

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ

Y. Doç. Dr. M. Osman ENGÜR¹⁾
Y. Doç. Dr. S. Nami KARTAL¹⁾

Kısa Özet

1980'lerin başlarından itibaren küresel ısınma, ozon tabakasının zarar görmesi, doğal kaynakların azalması, asit yağmurları, hava, su ve toprak kirliliği, insan ve çevrenin zehirlenmesi gibi bazı tehlikeler nedeniyle tartışmalar yaşanmaktadır. Tüketim maddelerinin üretimi, kullanılması ve hizmet ömrünü tamamlaması da çevre kirliliğinin yarattığı rahatsızlıklara neden olan bir diğer unsurdur. Çeşitli endüstriler çevreye az ya da çok zararlıyken, orman ürünleri endüstrisinin çevre üzerinde önemli olumlu etkileri olabilir. Bu endüstri, kullandığı odun hammaddesinin yenilenebilir ekolojik bir ürün olması yanında atıkların azaltılması ve değerlendirilmesi, geri kazanım ve odun kökenli malzemelerin dayanıklılığının artırılması gibi çalışmalarını ile orman kaynaklarının korunması ve sera etkisine neden olan karbondioksit gazının tutulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öte yandan bu endüstrinin pozitif imajı, bazı odun ürünlerinde kullanılan kimyasal maddeler ve üretim sonucu oluşan kimyasal atıklar nedeniyle zarar görebilmektedir. Bu makalede orman ürünleri endüstrisinde kirlilik yaratıcı maddeler, çevre kirliliğinin azaltılması ve kontrol metotları değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

Orman ürünleri endüstrisini, yuvarlak odunların yapısını bozmadan işleyen, dayanıklılığını ve direncini artıran bunlara şekil veren kereste ve parke fabrikaları; odunu ince levhalar halinde biçme, kesme, soyma ve yongalama suretiyle materyal sağlayan ve bunları çeşitli ara madde ve süreçlerde birleştirerek olumlu özellikleri içeren ürünlere dönüştüren kaplama, kontr-

¹⁾ İ Ü Orman Fakültesi, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 15.02.2002

plak ve yongalevha fabrikaları; odunun fiziksel yöntemlerle yapısını değiştiren liflevha ve odun hamuru yapan fabrikalar; kimyasal yöntemlerle odunun yapısını değiştiren selüloz ve kağıt fabrikaları; işlenmiş materyali kullanan ve çeşitli eşyalar üreten mobilya, ambalaj, karoseri, kurşunkalem, kibrit, oyuncak vb. fabrikalar ile orman yan ürünlerini işleyen ve değerlendiren fabrika ve tesisler oluşturmaktadır.

Günümüzde çoğu endüstride olduğu gibi, orman ürünleri endüstrisi de hızlı bir değişim içindedir. Birbirine ilgili birçok gelişme, dünyadaki orman ürünleri endüstrisinin değişimini belirlemektedir. Bu gelişmeler, sürdürülebilir kalkınma, çevre koruma, geleneksel hammadde kaynaklarının azalması, rasyonel kaynak kullanımı, alternatif malzemelerin rekabeti ve üretim teknolojilerinde hızlı ilerlemelerdir.

1992'de yapılan Birleşmiş Milletler Çevre Kalkınma Konferansı'ndan sonra "sürdürülebilir ormancılık yönetimi", çevrenin korunmasında küresel bir kavram olarak kabul edilmiştir. Çok sayıda ülke ve kurum, orman endüstrilerinde birçok ticari ve çevresel düzenlemeler yapmışlardır. Öte yandan odun kaynaklarının hem hacim hem de kalite bakımından azalması nedeniyle, odun ve lifli maddelerin tamamen kullanımı ve geri dönüşümlü kullanılması konusunda, yeni teknolojilerin geliştirilmesi önerileri gündeme getirilmiştir. Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Ticaret ve Çevre Komitesi ile Avrupa Birliği, Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) çeşitli teknik düzenlemeler, işleme, paketleme, etiketleme ve dönüştürme vb. konularda belirli standartlar ihtiva eden ve çevre amaçlarını dikkate alan direktifler önermektedir. Bütün bunlar orman ürünleri endüstrisini, lamine ağaç malzeme, kompozit materyal ve geri dönüşümlü kağıt gibi çevre dostu olarak tanımlanan ürünlerde işleme ve teknoloji geliştirmeye teşvik etmektedir. Ayrıca orman ürünleri endüstrisi üretim sürecinde kirlilik yaratan maddeleri engellemeye ve ürün kullanımı sırasında oluşan çevresel sorunlardan kaçınmaya ihtiyaç duymaktadır. Su ve hava kalitesine ilişkin endişeler odun kökenli ürünlerin üretim, kullanım ve kullanım sonundaki yok etme süreçlerinde çevreye etkisini en az düzeyde tutacak şekilde işlemleri zorunlu kılmaktadır.

2. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE KİRLİLİK YARATAN MADDELER

Orman ürünleri endüstrisinde kirlilik yaratan maddeler dört ana gruba ayrılır:

- (1) Katı maddeler içeren veya içermeyen gazlar: Bunun en iyi örnekleri kükürt ve azot oksitler, kondanse edilemeyen organik gazlar ve kükürtdür. Bunların çoğu, özellikle fosil yakıtlar kullanıldığında, fabrika bacaları aracılığıyla atmosfere verilir.
- (2) Suda çözülebilen kimyasal maddeler: Bunlar sodyum tuzları, asitler, alkaliler, çeşitli katkı maddeleri, kabuk ve tomruk atıklarından gelen ekstraktifler ve emprenye maddeleridir. Zehirli veya zehirsiz olabilirler.
- (3) Sıvı içerisinde asılı (süspanse) katı maddeler: Lifler, kâğıt dolgu maddeleri ve değişik işlemlerden artan küçük partiküllerdir.
- (4) Katı atıklar: Ağaç kabukları, yonga, talaş, sudan ve çözeltilerden kaynaklanan çamur ve kömür külü.

Gazlar çeşitli yollarla atmosfere verilirken, suda çözülebilen veya çözülemeyen maddeler su kanallarına boşaltılmakta, katı atıklar ise yakılabilmekte ya da toprağa gömülebilmektedir. Her bir durumda atıklar, çevrenin alabileceği kapasiteye ve yerel kanunlara bağlı olarak çevreye verilmektedir. Kirlenici madde gaz olduğunda yasalar ve yönetmelikler belirleyici bir faktör

olarak ortaya çıkmakta, kirlenici madde sıvı olduğunda ise su kanallarının taşıma kapasitesi, çözülmüş bileşiklerin ve asılı katı maddelerin boşaltılması için sınırlayıcı kriterlerin olması gerekmektedir. Katı bir madde toprağa gömülerek yok edildiğinde, toprak, alt toprak ve zemin suyu şartları hesaba katılmalıdır. Bu, genellikle atığın boşaltılması için halka veya endüstriye ait alanlar oluşturmak zorunda olan yerel yönetimlerin bir problemiştir.

Bir su kanalının taşıma kapasitesinin belirlenmesinde hesaba katılacak faktörler şöyle sıralanabilmektedir: Minimum akış hızında sıvı atığın seyreltilme derecesi, akıntılarla kirlenici maddelerin ilerlemesi, kirlenici maddelerin bozunması (örneğin çöğleyenlerde havalandırma işlemleri) ve suyun akıntı boyunca çeşitli amaçlarla kullanımı (örneğin balıkçılık, sulama ve içme suyu temini gibi).

3. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE KİRLİLİĞİN AZALTILMASI

Orman ürünleri endüstrisinde kirliliğin azaltılmasında uygulanabilecek önlemler fabrika içi ve fabrika dışı olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır.

Genel kural olarak, kirliliğin kaynağında azaltılması en iyi metottur. Bu yüzden fabrika içi önlemler son derece önemlidir.

Fabrika içi önlemlere örnek olarak, kirlenici maddeleri ayırmak için gazların kullanımı, atık suyun geri dönüşümü, katı maddelerin toplanması ve bunların prosese geri döndürülmesi verilebilir. Esas prensip, mümkün olduğunca proses atığını, suyunu ve kimyasallarını geri dönüştürmek veya en az maliyetle yakıt olarak bu maddeleri kullanmaktır. Bunun için en basit örnek yongalevha ve kereste fabrikalarında kabuğu da içeren katı atıkların toplanması, ısı ve güç üretmek için buhar kazanlarında yakıt olarak kullanılmasıdır.

