Ağaç Ürünleri Üretimi

SEKTÖREL UYGULAMA KILAVUZU
(TASLAK)

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

İçindekiler

1. GİRİŞ 1
2. AĞAÇ ÜRÜNLERİ ÜRETİM PROSESLERİ 2
2.1. Ham Ağaç Ürünleri 2
2.1.1. Kereste Üretimi 2
2.1.2. Kaplama ve Kontrplak Üretimi 3
2.1.3. Diğer Ham Ağaç Ürünleri 3
2.2. Ağaç Panel Ürünleri 3
2.2.1. Hammadde Hazırlama ve Yongalama 4
2.2.2. Kurutma 6
2.2.3. Panel Üretimi 6
2.2.4. Bitirme İşlemleri 7
2.2.5. Laminasyon İşlemleri 7
2.3. Mobilya Üretimi 8
3. EMİSYON KAYNAKLARI 10
4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ 12
5. ÖLÇÜM VE İZLEME 13
6. KAYNAKLAR 14

TASLAK

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.

Ağaç ürünleri 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.

TASLAK

2. AĞAÇ ÜRÜNLERİ ÜRETİM PROSESLERİ

Ağaç ürünleri üretim sektörü, insan yaşam alanlarını ilgilendiren ev, ofis, bahçe gibi birçok alanda nihai kullanım ürünleri sağlayan ve pek çok sektöre de ara ürün temin eden bir sanayi dalıdır. Bu sektörde temel hammadde olarak kullanılan odun; bükme, yarma, kesme, soyma, biçme, yongalama, liflendirme, yapıştırma, presleme, buharlama, kurutma, emprenyeleme vb. yöntemlerle işlenerek kereste, kontrplak, ağaç panel ve mobilya gibi ürünlerin üretimi gerçekleştirilmektedir.

Ağaç ve ağaç ürünleri ülkemizde temel olarak iki farklı şekilde üretilmektedir. Bunlardan ilki geleneksel metot olan ham ağaçtan yapılan ürünlerdir. İkincisi ise işlenmiş ağaçtan yapılan MDF (medium density fiberboard), sunta, yonga levha (lif ve yongalarına ayrılıp tekrar birleştirilen ağaç ürünleri) gibi ağaç panel ürünleridir. Üretim prosesleri farklı olduğundan, imalat süreçlerini ham ağaç ürünleri ve panel ağaç ürünleri olmak üzere iki başlık altında toplamak mümkündür. Mobilya üretiminde ise hem ham ağaç hem de panel ağaç ürünleri kullanılabildiğinden ayrı bir başlık altında incelenmiştir.

2.1. Ham Ağaç Ürünleri

Ham ağaç ürünlerinin üretiminde genellikle ağaç; bükme, yarma, kesme, soyma, biçme ve emprenyeleme gibi temel işlemlerle şekillendirilir ve basit yüzey işlemleri ile kullanıma hazır hale getirilir. Ham ağaç ürünlerinden başlıcaları; kereste, masif ve lamine parke, kaplama ve kontrplak, ahşap yapı ürünler ve ahşap günlük kullanım eşyalarıdır.

2.1.1. Kereste Üretimi

Kereste üretiminde ormandan kesilerek tesise gelen tomruklar önce kabuk soyma işlemiyle temizlenir ve ardından çoğunlukla şerit ya da dairesel testerelerle baş kesme, yan alma ve boyutlandırma işlemleriyle istenilen ebatta kereste üretilmiş olur. Kereste üretiminde en önemli işlemlerden biri de emprenyeleme işlemidir. Emprenyeleme işlemi, ahşabı neme, suya, yanmaya, kimyasallara, kırılmaya, biyolojik bozunmaya (mantar, böcek vb. zararlılardan korumaya) karşı korumak amacıyla ahşap bünyesine çeşitli kimyasal bileşiklerin emdirilmesidir. Özellikle dış ortamlarda kullanılacak ahşap ürünler için emprenyeleme işlemi oldukça önemlidir. Emprenye maddesi olarak genellikle yağ kökenli maddeler (kreozot, karbolineum), pestisitler, naftenatlar, organik kalay bileşikleri, organik civa bileşikleri veya metalik emprenye tuzları kullanılır. Emprenye uygulamasında basınçlı ve basınçsız olmak üzere iki yöntem vardır. Basınçlı yöntemde ağaç malzeme emprenye kimyasalı ile birlikte çelik bir kazana alınır ve burada yüksek basınç altında kimyasalların ağaç malzemeye nüfus ettirilmesi sağlanır. Basınçsız yöntemde ise emprenye kimyasalları fırça ile sürülerek, püskürtülerek ya da uzun süreli batırma yöntemleri ile ahşaba uygulanır.

TASLAK

2.1.2. Kaplama ve Kontrplak Üretimi

Kaplama ve kontrplak üretimi genellikle yatay ve dikey kesme makineleri kullanılarak gerçekleştirilir. Proseste ilk olarak tomruklar ıslatılarak yumuşatılır ve kabukları soyulur. Daha sonra soyma makinelerinde belirli kalınlıklarda kaplama levhaları üretilir ve bu levhalar kusurlarından temizlenerek kurutulur. Hazırlanan bu kaplama levhalarının kenarları düzeltilerek yan yana eklenir ve kontrplaklık levhalar tutkallanarak bir araya getirilir ve preslenir. Son aşamada ise boy kesme, yan alma ve zımparalama işlemlerine tabi tutularak istiflenirler.

