



Şeker Üretimi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

*Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik
Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi*

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	1
2. ŞEKER ÜRETİM PROSESİ.....	2
2.1. Pancarların Fabrikaya Kabulü, Boşaltılması ve Silolanması.....	2
2.2. Pancarların Silolardan Fabrikaya Sevki.....	3
2.3. Pancarın Yıkanması.....	4
2.4. Pancarın Kırılması.....	4
2.5. Pancarın Haşlanması ve Ham Şerbetin Eldesi.....	4
2.6. Ham Şerbetin Kireçlenmesi.....	5
2.7. Ham Şerbetin Karbonatlanması.....	6
2.8. Şerbetin Koyulaştırılması.....	7
2.9. Koyu Şerbetin Rafinasyonu.....	8
2.10. Şekerin Kurutulması ve Ambalajlanması.....	9
2.11. Pancar Posasının (Küspenin) Kurutulması.....	11
2.12. Alkol Üretim Tesisi.....	12
3. EMİSYON KAYNAKLARI.....	13
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ.....	14
5. ÖLÇÜM VE İZLEME.....	15
6. KAYNAKLAR.....	16

1. GİRİŞ

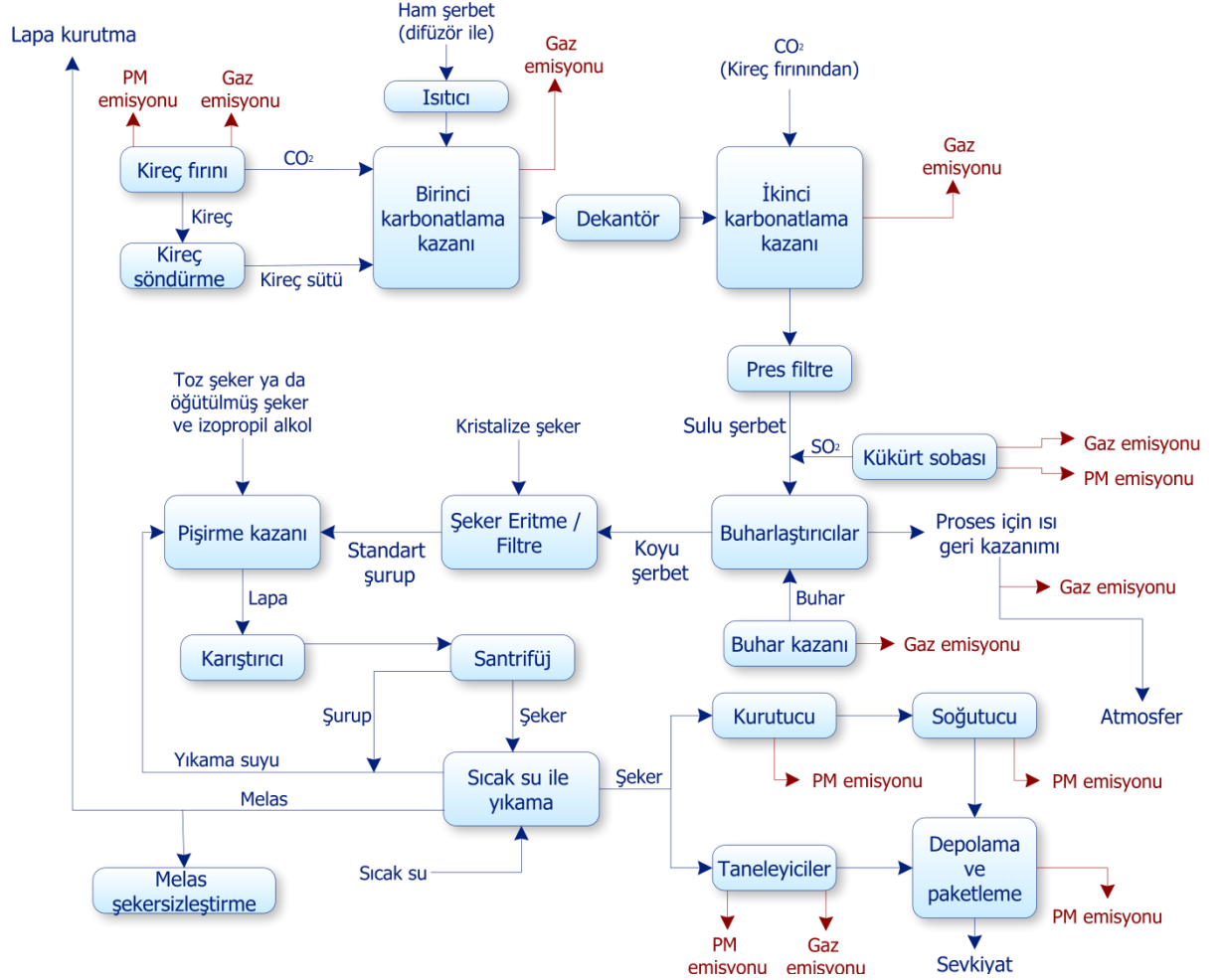
T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için hazırlanan ve T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen “Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi” kapsamında hazırlanan bu Sektörel Uygulama Kılavuzları dizisi, sanayi tesislerindeki emisyon kaynaklarının ve bu kaynaklardan atmosfere verilen emisyonların belirlenmesi, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile bu emisyonların önlenmesi/azaltılması amacıyla ilgili sanayi tesisi çalışanları ve Bakanlık çalışanlarına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla;

- Bakanlık merkez ve taşra teşkilatları tarafından yürütülen tesis inceleme, kontrol ve denetim işlemlerinin kolaylaştırılması ve ülke çapında eş uygulamanın sağlanması,
- Sektördeki tesisler ile bunlara ölçüm hizmeti veren kurum ve kuruluşların ölçüm/izleme çalışmalarında uygulama birliğinin sağlanması,
- Tesislerin izin ve denetim süreçlerinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na yapacakları beyanlarda veri kalitesinin yükseltilmesi,
- Tesislere emisyon azaltma ve kontrol çalışmalarında yardımcı olunması hedeflenmektedir.

Şeker pancarından toz şeker üreten tesisleri ele alan bu kılavuz kapsamında, öncelikle sektörde yaygın olarak kullanılan üretim süreçleri tanıtılmış, daha sonra bu süreçlerde emisyon oluşumuna neden olan kaynaklar belirlenmiş, emisyonların ölçümü ve izlenmesi ile emisyon azaltım teknikleri konusunda bilgiler verilmiştir.