Fabrika dışı önlemler daha maliyetlidir. Bunlar genellikle sedimentasyonda (çökeltme işlemleri) hem daha uzun zamanlara hem de katı maddeleri yok etmeden önce sıvıların biyolojik oksijen ihtiyacını azaltmak ve asılı katı maddeleri ayırmak için havalandırma havuzlarına gereksinim duyarlar.

Eğer atık için ticari bir kullanım alanı bulunuyorsa, atığın yok edilmesi daha ekonomik hale gelebilir. Bunun en güzel örneği kereste fabrikası atıklarının selüloz odunu olarak değerlendirilmesi veya evlere yakıt olarak satılmasıdır. Talaş ve kabuk, briket veya karma gübre (kompost) yapmak için kullanılabilir. Toksik bileşikler hem fabrika içi hem de fabrika dışı önlemlerin uygulanmasında özel dikkat gerektirirler. Örneğin emprenye maddeleri yüksek derecede zehirli olmalarından dolayı bir nehre veya göle karışıklarında, suyun kalitesini ve balıkçılığı önemli derecede etkilerler (ITTO 1991). Fransa'nın doğusunda, bir kereste fabrikasının odun koruyucu tankından, kimyasalların bir nehre sızmasının ardından binlerce balık ölmüş ve nehrin temizlenmesi beş yıl sürmüştür (BOIS NATIONAL 1990). Kanada'da ise mavileşmeye karşı, pentaklorfenol (PCP)-sodyum (Na) tuzu ile işlemden geçirilmiş kerestelerin bulunduğu depodan süzülen yağmur suyunun 40 ila 120 dakika içinde temas ettiği bütün balıkları öldürdüğü belirlenmiştir (BRINGEZU 1990).

Bir kâğıt fabrikasından akan siyah atık su gibi bileşikler direkt olarak toksik olmamalarına rağmen suyun tadını, kalitesini etkileyebilir ve balık sağlığını bozabilir. Ne şekilde olursa olsun bunlar ciddi sosyal ve ekonomik sonuçlara neden olabilir. Bu nedenlerle bu tip fabrikalarda atık sular toplanmalı, bir toplama tankına veya havuzuna aktarılmalı ve yok edilmesi için güvenli bir metot bulunmalıdır.

Kirliliğin azaltılması için aşağıda belirtilen temel esaslar göz önünde bulundurulmalıdır (ITTO 1991):

- (1) Bir tercih söz konusu ise çevreyle dost bir üretim metodu seçilmelidir.
- (2) Bir alan seçildiğinde, çevre faktörlerinin yeterince belirlendiğinden emin olunmalıdır.
- (3) Kirletici ve çevre arasındaki esas etkileşimler belirlenmelidir.
- (4) Emisyon tasarım kriterleri geliştirilmeli ve bunların kirlilik kontrol kanun ve düzenlemelerine uygun olduğu kontrol edilmelidir.
- (5) Potansiyel maksimum üretim ve proses geliştirme ve kontrol sistemleri hesaba katılarak, proses ve ekipman tasarımı geliştirilmeli ve sürekli izlenmelidir.
- (6) Kirlilik önleme tekniklerinin rüzgâr enerjisi, su ve kimyasal dengelerle uyumlu olduğundan emin olunmalıdır.
- (7) Atıklar yakılmadan önce uygun olarak hazırlanmalıdır.

Kereste ve levha üreten fabrikalar gibi makineye dayalı (mekanik) orman endüstrilerinde kirlenme riski selüloz ve kâğıt fabrikalarına göre daha azdır. Diğer taraftan selüloz ve kâğıt endüstrisi çevresel zarar tehdidinin varlığından, mekanik odun endüstrileri ile karşılaştırıldığında daha bilinçlidir.

3.1 Kereste ve Odun Kökenli Levha Fabrikaları

3.1.1 İşleme Atıkları

Kereste ve kaplama fabrikalarında uç kısımlar, kapak tahtaları, kare kesitli kereste üretiminde kenarlardan çıkan parçalar, yongalar, bıçkı tozu, talaş ve kaplama atıkları bazı ana işleme atıklarıdır. Bu atıklar farklı boyutlarda olmakla birlikte yongalevha, liflevha, selüloz ve kâğıt sektörleri için rekabet edici hammaddelerdir. Çoğu Avrupa ülkesinde bu hammadde kaynağı geniş oranda kullanılır. Kullanım esas olarak hammadde sektöründedir. Fakat kâğıt ve levha sektörünün daha az geliştiği yerlerde enerji için kullanım daha yaygındır.