2.1.3. Diğer Ham Ağaç Ürünleri

Kereste ve kontrplak dışında, masif ve lamine parke, ahşap yapı malzemeleri (yığma, karkas ve panel) ve ahşap günlük kullanım malzemeleri de diğer ham ağaç ürünlerindendir. Masif parke, uzun ömürlü sert ağaçlardan 16-20 mm kalınlıklarda ince şeritler kesilmesi ile üretilir. Lamine parke ise 4 mm kalınlığında ağaç kaplama ve 10 mm kalınlığında suya dayanıklı kontrplağın birleştirilmesiyle oluşur.

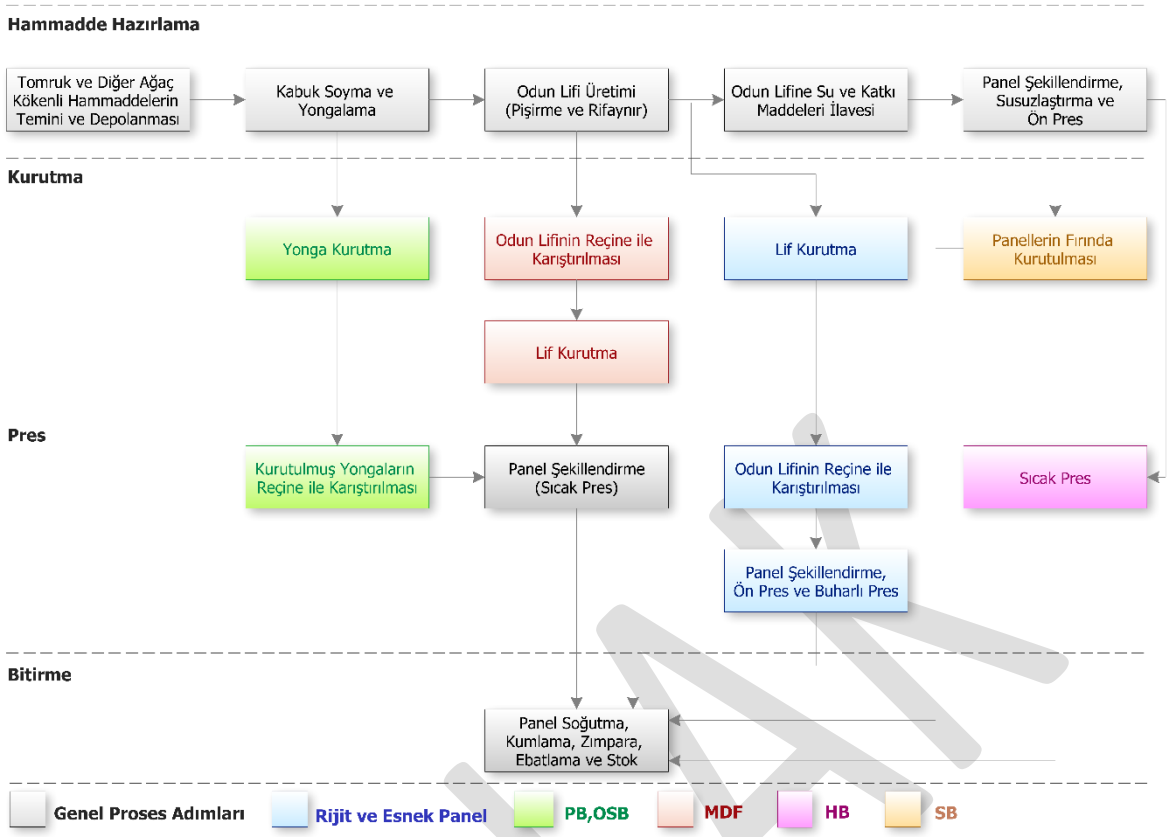
Ahşap yapı malzemelerinin üretim aşamaları ise tasarım, ön üretim, montaj ve sonlama basamaklarından meydana gelmektedir. Ahşap mutfak eşyaları, kutu, sandık, fıçı ve benzeri ambalajlar, kakma ve oyma süslemeler ve iş aletleri ise günlük kullanım malzemeleri olarak üretilen ahşap ürünlerdir. Bu ürünler el işçiliği ya da CNC tipi otomasyon sistemleriyle üretilmektedir. Bu gibi ürünlerin üretiminde biçme, rendeleme, şekillendirme, zımparalama gibi fiziksel işlemler uygulanmaktadır.

2.2. Ağaç Panel Ürünleri

Ağaç paneller odun veya odunlaşmış diğer bitki yongalarının (kıyılmış odun parçası) sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp belirli sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi ile elde edilen levhalar şeklinde tanımlanmaktadır. Ağaç panel üretim sektöründe üretilen başlıca ürünler yonga levha (yongapan), MDF, OSB (oriented strand board) ve sunta gibi ürünlerdir. Her ne kadar bu ürünlerin kullanım alanları ve mukavemet değerleri gibi bazı yapısal özellikleri birbirinden farklı olsa da, genel hatları itibariyle aşağıda verilen temel işlem basamaklarını içeren sürekli bir proses ile üretilmektedirler. Şekil 1'de ağaç panel üretiminin proses akım şeması verilmiştir.