2. ŞEKER ÜRETİM PROSESİ

Pancardan şeker üretimi, pancardaki istenmeyen maddelerin ayrılması, yıkama, dilimleme, ekstraksiyon, presleme, saflaştırma, buharlaştırma, kristalleştirme ve ambalajlama aşamalarını içerir. Pancar üretiminde kullanılan temel süreçler Şekil 1’de verilmiş, bu süreçlerle birlikte diğer yardımcı üniteler aşağıda özetlenmiştir.



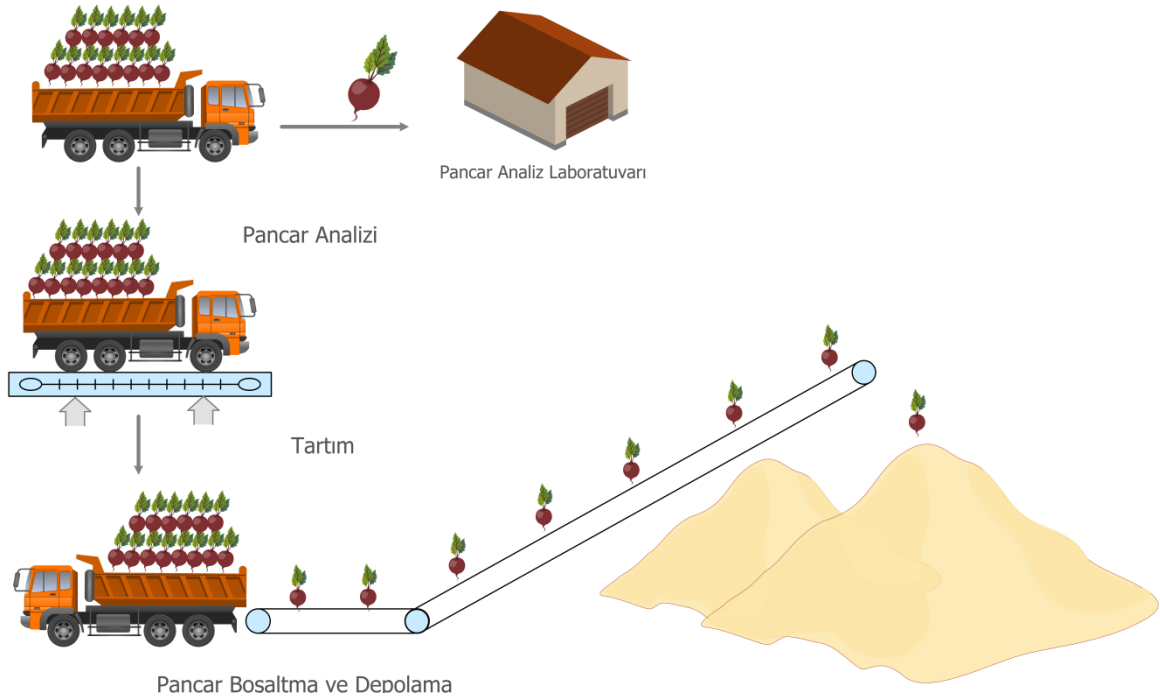
Şekil 1. Pancardan şeker üretimindeki temel süreçler

2.1. Pancarların Fabrikaya Kabulü, Boşaltılması ve Silolanması

Şeker pancarı çiftçi tarafından traktör, kamyon, vb. araçlarla fabrikaya doğrudan getirilir ve her araç fabrika girişindeki kantarlarda tartılır. Tartım yapılan her araçtan numune alınarak Pancar Analiz Laboratuvarında pancarın şeker oranı ve getirilen ürünlerdeki toprak firesi tespit edilir. Kabule uygun bulunan pancarlar silolara alınır. Fabrikaya getirilen pancarların tartılarak depolandıkları tesislere “meydan tesisleri” denir.

Fabrikaya gelen pancar ya mekanik yollarla ya da basınçlı su ile boşaltılır. Karayolu ile gelen pancar, otomatik boşaltma olarak isimlendirilen ve hidrolik sistemle kaldırılan bir

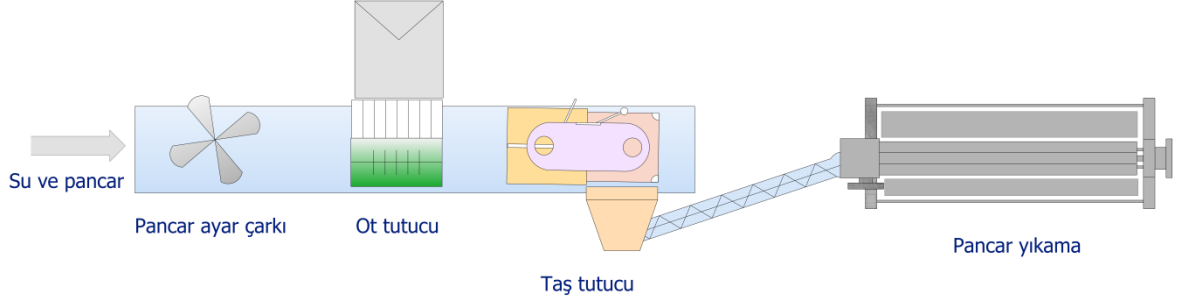
platformda, kamyonun belli bir eğime getirilmesi ile boşaltılır. Boşaltılan pancarlar taşıyıcılar aracılığıyla silolara sevk edilir. Bu sistemlerde; yabancı maddelerin fabrikaya girmesini önlemek amacıyla pancardan toprak, taş, yaprak ve benzeri maddeler ayrılır. Diğer boşaltma sisteminde ise fabrikaya gelen pancar basınçlı su ile pancar yüzdürme kanallarına boşaltılır (Şekil 2).



Şekil 2. Fabrikaya gelen pancarın boşaltılması

2.2. Pancarların Silolardan Fabrikaya Sevki

Silolarda bulunan pancar, yüzdürme kanallarından fabrikaya genellikle su ile sevk edilir (Şekil 3). Bazı tesislerde kuru yolla sevk yöntemi de kullanılmaktadır. Pancar yüzdürme kanalları vasıtasıyla fabrikaya sevk edilen pancar içindeki otlar kanallar üzerinde bulunan ot tutucuda, taşlar ise taş tutucuda ayrıştırılır.



Şekil 3. Pancarların silolardan tesise sevki

2.3. Pancarın Yıkınması

Taşından, kumundan ve toprağından kısmen ayrılan pancar; döner kollu yıkama teknesinde 10-15 dakika döndürülerek yıkanır. Teknede yıkama görevini, hareketli bir mile bağlı olarak dönen aktarıcı, karıştırıcı ve atıcı kollar yerine getirir. Aktarıcı kollar pancarın makine içinde karıştırıcı kollara doğru ilerlemesini sağlar. Karıştırıcı kollar pancarın makine içinde hareketini sağlayarak, çamur ve yabancı maddelerden temizlenmesini, atıcı kollar ise yıkanmış pancarın çıkış helezonuna atılmasını sağlar. Yıkama teknesinin tabanındaki süzgeçten toprak, kum, pancar kuyruğu ve taşlar ayrılır.