İkincil ağaç işleme sektörleri olarak adlandırılan mobilya vb. sektörlerden ortaya çıkan atıkların kullanılması ise oldukça güçtür. Bu atıklar kaba ve ince talaş, zımpara tozu ve uç kısım atıklarıdır. Söz konusu atıklar %8-15 rutubet miktarına sahiptir ve kuru malzeme olarak nitelendirilirler. Bundan dolayı ne kâğıt sektöründe ne de MDF sektöründe lif üretimi için uygun değildir. Ancak düşük rutubet miktarının büyük avantaj olduğu yongalevha üretiminde kullanımı mümkündür. Kuru atıkların levha üretiminde kullanılmasıyla toplam enerji tüketimi %40 azaltılabilmekte ve kış şartlarında kurutma kapasitesi yüksek tutulabilmektedir (FRUHWALD 1998).

İşleme atıklarına yongalevha sektörü daha fazla ilgi gösterir. Enerji üretimi tek rakibi olduğundan bu malzemenin pazar fiyatları düşüktür. Genel anlamda bu atıklar mükemmel bir enerji malzemesi olmasına rağmen, kütleli olarak büyük hacimli olduklarından taşınması pahalıdır. Bundan dolayı, biriktirilmesi enerji tüketicidir ve küçük pazarlar hariç ekonomik değildir.

İkincil işlem atıklarıyla ilgili bir diğer problem bu atıkların tutkal, boya, cila ve üst katmanlarla (overlay)* kirliliğe maruz kalmasıdır. Bu bazı durumlarda geri dönüştürme işlemlerinde

* Yüksek basınç laminatlarında desen baskılı katmanın üzerine kaplanan alfa selüloz esası, şeffaf ve koruyucu üst tabaka.

problemler yaratır. Fakat PVC içeren üst katmanlar ve empenye maddesi gibi problem yaratıcı bileşikler olmadığı sürece enerji üretimi için çok şiddetli bir kısıtlamaya gerek yoktur (FRUHWALD 1998).

3.1.2 Kimyasal Maddeler

Kereste fabrikalarında en önemli kirlilik problemi, odunu daha dayanıklı hale getirmek ve mavi renklenme, çürüme ve böcek saldırılarından korumak için kullanılan kimyasal maddelerdeki inorganik tuzlar ve organik bileşikler tarafından oluşturulur. Bu işlemler için çeşitli empenye metodları ve kimyasal maddeler kullanılır. Empenye maddelerinden kaynaklanacak riskler, solunduğunda, yutulduğunda veya deri ile temas olduğunda insana olan zehirliliğine bağlıdır (ILO 1991). Kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması gibi bir dizi koruyucu önlem alınmalıdır. Kereste üretiminde çalışan personel için sıkı kurallar ve düzenlemeler getirilmelidir.

Kirlilik, empenye maddeleri, empenye işlemi ve empenye edilmiş malzeme olmak üzere 3 kaynaktan meydana gelmektedir. Empenye işleminden kaynaklanan atığın yok edilmesi büyük dikkat gerektirir. Toksik çözeltiler asla su kanallarına veya kaynaklarına boşaltılmamalıdır. Uygun atık işleme tesisleri kullanarak toplanmalı ve yok edilmelidir. Aynı önlemler odun kökenli levha fabrikalarında fenolik ve üreformaldehit reçineleri, üst katman ve diğer işlem maddelerinden kaynaklanan kirlilikten sakınmak için de kullanılabilir.

3.2 Selüloz ve Kâğıt Fabrikaları

Selüloz ve kâğıt fabrikaları, petrol, çimento, deri, tekstil ve çelik endüstrilerinden sonra altıncı en büyük çevre kirlüten endüstridir (ALI/SREEKRISHNAN 2001). Selüloz ve kâğıt fabrikalarından kaynaklanan kirlilik yaratan maddeler 4 ana gruba ayrılır (Tablo 1). Bunlar gazlar, sıvılar, partiküller ve katı maddelerdir.

Tablo 1: Selüloz ve Kâğıt Fabrikalarında Kirlilik Yaratan Maddeler (ALI/SREEKRISHNAN 2001).

Kirlilik Tipi	Örnek ve Kaynak
Gazlar	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrojen sülfür ve merkaptan gibi kraft üretiminden ve geri kazanım prosesinden gelen kötü kokulu gazlar • SO₂ ve SO₃ gibi geri kazanım ve kireç kazanlarından gelen kükürt oksitler
Sıvılar	<ul style="list-style-type: none"> • Kabuk partikülleri, lif pigmentleri, kabuk soymadan gelen kirlilik içeren asılı katı maddeler • Hemiselüloz, şeker, yapışkan maddeler gibi çözünmüş koloidal organik maddeler • Lignin bileşikleri • Ağartma işleminden kaynaklanan klorinli bileşikler • NaOH, Na₂SO₄ gibi çözünmüş inorganik maddeler • Termal deşarj
Partiküller	<ul style="list-style-type: none"> • Buhar kazanından çıkan yanmış kül • Kabuk yakıcılarından çıkan curuf
Katı Atıklar	<ul style="list-style-type: none"> • Primer ve sekonder işlem ve geri kazanım bölümünden gelen çamurlu atıklar • Kum, kabuk ve diğer kereste fabrikası atıkları gibi katılar

Birçok ülkede proses seçimi ve kontrol yöntemleri bağlamında, üretim birimlerinin planlanmasında yol gösteren ve emisyon seviyelerini düzenleyen yasalar mevcuttur. Ayrıca selüloz ve kâğıt fabrikalarında hem hava hem de su kirliliğini tatmin edici şekilde önlemek için teknoloji de mevcuttur.

Üretilen kâğıt hamuru, odunun orijinal ağırlığının sadece %40-45'ine karşılık geldiğinden, sıvı atıklar yoğun miktarda organik madde içermektedir. Bu sıvı atıklar arıtılmadan sulara bırakıldığında, klorinli bileşiklere, asılı katı maddelere (esas olarak odun lifleri), yağ asitleri, tanenler, reçine asitleri, lignin ve türevleri, kükürt ve kükürt bileşikleri gibi maddelere sahip olduklarından dolayı önemli miktarda ciddi zararlara neden olurlar. Bu kirlenici maddelerin bir kısmı doğal odun ekstraktifleri iken, bazıları proses içinde oluşan kimyasal maddelerdir. Poliklorinlenmiş dibenzodioxinler ve dibenzofuranlar doğada bulunmazlar ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Kurumu tarafından öncelikli kirlenici olarak tanımlanmışlardır (USEPA 1998). Yukarıdaki kirleniciler çoğu akut ve kronik toksin özelliğindedir. Dioksin ve furanlar gibi klorinli organik bileşikler maruz kalan organizmada genetik değişiklikler yapma yeteneğine sahiptirler (NESTMANN 1985).

Kontrol önlemleri fabrika içi (özel prosesler ve ekipman, atıkların geri dönüşümü ve işlem uygulamaları) veya fabrika dışı (atık sızının iyileştirilmesi için tesisler kullanmak) olabilir. Selüloz ve kâğıt fabrikalarının yüksek orandaki kirlilik yaratma problemi ihmal edilemez. Bununla birlikte, en büyük endişe, yapılan yoğun araştırmalara rağmen, tatmin edici bir prosesin olmayışıdır. Bu ise esas olarak iki sebepten kaynaklanır (ALI/SREEKRISHNAN 2001):

(1) Kâğıt ve selüloz fabrikalarında prosesler o kadar karmaşık bir yapıya sahiptir ki, atık suların kompozisyonu çok farklıdır ve iyileştirme için tek bir proses ya da kombinasyonlar bu atık suların tümüne uygulanamaz.

(2) Atık sularında bulunan maddelerin, atık sularını iyileştirmek için kullanılan organizmalara ya da akarsu ve denizlerde yaşayan canlılara veya her ikisine birden toksik etkileri bulunmaktadır.

Selüloz ve kâğıt fabrikalarındaki sıvı atıkların iyileştirilmesi için iki yönlü strateji izlenmesi gereklidir. Bunlardan biri, ağartma, oksijen delignifikasyonu ve uzun süreli pişirmelerde klorinin kullanılmaması gibi alternatif ve daha temiz teknolojilerin kullanımıdır. Diğeri ise, bu atıkları iyileştirmek için ekonomik ve etkin teknolojilerin geliştirilmesidir.

