, buhar jetli ejektörlerle havaya tahliye edilebilmektedir. İşlenen malzemeye bağlı olarak, bu tahliye koku emisyonlarına yol açabilmektedir. Kondansatör suyunun soğutma kuleleri üzerinden yeniden sirkülasyonunun gerçekleştirilmesi halinde, kulelerde oluşan damla/buğu, koku emisyonlarına yol açabilmektedir. Bu durumda, iki döngülü ısı eşanjörleri ile dolaylı resirkülasyon kullanılabilmektedir. Isı eşanjörleri düzenli olarak temizlenmek zorundadır.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Bu terimler sözlüğü, bu belgede yer alan bilgilerin anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Terimler sözlüğünde verilen terimlerin tanımları yasal tanımlar (bunlardan bazıları Avrupa mevzuatında verilen tanımlarla çakışsa dahi) olmayıp, okuyucunun bazı temel terimlerin bu belge kapsamında yer alan belirli bir sektörde kullanımı bağlamında anlamasına yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

Terimler sözlüğü, aşağıdaki bölümlere ayrılmıştır:

- I. ISO ülke kodları
- II. Para birimleri
- III. Birim örnekleri, sayı ayırıcılar ve gösterimler
- IV. Birim ve ölçüler
- V. Kimyasal elementler
- VI. Bu belgede yaygın olarak kullanılan kimyasal formüller
- VII. Kısaltmalar
- VIII. Teknik tanımlar

I. ISO ülke kodları

ISO kodu	Üye Devlet
Üye Devletler (*)	
AT	Avusturya
BE	Belçika
CZ	Çekya
DE	Almanya
DK	Danimarka
ES	İspanya
FI	Finlandiya
FR	Fransa
IE	İrlanda
IT	İtalya
NL	Hollanda
PL	Polonya
PT	Portekiz
SE	İsveç
UK	Birleşik Krallık
Üye olmayan ülkeler	
US	Amerika Birleşik Devletleri
(*) Üye Devletler'in protokol sırası, orijinal dilindeki/dillerindeki coğrafi adlarının alfabetik sırasına göre..	

II. Para birimleri

Kodu ⁽¹⁾	Ülke/ Bölge	Para birimi
Üye Devlet para birimleri		
AVRO	Avro bölgesi ⁽²⁾	Avro (çoğulu avro)
İngiliz sterlini	Birleşik Krallık	İngiliz sterlini (çoğulu sterlin)
Diğer para birimleri		
ABD Doları	ABD	ABD Doları
(1) ISO 4217 kodları. (2) Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve İspanya'yı kapsar.		

III. Birim örnekleri, sayı ayırıcılar ve gösterimler

Bu belgede geçen sayılar, ondalık ayırıcısı olarak ‘,’ karakteri ve binlik ayırıcısı olarak boşluk kullanılarak yazılmaktadır.

Aşağıdaki tabloda, sık kullanılan örnekler verilmektedir:

Simge	Önek	10^n	Yazı	Ondalık sayı
-	kilo	10^3	Bin	1 000
h	hekto, yüz	10^2	Yüz	100
da	deka, on	10^1	On	10
-----	-----	1	Bir	1
d	desi, onda bir	10^{-1}	Onda bir	0,1
c	santi, yüzde bir	10^{-2}	Yüzde bir	0,01
m	mili, binde bir	10^{-3}	Binde bir	0,001

IV. Birim ve ölçüler

TERİM	ANLAMI
atm	Normal atmosfer (1 atm = 101325 N/m ²)
bar	bar (1,013 bar = 1 atm)
Milyar	milyar (10 ⁹)
°Bx	Brix derece
°C	derece santigrat
cm	santimetre
d	Gün
°C/W	ısı direnç
dB	Desibel. Gürültü emisyonu değerleri ölçüm birimi
dB(A)	Gürültü, desibel (dB) cinsinden ölçülür. İnsan kulağının farklı frekanslardaki sese (perde) yanıt verme şeklini ele almak için, yaygın olarak A-ağırlıklandırması uygulanır ve ölçümler, dB(A) cinsinden ifade edilir Her 3 dB(A)'lık azalma, gürültü emisyonu seviyesinin yarıya bölünmesine eşdeğerdir.
eV	elektron volt
g	Gram
GJ	gigajul
Hz	hertz
s	Saat
ha	hektar (10 ⁴ m ²) (=2,47105 dönüm)
hl	hektolitre
hPa	hektopaskal (1hPa = 100 Pa)
J	Jul
K	kelvin (0 °C = 273,15 K)
kcal	kilokalori (1 kcal = 4,19 kJ)
kg	kilogram (1 kg = 1000 g)
kJ	kilojul (1 kJ = 0,24 kcal)
kPa	Kilopaskal
kt	kiloton
kW	kilowatt
kW _e	elektrik enerjisi biçiminde kilowatt
kWh	kilowatt-saat (1 kWh = 3600 kJ = 3,6 MJ = 0,0036 GJ)
kWh _e	elektrik enerjisi biçiminde kilowatt-saat
l	litre
m	metre
m ²	metrekare
m ³	metreküp
m ² .°C/W	ısı direnç birimi
mg	miligram (1 mg = 10 ⁻³ gram)
MJ	megajul (1 MJ = 1000 kJ = 10 ⁶ jul)
nm	nanometre (1 nm = 10 ⁻⁹ m)
mm	milimetre (1 mm = 10 ⁻³ m)
m/dakika	metre/dakika
mt	megaton (1 Mt = 10 ⁶ ton)
Mt/yıl	megaton/yıl
mV	milivolt
MW _e	Megawatt elektrik (enerji)
MW _{th}	megawatt termal (enerji)
ng	nanogram (1 ng = 10 ⁻⁹ gram)
Nm ³	normal metreküp (101,325 kPa, 273 K)

TERİM	ANLAMI
OU _E	Avrupa koku birimi
Pa	Paskal
ppb	Parça/milyar
ppm	parça/milyon (ağırlık itibariyle)
ppmv	parça/milyon (hacim itibariyle)
sn	saniye
t	metrik ton (1000 kg veya 10 ⁶ gram)
t/gün	ton/gün
t/yıl	ton/yıl
V	volt
hacim-%	Hacim itibariyle yüzde
W	watt (1 W = 1 J/sn)
Ağırlıkça %	Ağırlık itibariyle yüzde
yıl	Yıl
~	yaklaşık
µm	mikrometre (1 µm = 10 ⁻⁶ m)

V. Kimyasal elementler

Simge	Adı
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
N	Azot
Mg	Magnezyum
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko

VI. Bu belgede yaygın olarak kullanılan kimyasal formüller

Simge	Adı
CaO	Kalsiyum oksit
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
CCl ₄	Carbon tetraklorür
CH ₄	Metan
Cl ₂	Klor
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbon dioksit
FeCl ₃	Demir triklorür
HCl	Hidroklorik asit
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
NH ₃	Amonyak
NH ₄	Amonyum
NH ₄ -N	Amonyum azotu
SO ₂	Kükürt dioksit
SO ₃	Kükürt trioksit

VII. Kısaltmalar

a_w	Su aktivitesi Belli bir gıdanın su aktivitesi (a_w) şu şekilde tanımlanır: $a_w = p_f/p_w$ burada, p_f ve p_w , her ikisi de aynı sıcaklıkta olmak üzere sırasıyla belli gıda sistemi ve saf su ile dengede olan su buharı basıncıdır.
MET	Mevcut En İyi Teknikler, Sanayi Kaynaklı Emisyon Direktifi'nin (IED) 3(10) no'lu maddesindeki tanımına göre
MET-İES	Mevcut En İyi Teknikler- İlişkili Emisyon Seviyesi, IED 3(13) no'lu maddesindeki tanımına göre
MET-İPES	Mevcut En İyi Teknikler- İlişkili Performans Emisyon Seviyesi, 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararı'nın 3.3.2 no'lu Bölüm'ündeki tanımına göre
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
MET-Ref	Mevcut En İyi Teknikler (MET) referans dokümanı
C ₁ , C ₂ vb.	Karbon atomlarının sayısı ile belirtilen organik bileşikler
CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
CEFS	Comité Européen des Fabricants de Sucre
CHP	Isı ve güç kojenerasyonu (kombine ısı ve güç)
CIAA	AB gıda ve içecek sanayileri konfederasyonu
CIP	Yerinde temizleme
CLM MET-REF	Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi MET Referans Dokümanı
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
COP	Performans katsayısı
CWW MET-REF	Kimya Sektöründeki Ortak Atıksu ve Atık Gaz İşlem/Yönetim Sistemleri MET Referans Dokümanı
DAF	Çözülmüş hava flotasyonu
DC	Kuru yoğunlaşma
DDGS	Kurutulmuş damıtma çözünür taneler
DMRI	Danimarka Et Araştırma Enstitüsü
DT	Çözücü ayırma makinesi (desolventizer) - tost edici
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
EBPR	Geliştirilmiş biyolojik fosfor giderimi
EC	Avrupa Komisyonu
ECF	Avrupa Kahve Federasyonu
EFS MET-REF	Depolamadan Kaynaklanan Emisyonlar MET Referans Dokümanı
EGSB	Genişletilmiş granüler çamur yatağı (reaktör)
EIPPCB	Avrupa EKÖK Ofisi
EMAS	Eko Yönetim ve Denetim Planı
ÇYS	Çevre Yönetim Sistemi
EN	Avrupa Normu (EN standartları)
EP	Elektrostatik çöktürücü
ENE MET-REF	Enerji Verimliliği MET Referans Dokümanı
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
ESP	Elektrostatik çöktürücü
AB	Avrupa Birliği
EUPPA	Avrupa Patates İşleyicileri Birliği
FBD	Akışkan yataklı kurutucu
FDM MET-REF	Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri MET Referans Dokümanı
FFA	Serbest yağ asitleri

F/M oranı	Gıda / mikroorganizma oranı
FOG	Katıyağlar, yağlar ve gresler
HACCP	Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları
HCFC	Hidroklorofloro karbon
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
HEPA	Yüksek verimli partikül hava
HFC	Hidroflorokarbon
HHST	Yüksek ısı kısa süre (pastörizasyon)
HTD	Yüksek sıcaklıklı kurutma
HTST	Yüksek sıcaklık kısa süre (pastörizasyon)
IC	İç sirkülasyon (atıksu arıtma reaktörü)
ICS	Endüstriyel Soğutma Sistemleri MET Referans Dokümanı
ICW	Entegre yapay sulak alanlar
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
EKÖK	Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü
LCP MET-REF	Büyük Yakma Tesisleri MET Referans Dokümanı
LPG	Sıvılaştırılmış petrol gazı
LTD	Düşük sıcaklıklı kurutma
MBR	Membran biyoreaktör
MF	Mikrofiltrasyon
MLSS	Karışık çözelti askıda katı maddeler
MS	Avrupa Birliği Üye Devleti/Devletleri
MVR	Mekanik buhar yeniden sıkıştırma
MWWTP	Kentsel atıksu arıtma tesisi
NF	Nanofiltrasyon
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
P	Fosfor
PAH	Poliaromatik hidrocarbon
PE	Polietilen
PET	Polietilen tereftalat
PM	Partikül madde
PP	Polipropilen
PS	Polistiren
PTFE	Folitetrafloroetilen
PVC	Polivinil Klorür
PVPP	Polivinilpolipirolidon
RBC	Döner biyolojik kontaktörler
RO	Ters osmoz
D/D	devir / dakika
SA MET-REF	Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayileri MET Referans Dokümanı
SBR	Ardışık kesikli reaktör
KOBİ	Küçük ve orta büyüklükteki işletmeler
SO _x	Kükürt oksitler
TN	Toplam azot
TOK	Toplam Organik Karbon
TP	Toplam fosfor
TAKM	Toplam askıda katı madde
TVOC	Toplam uçucu organik karbon, C olarak ifade edilir (havada)
TVR	Termal buhar yeniden sıkıştırma
TWG	Teknik çalışma grubu
UASB	Yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı (reaktör)
UF	Ultrafiltrasyon

UHP	Ultra yüksek basınç
UHT	Ultra yüksek sıcaklık (sterilizasyon)
UV	Ultraviyole
VOC	Uçucu organik bileşik
VDI	Alman Mühendisler Birliği (Verein Deutscher Ingenieure)
WFE	Özel film evaporatör (wiped film evaporator)
WT MET-REF	Atık İşlemi MET Referans Dokümanı
AAT	Atıksu arıtma tesisi