Yıkama işlemi; ön yıkama, esas yıkama ve durulamayı içerir. Yıkama işleminin amacı pancar ile birlikte fabrikaya gelen taş, çamur ve pancar kuyruğundan pancarı arındırmaktır. Bazı tesislerde aynı işleve sahip dönel silindir (tambur tipi) yıkama makineleri bulunmaktadır.

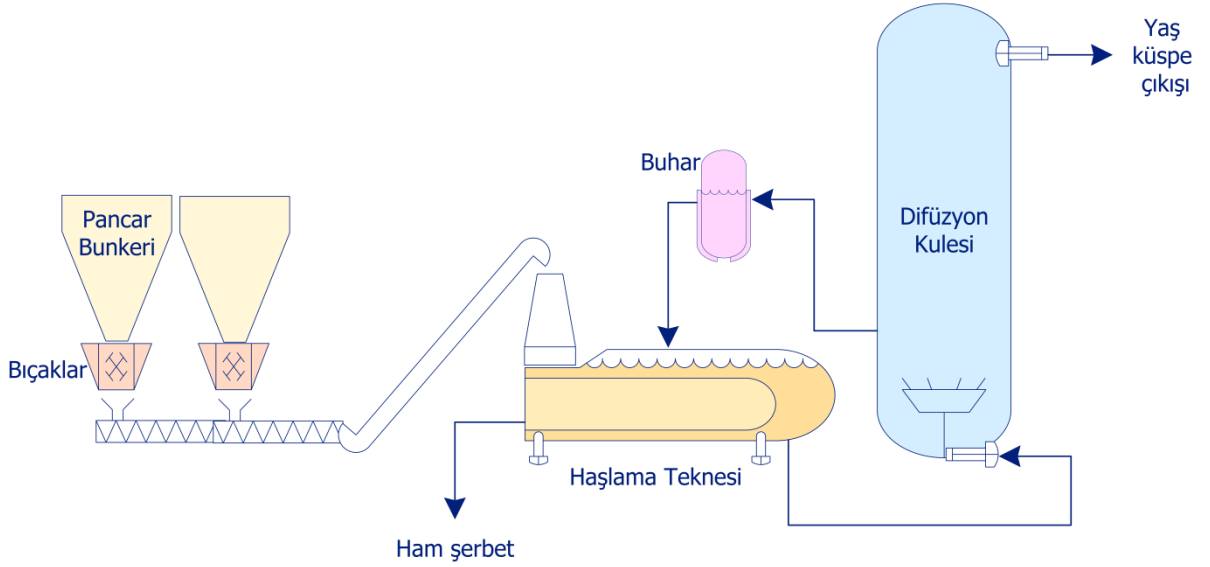
2.4. Pancarın Kıyılması

Kıyım makinelerinde pancar tırtıklı cips şeklinde kıyılır. Pancar kıyım makineleri genellikle ekseni üzerinde dikilmiş silindirik bir bunker ve bu eksene dik dönebilen bir pancar kıyım tablasından oluşur. Bu tabla üzerinde bıçak gruplarını taşıyan pancar bıçak kasaları yerleştirilmiştir. Ağırlığı ile bıçaklara gelen pancar, dönen bıçaklar vasıtasıyla kıyım haline getirilir. Pancar bıçaklarında kıyılan pancar kıyımları nakil bandında sürekli otomatik kantarda tartılarak haşlama teknesine verilir. Bazı tesislerde dikey (tambur) tipi kıyım makinaları bulunmaktadır.

2.5. Pancarın Haşlanması ve Ham Şerbetin Eldesi

Kıyımlar silindirik bir kazan olan haşlama teknesine alınarak burada karıştırılır ve ısıtılır. Isıtma işlemi, Kule Difüzörü adı verilen dikey silindirik bir kazandan alınan sıcak sirkülasyon şerbeti ile yapılır. Haşlama teknesinde pancar kıyımları şerbete karıştırılarak difüzyon kulesinin alt süzgecinin hemen üzerine basılır. Burada amaç kule içindeki sıcaklığın optimal difüzyon sıcaklığı olan 70-72 °C'ye getirilmesi ve pancarın hücrelerini denatüre ederek şeker

çıkışının sağlanmasıdır. Burada şerbetin pH'ı 5,8 altına düşmemelidir. Kule içinde yatayla 30°'lik açı yapan dönen kanatlar vasıtasıyla kıyımlar kulenin altından tepesine doğru, ham şerbet ise kulenin alt kısmına doğru ilerler. Kulenin üstünden şekeri alınmış yaş pancar posası helezon vasıtasıyla pancar posası preselerine verilir. Kıyımlar, kuleyi yaklaşık 60-75 dakikada terk eder. Kulenin alt ve yan süzgeçlerinden alınan sirkülasyon şerbeti tekrar haşlama teknesine verilir. Haşlama teknesine verilen şerbetin bir kısmı kıyım girişi tarafındaki alın süzgecinden ham şerbet olarak çekilerek arıtıma verilir. Bu işlemler Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. Haşlama teknesi ve difüzyon kulesi

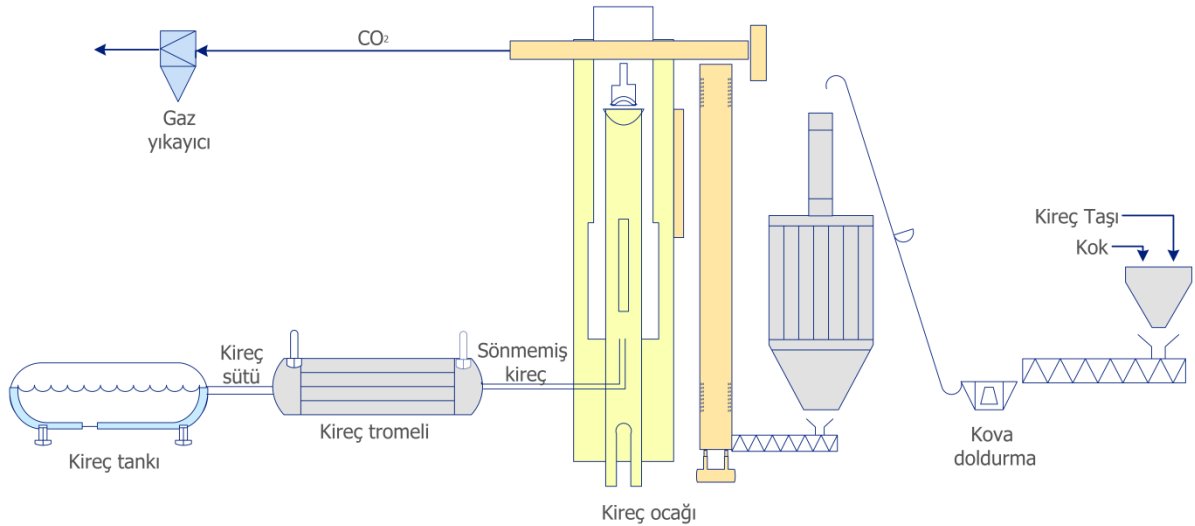
Bazı tesislerde kule difüzörü yerine silindirik bir difüzör de kullanılabilir. İçindeki bir mile bağlı karıştırıcı ve itici helezon vardır. Difüzör ters akım prensibine göre çalışır. Kıyım baş taraftan girer. Sıcak su ve prese suyu (70-75 °C'de), şekeri alınmış kıyım (pancar posası) çıkışından girer. Kıyım içindeki şekeri çözen sıcak su ve prese suyu difüzörün kıyım giriş tarafındaki süzgeçten ham şerbet olarak sistemden çıkar.