- Hammadde hazırlama ve yongalama: tomruk halinde tesise gelen odunların kabuklarının soyulması ve küçük parçalar halinde kıyılması,
- Kurutma: yongaların ve elyafın kurutulması,
- Panel üretimi: ağaç panellerin şekillendirilmesi ve preslenmesi,
- Bitirme işlemleri: soğutma ve son boyutlandırma işlemleri,
- Laminasyon işlemleri: ağaç panellerin çeşitli malzemelerle kaplanması

TASLAK



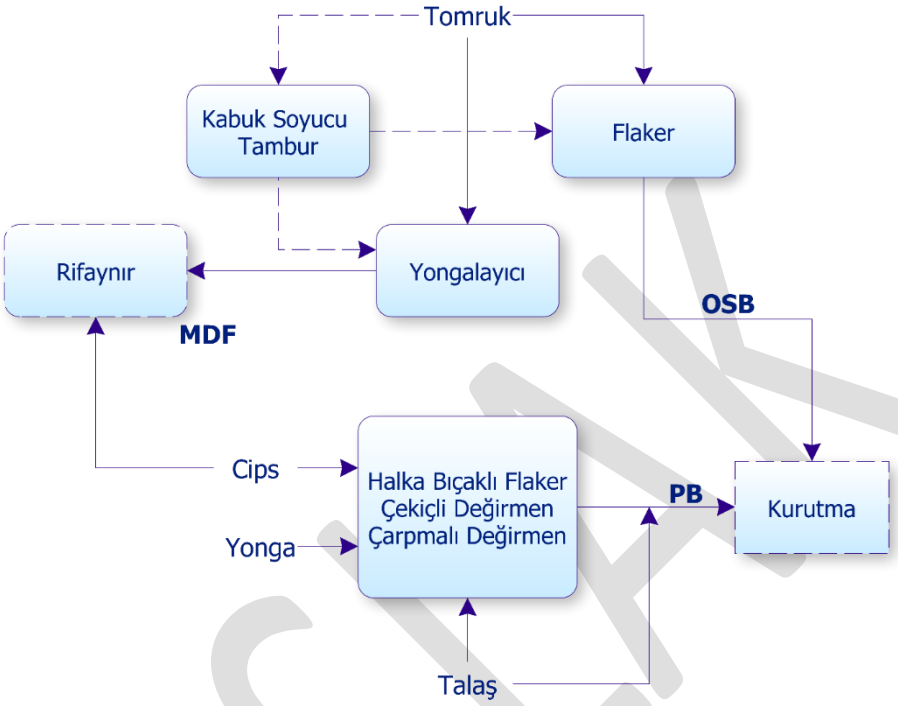
Şekil 1. Ağaç panel üretimi proses akım şeması

2.2.1. Hammadde Hazırlama ve Yongalama

Ağaç panel üretiminde temel hammadde genellikle tomruk halinde kesilerek tesise getirilen ağaçlardan elde edilen cips ve yongalardır. Bunların dışında üretilecek ağaç panel türüne göre farklı hammaddeler de kullanılabilmektedir. Örneğin; sunta üretiminde talaş, orman zemininden elde edilen bitkisel kökenli ölü örtüler, ağaç dışı bitkisel materyaller ya da proses artıkları da kullanılabilmektedir. Ancak, MDF gibi yüksek kaliteli ürünler için sadece yonga kullanımı uygun olmaktadır. Hammadde olarak tomrukların kullanıldığı proseslerde ilk işlem kabuk soymadır. Kabuk soyma işlemi, tomrukların döner tamburlarda aşındırıcı yapıdaki iç yüzeylere sürtünmesiyle gerçekleşir. Bu işlem sırasında açığa çıkan kabuk materyali tamburların altında yer alan oluklarla ya da haznelerle toplanır ve tesisin çeşitli bölümlerinde (genellikle kızgın yağ ya da buhar üretiminde) yakıt olarak kullanılır. Kabuk materyalinin direkt olarak yanmaya uygun olmaması durumunda ön kurutma işlemi de uygulanabilir.

Kabuk soyma işleminin ardından tomruklar yongalama işlemine alınır. Yongalama genellikle iki kademeden oluşan kapalı sistemlerdir. İlk aşamada döner bıçaklı parçalayıcılar ile <10 mm kalınlık ve <40-80 mm uzunlukta odun parçaları elde edilmiş olur. Üretilecek ürün türüne göre (örneğin OSB) birincil parçalama sonucu elde edilen yongalar direkt olarak

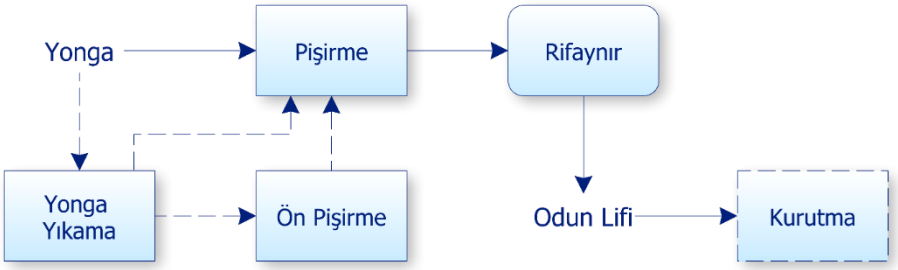
kullanılabilmektedir. İkinci aşamada ise halka bıçaklı flaker adı verilen, iç içe geçmiş halka şeklindeki iki bıçak arasında ve orta milde bulunan bir çekiçli değirmen ile yongaların kıyılarak daha da küçültülmesi sağlanır. Yongalamanın sonunda bir disk elekten geçirilen yongalar boyutlarına göre sınıflandırılarak (makro ve mikro yonga) depolanmak üzere silolara gönderilir. Şekil 2'de yongalama işleminin akım şeması verilmiştir.