VIII. Teknik tanımlar

Aktif çamur prosesi	Ayrışmayı hızlandırmak amacıyla, organik atıklarla beslenen bakterilerin sürekli sirkülasyonunun ve oksijen ortamında organik atıkla temasının sağlandığı biyolojik atıksu arıtma.
Havalandırma	Sıvılardaki oksijen konsantrasyonunu artırmak için havanın verildiği biyolojik proses. Havalandırma, sıvı içinde havanın kabarcıklanması sağlanarak, sıvı havaya püskürtülerek veya yüzey absorpsiyonunu artırmak için sıvı karıştırılarak gerçekleştirilir. Sıcaklık ve/veya nemlerini düşürmek için hububat gibi depolanmış ürünlere taze ve kuru hava verme.
Anaerobik	Oksijensiz ortamda gerçekleşen biyolojik proses.
Aseptik	Steril veya bakteriyel kontaminasyon içermeyen.
Perde	Akışkanın akışını engelleyen veya düzenleyen plaka.
Biyokimyasallar	Doğal olarak meydana gelen veya doğal olarak meydana gelen maddelerle aynı olan kimyasallar. Hormonlar, feromonlar ve enzimler bu tür kimyasallara örnektir. Biyokimyasallar, böceklerin çiftleşme paternini bozma, büyümeyi düzenleme veya böceksavar olarak hareket etme gibi toksik ve letal olmayan yollarla pestisit görevi görür.
Biyobozunabilir	Mikroorganizmalarla fiziksel ve/veya kimyasal olarak bozunabilen. Örneğin, birçok kimyasal, gıda kırıntıları, pamuk, yün ve kağıt, biyobozunabildir.
Biyoeçitlilik	Farklı organizmaların, doğal olarak oluştukları ekolojik komplekslerdeki sayısı ve çeşidi. Organizmalar, komple ekosistemlerden, kalıtımın moleküler temeli olan biyokimyasal yapılara kadar değişen birçok seviyede oluşur. Bu nedenle, bu terim, sağlıklı bir ortamda bulunan farklı ekosistem, tür ve genleri kapsamaktadır. Birden çok avcı-av ilişkisini temsil eden gıda zincirini çok sayıda tür karakterize etmektedir.
Biyokütle	Yenilenebilir organik madde. Biyokütle, orman, tarım ürünleri ve atıkları, ahşap ve ahşap atıkları, hayvansal atıklar, hayvan yetiştiriciliği artıkları, sucul bitkiler, hızlı büyüyen ağaç ve bitkiler ile kentsel ve endüstriyel atıkları içerir.
Brix derece (°Bx)	% DSSC (% kuru çözünür madde içeriği) olarak da adlandırılır. Bir sıvıda çözünen tüm maddelerin sakkaroz içeriği olarak ifade edilen konsantrasyonu. X °Bx, bir usarede çözünen tüm maddelerin, 100 gram çözelti başına X gram sakkaroz çözeltisinin yol açtığı refraktometrik sapmaya eşit bir refraktometrik sapmaya yol açan konsantrasyonuna eşdeğerdir. .
Kek	Örneğin, çöktürülmüş kalsiyum karbonat ile birlikte, filtreli preslerle konsantrasyon sonrasında yaklaşık %70 DS'ye ulaşan karbonasyon şlamı.
Sepet (catchpot)	Katı maddelerin drenaj sistemi ve atıksu arıtma tesisine (AAT) girmesini önlemek için yer süzgeçlerine yerleştirilen ince ağılı sepet.
Kostik	Sodyum hidroksit.
CIP sistemi	“Yerinde temizleme” anlamına gelen kısaltma. Tanklar, boru hatları, işleme ekipmanları ve proses hatlarının, boru hatları veya ekipmanları sökmeden devridaim suyu ve temizleme çözeltilerini kullanarak temizlendiği uygulama.
Şekerleme	Tatlılar ve hazırlanan tatlı ürünleri, örneğin kekler.
Pancar dilimi	İnce şeker pancarı dilimleri.
Kabuklular	Yengeç, istakoz, karides gibi esas olarak sucul, sert kabuklu büyük eklembacaklı (gövdeleri segmentli, üyeleri eklemli <i>Arthropoda</i> şubesinden) sınıfı, <i>Crustacea</i> üyesi.
Kaynatılmış öz	Kaynatarak bir maddenin özünün konsantrasyonu veya çıkarılması.
Buz çözme	Buzdolabı veya soğuk depo buzunun giderilmesi.

Reçine giderme	Sonraki arıtma adımlarında renk ve tat tersinmesini önlemek için bitkisel yağ reçinelerinin giderilmesi.
Ötrofikasyon	Bir su ortamının, karadan gelen pissu, gübrelerle ve endüstriyel atıklarla (inorganik nitratlar ve fosfatlar) kirlenmesi. Bu bileşikler, sudaki oksijen içeriğini azaltarak, dolayısıyla yüksek oksijen gereksinimi olan hayvanları öldürerek alg büyümesini hızlandırır.
Eviserasyon	Hayvanların göğüs ve karın boşluklarındaki iç organlarının çıkarıldığı mezbaha işlemi.
Cüruf bağlaması	Örneğin bir filtre yatağı veya iyon değiştirici ortamında, gözenekleri tıkayarak ve yüzeyleri kaplayarak, dolayısıyla yatağın doğru çalışmasını engelleyerek veya geciktirerek istenmeyen yabancı madde birikiminin gerçekleştiği tozlanma veya tıkanma durumu. Bir ısı eşanjöründeki cüruf bağlama, ısı eşanjörü çeperinde, korozyon ve pürüzlülüğe yol açan ve nihai olarak, düşük verimlilik oranını beraberinde getiren kir veya diğer maddelerin birikmesinden oluşur.
Taze paket	Taze olarak paketlenen meyve veya sebzeler.
Çimlenme	Tohum veya sporların filizlenerek büyümeye başladığı süreç. Filizlenme olarak da anılır.
Herbisit	Özellikle zararlı otlar olmak üzere genellikle belirli istenmeyen bitkileri öldürmek için kullanılan herhangi bir kimyasal toksik madde.
Kabuk	Meyve ve tohumların dış kabuğu, özellikle bezelye ve fasulye badıcı, tahıl kavuzu veya çileğin yeşil çanağı.
Buzlu su	Daha sonra soğutma için kullanılan soğutulmuş su.
İmisyon	Çevreye yayılan kirlenici kütlesi/konsantrasyonu. Çevresel etkinin oluştuğu durumlarda ölçülür.
Yosun kumu	Filtreleme amacıyla kullanılan, mikroskopik tek hücreli veya alg kolonilerinin silisli kalıntılarından oluşan hafif toprak.
Lesitin	Kolinli fosfatidik asidin esterleri olan doğal fosfolipit gruplarından herhangi biri; toplu olarak bu tür fosfolipitler; bunları içeren, ticari olarak gıda emülsiyonlaştırıcı, vb. olarak kullanılan karışım.
Tortu	Şarap veya bazı diğer sıvıların tortusu.
Liyofilizasyon (dondurma-kurutma)	Gıda ürünlerinin dondurulup, daha sonra süblimleşme yoluyla suyun (buz formunda) buharlaştırılması yoluyla korunması.
Malt filizleri	Maltın filizlenmesi sırasında büyüyen filizler.
Cibre	Genellikle elma veya üzüm olmak üzere bir meyvenin suyu sıkıldıktan sonra geriye kalan, kabuk, çekirdek ve tohum gibi kalıntılar.
Mayşe	Şıra (wort) elde etmek için sıcak su ile karıştırılan malt.
Misella	Ham bitkisel yağ ile bitkisel yağların çözücüyle ekstraksiyonu sırasında oluşan hekzanın karışımı.
Mizithra peyniri	Peyniraltı suyundan üretilen peynir.
Yumuşakça	<i>Mollusca</i> şubesine ait yumuşak gövdeli ve genellikle sert kabuklu hayvan.
Şıra (must)	Üzüm şırası veya elma ya da armut özü gibi, alkol fermentasyonuna tabi olan herhangi bir usare veya hazır sıvı.
Doğal nişasta	Herhangi bir kimyasal ve/veya fiziksel değişime uğramayan saf nişasta.
Pastörizasyon	Halk sağlığı açısından önemli en dirençli mikroorganizmaları, normal dağıtım ve depolama koşullarında halk sağlığı riski oluşturmayacak bir seviyeye indirmek amacıyla gıdaya uygulanan termal proses, işlem veya bunların bir kombinasyonu. Termal pastörizasyon işlemleri, yaşayabilir organizmalarda, gıdanın tat ve kimyası üzerindeki zararlı etki azaltılmak suretiyle belli bir ondalık indirgeme elde etmek için zaman/sıcaklık eşdeğeri kombinasyonlarıdır.