Bu fabrikaların yarattığı hava kirliliği etkileri ise koku, meslek ve toplum sağlığı riskleri, ekonomik zarar, hava kalitesi ve ulaşım güvenliği problemlerini içerir (ITTO 1991).

Selüloz ve kâğıt fabrikalarından kaynaklanan kirlilik kompleks bir çevre problemi yaratmaktadır. Bu kirliliğin devamlı kontrolü ve iyileştirilmesi için çok disiplinli ve global yaklaşımlara gereksinim duyulmaktadır (ALI/SREEKRISHNAN 2001).

4. ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE KATI ATIK PROBLEMİ VE KONTROL METOTLARI

Birçok katı atık, evsel veya endüstriyel amaçlar için tekrar kullanılabilir veya toprağa gömme dışında diğer metotlar yardımıyla yok edilebilir. Bir projenin planlama aşamalarında önem verilmesi gereken noktalar:

- (1) Üretilen katı atıkların miktarlarının minimize edilmesi,
- (2) Esnek yok etme opsiyonları için atıkların sınıflandırılması,
- (3) Özel bir duruma uygun yok etme metotlarının geliştirilmesi, şeklinde olmalıdır.

Katı atıkların uygun bir planlama olmaksızın toprağa gömülerek yok edilmesi aşağıdaki büyük problem tiplerini yaratabilir.

- a) Zemin ve yüzey sularının önemli miktarda kirliliği ile alt yüzey yıkanması,
- b) Su havzaları gibi ekolojik olarak hassas bölgelerin bozulması,
- c) Kokular,
- d) Kemiriciler, çöp yiyen canlılar ve böceklerin zarar görmesi,
- e) Alternatif ve daha yararlı kullanımlara açılacak toprağın yok edilmesi,
- f) Yangınlar,
- g) Sağlık riskleri,
- h) Belirsiz koşullar.

Orman endüstrilerinde oluşan katı atıkların, yukarıda belirtilen zararlarının kontrol edilmesi için aşağıdaki öneriler sıralanmaktadır (ITTO 1991):

Kaynakta azaltma

- Odun yongaları ve kimyasallar gibi hammaddeler temiz ve homojen tutulmalıdır.
- Tüm hammaddelerin tüketiminde gerçekçi ve kontrollü işlem standartları geliştirilmelidir.
- Katı atıkları kaybetmeye eğilimli fabrika kısımları belirlenmeli ve operasyonu geliştirmek için tasarım ve işlem değişiklikleri incelenmelidir.
- Katı atıkları önlemek ve iyi lif kaybının kaynaklarını belirlemek için bir izleme sistemi kurulmalıdır.
- İlave kontrol ve iyileştirme metotlarının geçerliliğini belirlemek için kriterler geliştirilmelidir.

Kaynakta sınıflandırma

Atıkların kaynakta sınıflandırılması önemlidir ve tehlikeli kimyasallar ve zehirli bileşikler içeren atıkları diğer kütleli atıklardan ayrı tutmak için bir plan hazırlanmalıdır.

Yan ürün ve atıklardan faydalanma

Orman endüstrilerinden gelen çoğu atıklar organiktir. Bunlar yakıt olarak ve/veya tarım ve diğer amaçlar için kullanılabilirler. Toprağa gömüldükten sonra bu yan ürünlerin geri kazanımı çapraz kirlilikten dolayı mümkün değildir.

Kabuk yakma kazanlarından gelen kül, potasyum bakımından zengindir. Özellikle asidik topraklarda toprak iyileştirme amaçlı yararlanılabilir. Kabuk ayrıca kompost haline getirilebilir ve tarımsal işlerde gübre olarak kullanılabilir.

Bir yok etme alanının belirlenmesi

Katı atıkların yok edilmesi için ihtiyaç duyulan alan, büyük oranda fabrikanın tipine ve atık miktarını minimize etmek için kullanılan metotlara bağlıdır.

Bir yok etme alanının seçiminde aşağıdaki kriterler kullanılmalıdır:

- a) Fabrikaya ekonomik uzaklıkta olmalı, araçlar ve yangın söndürme ekipmanları kolayca ulaşılabilir.