Difüzyon kulesinden çıkan pancar posası (küspe) %9-10 kuru madde içerir. Mekanik pres yöntemiyle sıkılarak kuru maddesi %18-22 seviyelerine çıkarıldıktan sonra satış için depolama sahasına veya kurutma ünitesine gönderilir.

2.6. Ham Şerbetin Kireçlenmesi

Ham şerbet bir tekne içinde kireçlenerek kademeli olarak pH 11'e getirilir. Burada amaç şerbet içindeki şeker dışı maddeleri çöktürmektir. Difüzyondan alınan ham şerbetin kuru maddesi %12-17, şeker yüzdesi %11-15 ve saflığı yaklaşık 84-89 civarındadır. I. Kireçleme denilen bu işlem altı bölmeli, tabandan biraz yüksekte olan "U" şeklinde levhalarla bölünmüş bir tekne içinde yapılır. Bu levhaların üst kısmında hareket edebilir kanatlar

mevcuttur. Bu kanatlarla bölümler arasındaki şerbet geçiş hızı artırılıp azaltılabilir. Tekneyi baştan başa kat eden bir mil ve üzerinde her bölmeye ait kanatlar vardır. Teknenin bir ucundan ham şerbet verilerek bölmeden bölmeye ilerlerken, diğer ucundan alttan verilen kireç sütü $[Ca(OH)_2]$ sabit kanatların altından ters istikamette ilerleyerek ham şerbete karışır (Şekil 5). I. Kireçleme pancara göre %0,2 kalsiyum oksit (CaO) içerir ve kireçleme süresi 20 dakika, sıcaklığı 65 °C, son bölmenin pH'sı ise 11 civarındadır. I. Kireçlemenin 3.bölmesine çökmeyi hızlandırıcı bir miktar (pancara göre %20) I. Karbonatlama şerbeti (geri alınan şerbet) verilir.



Şekil 5. Ham şerbetin I. Kireçlenmesi

Birinci kireçleme sonunda şeker dışı maddeler pıhtılaşmış ve süzölmeye hazır hale gelmiştir. Sıcaklık 86-88 °C, CaO miktarı %1,2, pH'ı 12,6, süre ise 10-15 dakikadır. I. Kireçlemeden çıkan şerbet II. Kireçleme teknesine alınır, burada II. Kireçleme yapılarak şerbet içindeki invert şeker parçalanır ve bakteri faaliyeti durdurulur.

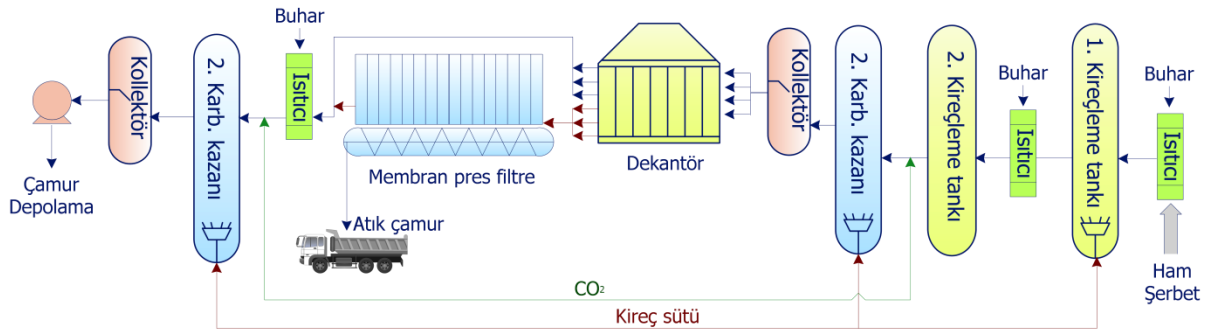
2.7. Ham Şerbetin Karbonatlanması

I. ve II. Kireçlemeden geçen ham şerbet 80-82 °C'de I. Karbonatlama kazanına gelir. Karbonatlama kazanı silindirik bir kuleye benzemekte olup, ters akım prensibine göre çalışmaktadır. Şekil 6'da görüldüğü gibi kireçlenmiş şerbet üstten, karbondioksit gazı ise alt kısımdan verilir. Çökme işlemi tamamlanmış şerbet karbonatlama kazanının alt kısmından alınır. Karbonatlanma için gerekli olan karbon dioksit (CO_2) gazı kireç üretimi yapan yan tesisten temin edilir. I. Karbonatlama pH'ı 12 olarak gelen kireçli şerbet I. Karbonatlamayı 10,8-11,2 arasındaki pH ile terk eder.

I. Karbonatlama sonrası çamurlu şerbet, yoğunluk farkı dolayısıyla çamur parçacıklarının dibine çökmesi ilkesine dayanan bir dekantörde çöktürülür. Dekantörün üstünde berrak şerbet altında ise çamurlu şerbet birikir. Dekantör çamurlu şerbeti pompa vasıtasıyla pres

filtrelere veya döner filtrelere göndererek şerbetin çamurdan ayrılması sağlanır. Filtre sonrası elde edilen şerbet, dekantörün üstündeki berrak şerbet ile karıştırılarak ısıtıcılara gönderilir. Isıtıcılarda 94-96 °C'ye kadar ısıtılan şerbet II. Karbonatlamaya basılır. Açığa çıkan %70 kuru maddeli çamur fabrikadan uzaklaştırılır.