Şekil 2. Yongalama işleminde proses akım şeması

MDF üretimi yapan tesislerde yongalamanın ileri bir aşaması olarak liflendirme (fiber üretimi) işlemi uygulanır. MDF panel üretiminde hammadde olarak yonga yerine odun lifi kullanılmaktadır. Odun lifini elde etmek için de yongalama makinesinden çıkan mikro boyutlu yongalar yüksek sıcaklıktaki buhar ve basınç altında kazanlarda pişirilir. Pişirme işlemi, kağıt hamuru üretimine benzer şekilde ancak herhangi bir kimyasal pişirme çözeltisi kullanılmadan sadece su kullanılarak yapılır. Pişirilen yongalar rifaynır adı verilen bir üniteye alınır ve burada bulunan disklerin arasından geçerek liflendirme işlemi tamamlanmış olur. Elde edilen lifler son olarak su ve reçine ilavesiyle pompalarla basılabilecek kıvama getirilip kurutucuya yönlendirilir. MDF prosesinin diğer ağaç panel ürünlerinin üretimine göre tek farkı liflendirme aşaması olup diğer proses aşamaları temel hatlarıyla aynıdır. MDF üretiminde kullanılan liflerin üretim akım şeması Şekil 3'te verilmiştir.

TASLAK



Şekil 3. MDF üretiminde kullanılan liflerin üretim akım şeması

2.2.2. Kurutma

Ağaç panel üretiminde yongalama aşamasından sonra yongaların yüksek orandaki nem içeriğini istenen seviyeye (%2-10) düşürmek için kurutma işlemi uygulanır. Kurutma işleminde genellikle tambur şeklindeki döner kurutucular kullanılır. Döner kurutucularda sıcak hava ve yanma gazları fırın içindeki yongalarla temas eder ve dönme hareketinin de etkisi ile etkin bir kurutma ve aynı zamanda yongaların fırın boyunca hareket etmesi sağlanmış olur. Bu tip fırınlarda genellikle bir yakma sistemi ya da sıcak hava jeneratörüyle elde edilen sıcak hava kullanılır. Yakıt olarak çoğunlukla sıvı yakıtlar ve proses artıkları (odun tozu, kabuk, vb.) kullanılır. Yanma gazları dış hava ile ya da tesisin farklı noktalarından (örneğin sıcak preslerden) gelen hava ile karıştırılıp sıcaklığı düşürülerek kurutucuya verilir. Kurutucudan çıkan atık gazlar bir devir-daim sistemi ile tekrar kurutma havası olarak kullanılmak üzere yakma sistemine yönlendirilir ve yakılır. Dolayısıyla kurutma sistemine giren atık gazlar ilk etapta sadece yanma gazlarını içerir. Döner kurutucularda giriş gazı sıcaklığı 200-370 ^{o}C arasında, çıkış gazı sıcaklığı ise 80-130 ^{o}C arasında değişmektedir. Kurutma esnasında yongaların kurutucu içinde alınkonma süreleri ise 5-30 dakika arasında değişmektedir. Kurutma işlemi sonunda döner kurutucunun çıkış ucundan fan ile çekilen atık gaz ve yongalar bir multisiklon sistemine yönlendirilir. Multisiklon ile tutulan yongalar boyutlarına göre sınıflandırılarak silolara, atık gaz ise gaz arıtma sistemine yönlendirilir.

2.2.3. Panel Üretimi

Panel üretiminde kurutulmuş yongalar tutkal ya da reçine karışımları ile karıştırılarak şekillendirilir ve sıcak preslerle sıkıştırılır. Reçine karışımları, sıvı formda temin edilen reçineler ile belirli miktarda su ile karıştırılmış katkı kimyasallarının bir tank içinde karıştırılmasıyla elde edilir. Reçine hazırlama işlemi sürekli ya da kesikli olarak yapılabilmekte ve genellikle kapalı bir sistem olup dozaj pompaları yardımıyla doğrudan panel oluşturma hattına sevk edilir. Proseste sıklıkla kullanılan reçinelerden bazıları; üre-formaldehit, fenol-formaldehit, fenol-üre-formaldehit ve polimerik metilen diizosiyanattır.