- b) Tarım alanı veya gelecekte bir fabrika için ayrılan bir alan gibi alternatif kullanım potansiyeline sahip bir yer olmamalıdır.
- c) Yakınlarında çok az yerleşim yeri olmalıdır.
- d) Su kuyularına, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına yakın olmamalıdır.
- e) Taban suyu seviyesinin üzerinde olmalıdır.
- f) Sağlam bir zemin üzerinde ve düşük geçirgenliğe sahip olmalıdır.
- g) Alanın üstünü kapatmak için uygun bir örtü malzemesi kullanıma hazır tutulmalıdır.

Yok etme işlemleri

Bir fabrikanın üretimi sırasında aşağıdaki öneriler yok etme sisteminin operasyonu için göz önüne alınmalıdır.

- a) Malzemelerin ve yok edilen katı atıkların yaklaşık olarak bir envanteri tutulmalıdır. Operasyon sürekli olarak düzenli ve güvenli olmalıdır (üstüne örtülen malzemeyle ilgili ilkeler uygulanmalı, gömme zamanı planlanmalı, bir yangınla mücadele planı olmalı ve alanın etrafı çitle çevrilmelidir).
- b) Olası seçeneklerin ve atık üretimini minimize etmek için önceliklerin bir envanteri tutulmalıdır.
- c) Katı atıkların tali kullanımlara yöneltilmesi için yollar araştırılmalıdır (yan ürün üretimi, tarımsal amaçlar, yakıt, hurda metal vb.).
- d) Uzun süreli trendleri belirlemek için basit bir zemin suyu izleme programı oluşturulmalıdır (aylık aralıklarla yok etme/gömme bölgesi etrafındaki kuyular ve çukurlarda temel kimyasal parametreler ölçülmelidir).
- e) Bu yok etme bölgesinin olası kullanım ve iyileştirme olasılıkları gözönüne alınmalıdır.
- f) Tehlikeli maddeler ayrı ayrı işlenmelidir.

5. HİZMET ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ ODUN KÖKENLİ ÜRÜNLER

Hizmet ömrünü tamamlamış odun kökenli ürünler, belirgin olarak tip, boyut, odun türü, materyal karışımı ve bazı durumlarda tehlikeli maddelerle kirlilikte büyük değişkenlikler gösterir. Geleneksel olarak bu materyalle ne yapılacağı kararını büyük ölçüde maliyetler belirler. Toprağa gömme kolay, ucuz ve kanunen esnek olduğu sürece diğer tüm alternatifler çok az ilgi kazanır. Enerji üretimi bir olasılıktır, fakat burada problem materyalin toplanmasıdır. Bu durum özellikle daha iyi baca gazı arıtma sistemleriyle donatılmış büyük kapasiteler için doğrudur. Genellikle yıkılan bir binadan ortaya çıkan bu tip materyalin kaynağında yakma işlemi sık olarak yapılmaktadır. Pazar hacmi maliyetleri karşılamadığından odun atıklarının yeknesak karışımlara ayırma işlemi çok az yapılır. Aynı ürün çeşidi içerisinde geri çevrim yapılabildiğinden ilk aşamalarda sadece kağıt çevrimi gelişmiştir.

Hizmet ömrünü tamamlamış odun kökenli ürünlerin materyal karışım problemlerinin olması, bu ürünlerin materyal ve enerji olarak kullanımını sınırlamaktadır. Daha iyi kullanımlar için aşağıda sıralananlar gerçekleştirilmelidir (FRUHWALD 1998):

- (1) Hizmet ömrünü tamamlamış ürünlerin enerji veya toprağa gömme işlemleri için materyal özelliklerini içeren düzenlemeler yapılmalıdır.
- (2) Teknik ve ekonomik anlamda ayırma teknikleri geliştirilmelidir.

- (3) Tek bir odun parçasını bile bu materyal karışımından ve kirlilikten ayırt etmeye yarayacak alet, cihaz ve ekipman geliştirecek olanaklar yaratılmalıdır.
- (4) Olası kullanım sınırlamalarının üstesinden gelmek ve beklentileri karşılamak gereklidir. Şu anda kirliliğin belirlenmesi ve ayırma prensiplerine yönelik tüm çalışmalar teknik olasılıklardan başlamakta fakat potansiyel kullanımlar için gereksinimleri hesaba katmamaktadır. Bundan dolayı pazar ne beklediğini belirlemek zorundadır.