Pestisit	Zararlıları öldürmek için kullanılan biyolojik, fiziksel veya kimyasal madde. Uygulamada, pestisit terimi genelde yalnızca kimyasal maddeler için kullanılmaktadır. Çeşitli pestisitler, insektisit, nematisit, fungusit, herbisit ve rodentisit, bir başka ifadeyle esas olarak sırasıyla böcekler, solucanlar, mantar, otlar ve kemirgenelere karşı etkili maddeler, olarak bilinmektedir.
Posa	Örneğin elma, armut ve zeytinin usaresi sıkıldıktan sonra geriye kalan, kabuk, çekirdek ve tohum gibi kalıntılar.
Yumuşak çekirdekli	Elma gibi ortasında tohumlu çekirdek bulunan etli meyve.
Patates suyu	Patates sıkılarak elde edilen usare.
Patates atıksuyu	Patatesin işlenmesinden kaynaklanan atıksu.
Birincil ambalaj	Satın alma noktasında son kullanıcı veya tüketici için bir satış birimi oluşturmak üzere tasarlanan ambalaj.
Artık	Atık veya yan ürün olarak bu doküman kapsamındaki faaliyetlerle üretilen madde veya nesne.
Re değerleri (Reynolds sayısı)	Reynolds sayısı, Newton ikinci hareket yasası ile tanımlanan atalet kuvvetlerinin viskoz kuvvetlere oranıdır. Reynolds sayısı yüksek olursa, atalet kuvvetleri baskın olur, çalkantılı akışa yol açar. Düşük olursa, viskoz kuvvetleri baskın olur, katmanlı akışa yol açar.
Kökçük	Örneğin maltlama sırasında tane üzerindeki küçük kök.
İkincil ambalaj	Satın alma noktasında, ister son kullanıcı veya tüketiciye satıldığı şekilde ister yalnızca, satış noktasında rafları doldurma aracı olarak görev yapan belli sayıda satış grubu oluşturmak üzere tasarlanan ambalaj; ürünün özelliklerini etkilemeden üründen çıkarılabilir.
Serpme	Püskürtmek, örneğin su, bir sıvıyı havalandırmak veya buhar enjekte etmek. Bira üretiminde, maltın üzerine sıcak su püskürtülür.
Standardize edilmiş süt	Yağ içeriğini, sütün kullanım amacına bağlı tanımlanmış bir yüzdeye ayarlamak için işlenmiş süt.
Toprak darası	Hasat edilen ürünlerle birlikte taşınan toprak, çakı ve taşın ağırlığı.
Karter	Su veya diğer akışkanları toplamak için kullanılan çukur, kuyu veya delik.
Temperleme	Çikolata işlemede kullanılan, ürün kalitesi ve görünümünü sağlayan işlem; çeşitli uygulamalar için sıvı çikolatanın sevkini sağlar; viskozite kontrolü sağlar; karşılanacak net ağırlık gerekliliklerini sağlar. Ayrıca, temperleme etlerin kontrollü çözülmesi işlemidir.
Üçüncül ambalaj	Fiziksel sevk ve taşımadan dolayı zarar görmeyi engellemek için çok sayıda satış birimi veya gruplanmış ambalajın sevk ve taşınmasını kolaylaştırmak üzere tasarlanan ambalaj.
Çözme	Gıda veya hammaddelerin buzunu çözmek.
Isıl direnç (K/W veya °C/W)	Bir yalıtım malzemesinin termal ohm cinsinden ısı direnci, malzemenin m cinsinden kalınlığına bölünen R değeridir (ısı yalıtımının etkinliğini ölçmek için kullanılan bir ticari birim).
Trub	Bira üretiminde, şıradan (wort) ayrılan, proteinli çöktürülmüş malzemenin kaba koagüle hali.
Van der Waals kuvvetleri	Aynı maddenin molekülleri arasında bulunan kuvvetler. Bu kuvvetler, kimyasal bağlardan oldukça zayıftır ve oda sıcaklığında rasgele ısı hareketi genellikle bunları aşarak bozabilmektedir. Bu kuvvetler yalnızca, çarpışma veya yakın geçişlerde moleküller birbirine çok yakın geçtiğinde çalışır.

Şilempe	Melas işlenirken üretilen yan ürün. Melastaki fermente edilebilir şeker, mikroorganizmalar (örneğin maya) tarafından kullanıldıktan ve elde edilen bileşikler ayrıldıktan (örneğin alkol damıtıldıktan) sonra, geriye kalan besin maddesi ortamı. Asimile olmayan şeker dışı maddeler ve metabolik taraf ürünleri, bu sıvıda bulunur. Şilempe, çok etkili evaporatörlerle %70 katı içeriği verecek şekilde yoğunlaştırılabilmektedir.
İç organlar	Sindirim sistemi, kalp ve akciğerler gibi toplu olarak düşünülen iç organlar.
Şıra (wort)	Örneğin bira ve damıtılmış malt çözeltiler elde etmek için kullanılan, fermentasyon öncesi öğütülmüş malt veya diğer tahılın şekerlenmesi.