Yonga levha ve sunta üretiminde kurutma işleminden sonra boyutlarına göre ayrılmış yongalar ayrı kazanlarda reçine karışımı ya da tutkal ile karıştırılır ve katmanlar halinde pres

TASLAK

tablasına serilir. Panellerin dışarıdan görülecek olan alt ve üst yüzeyindeki katmanlarda estetik açıdan daha düzgün bir yüzey elde etmek için ince tane boyutundaki yongalar kullanılır. İç kısımlardaki katmanlara ise ağaç panelin mukavemet özelliklerini iyileştirmek amacıyla daha büyük tane boyutundaki yongalar serilir. OSB üretiminde ise genellikle sadece birinci aşama yongalama ünitesinden çıkan iri boyutlu yongalar kullanılır. Bir karıştırıcıda reçine ya da tutkalla karıştırılan yongalar hareketli bir ızgara sistemi ile katmanlar halinde serilir. Elektrostatik ya da mekanik kuvvetlerle yongaların her bir katmanda bir önceki katmana göre dik olacak şekilde konumlandırılması sağlanır. Diğer ağaç panel ürünlerinden farklı olarak MDF üretiminde reçine ile karıştırma işlemi yongalar nemliyken ve kurutucuya girmeden hemen önce yapılır.

Panel üretiminde son işlem olarak katmanlar halinde serilen yongaların sıkıştırılması, reçine ya da tutkal ile sabitlenmesi ve düzgün bir yüzeye sahip olabilmesi için yüksek sıcaklık ve basınç altında presleme yapılır. Bu aşamada panelin özellikle iç katmanlarında bulunan düşük miktardaki suyun (tutkal ya da reçine uygulaması esnasında oluşan) uzaklaştırılması için 100 ^{o}C'nin üzerine çıkılması gerekmektedir. Panel üretimlerinde sıcak pres uygulamasından önce genellikle merdaneli preslerle ön sıkıştırma uygulanarak yongaların arasında bulunan hava boşluklarının da giderilmesi sağlanır. Ön sıkıştırma işlemine MDF üretiminde ihtiyaç duyulmaz. Preslemede genellikle tek plakalı sürekli presler, nadiren de çok plakalı presler kullanılır. Pres plakalarının ısıtılmasında yaklaşık 260 ^{o}C sıcaklıkta devir-daim eden kapalı devre ısıtma yağı kullanılır.

2.2.4. Bitirme İşlemleri

Presten çıkan panellerin sıcaklığı 100 ^{o}C civarında olduğundan sonraki işlemlere girmeden önce soğutulması gerekir. Sürekli presten çıkan paneller istenen boylarda kesilerek, çok plakalı presten çıkanlar ise direkt olarak soğumaya alınır. Soğuma işlemleri genellikle raflı taşıyıcılarda bazen fanlarla hava üflenerek bazen de doğal şartlarda gerçekleşir. Soğuyan panellere nihai ebatlarına getirmek için boyutlandırma işlemi uygulanır. Panellerde, son yüzey kusurlarının giderilmesi amacıyla kumlama ve/veya zımparalama işlemleri de uygulanabilir. Üretilen paneller bu işlemlerin sonunda ya ham halde satışa sunulur ya da ilave kaplama ve yüzey işlemleri uygulanır.

2.2.5. Laminasyon İşlemleri

Müşteri talepleri doğrultusunda ağaç panellere çeşitli malzemeler (dekoratif kağıtlar, folyolar, vb.) kullanılarak laminasyon yapılır. Laminasyonda çoğunlukla melamin bazlı reçine ve katkı kimyasallarından oluşan bir karışım içinde bekletilerek, püskürtülerek ya da merdane sistemleriyle emprenye edilmiş dekoratif kağıtlar kullanılır. Emprenye malzemesi emdirilmiş kağıtlar, IR (Infra-Red) fırınlar ya da doğalgazlı fırınlarda kurutularak laminasyon işlemine hazır hale getirilir. Emprenyelenmiş kağıdın hazırlanması tesiste yapılabileceği gibi dışarıdan hazır olarak da temin edilebilmektedir. Emprenyeli kağıt kaplama işlemi genellikle melamin kaplama olarak adlandırılmaktadır. Melamin kaplamanın dışında, ahşap levhaların

TASLAK

akrilik, PVC ya da poliüretan malzeme ile kaplanmasıyla elde edilen parlak yüzeyli levhalar da üretilmektedir.

Laminasyon ünitesi genellikle panel üretim prosesinin sonunda yer alır. Silindirik bir pres yardımı ile panelin tek yüzüne ya da her iki yüzüne laminasyon malzemesi yapıştırılır. Laminasyon preslemesi, panel üretim presinden daha düşük bir basınçta, 15-40 saniye süreyle ve 130-200 ^{o}C sıcaklık aralığında gerçekleştirilmektedir.