Birçok ülkede çalışmalar diğer bileşiklere ve nadiren de potansiyel kullanım alanlarına göre gruplara ayırma üzerine yoğunlaşmıştır. Olası bir gruplama şu şekilde yapılabilir:

- (1) Diğer materyallerle karışmamış odun,
- (2) Teknik ve ekolojik olarak zehirsiz bileşiklere sahip odun,
- (3) PVC ve organik emprenye maddeleri gibi orta derecede problemlili bileşiklere sahip odun,
- (4) Ağır metaller gibi çok problemlili veya toksik bileşiklere sahip odun.

6. SONUÇ

Orman ürünleri endüstrisinde çevre kirliliğinin kontrolüne yönelik amaç ve hedefler aşağıdaki konuları içermelidir:

- Doğal kaynak kullanımının azaltılması (su, LPG, fuel oil, odun hammaddesi tüketimlerinin azaltılması, arıtılmış suları sulama suyu ve proses suyu olarak tekrar kullanım sağlanması vb.).
- Atıkların kontrolü (sıvı, katı, gaz atıklar, tehlikeli ve zararlı atıkların arıtılması ve yok edilmesi konusunda yasal zorunluluklar da dikkate alınarak, gerekli önlemlerin uygulamaya konulması).

- Atıkların çevresel etkilerinin değerlendirilmesi (önerilen kirlilik azaltma önlemlerinden sonra geriye kalan etkilerin ölçülmesi, incelenmesi, izlenmesi, gerekiyorsa yeraltı ve yüzeysel su kirlenmesinin azalmasına yönelik çalışmalar, yağmur suyu drenaj kanallarının elden geçirilmesi, gaz ve toz emisyonlarının azaltılması, proste kullanılan teknolojilerin veya kimyasal maddelerin eliminasyonu veya daha güvenilir olanların kullanılması vb.).

Ormançılık ve orman ürünleri endüstrisi, çevre problemlerinin sonuçlarından zarar görebilir veya geri dönüşümlü olarak bu problemlere kaynak oluşturabilir. Orman ürünleri endüstrisi odun hammaddesi ve diğer doğal kaynakların daha etkin kullanımını sağlayarak, kaynaklarını genişleterek, çevreye duyarlı teknolojileri seçerek ve ürettiği ürünlerin çevreye olan etkisini asgari düzeyde tutarak bugün yaşanan birçok çevre probleminin çözümüne yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- ALI, M., SREEKRISHNAN, T.R., 2001: Aquatic Toxicity from Pulp and Paper Mill Effluents: A Review. *Advances in Environmental Research* 5, 175-196. Elsevier Science.
- BRINGEZU, S., 1990: Das Verbot von Pentachlorphenol Schrittmacher des Chemischen Holzschutzes? *Holz Zentralblatt*, Vol 116, No 166.
- BOIS NATIONAL., 1989: La Deontologie des Importateurs.
- FRUHWALD, A., 1998: Wood Products at the End of Their Life: Material Recycling, Energy Generation, or Landfill Technical, Economical and Ecological Aspects. *Recycling, Energy, and Market Interactions, Workshop Proceedings*, 3-6 November 1998, İstanbul.
- ILO., 1991: The Forestry and Wood Industries and the Environment. *International Labour Office General Report, Forestry and Wood Industries Committee, Second Sessions*. ISBN 92-2-107602-4, Geneva.
- ITTO., 1991: Planning Forest Industries in Developing Countries. *International Tropical Timber Organization, Training in Planning and Management of Forest Industries in Developing Countries*, ITTO Technical Series 6, ISBN 951-47-5725-4, Helsinki.
- NESTMANN, E.R., 1985: Detection of Genetic Activity in Effluent from Pulp and Paper Mills: Mutagenicity in *Saccharomyces Cerevisiae*. *Testing in Environmental Pollution Control*, Horwood, London.
- USEPA., 1998: Clean Water Action Plan: Restoring and Protecting America's Waters. *United States Environmental Protection Agency and U.S. Department of Agriculture*. EPA-840-R-98-001, Washington.