KAYNAKÇA

- [1] CIAA, *CIAA Background Document for the Technical Working Group on the FDM MET-REF Rev. 7*, 2002.
- [2] IED Forum, Comments from IED Forum members on the final draft of the revised FDM MET-REF (November 2018) , 2018.
- [3] The Brewers of Europe, 'Comments on pre-final draft of the revised FDM MET-REF', Personal Communication, 2018.
- [4] CEFS, CEFS proposal for description of beet pulp drying (comments on pre-final draft) , 2018.
- [5] German Dairy Association, *Translation of extracts and additions made 2001*. VDM., 1999.
- [6] Environment Agency of England and Wales, *Process Descriptions for the Food and Drink sector*, 2000.
- [7] Environment Agency of England and Wales, *BAT and Waste Minimisation in Food and Drink Sector*, 2000.
- [8] Environment Agency of England and Wales, *IPPC Best Available Techniques (BAT) for Effluent Management in the Food & Drink Sector*, 2000.
- [9] Envirowise (UK), Reducing the Cost of Cleaning in the Food and Drink Industry Guide - GG 154, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 1998.
- [10] Envirowise (UK) & Entec UK Ltd, Low-Cost Process Control in Food and Drink Processing - Guide GG 220, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 1999.
- [11] Envirowise (UK), Reducing the Water and Effluent Costs in Breweries - Guide GG 135, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 1998.
- [12] ATV, *ATV Handbuch Industrieabwasser, Lebensmittelindustrie, 4. Auflage*, Ernst Sohn Verlag, ISBN 3-433-01467-1, 2000.
- [13] Nordic Council of Ministers, *BAT Best available technology in the fishing industry, TemaNord*, 1997.
- [14] Belgium-VITO, *Best Available Techniques (BAT) for the fruit and vegetable processing industry*, 2001.
- [15] Van Bael J., *Memorandum on Energy Consumption in the Flemish Frozen Vegetable Sector*, VITO, 1998.
- [16] Willey ve ark., 'Management of Odorous Emissions in the Food Industry', , 2001.
- [17] TWG, Comments on the pre-final draft of the revised FDM MET-REF , 2018.
- [18] Environment Agency of England and Wales, *BAT for Cleaning. Extract from UK Interim National BAT Guidance for the Food and Drink Sector*, 2000.
- [19] German Dairy Association, 'Comments on the first draft and associated additional information and personal communications', Personal Communication, 2001.
- [20] Nordic Council of Ministers, *Best Available Techniques (BAT) in Nordic Slaughterhouses, TemaNord*, 2001.
- [21] Nordic Council of Ministers, *BAT for Nordic dairy industry, TemaNord 2001:586*, 2001.
- [22] Carbon Trust, *Food and drink processing. Introducing energy saving opportunities for business*, 2012.
- [23] Envirowise (UK) and Ashact , Reducing Water and Waste Costs in Fruit and Vegetable Processing - Guide GG 280, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 2001.
- [24] Fraunhofer CBP, EthaNa – Piloting the Ethanolic Native Extraction of Peeled Rapeseed - <https://www.cbpfraunhofer.de/en/research/reference-projects/EthaNa.html> , 2019.

- [25] COM, *Preparatory study for a review of Regulation (EC) No 842/2006 on certain fluorinated GHG*, 2011.
- [26] Envirowise (UK), *Turning Waste into Profit - Case Study GC 150*, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 2000.
- [27] Envirowise (UK), *Pigging Cuts Costs, Recovers Product and Reduces Effluent - Case Study GC 261*, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 2000.
- [28] Envirowise (UK), *Cutting Water and Effluent Costs in Fish Processing - Case Study GC 202*, Environmental Technology Best Practice Programme, <http://www.etsu.com/etbpp> , 1999.
- [29] Danbrew Ltd, *Environmental Management in the Brewing Industry*, UNEP Industry and Environment, 92-807-1523-2, 1996.
- [30] TWG, 'Compiled and sorted list of TWG comments on revised draft BAT conclusions', Personal Communication, 2018.
- [31] CEFS, *Guide to establishing BAT in the sugar industry*, 2001.
- [32] CleanSmoke, *Best available techniques for the smoking of food*, 2018.
- [33] Borja et al., 'Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills', *Grasas y Aceites*, Vol. 57, 2006, pp. 32-46' , 2006.
- [34] Italy, *Italy comments to the FDM data workshop* , 2017.
- [35] Germany, *Best Available Techniques Reference Document on the Food and Milk Industry*, BMU, Hannover University, *fdm/tm/65*, 2002.
- [36] EC, 'Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 330, 5.12.1998, 1998, pp. 32-54.
- [37] The Brewers of Europe, *The Brewers of Europe comments to the FDM data workshop* , 2017.
- [38] CEOC, *Requirements for boiler water and boiler feed water - R 54/CEOC/CP 84 Def*, 1984.
- [39] Environment Agency of England and Wales, *Integrated pollution prevention and control Energy efficiency - IPPC H2, Horizontal Guidance Note*, 2001.
- [40] UNEP et al., *Cleaner Production Assessment in Dairy Processing*", 92-807-1842-8, 2000.
- [41] Rocha dos Santos Mathias et al., 'Journal of Brewing and Distilling: Solid wastes in brewing process: A review', , 2014.
- [42] Greek Ministry for the Environment, *Food industry IPPC study*, 1997.
- [43] Italian contribution, 'BAT candidates for dairy industry', Personal Communication, 2002.
- [44] Italian contribution, 'Dairy industry - General information', Personal Communication, 2001.
- [45] FoodDrinkEurope, 'FDE Document Rev7 Chapter 2 MET-REF 2006', Personal Communication, 2002.
- [46] FEFAC, *Feed for fur animals general information* , 2017.
- [47] Denmark, *Denmark comments to the FDM data workshop* , 2017.
- [48] European Starch Association, *Comment on the UK Document Process descriptions - fm No.10* , 2001.
- [49] Environment Agency of England and Wales, 'BAT note on frying', Personal Communication, 2000.
- [50] Junta de Andalucia and Agencia de Medio Ambiente, *Sistemas de obtencion de aceite de oliva sin produccion de alpechin. Situacion actual*, 1994.
- [51] Ullmann , *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001.
- [52] Italy, 'Consumption & emission data for meat and fruit and vegetables sectors', Personal Communication, 2001.