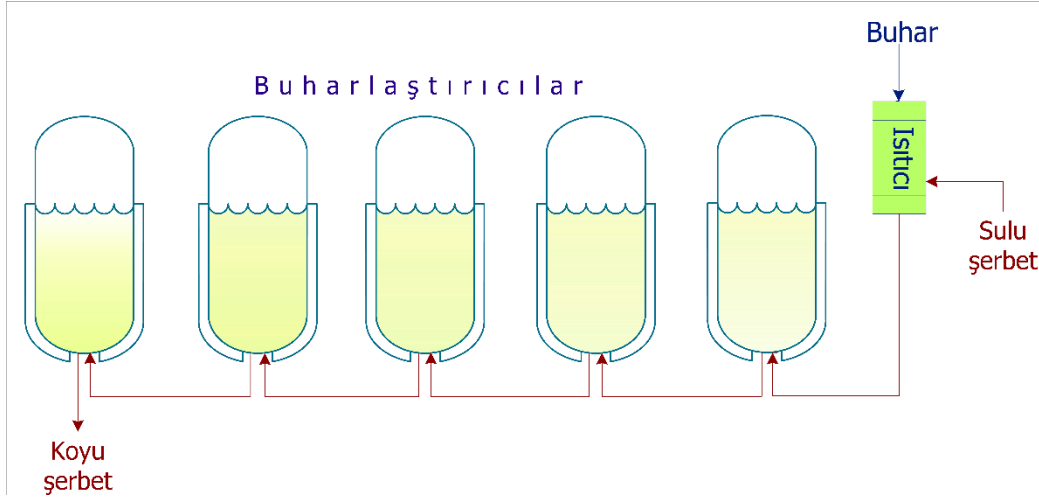
Filtre edilen I. Karbonatlama şerbeti, içindeki kalan kireci de alabilmek için II. karbonatlamaya tabi tutulur. II. Karbonatlama kazanı I. Karbonatlama kazanı gibi çalışır. Sıcaklık 92-95 °C civarındadır, II. Karbonatlama kazanından çıkan şerbet filtrelerden süzülerek sulu şerbet elde edilir. Sulu şerbetin kuru maddesi %12-15 arasındadır. Rengi açık sarı ve berraktır.



Şekil 6. Ham şerbete uygulanan kireçleme ve karbonatlama işlemleri

2.8. Şerbetin Koyulaştırılması

Sulu şerbet birinci buharlaştırıcıya alttan girer, buhar kamerası içinden geçen boruların dışındaki ısıtma buharının etkisiyle buharlaşarak yükselir ve ısıtma kamerasının tam ortasındaki sirkülasyon borusundan tekrar aşağı inerek diğer buharlaştırıcıya geçer. Brüde olarak adlandırılan şerbet buharı ise, aparatın üstünden alınır ve diğer buharlaştırıcının buhar kamerasına verilir (Şekil 7). Beş kademeli buharlaştırıcıların beşinci buharlaştırıcısı üstten kondensere bağlıdır. Böylece tüm buharlaştırıcılarda kademeli olarak basınç düşürülmüş ve şerbetin kaynaması kolaylaştırılmış ve buharlaştırıcılardaki yüksek sıcaklık nedeniyle sakkarozun parçalanması önlenmiş olur. Son buharlaştırıcıdan alınan şerbete koyu şerbet denir. Koyu şerbetin kuru maddesi %60-65, saflığı sulu şerbetten daha yüksek, koyu sarı ile açık kahverengi arası, renkli, viskoz bir şeker çözeltisidir. Koyu şerbet pişirmeye elverişli hale geldiği için artık rafineriye gönderilir.



Şekil 7. Şerbetin koyulaştırılması

2.9. Koyu Şerbetin Rafinasyonu

Rafineride ilk işlem %60-65 kuru maddeli koyu şerbetin süzülmesidir. Bu işlem için basınçlı filtreler kullanılmaktadır. Basınçlı filtre delikli silindirik elemanlar üzerine bez takılmış kapalı silindirik bir aparatır. Üzerleri bez kaplanmış süzme elemanları süzmeden önce kaplama maddesi perlit ile sıvanır ve daha sonra filtre yardımcı maddesi (perlit) katılmış koyu şerbet bu elemanlardan süzülür. Şerbet yandan aparata verilir. Silindirik süzme elemanlarının içinden geçerek üstten temiz olarak alınır. Kirli şerbet tarafında basıncın yükselmesi, temiz şerbet debisinin düşmesi filtre süzme alanının tıklandığını (kirlendiğini) gösterir. Süzme bitirilip, kirlenen süzme elemanları şerbet akışı yönünün tersinden hava-su verilerek yıkanıp temizlenir. Basınçlı filtrelerin süzme yüzeyleri şeker fabrikasının pancar işleme kapasitesine bağlı olarak değişmektedir.

Süzülen şerbete daha sonra kristalizasyon işlemi uygulanır. Kristalizasyon işlemi; vakum altında çalışan ve bir buhar kamarası aracılığıyla ısıtılan, dikey silindir kazanlarda yapılır.. Pişirim aparatı; Şurup kamarası, Buhar kamarası ve Mekanik karıştırıcıdan oluşur.

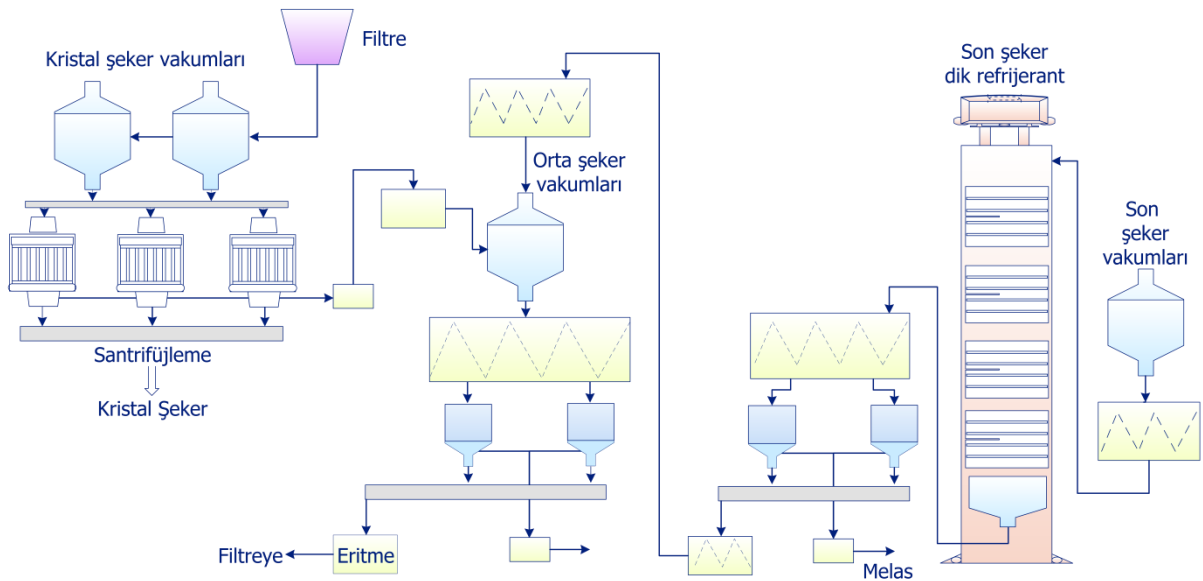
Pişirim başlangıcında önce buhar kamarasının üstüne kadar pişirim için gerekli şurup kazana çekilir ve buharlaştırılarak aşırı doymun hale gelinceye kadar koyulaştırılır. Aşırı doymun şuruba pudra şekeri maya olarak verilerek kristal taneleri oluşturulur ve koyulaştırmaya devam edilerek bu taneler büyütülür. Pişirim süresince lapa sürekli karıştırılır. Lapanın kuru maddesi %92-94'e gelince pişirmeye son verilip, aparatın alt kapağı açılarak lapa soğutuculara alınır. Kristal lapa pişirimi için 3. buharlaştırıcının şerbet buharı kullanılır. Pişirim cihazlarında vakum, çıkan brüdenin (şerbet buharı) kondenser denilen cihazlarda soğuk su ile yoğunlaştırılması ile elde edilir.