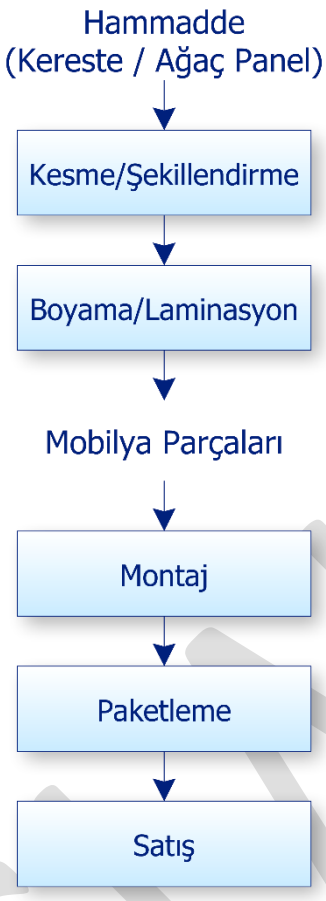
2.3. Mobilya Üretimi

Mobilya üretiminin ilk aşaması ihtiyaca yönelik estetik, ergonomik ve işlevsellik bakımından uygun bir tasarımın yapılmasıdır. Tasarım aşamasında öncelikle mobilyanın ölçekli bir teknik çizimi yapılır. Kullanılacak malzeme (kereste gibi ham ağaç ya da sunta, MDF, vb. gibi ağaç paneller) belirlendikten sonra kesme ve şekillendirme işlemleri yapılır. Köşeler, ek yerleri, işlemeler ve vida delikleri gibi detaylar hazırlanır. Eğer mobilya, kereste yerine sunta ya da MDF gibi malzemelerden üretiliyorsa bu malzemelerin üzerine kaplama yapılır. Kaplama malzemeleri kesilen parçalara uygun olarak hazırlandıktan sonra malzemenin türü ve kalitesine göre farklı yapıştırma teknikleri ve yapıştırıcılar uygulanır. Sektörde yaygın olarak kullanılan yapıştırıcılar; tutkal, kazein, reçine, çimento, epoksi ve hayvansal kaynaklı yapıştırıcılardır. Kereste ile üretim yapılması durumunda ise zımparalama işlemine ihtiyaç duyulur.

Mobilya parçalarının montajlanması aşamasına geçilmeden önce finisaj olarak adlandırılan ve ağaç malzemenin kullanım ömrünün uzatılması ve görselliğinin arttırılması için ağartma, renklendirme, dolgu, eskitme, vernikleme, lakeleme ve mumlama gibi çeşitli işlemler uygulanır. Bu işlemler esnasında çeşitli kimyasallar ve organik solventler kullanılabilir. Son olarak hazırlanan tüm parçalar tasarıma uygun olarak monte edilip satışa hazır hale getirilir. Şekil 4'te mobilya üretim akım şeması verilmiştir.

Mobilya üretiminde ürün cinsine ve kullanım amacına göre kumaş, deri, vb. gibi malzemeler de kullanılabilmektedir.

TASLAK



Şekil 4. Mobilya üretim akım şeması

TASLAK

3. EMİSYON KAYNAKLARI

Ham ağaç ürünleri üretiminde oluşan temel emisyonlar; bükme, yarma, kesme, soyma ve biçme gibi fiziksel işlemlerden kaynaklanan tozlardır. Bunun dışında emprenye işleminde kullanılan kimyasalların hem emprenye uygulaması, hem de emprenyelenmiş kerestelerin kurutulması aşamalarında buharlaşmasıyla uçucu organik bileşik (UOB) emisyonları, kalıcı organik kirleticiler (KOK) ve diğer organik kirleticilerin de salınması mümkündür. Mobilya üretiminde ise solvent bazlı yapıştırıcılar, boyalar ve organik solventler kullanılmakta olup bunların buharlaşması da önemli birer emisyon kaynağıdır. Vernikleme, lakeleme, ağartma, renklendirme ve mumlama sırasında da organik kirleticiler oluşmaktadır.

Ağaç panel üretiminde ise temel toz kaynağı tomrukların depolandığı alanlar ve bu alanlardaki tomrukların kamyonlardan indirilmesi ve konveyörlere yüklenmesi gibi faaliyetlerdir. Yongalama ünitesi ve yongaların taşındığı konveyör bantlar çoğunlukla kapalı sistemler olduğundan buralardan bir toz emisyonu oluşması beklenmez. Kurutulmuş ya da yaş yongalar genellikle kapalı silolarda depolandığından gerekli önlemlerin alınması durumunda herhangi bir toz emisyonu oluşmaz.

Döner kurutuculardan oluşan emisyonların içeriğinde ise yüksek miktarda su buharı olmak üzere, odun tozu ve UOB (özellikle terpenler) ve formaldehit bulunur. Su buharı ve partikül madde yoğunluğundan dolayı UOB'lerin su zerrecikleri üzerinde ya da aerosol formunda kondanse olarak toplam partikül madde içeriğine katılması mümkündür.

Sıcak pres ünitesinden oluşacak emisyonların kompozisyonu büyük ölçüde kullanılan reçine ya da tutkal türüne bağlıdır. Odunun doğal yapısından gelen UOB'ler kurutma fırınında uzaklaştığı için pres ünitesinde oluşan UOB'lerin tamamı ve formaldehit, reçine ya da tutkaldan kaynaklanmaktadır. Çoğu tesiste kurutma ünitesinde oluşan UOB emisyonları pres ünitesine göre çok daha yüksektir. Özellikle MDF üretiminde reçine (üre-formaldehit reçinesi) ilavesi kurutucuya girmeden önce yapıldığından, formaldehit emisyonlarının tamamı bu ünitede oluşur. Öte yandan amonyum nitrat ve amonyum sülfat gibi kimyasallar da MDF üretiminde kullanıldığından pres esnasında teorik olarak amonyak (NH_3), kükürtoksitler (SO_X) ve azotoksitler (NO_X) emisyonları da oluşabilir. MDF üretiminde diğer ağaç panel ürünlerine göre daha yüksek pres sıcaklıkları (200 ^oC) uygulandığından selüloz ve hemiselülozun termal bozunma ürünleri olan tetrahidrofuran ve asetik asit çıkışı da beklenebilir.