- [53] COM, Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market, COM(2002) 415 final , 2002.
- [54] EUPPA, EUPPA suggestions for modifications , 2018.
- [55] COM, *Mission report-Site visits to BE, NL*, 2017.
- [56] ANMF, 'Proposal to complete the grain milling chapter', Personal Communication, 2017.
- [57] Environment Agency of England and Wales, UK comments to the first draft , 2002.
- [58] FoodDrinkEurope, 'FDE Document Rev7 Chapters 4 and 5 MET-REF 2006', Personal Communication, 2002.
- [59] EU, Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives , 2008.
- [60] Germany, 'Germany comments to the FDM data workshop', Personal Communication, 2017.
- [61] UK, Comments to the first draft , 2002.
- [62] CIAA-FEDIOL, Comments to the first draft - vegetable oil , 2002.
- [63] CIAA-AAC-UFE, Comments to the first draft - starch , 2002.
- [64] CIAA-UNAFPA, Comments to the first draft - pasta , 2002.
- [65] CIAA-EDA, Comments to the first draft - dairy , 2002.
- [66] Italy, Comments to the first draft - fruit and vegetable , 2002.
- [67] Boehm et al., *Comprehensive preliminary studies and proposals for measures of risk reduction strategies for EDTA*, Fraunhofer Institute, 2002.
- [68] Knepper et al. , *Eintrage synthetischer Komplexbildner in die Gewässer*, ESWE Institut für Wasserforschung, FKZ 299 24 284, 2001.
- [69] Layman, *Environmentally friendly smoking*, 2015.
- [70] CADDET, Quadruple-effect milk evaporator uses mechanical vapour recompression, IEA, OECD, <http://www.caddet-ee.org> , 1992.
- [71] AWARENET, *Tools for prevention and minimisation of agro-food wastes generation in European industry*, GRD1-CT-2000-28033, 2002.
- [72] Brewers Europe, *Guidance Note for establishing BAT in the brewing industry*, 2002.
- [73] Nielsen et al., *BAT in the Danish sugar industry*, 2002.
- [74] World Bank (IBRD) et al., 'Pollution prevention and abatement handbook - Toward cleaner production', , 1998.
- [75] FEDIOL, 'Candidate BATs', Personal Communication, 2002.
- [76] CleanSmoke , The case of purified smoke as BAT , 2017.
- [77] CADDET, Air treatment in a cheese warehouse, [twgfood\caddet_cheese_air.html](http://twgfood/caddet_cheese_air.html) , 1997.
- [78] Metcalf & Eddy, *Wastewater engineering - Treatment, disposal and reuse*, 3rd Edition, McGraw-Hill, Inc., 0-07-100824-1, 1991.
- [79] Leendertse A., *Fact-sheet on non-thermal plasma treatment of odour*, 2003.
- [80] Germany, *VDI 3892:2015 Emission control - Roasted-coffee producing industry*, 2015.
- [81] Sole, 'UHT milk processing - a BAT candidate technology', Personal Communication, 2003.
- [82] Unione Industriali Pastai Italiani, *The efficient use of energy in the Italian pasta industry*, 2002.
- [83] Austrian contribution, 'Production of citric acid', Personal Communication, 2002.
- [84] Austria, Comments to the 1st draft , 2002.
- [85] Clitravi, 'Clitravi comments to the FDM data workshop', Personal Communication, 2017.
- [86] UBC Civil Engineering, Membrane BioReactor, <http://www.civil.ubc.ca/home/civl525/students00/rachelui/geninfo.html> , 2003.
- [87] Belgium-VITO, *The BAT study for potatoes, vegetables and fruit processing industry*, 2015.

- [88] CIAA-CEFS, Comments on the second draft , 2003.
- [89] EDA, 'Consumption and emission data', Personal Communication, 2002.
- [90] Verband Deutscher Oelmuehlen, 'Contribution to Section 3.3.9.4', Personal Communication, 2003.
- [91] Giner Santonja et al., *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (IRPP MET-REF)*, European Commission, JRC Seville EIPPCB, 2017.
- [92] Gergely E., 'Production of DDGS (Distiller's Dried Grains with Solubles)', Personal Communication, 2003.
- [93] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries (SA MET-REF)*, 2005.
- [94] Germany, Comments on the second draft , 2003.
- [95] CIAA-UNAFPA, Comments on the second draft , 2003.
- [96] Italy, Comments on the second draft , 2003.
- [97] CIAA-FEDIOL, Comments on the second draft , 2004.
- [98] TWG, 'Comments on Draft 1 of the revised FDM MET-REF', Personal Communication, 2017.
- [99] EC, 'Regulation (EC) No 1774/2002 of the European Parliament and of the Council of 3 October 2002 laying down health rules concerning animal by-products not intended for human consumption', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 273, 10.10.2002, 2002, pp. 1-95.
- [100] Bockisch M., *Nahrungsfette und - öle*, 1993.
- [101] Health and Safety Executive, *Information about Legionnaires' Disease*, 2004.
- [102] Heidemann et al., 'Abwasserteilströme und reststoffe in der brauerei', , 1993.
- [103] Leendertse A. and Haaland A.T., 'The performance of the APP odour abatement equipment in relation to operating conditions and measurement', , 2003.
- [104] EEC, 'Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 375, 31.12.1991, 1991, pp. 1-8.
- [105] RC/SPC, *Pollution prevention in olive oil production*, 2000.
- [106] COM, SET-Plan ACTION n°6 - Continue efforts to make EU industry less energy intensive and more competitive , 2016.
- [107] COM, *Best Environmental Management Practice for the Food and Beverage Manufacturing Sector*, 2017.
- [108] NEWPOTATOPRO LIFE project, *Novel energy efficient process for potato protein extraction*, 2007.
- [109] Finland, Comments on the second draft , 2003.
- [110] CIAA, Comments on the second draft , 2003.
- [111] COM, Council Regulation (EEC) No 793/93 of 23 March 1993 on the evaluation and control of the risks of existing substances , 1993.
- [112] Ireland, *Integrated constructed wetlands*, 2003.
- [113] AINIA, *ECODHYBAT project: Eco-Hygienic design of food processing equipment*, 2016.
- [114] COM, 'Council Directive 76/464/EEC of 4 May 1976 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 129, 18.5.1976, 1976, pp. 23-29.
- [115] European Coffee Federation, Coffee roasting and NOx , 2016.
- [116] CIAA-AAC-UFE, Comments on the second draft , 2003.
- [117] European Coffee Federation, Thumbnail description , 2016.
- [118] COM, Regulation (EC) No 1005/2009 of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 on substances that deplete the ozone layer , 2009.
- [119] Clitavi-Avec, Inputs for the Review of FDM MET-REF 2006 , 2015.

- [120] EC, 'European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 365, 31.12.1994, 1994, pp. 10-23.
- [121] COM, 'Regulation No 136/66/EEC of the Council of 22 September 1966 on the establishment of a common organisation of the market in oils and fats', *Official Journal of the European Communities*, Vol. 3025, No 66, 30.9.1966, 1966, pp. 221-231.
- [122] Brewers Europe, Potential BATs , 2004.
- [123] FEFAC, *Candidate BATs for the Animal Feed Sector*, 2015.
- [124] EPA, *Emerging Technologies for Wastewater Treatment and In-Plant Wet Weather Management*, 2013.
- [125] EU, Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) , 2010.
- [126] Austria, *Status FDM industry in Austria*, 2015.
- [127] COM, EU Platform on Food Losses and Food Waste http://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/eu-platform/index_en.htm , 2016.
- [128] CIAA-Federalimentare, Comments on the second draft , 2003.
- [129] Italy M. Frey, Comments on the second draft , 2003.
- [130] Portugal-FIPA, Comments on the second draft , 2003.
- [131] Hall et al., 'Energy from waste and the food processing industry', , 2012.
- [132] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE MET-REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
- [133] Ockerman et al., 'Animal by-product processing and utilisation', , 2000.
- [134] German Dairy Association, *EDTA in detergents*, 1997.
- [135] EDA, *EDA proposal on waste*, 2016.
- [136] Deutsches Institut für Normung p.v., DIN 30600/28004 , 2005.
- [137] EC, Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006 , 2014.
- [138] Fellows P.J., *Food processing principles and practice*, 2000.
- [139] Health and Safety Executive, *Ventilation of kitchens in catering establishments, Catering sheet No 10*, 2000.
- [140] EC, Regulation EC/1005/2009 of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 on substances that deplete the ozone layer , 2009.
- [141] NuReSys, <http://www.phosphorusplatform.eu/images/Conference/ESPC2-materials/Dewaele%20-%20NuReSys%20From%20P%20recovery%20to%20fertilizer%20production.pdf> , 2016.
- [142] Ellis L. , *Report on SERET cross-flow filtration of wines*, 2002.
- [143] Caddet , *The use of Pinch technology in a food processing factory*, 1999.
- [144] CIAA-EDA, Comments on the second draft , 2003.
- [145] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (LCP MET-REF)*, European Commission - JRC IPTS EIPPCB, 2017.
- [146] Desmidt et al., 'Global Phosphorus Scarcity and Full-Scale P-Recovery Techniques: A Review', , 2015.
- [147] Lewis D. N., *Noise abatement measures in the food industry*, 2003.
- [148] Colsen b.v., *Phosphorus removal in anaerobic effluent by struvite process: ANPHOS Life project*, 2013.
- [149] Health and Safety Executive, *Top 10 noise control techniques*, 2000.
- [150] Barale M., *Reducing milk stone formation*, 2004.
- [151] Clitravi-Avec, Bulk information AVEC CLITRAVI , 2016.

- [152] AINIA, *Producción de biogás mediante co-digestión anaerobia de residuos/subproductos orgánicos agroindustriales*, 2016.
- [153] UK TWG, *Space requirements for membrane bioreactors* , 2004.
- [154] COM, *First Draft of Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment*, 2015.
- [155] COM, *08 Towards a better exploitation of the technical potential of WtE - Draft Final Report 20 June 2016*, 2016.
- [156] Belgium-VITO, *Online monitoring of phosphorus*, 2015.
- [157] Copa-Cogeca, *Best Available Techniques in the sector for industrial production of green fodder*, 2016.
- [158] Germany, *German contribution to the final plenary TWG meeting* , 2005.
- [160] Federación Conservas, *Chemical peach peeling*, 2005.
- [161] Nordic Council of Ministers, *BAT for odour reduction from food industry in Nordic countries*, 2016.
- [162] COM, *Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems*, 2001.
- [163] Belgium-VITO, *Best practice for anaerobic treatment of waste*, 2015.
- [164] Directive 2000/60/EC, 'Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 327, 22.12.2000, 2000, pp. 1-72.
- [165] EEC, 'COUNCIL DIRECTIVE 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment', *Official Journal of the European Communities*, Vol. L 135, 30.5.1991, 1991, p. 40.
- [166] COM, *Mission report of FDM site visits in Finland*, 2015.
- [167] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage (EFS MET-REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [168] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (CWW MET-REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2016.
- [169] Nordic Council of Ministers, *Nordic BAT report on Breweries 2011*, ISBN 978-92-893-2245-4, 60 pages., 2011.
- [170] COM, *Mission report in Spain*, 2015.
- [171] IAF, *International Accreditation Forum website* , 2010.
- [172] EU, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', *Official Journal of the European Union*, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45.
- [173] COM, *DG Environment: What is Emas?* , 2010.
- [174] Eurostat, *Meat production statistics* http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Meat_production_statistics , 2016.
- [175] ePURE, *Adaption of text in the existing BAT document for Ethanol production*, 2015.
- [176] Eurostat, *Statistics Database* , 2016.
- [177] COM, *Assessment and Summary of the Member States' Implementation Reports for the IED, IPPC Directive, SED and WID*, 2016.
- [178] Every Crumb Counts , *Every Crumb Counts Joint Declaration*, www.everycrumbcounts.eu , 2015.
- [179] COM, *EMAS reports & statistics* (<http://ec.europa.eu/environment/emas/register/reports/reports.do>) , 2015.
- [180] COM, *'Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy'* , , 2015.

- [181] Tetra Pak, Continuous freezing of ice cream mix , 2015.
- [182] Tetra Pak, Energy-efficient homogenisation device , 2015.
- [183] Tetra Pak, Hibernation for pasteurisers and sterilisers , 2015.
- [184] EDA, *EDA proposal on re-use of water*, 2016.
- [185] Tetra Pak, UHT process without intermediate pasteurisation , 2015.
- [186] Tetra Pak, Beverage processing with in-line blending and recovery functions , 2015.
- [187] Tetra Pak, Optimised juice pasteurization , 2015.
- [188] Tetra Pak, *White paper on Optimized Pasteurization*, 2015.
- [189] Tetra Pak, Radial jet mixing with coaxial injector technology , 2015.
- [190] Tetra Pak, Single-line processing of beverages with particles , 2015.
- [191] Tetra Pak, Sugar dissolving with hydraulic transportation , 2015.
- [192] COM, *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries (FDM MET-REF)*, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [193] TWG, Emission and consumption data from data collection , 2015.
- [194] CEFS, *CEFS Sugar Statistics 2015*, 2016.
- [195] CEEV, *Wine thumbnail description*, 2015.
- [196] spiritsEUROPE, *Distilled beverages thumbnail description*, 2015.
- [197] EUROMALT, *Malting thumbnail description*, 2015.
- [198] FoodDrinkEurope, Information for the Ethanol Production Sector , 2015.
- [199] CEFS, From beet field to sugar factory , 2010.
- [200] Italy, *Coffee manufacturing thumbnail description*, 2016.
- [201] FEFAC, *General information for the animal feed sector*, 2015.
- [202] FEFAC, *General information on manufacturing of compound feed and premixtures for food producing animals*, 2015.
- [203] FEDIAF, *Information on pet food manufacturing*, 2015.
- [204] FEFAC, *Applied processes and techniques in manufacturing of compound feed and premixtures for food producing animals*, 2015.
- [205] Nordic Council of Ministers, *BAT in fish processing industry, Nordic perspective*, 2015.
- [206] EDA, *Annual Report, 2014*, 2015.
- [207] Eurostat, Milk and milk product statistics, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Milk_and_milk_product_statistics , 2015.
- [208] The Brewers of Europe, *Beer statistics, 2017 Edition*, 2017.
- [209] The Brewers of Europe, *Brewing Descriptor*, 2015.
- [210] EDA, *Bulk information on cleaning*, 2016.
- [211] Rezaei et al., 'Alcohol-free Beer: Methods of Production, Sensorial Defects, and Healthful Effects', , 2010.
- [212] The Brewers of Europe, *Odour with potential nuisance to the community*, 2015.
- [213] FEDIOL, *General information about oilseed processing and vegetable oil refining*, 2015.
- [214] FEDIOL, *Applied processes and techniques: oilseed processing*, 2015.
- [215] FEDIOL, *Applied processes and techniques: vegetable oil refining*, 2015.
- [216] Starch Europe, The EU starch industry, key figures-2014, [www.starch.eu/ european-starch-industry/](http://www.starch.eu/european-starch-industry/) , 2015.
- [217] Starch Europe, The production process, <http://www.starch.eu/extraction-and-processing/> , 2014.
- [218] Eurostat, Agricultural production - crops, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_crops , 2015.
- [219] COM, *EU Agricultural Outlook, Prospects for EU agricultural markets and income 2015-2025*, 2015.

- [220] Clitavi-Avec, Meat industry – products, processes and environmental effects , 2016.
- [221] European Flour Millers, Facts & Figures, <http://www.flourmillers.eu/page/facts-figures-flour-milling-industry/> , 2016.
- [222] France, French contribution on waste water landspreading in the FDM sector , 2015.
- [223] FEDIOL, *Side document on hexane management during oilseed processing to support a sector specific data gathering*, 2014.
- [224] Denmark, Biofilter for odour reduction , 2015.
- [225] FEFAC, *Key Environmental Impacts of the Manufacturing of compound feed*, 2015.
- [226] EDA, EDA proposals for BAT candidates , 2016.
- [227] United Kingdom, Use of heat pumps within the dairy sector , 2015.
- [228] Belgium-VITO, BAT candidate for phosphorous removal , 2015.
- [229] Belgium-VITO, BAT candidate - Biofilters for treatment of air emmissions , 2015.
- [230] Germany, *BAT document - German Breweries*, 2013.
- [231] SUSCLEAN, *Sustainable cleaning and disinfection technologies*, 2015.
- [232] World Bank Group, Introduction to Wastewater Treatment Processes. <http://water.worldbank.org/shw-resource-guide/infrastructure/menu-technical-options/wastewater-treatment> , 2016.
- [233] Denmark, Pressurized Steam Fluidbed Drying of sugar beet pulp , 2015.
- [234] Denmark, *Drying of sugar beet pulp*, 2015.
- [235] COM, *Kick-off Meeting for the review of the reference document on best available techniques for food, drink and milk industries. Meeting Report.*, 2015.
- [236] Masanet et al., *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the fruit and vegetable processing industry*, 2008.
- [237] Sarco, Steam solutions. <https://www.spiraxsarco.com/global/en-MY/industries/food-and-beverage> , 2019.
- [238] Andritz, Potato peeling lines for higher peeling efficiency. http://www.andritzgouda.com/uploads/docs/AG_Potato_peeling_brochure_def_mail.pdf , 2019.

AVRUPA BİRLİĞİ (AB) İLETİŞİM

Şahsen

Avrupa Birliği'nin tamamında, yüzlerce Avrupa Direct (Avrupa Direkt) danışma merkezi vardır. Size en yakın merkezin adresini aşağıda bulabilirsiniz: https://europa.eu/european-union/contact_en

Telefon/e-posta

Europe Direct (Avrupa Direkt Telefon Hattı Servisi), Avrupa Birliği hakkında öğrenmek istediklerinizi sorabileceğiniz telefon servisidir. Bu servise aşağıdaki yollardan ulaşabilirsiniz:

- Ücretsiz telefon: 00 800 67 89 1011 (operatörler çağrıları ücretlendirebilir),
- standart telefon numarası: +32 22999696 veya
- e-posta: https://europa.eu/european-union/contact_en

AVRUPA BİRLİĞİ (AB) İLE İLGİLİ BİLGİLER

Çevrimiçi

Avrupa Birliği ile ilgili bilgiler, aşağıdaki adreste verilen Avrupa Birliği resmi dillerinin tümünde bulunabilir: https://europa.eu/european-union/index_en

AB yayınları

AB yayınlarını, ücretsiz veya ücreti karşılığında aşağıdaki adreste verilen EU Bookshop (AB Resmi Yayınlar Ofisi) üzerinden indirebilir veya sipariş edebilirsiniz: <https://publications.europa.eu/en/publications>. Europe Direct veya yerel danışma merkezinizle irtibata geçerek ücretsiz yayınların birden çok kopyası temin edilebilir (bakınız https://europa.eu/european-union/contact_en).

Avrupa Komisyonu Bilim ve Bilgi Servisi Ortak Araştırma Merkezi

JRC Görevi

Avrupa Komisyonu Bilim ve Bilgi Servisi olarak, Ortak Araştırma Merkezi'nin görevi, politika döngüsü boyunca bağımsız kanıtlarla AB politikalarını desteklemektir.



EU Science Hub
ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



EU Science, Research and Innovation



EU Science Hub

doi:10.2760/243911
ISBN 978-92-76-13091-8



Publications Office
of the European Union