Kristal şeker lapası soğutuculara alınır. Soğutucular şeker fabrikasının pancar işleme kapasitesine bağlı olarak farklı ebatlarda olup, çoğunlukla çapları 2,5 metre, boyları 9 metre olan U şeklinde teknelerdir. Soğutuculardaki lapa santrifüjlerin ihtiyacı kadar bir debi ile

santrifüjlere işlenmek üzere sevk edilir. Tekneye alınan lapa donmaması için sürekli karıştırılır. Kristal lapa içindeki sakaroz kristallerinin ayrılması işlemi santrifüjlerde yapılır. Santrifüj üstten bir motorla çevrilen etrafı delikli levhayla kaplı silindirik yapıya sahiptir. Lapa santrifüjlendiğinde kristaller silindirin içinde kalırken şurup dışındaki gövdeye savrulur ve buradan depoya gönderilir. Şurubu ayrılan şeker kristalleri su ve buhar püskürtülerek yıkanır ve kurutma ünitesine gönderilir.

Orta şeker lapası pişirimi kristal lapa şurupları ile yapılır. Sürekli santrifüjler kullanılmaktadır. Santrifüjden çıkan orta şeker, standart şurup hazırlama teknesinde koyu şerbetle eritilerek, standart şurup elde edilir.

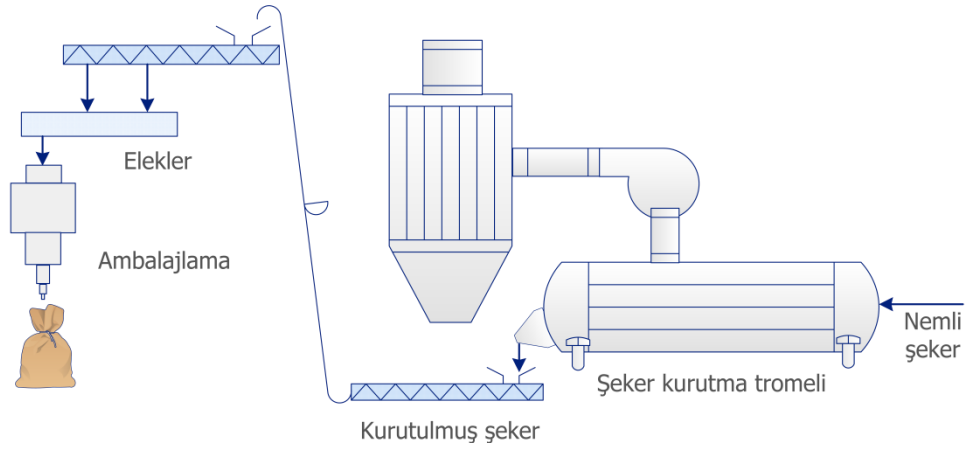
Orta şekerin şurupları son şeker pişirim aparatına alınır. Son şekerde pişirim süreleri kristal ve orta şekerle göre çok daha uzundur. Son şeker soğutucularına indirilen lapanın şurubunda kalan şekerin bir kısmı da, lapanın bu soğutucularda 25-35 saat soğutulması ile kazanılır. Sürekli santrifüjlerde ayrılan şeker, orta şekerle birlikte eritilerek kristal lapa pişiriminde kullanılır. Ayrılan şurup ise melas olarak isimlendirilir. Bu şurupta hala %50 oranında şeker vardır. Ancak, bu şekeri geri kazanmak ekonomik değildir. Bu nedenle etil alkol, maya, sitrik asit üretiminde ve yem sanayiinde kullanılmaktadır.



Şekil 8. Koyu şerbetin rafinasyonu

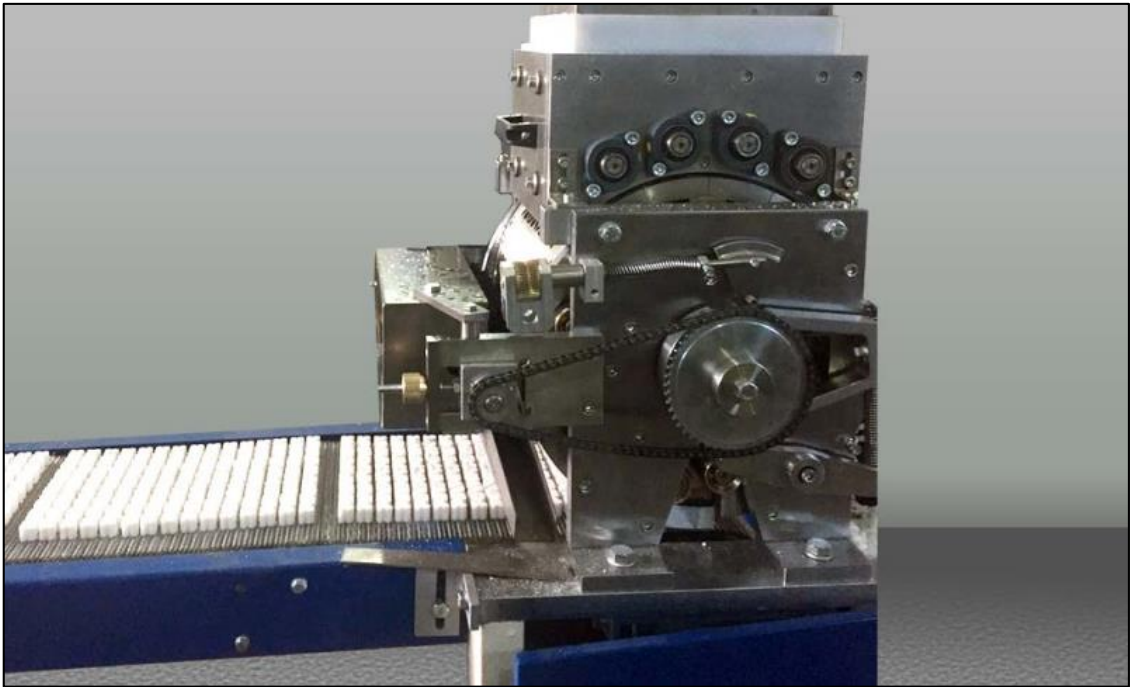
2.10. Şekerin Kurutulması ve Ambalajlanması