Emprenyelenmiş laminasyon kağıtlarının fırınlarda kurutulması aşamasında UOB ve formaldehit emisyonları ile birlikte düşük miktarlarda toz oluşumu gerçekleşebilir. Buradan oluşacak UOB'lerin kompozisyonu ve formaldehit miktarı da yine kullanılan reçine türüne göre değişkenlik gösterir. Emprenye işlemi yapılan tesislerde genel olarak solvent bazlı ve fenolik reçineler kullanılmamaktadır. Ağaç panellerin emprenye kağıt, folyo ya da PVC

TASLAK

malzemelerle lamine edilmesi esnasında sıcak pres kullanımına bağlı organik kirleticiler, boya uygulanması durumunda ise UOB oluşabilir.

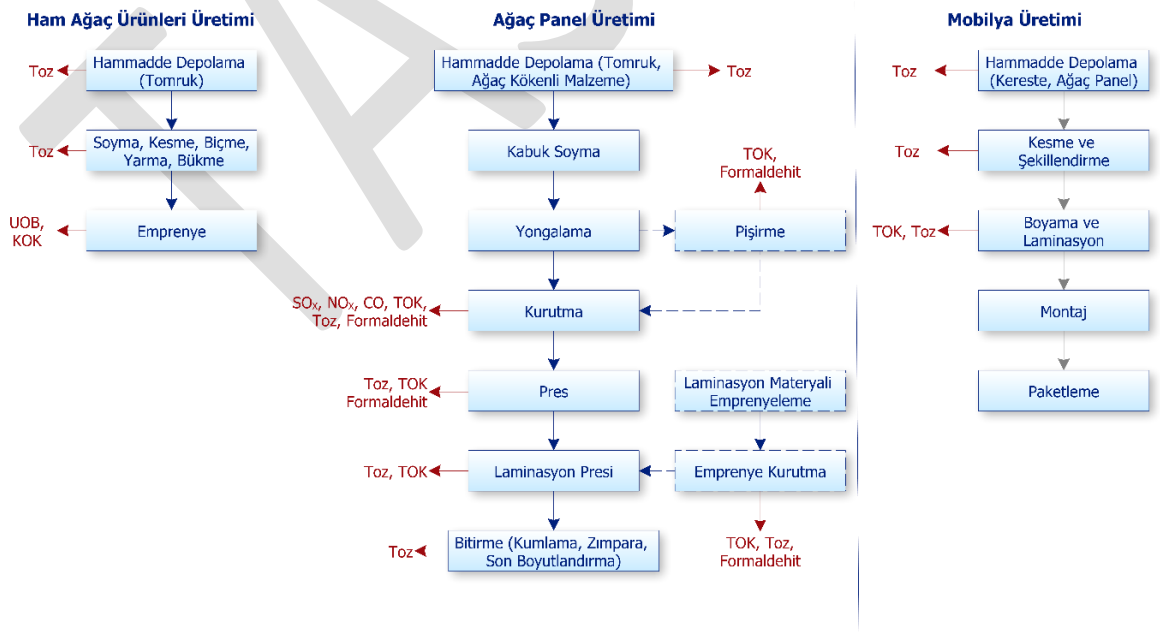
Ağaç panel üretim tesislerinde başta kabuk soyma, yongalama, kurutma, pres, boyutlandırma ve laminasyon olmak üzere tüm işlemlerde odun kökenli toz oluşumu mümkündür. Ancak bu tozlar ve diğer proses artıkları genellikle tesislerde yakıt olarak kullanıldığından, kapalı sistemler ve siklonlar ile etkin şekilde toplanarak depolanmaktadır.

Ağaç panel üretim tesisleri yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Sıcak hava, kızgın buhar, kızgın yağ ve elektrik üretimi için tesislerde çoğu zaman bir ya da daha fazla yakma sistemi bulunur. Bu sistemlerde birincil yakıt olarak genellikle doğalgaz ya da fuel-oil, ikincil yakıt olarak da odun kökenli proses artıkları kullanılır. Bu yakıtların yanması sonucu CO, NO_X, SO_X ve toz emisyonları oluşur.

Ham ağaç ürünleri üretim tesislerinde kereste formundaki ürünlerin emprenyelenmesinde çok çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. En sık kullanılan emprenye kimyasalları yağ kökenli maddeler (kreozot, karbolineum), pestisitler, naftenatlar, organik kalay bileşikleri, organik civa bileşikleri veya metalik emprenye tuzlarıdır. Dolayısıyla bu ünitelerden ağırlıklı olarak organik kirletici emisyonları oluşabilir.

Mobilya üretim tesislerinde ürünlerin boyandığı, lamine edildiği, çeşitli yüzey işlemlerinin (vernikleme, ağartma, eskitme, cilalama, lakeleme, mumlama vb.) uygulandığı ve yapıştırıcı kullanılarak parçaların birleştirildiği ünitelerden de UOB ve toz emisyonları oluşur.

Şekil 5'te genel akım şeması üzerinde emisyon kaynakları verilmiştir.



Şekil 5. Ağaç ürünleri üretiminde emisyon kaynakları

4. EMİSYON AZALTIM/KONTROL TEKNİKLERİ

Hem ham ağaç ürünleri hem de ağaç panel üretim tesislerinde kabuk soyma ve yongalama işlemlerinde oluşan toz emisyonları odun esaslı ve proseste kullanılabilir olduğu için uygun tekniklerle toplanıp değerlendirilmektedir. Bu amaçla, ağırlıklı olarak kullanılan teknikler siklonlar ve torba filtrelerdir.

Açık alanda depolama ve yollardan kaynaklanan toz emisyonlarının azaltılması için rüzgar kesici perdeler ve ağaçlandırmalar kullanılmakta ve bu alanların düzenli temizliği gerçekleştirilir. Bu sektörde ham maddelerin sudan etkilenmesi nedeniyle toz bastırma amacıyla ıslak sistemlerin kullanılması tercih edilmemektedir.

Kurutma fırınlarından oluşan tozun kontrolünde genellikle ıslak elektrostatik çöktürücüler, ıslak yıkayıcılar ve multisiklonlar tekil ya da birleşik olarak kullanılabilirler. Odun tozunun kolay alev alabilen bir malzeme olması nedeniyle yangın riskine karşın elektrostatik filtreler tercih edilmez. Öte yandan kurutulmuş yongaların depolandığı silolardaki toz emisyonları da kapalı siklonlar ve torba filtreler ile kontrol edilebilir. Yongaların boyutlarına göre sınıflandırıldığı disk eleklerin verimli şekilde çalışmasıyla odun tozu yongadan ayrılır. Böylelikle belirli bir boyutun üstünde olan yongalardan toz oluşumu beklenmez.

Sıcak pres ünitelerinden toplanan atık gazlara ise UOB ve toz giderimi uygulanmalıdır. Bu doğrultuda preslerin üst kısmından aspire edilen gazlar ıslak yıkayıcılardan ya da ıslak elektrostatik filtrelerden geçirilebilir ve kurutma fırını öncesinde yer alan yakma sisteminde yakma havası olarak kullanılabilir.

Emprenye ünitesinde ise genellikle su bazlı reçineler kullanıldığından emprenye kazanlarında herhangi bir emisyon kontrol işlemi gerekmez. Ancak, kağıtların emprenye kimyasalı uygulandıktan sonra kurutulduğu fırın bacalarında UOB ve formaldehit giderimine yönelik rejeneratif veya katalitik termal oksidasyon üniteleri veya son yakıcılar kullanılabilir.

Ağaç panel üretiminde laminasyon kağıtlarının emprenyelenmesinin dışında, ham ağaç ürünleri üretim tesislerinde kereste formundaki ürünlere de emprenye uygulaması yapılmaktadır. Kullanılan reçine türleri ve dolayısıyla oluşacak emisyonların kompozisyonları farklılık gösterse de genel olarak organik kirleticilerin giderimine yönelik önlemler alınabilir.

TASLAK

5. ÖLÇÜM VE İZLEME

Ağaç ürünleri üretim tesislerinde ölçülmesi ve izlenmesi gereken kirleticiler kaynaklarına göre Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ağaç ürünleri üretim tesislerinde emisyon kaynakları ve izlenecek kirleticiler

Emisyon Kaynağı (Ölçüm Noktası)	İzlenecek kirleticiler	İzleme periyodu	Sürekli İzleme[1]
Kızgın yağ kazanı bacası[2]	Yakıt ve ısıl gücüne göre belirlenir.		
Buhar kazanı bacası[2]	Yakıt ve ısıl gücüne göre belirlenir.		
Yonga kurutma fırını bacası	Toz, SOx, NOx, CO, TOK, Formaldehit	İzin + Periyodik	
Emprenye kurutma fırını bacası	Toz, TOK, Formaldehit	İzin + Periyodik	
Pres ünitesi bacası	Toz, TOK, Formaldehit	İzin + Periyodik	
Zımpara, Kumlama, Ebatlama üniteleri bacaları	Toz	İzin + Periyodik	
Panel boyama ünitesi kurutma bacası	Toz, TOK	İzin + Periyodik	
Laminasyon presi bacası	Toz, TOK	İzin + Periyodik	
Yonga depolama silosu bacası	Toz	İzin + Periyodik	
Lif depolama silosu bacası (MDF)	Toz, Formaldehit	İzin + Periyodik	
Mobilya boyama ve yüzey işleme üniteleri bacaları	Toz, TOK	İzin + Periyodik	
Ağaç (kereste) emprenye ünitesi bacası	Toz, TOK	İzin + Periyodik	
Baca dışı kaynaklar	Yönetmelik EK-2'deki ilgili hükümler uygulanır.		

[1] EK-4'teki hükümlere de bakılmalıdır.
[2] EK-1A hükümleri uygulanır.

6. KAYNAKLAR

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2009. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.
- IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), 2016. JRC Reference Report Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Production of Wood-based Panels, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU, Spain.
- TA LUFT, 2002. "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit", Almanya Hava Kirliliği Kontrolü Teknik Talimatnamesi - TA Luft.

TASLAK