Santrifüjlerden çıkan şeker kurutma ünitesine nakledilir. Karıştırılarak sıcak hava ile kurutulan şeker soğutularak kristal şeker bunkerine gider. Kristal şeker depoya girmeden önce elenir. Artık kristal şeker elde edilmiş olup, ambalajlama işlemine hazırdır. Bunkerin alt kısmında hassas kantarda tartılır; 1, 2, 5, 25 ve 50 kg'lık polipropilen ambalajlarda veya 500 ve 1000 kg'lık dökme (big bag) olarak satışa sunulur.



Şekil 9. Şekerin kurutulması ve ambalajlanması

Küp şeker üretiminde ise dökme kristal şeker üzerine su püskürtülerek nemlendirilip (% 2-3 su), kalıplar içinde istenilen ebatlarda preslenerek küp şeker haline getirilir (Şekil 10). Paslanmaz çelik hasır banda dökülen preslenmiş küp şekerler, kurutma ve soğutma tünellerinden geçirilerek dolum robotuna gelir. Burada küp şekerlerin boş kutulara otomatik olarak, istenilen sıra halinde, el değmeden dolumu yapılır. Dolum robotundan çıkan dolu kutular, kutu kapama makinesine giderek ağzı kapatıp yapıştırılarak paketlenmiş olur.



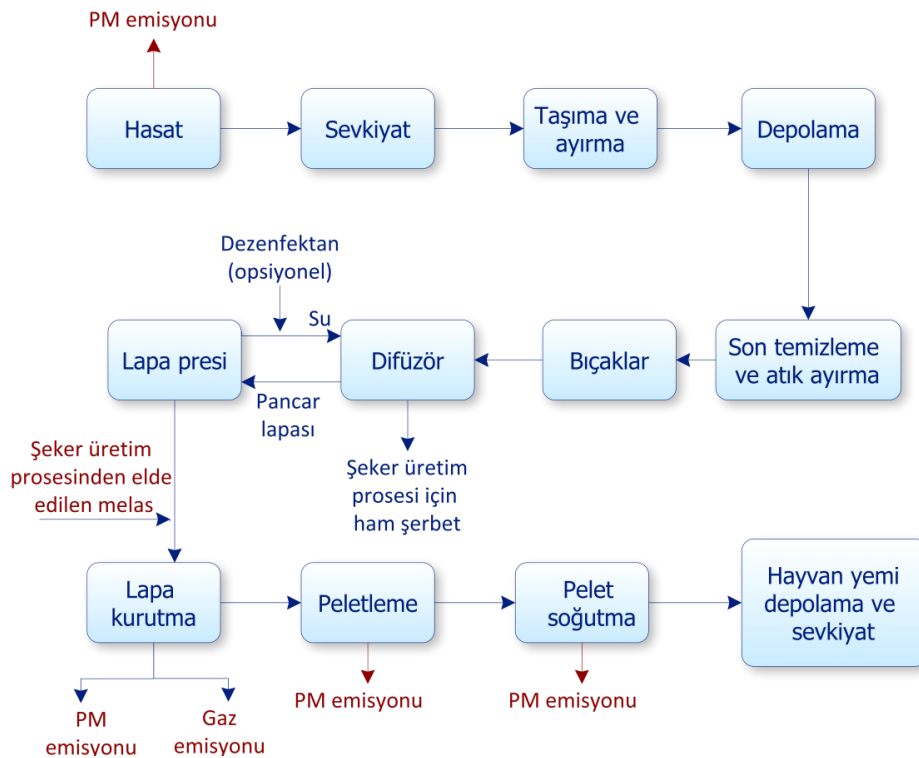
Şekil 10. Küp şeker üretimi

2.11. Pancar Posasının (Küspenin) Kurutulması

Difüzyon kulesinden çıkan pancar posası (küspe) %9-10 kuru madde içerir. Mekanik pres yöntemiyle sıkılarak kuru maddesi %18-22 seviyelerine çıkarılır. Bazı tesislerde mevcut haliyle satış için depolama sahasına sevk edilirken bazı tesislerde de kurutulduktan sonra satıldığı için kurutma ünitesine gönderilir. Kurutulmuş küspe, nemli küspeye göre daha uzun sürelerde depolanabilir.

Küspe kurutma işlemi genellikle sıcak hava, baca gazı veya buhar ile yapılmaktadır. Hava veya baca gazı ile kurutma yapılırken, önce kurutma gazı ısıtılır ve sonra yaş küspe ile temas ettirilir. Bu esnada sıcak ve kuru olan hava su buharına doyuncaya kadar proste işlem görür. Kurutma üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar düşük sıcaklıkta kurutma, yüksek sıcaklıkta kurutma ve iki aşamalı kurutmadır. Düşük sıcaklıkta kurutma genellikle, yüksek sıcaklıkta kurutma veya iki aşamalı kurutma için bir ön işlem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde küspe önce yaklaşık 50 °C sıcaklığındaki gaz ile işlem görüp sonrasında preslenerek kurutulmaktadır. Bu durumda çıkıştaki gaz sıcaklığı 25-30 °C'ye düşmektedir. Yüksek sıcaklıkta kurutma işleminde kurutma gazı doğrudan bir yakma ünitesi kullanılarak ısıtılır, genellikle döner fırınlarda yaş küspe ile temas ederek kurutma işlemi gerçekleşir. Kurutma çıkışında gaz sıcaklığı yaklaşık 100 °C'ye düşer.

Pancardan şeker üretiminde küspe oluşumu ve kurutma işlemi akım şeması Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Pancardan şeker üretiminde küspe oluşumu ve kurutma işlemi akım şeması

2.12. Alkol Üretim Tesisleri

Şeker fabrikalarının kûspe ile beraber diğeri bir yan ürünü melastır. %50 mertebelerinde şeker içeren bir şurup olan melastan şekerini geri kazanmak ekonomik olmadığı için etil alkol, maya, sitrik asit üretiminde ve yem sanayiinde kullanılmaktadır. Bazı şeker fabrikalarında da melastan etil alkol üretimi tesisi bulunmaktadır.

Etil alkol üretiminde, melastaki şekerini parçalamak için alkol mayaları kullanılmaktadır. Bu üretimde öncelikle alkol mayaları çoğaltılıp şekerin mayalar tarafından fermantasyonu sağlanır. Fermantasyon kazanlarında %5-8 arasında alkol oluşur. Distilasyon işlemi ile etil alkol konsantre edilir.

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Toz, yanma ürünleri ve uçucu organik bileşikler (UOB) şeker pancarından şeker üreten tesislerden yayılan başlıca kirleticilerdir. Tesislerin enerji ve buhar ihtiyacını karşılayan yakma kazanları, prosese hammadde sağlayan kireç fırınları, proste kullanılan buharlaştırıcılar ve soğutucular ile şeker pancarının taşıma ve boşaltma ekipmanları potansiyel emisyon kaynaklarıdır.

Kireç ocağında kullanılan kok kömürü, kireç taşı 850-900 °C'ye ısıtarak, kireç ve karbondioksit ayrıştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Sonrasında kireç su ile söndürülerek, şerbet arıtımında kullanılmak üzere kireç sütü hazırlanır. Yanma sonrası oluşan atık gazlar (CO₂) atmosfere verilmeyip şerbet arıtımında kullanılan kirecin fazlasının çöktürülmesinde kullanılır. Dolayısıyla atmosfere doğrudan herhangi bir gaz verilmemektedir. Ancak kireçtaşı ve kömürün taşınması, boşaltılması ve depolanması esnasında toz emisyonları oluşabilmektedir.

Şeker üretim prosesinde kullanılan yüksek miktardaki buhar, tesis içindeki buhar santralinde üretilir. Şeker fabrikalarında yüksek basınçlı kızgın buhar üreten kazanlar kullanılmaktadır. Bu nedenle genellikle tesislerde buhar türbini de yer almakta ve tesisin elektrik enerjisi buradan karşılanmaktadır. Kazanlarda yakıt olarak kömür, fuel-oil ve doğal gaz kullanılmaktadır. Kazan bacalarından yakıt türlerine bağlı olarak toz, yanma ürünleri ve UOB emisyonları atmosfere verilmektedir.

Karbonatlama ünitelerinde oluşan emisyonlar genellikle su buharı olmakla birlikte az miktarda amonyak (NH₃) ve UOB, ayrıca kireç ocağından CO₂ ve diğer yanma gazlarını da içerebilir. Buharlaştırıcılar, potansiyel bir CO₂, NH₃ ve UOB emisyonu kaynağı olabilir.

Şerbetin buharlaştırılması sırasında pancarın bünyesinden gelen α-amino azotu yüksek sıcaklıkta parçalanarak amonyağa dönüşür. Buhar kamarasında oluşan buharlar kapalı bir sistemle toplanarak bir yoğunlaştırıcıya (kondenser) gönderilir. Kondenserde soğutma suyu ile su buharının ve oluşan diğer gazların (NH₃) yoğunlaşması sağlanır. Hava ve yoğunlaşmayan gazlar atmosfere atılır. Bu gazlar amonyak emisyonu içerir.

Pancar posasının (küşpenin) kurutulduğu tesisler diğer bir önemli emisyon kaynağıdır. Kurutma işlemi sırasında yüksek miktarda su buharı ile birlikte, toz ve UOB emisyonları oluşmaktadır. Ayrıca kurutma için ilave yakıcıların bulunması durumunda yanma kaynaklı emisyonlar da (Toz, CO, SO₂, NO_x, vb.) oluşacaktır.

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

Pancardan şeker üretim tesislerinde en önemli emisyon kaynağı enerji üretim tesisleridir. Yüksek kapasiteli buhar kazanlarına sahip bu tesislerde kullanılan yakıt türlerine bağlı olarak uygun emisyon azaltıcı tedbirler kullanılmalıdır. Yakma sistemlerinde düşük NO_x emisyonu oluşturan yakıcıların tercih edilmesi toplam emisyonu azaltacaktır.

Diğer önemli bir kaynak ise küspenin (pancar posasının) kurutulduğu kurutma bacalarıdır. Bu kurutma ünitelerinde kurutma tekniğine bağlı olarak küspeden kaynaklanabilecek toz, uçucu organik bileşikler ve koku emisyonları kontrol edilmelidir. Bunun için;

- Su buharı yoğunlaştırucular,
- Islak yıkayıcılar
- Toz için filtre sistemleri

ayrı ayrı veya birlikte kullanılabilirler.

Üretim sürecinden kaynaklanan emisyonlar için;

- Açıkta depolanan hammadde ve yardımcı maddelerin taşıma, yükleme-boşaltma ve depolanması sırasında toz emisyonunu azaltıcı tedbirler uygulanmalıdır.
- Üretim aşamasında kapalı reaktörlerden amonyak vb. emisyon kaçaklarının önlenmesi gerekir.

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Şeker üretim tesislerinde ölçülmesi ve izlenmesi gereken kirleticiler kaynaklarına göre Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Şeker üretim tesislerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon kaynağı (Ölçüm noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli izleme ¹
Buhar kazanı bacası ²	Yakıt ve ısı gücüne göre belirlenir.		
Kireç söndürme bacası	Toz	İzin + Periyodik	
Satürasyon bacası	Toz, NH ₃	İzin + Periyodik	
Santrifüj bacası	Toz	İzin + Periyodik	
Amonyak bacası	NH ₃	İzin + Periyodik	
Siklon bacası	Toz	İzin + Periyodik	
Küspe kurutucu bacası	Toz, TOK, Yanma gazları ³ (CO, SO ₂ , NO _x)	İzin + Periyodik	
Baca Dışı Kaynaklar	Yönetmelik EK-2’deki ilgili hükümler uygulanır.		

¹ EK-4’teki hükümlere de bakılmalıdır.

² EK-1A hükümleri uygulanır.

³ Kurutucularda yakıcılar kullanılıyorsa.

6. KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), 2001. IPCC Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (IPPC)-Gıda, İçecek ve Süt Sanayiinde Kullanılabilecek En İyi Teknikler Hakkında Referans Belgesi.
- TA LUFT, 2002. “Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit”, Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft.
- USEPA, 1995. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors.