

ODUN KÖKENLİ ATIKLARIN LEVHA ENDÜSTRİSİNDE YENİDEN KULLANIM İMKANLARI

Cenk DEMİRKİR
Semra ÇOLAK
KTÜ Orman Fakültesi, 61080 Trabzon

Geliş Tarihi: 17.02.2006

Özet: Odun; pek çok alanda kullanılan, yüksek değerli ve kullanışlı bir malzemedir. Bu nedenle odun kökenli atıklar toplam atıklar içinde miktar ve çeşitlilik açısından oldukça büyük bir yer tutmaktadır. Kullanım alanındaki artışa paralel olarak artan hammadde talebi, dünya orman alanlarının hızla yok edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle; odun işleyen endüstriler için hammadde önemli bir sorun haline gelmektedir. Özellikle yonga levha ve lif levha üretimi için hammadde alternatifleri arasında son yıllarda çevreye olan katkısı da göz önüne alındığında kullanılmış odun ve odundan üretilen kullanılmış malzemelerin geri kazanılması çalışmaları dikkat çekmektedir.

Ayrıca atık odun materyallerinin boş alanlara bırakılmasının sosyo-politik ve çevresel açıdan iyi bir seçenek olmadığı genel olarak kabul görmekte ve ülkelerin açık alan vergilerini artırmasının altındaki başlıca sebep de bu olmaktadır. Bu çalışmada; hem çevre hem de hammadde sorununa ortak bir çözüm olması bakımından odun kökenli atıkların geri dönüşüm yöntemleri araştırılmıştır. Yeniden kullanım, doğrudan geri dönüşüm, dolaylı geri dönüşüm ve enerji oluşturma gibi geri dönüşüm yöntemlerinden doğrudan geri dönüşüm ile ilgili çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atık odun, odun atıklarının geri dönüşümü, doğrudan geri dönüşüm metotları, hammadde ve çevre sorunları

REUSE OF WOOD BASED SOLID WASTE IN PANEL PRODUCTION INDUSTRY

Abstract: Wood, a material with high value and useful, is used in many areas. Therefore, wood based waste has a high ratio in total waste in terms of quantity and variety. Increasing demand on the raw material parallel to the rise of wood usage area has cause to decrease in the forest area of the world. Therefore, raw material for wood panel industries is being more serious problem. When the contribution in environment is taken into consideration, recycling researches of wood wastes among the raw materials alternatives for particleboard and fibreboard production is attracted attention.

It is generally agreed that the landfill of wood waste materials is not the best option both from a socio-political and environmental viewpoint. This is the primary reasoning behind countries introducing a landfill tax to discourage this option. This study was focused on the studies related to the recycling methods towards the usage of wood based waste materials in panel production sector to resolve environmental and raw material problems.

Keywords: Wood waste, recycling of wood waste, direct recycling methods, raw material and environment problems

1. GİRİŞ

Odun, pek çok alanda kullanılan yüksek değerli ve kullanışlı bir malzeme olmasının yanısıra yenilenebilir bir kaynaktır. Kullanım alanındaki artışa paralel olarak artan hammadde talebi, dünya orman alanlarının hızla yok edilmesine neden olmaktadır. Yapılan periyodik envanter ve değerlendirmeler, gelişmekte olan ülkelerin ağırlıkta olduğu çoğu ülke ve bölgelerde orman alanının azaldığı, dünya genelinde ise orman alanının yılda %0.2 civarında gerilediğini göstermektedir (1). Bu nedenle; odun işleyen endüstriler için hammadde sorununa yönelik çözüm arayışları öteden beri süregelmektedir.

Piyasaya sunulan odun kökenli ürünlerin miktarı ve çeşitliliğindeki artış her geçen gün hammadde sorununu ve bu ürünlerin kullanım süreleri sonunda bertaraf problemini katlayarak artırmaktadır. Çünkü; gelişmiş ülkelerde sentetik tutkallar kullanılarak odundan üretilmiş malzemelerin kullanım süreleri sonunda yok edilmeleri, emprenyeli odun malzemeler kadar olmasa da, çevre açısından önemli problem oluşturabileceği düşünülmektedir. Almanya'da 2005 yılında yapılan katı atık kanunu değişikliğinin uygulamaya konulması ile endüstri ve evsel çöp depolarında %5'den fazla organik madde ihtiva eden kullanılmış yada ömrünü tamamlamış odun ve odun ürünlerinin hareketli çöp olarak depolanamayacağı belirtilmiştir.

Bütün bu hususlar dikkate alındığında; kullanılmış odun ve odun kökenli ürünlerin geri dönüşümünün optimum çözüm olacağı düşünülmektedir. Odun atıklarının çoğunluğunun yeniden dönüştürülebilme/kullanılabilme olasılığı vardır. Ancak bu olasılık önemli ölçüde odun atıklarının oluşum şekline ve kalitesine bağlıdır. Ayrıca kirlilik derecesi ve atığın oluşum durumu yeniden üretim maliyetlerini etkilemektedir (2).

Daha önce yapılan bir çalışmada odun kökenli atıkların tanımı, kaynakları ve sınıflandırılması geniş bir şekilde ele alınmıştır (3). Bu çalışmada ise; kullanılmış odun ve odundan üretilmiş malzemelerin geri dönüşümü ve yeniden değerlendirilmesine yönelik günümüze değin yapılan çalışmalar derlenerek, geliştirilen yöntemler hakkında bilgi verilmektedir.

Odun kökenli atıkların geri dönüşümü ve yeniden değerlendirilme seçenekleri 4 ana başlık altında toplanabilir;

1) Yeniden Kullanım, 2) Doğrudan Geri Dönüşüm, 3) Dolaylı Geri Dönüşüm, 4) Enerji Üretimi

1) Yeniden Kullanım: Odun atıkların yeniden kullanımı işleminde, atık ürünler yapısı bozulmadan yine benzer malzemelerin üretimi için endüstriye geri dönmektedir. Örneğin büyük bir masadan küçük masa yapmak, yetişkin yatağından çocuk yatağı yapmak veyahut bir ofis masasından bilgisayar masası yapmak gibi.

2) Doğrudan Geri Dönüşüm: Doğrudan geri dönüşüm; atığın bir ahşap ürün olarak kullanımı için yeniden işlenmesidir. Örneğin odun hammaddesi işleyen bir fabrikanın odunsu atık materyallerinin yongalanarak yongalevha üretiminde kullanılması gibi.

3) Dolaylı Geri Dönüşüm: Dolaylı geri dönüşüm; atık ürünün ahşap malzeme dışında çeşitli kullanım yerlerinde değerlendirilmesidir. Buna örnek olarak hayvan yatakları, odun-plastik kompozitleri verilebilir.

4) Enerji Üretimi: Odun kökenli atıkların elektrik üretimi için yakıt olarak kullanılmaları mümkündür.

Daha önce yapılan bir çalışmada odun kökenli atıkların geri dönüşümü ve yeniden değerlendirilme seçenekleri ile ilgili geniş bilgi verilmektedir (3).

Belirtilen tüm bu seçeneklerin ele alındığı uygun çözüm arayışlarına yönelik pek çok çalışma mevcuttur. Ancak bu çalışmada; hem çevre hem de hammadde sorununa ortak bir çözüm olması dolayısı ile odun kökenli atıkların levha üretim sektöründe değerlendirilmesine yönelik doğrudan geri dönüşüm yöntemleri ile ilgili çalışmalar derlenmiştir.

2. DOĞRUDAN GERİ DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Doğrudan geri dönüşüm; atığın yeni ve farklı bir ahşap ürüne dönüştürülmek üzere çeşitli işlemlerden geçirilmesidir. Geçmişte odun atıklarının odun kökenli levha endüstrisinde değerlendirilmesi oldukça sınırlı iken günümüzde bu oran oldukça yüksektir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde yonga levhaların neredeyse tamamı odunsu atıklardan üretilmektedir (4). 1999 da Birleşik Krallıkta (UK) üretilen yonga levhaların % 11'i geri kazanılmış yongalardan üretilmiştir. 2001 yılında ise bu endüstride kullanılan geri kazanılmış yonga miktarı 770.000 ton olarak tahmin edilmektedir (2). Geri kazanılmış odun yongalarının rutubeti normal odun yongalarına göre daha düşük olduğundan taşıma maliyetleri de daha düşüktür. Normal odun yongaları levha yapımında kullanımları öncesi yeterli rutubet miktarına kadar kurutma işlemine tabi tutulurlar. Bu durum enerji maliyetlerini önemli ölçüde artırmaktadır. Halbuki geri kazanılmış yongaların üretimde kullanılması halinde, düşük rutubet içerikli olmaları nedeniyle, enerji maliyetleri önemli ölçüde azalmaktadır (5, 6). Doğrudan geri dönüşüme yönelik çalışmalar neticesinde şimdiye değin geliştirilen yöntemler 6 tane olup, bunlar:

1. Atık levhaların yongalanarak değerlendirilmesi
2. Lifiendirme yöntemi
3. Mikroalga yöntemi
4. Termohidroлиз yöntemleri

5. Retro Yöntemi
6. Vidalı Parçalayıcı Yöntem

2.1. Atık Levhaların Yongalanarak Değerlendirilmesi

Yonga levha üreticileri bu teknolojiyi yıllardır uygulamaktadırlar. Üreticiler kendi levha artıklarını, kesilmiş parçaları ve kullanılmayan materyalleri yongalayıp üretim hatlarında kullanılmaktadırlar. Ancak yongalama işleminden sonra orijinal yonga geometrisi olumsuz yönde etkilenmektedir. Çoğu yongalevha üreticisi, üretim içerisindeki atık yonga miktarını %5'ten daha az olacak şekilde sınırlandırmaktadır.

Masif odun yongalandıktan sonra, bütün odun yongaları boyut ve şekil bakımından homojen olmaktadır. Yonga levha üretiminde, yongaların birbirleri ile çok sıkı bir şekilde yapıştırılması gerekmektedir. Yeniden yongalamada ise; yapışma hatlarından gelişigüzel kırıldıklarından düzensiz boyut ve şekillerde yongalar oluşmaktadır. Bu da yeniden üretimde üreticilerin, ne kadar yonga-tutkal karışımı kullanacaklarını, preslemenin nasıl olacağını ve levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin nasıl değişeceğini tahmin etmelerini güçleştirmektedir.

Bu durum iki önemli problemi de beraberinde getirmektedir. Bunlardan ilki artan tutkal sarfiyatı ile maliyetin büyümesi, diğeri ise; üretilecek levhanın özgül ağırlığında görülen değişimdir. Yonga geometrisi değiştiği ve daha fazla toz ve küçük parçalar oluştuğundan, yonga-tutkal oranının yeniden hesaplanması gerekmektedir. Böylelikle ikinci büyük sorun olan, özgül ağırlık değişimi meydana gelmektedir (7).

2.2. Lifledirme Yöntemi

Bu yöntem, liflevha ve yonga levhaları parçalayarak, odunu bireysel lif veya yonga haline getirmek için basınç, vakum, buhar ve mekanik parçalama işlemlerinden oluşmaktadır. Lif kalitesinin bozulmaması için nispeten 100-200 kpa gibi düşük basınç kullanılmaktadır.

DTI (Department of Trade and Industry) tarafından İngiltere'de bu yöntem desteklemiş ve proje bir pilot tesiste uygulanmaya konulmuştur. Geri kazanılan lifler ile birincil lifler aynı kalite özelliklerine sahip bulunmuştur (8).

Geride kazanılmış ve %100 birincil liflerden, aynı koşullar ve aynı işlem parametreleri kullanılarak üretilmiş liflevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında her iki grup liflevha arasında fiziksel ve mekanik özellikler açısından istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir (8).

Sürekli olarak aynı kalitede lifler elde edilebilmesi, tüketilen su hacmi liflerin absorbe ettiği suya eşit olduğundan hemen hemen hiç atık

sıvı oluşmaması, ayrıca gaz emisyonunun da çok düşük değerlerde olması yöntemin başlıca avantajları olarak sıralanabilir.

Geri kazanılmış lif rutubeti kuru ağırlığa göre %150 civarında olduğundan kurutma işlemine ihtiyaç duyması, lifler üzerinde kalan tutkalın son kullanım ürünlerinde sorun teşkil etmesi ve yöntemin sadece liflevha ve yongalevha üretimi için kullanılabilir olması yöntemin dezavantajlarından (7).

2.3. Mikrodalga Yöntemi

Bu yöntemde amaç; liflevhalardan liflerin ve yonga levhadan da yongaların geri kazanımını sağlamaktır. Yöntemde, geri dönüşüm için mikrodalga teknolojisi ve su kullanılmaktadır. Yüzeyi kaplanmış yada kaplanmamış atık liflevha örnekleri öncelikle parçalara ayrılmakta, daha sonra metal olmayan ve içinde su bulunan bir hazneye daldırılan parçalar mikrodalga ışınına maruz bırakılmaktadır. Böylece levhaların kalınlığına şişmesi sağlanarak odun lifleri geri kazanılmaktadır. Geri kazanılmış liflerin görünümü liflendirme yöntemiyle elde edilen liflerin görünümüne benzemektedir (9).

Yöntem; liflerin fiziksel ve mekanik özelliklerine olumsuz bir etki yapmaması ve MDF üretim işlemi için gerekli lif kalitesini sağlayabilmesi gibi avantajlara sahiptir. Fakat ticari anlamda uygulanmadığından üretim maliyeti kesin olarak ortaya konulmamıştır (7).

2.4. Termohidroliz Yöntemleri

Bu güne kadar birbirine benzer 3 termohidroliz yöntem geliştirilmiştir. Patent alınan yöntemlerin tümü, odun ve tutkal arasındaki bağı, doygun bir buhar ortamında koparma esasına dayanmaktadır. Bu teknolojilerin maliyetleri ve enerji ihtiyaçları; uygulanan sıcaklık, basınç ve buhar nedeniyle yüksek olmaktadır (10,11).

Bu teknolojiler kullanılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, levha üretim endüstrisi için uygun olmasına rağmen, üretim yönetimi için tamamıyla yeni bir işlem gündeme geldiğinden ekonomik olarak uygulanabilirliği düşük bulunmaktadır.

2.4.1. Sandberg Yöntemi (1965)

Sandberg mekanik olarak yongalanan yonga levha atıklarını, geniş bir otoklav içersinde, 500 kpa basınca kadar çıkarılabilen bir ortamda yaklaşık olarak 4 saat buhar muamelesine tabi tutmuştur. Bu işlem sonucunda mekanik ayrılma kolay bir şekilde gerçekleşmiştir. Yaklaşık %30 oranında geri kazanılmış yonga kullanılarak üretilen levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinde önemli bir kayıp belirlenmemiştir.

Bu yöntem 1965 yılında ilk geliştirildiğinde, bir yonga levha fabrikası günde 25 ton atık materyali üretim içinde yeniden kullanabilmiştir (10). Ancak bu yöntem, hiçbir zaman endüstriyel anlamda geniş bir şekilde kullanılamamıştır (11).

2.4.2. Pflaiderer Yöntemi (1994)

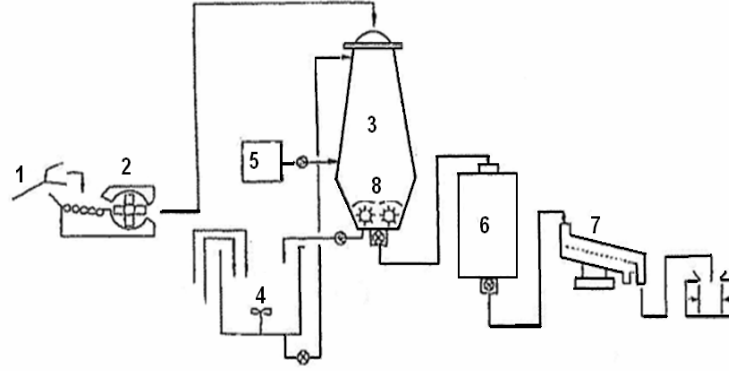
Pflaiderer yönteminde ise; materyalin otoklav içersinde kalış süresi 2 dakika, sıcaklık 180°C olarak uygulanmıştır. Geri kazanılmış yongalarda iyi bir yapışma sağlanabilmesi için, daha yüksek miktarda formaldehit oranı içeren üre formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılarak yeni bir tutkal karışımı hazırlanmıştır. Arzu edildiği taktirde, geri kazanılmış yongalardaki tutkal kalıntıları, su ile yıkanabilmektedir. Bu durumda daha sonra bir kurutma işlemi gerekmektedir.

Bu teknolojinin yonga levhalarda ve kullanılmış mobilyalarda (metalik parçalar içerseler dahi) uygulanması mümkündür (10). Metalik parçalar, mekanik parçalamadan sonra elekler yardımı ile uzaklaştırılabilmektedir. Yine bu yöntem de sadece bir fabrikada denenmiş ve ne yazık ki endüstriyel anlamda geniş bir uygulaması olmamıştır (11).

2.4.3. Kimyasal-Termo-Mekanik Yöntem (WKI)

“Chemi-thermo-mechanical” adı verilen yöntem WKI tarafından geliştirilmiş olup Şekil 1’deki iş akışına göre geri kazanım işlemini gerçekleştirmektedir. Yöntemin ilk adımı, yongalanan yonga levha veya MDF atıklarından yonga veya lifleri ayırmak için, su ve üreden oluşan bir emprenye çözeltisi ile muamele işlemidir. İkinci adımda, ayrışan yongalara bir basınç kabında (200 kpa) tutkal-odun bağı ayrışana kadar 80-120°C sıcaklıkta bir ısıl işlem uygulamaktır(12). Bu işlemden sonra yongaların kurutulması gerekmektedir (10).

Yapılan araştırmalar neticesinde; bu yöntem ile %100 geri kazanılan yongalar kullanılarak levha üretiminin mümkün olduğu ortaya konulmuştur (5). Bu şekilde üretilen levhaların, normal yongalardan üretilen levhalara göre daha az formaldehit ayrışmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca üretimde kullanılan tutkal miktarının azaltılabileceği ve bu tür levhaların, daha iyi teknik ve mekanik özellikler gösterdiği ifade edilmektedir (12).



Ana Bölümler	
1: Materyal girişi	5: Isı
2: Yongalayıcı	6: Kurutucu
3: Otoklav	7: Davul Elek
4: Emprenye çözeltisi konteynırı	8: Karıştırıcı

Şekil 1. WKI Prosesinin Şematik Diyagramı

WKI yöntemi ile üretilen levhalar, normal yonga veya liflerden üretilen levhalara göre daha iyi özellikler göstermektedirler (12). Ayrıca bu yöntem, arazilere bırakılan atık yonga levhaların büyük bir bölümünü dönüştürebilecek kapasiteye sahiptir.

Sandberg ve Pfeleiderer'in uygulamış oldukları yöntemler endüstriyel anlamda kullanılmadıkları gibi sadece ÜF tutkalı ile yapıştırılmış yonga levhaların geri kazanımında kullanılmakta ve yeniden üretilen levhaların tutkalanmasında da yine ÜF reçinesi kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu yöntemde ise böyle bir zorunluluk yoktur (7).

2.5. Retro Yöntemi

Bu yöntem; atık yonga levha ve lif levhalardan, yapıştırıcı olarak tanenin kullanımı ile yeni levhaların üretimi esasına dayanmaktadır (13). Atık levhalar önce yongalanmakta, daha sonra tanen ilavesi yapılmaktadır. Elde edilen bu yongalar ÜF reçinesi ile tutkalanmış kullanılmamış diğer yongalar ile karıştırılabilir.

Bu yöntemde göre yapılan bir çalışmada; %10 oranında ÜF kullanılarak üretilmiş olan yonga levha atıklarından elde edilen yongalara %40'lık tanen çözeltisi ilave edilerek deneme levhaları

üretimiştir. Bu şekilde üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde bir azalma belirlenmemiştir (13).

Bu yöntemin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz: 1. Sadece eski yonga levhaların lignoselülozik atık materyalleri yeniden kullanılmakla kalmamakta, aynı zamanda tutkal da yeniden aktif hale getirilmektedir. 2. Bir kurutma işlemine ihtiyaç duyulmadığından enerji tasarrufu sağlamaktadır. 3. Sentetik tutkallar çok az kullanıldığından ve kullanılan tanen, ÜF ve fenol formaldehit (FF) tutkallarına göre daha ucuz olduğundan hammadde maliyetleri daha düşük miktarlarda olmaktadır (14). Doğal ve yenilenebilir bir hammadde olan tanen kullanılarak, petrol kökenli yapıştırıcıların kullanımı azaltılabilir. Bu yöntemle üretilen levhaların formaldehit emisyonu, %100 birincil yongalar ile üretilen levhaların formaldehit emisyonundan daha düşük bulunmuştur (10).

Yöntemin avantajlarının yanı sıra; sadece ÜF tutkalı kullanılarak üretilmiş levhalarda kullanılması, ÜF tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhalarda, bu yöntemle elde edilmiş yonga oranının sadece %10 kadar olabilmesi ve bu kadar düşük bir miktar için böyle bir maliyet altına girilmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (7).

2.6. Vidalı Parçalayıcı Yöntemi

Lif levha ve yonga levha atıkları için geliştirilen bu yöntemde ikiz vidalı bir parçalayıcı (extruder) kullanılmaktadır. Yöntemde, aynı zamanda atık levhaların yapıştırılmasında kullanılan tutkalı reaktif hale getirmek de amaçlanmaktadır. İşlem süresince parçalama işlemine tabi tutulan materyal aynı zamanda parçalayıcı içinde yüksek makaslama hareketi altında hidrotermik işleme maruz bırakılmaktadır. Böylesi bir makaslama hareketi ile materyal ayrışmakta ve lifler arası bağlar kopmaktadır.

Bu yöntemle elde edilen geri kazanılmış liflerden %15 oranında ve birincil liflerden %85 oranında kullanılarak üretilen levhalar, odun kökenli levha endüstrisinde yaygın olarak kullanılan üretim metodları ile üretilen levhalarla kıyaslandığında geri dönüşümlü levha özelliklerinde önemli bir olumsuzluk görülmemiştir (15).

Geri kazanılan liflerdeki mevcut tutkalın yeniden aktif hale getirilmesi, tutkal tüketimini azaltarak ekonomiklik sağlamaktadır. Ayrıca bu yöntemde, petrol kökenli tutkal kullanımı azaltılmaktadır. Yine kullanılmamış liflerden üretilen levhalara nazaran, bu tür liflerden karışım halinde üretilen levhaların formaldehit emisyonu daha düşük bulunmuştur (7).

Bu yöntem de henüz ticari olarak kullanılmamaktadır. Oysaki yapılan denemeler, endüstriyel ölçekte dikkate değer oranda başarı göstermektedir (7).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde tüketim malları haline gelen mobilyaların üretiminde kullanılan odun esaslı levha ürünlerinin yaşam döngüsü modanın bir sonucu olarak gün geçtikçe kısalmaktadır. Dekoratif zeminler için kullanılan laminat levhaların kullanım süresinin, yaklaşık olarak 10-15 yıl olduğu tahmin edilmektedir. Bu değişimler nedeniyle, hala kullanılabilir ürünler bile yakın gelecekte büyük bir katı atık sorunu haline gelebilmektedir.

Dönüştürülen odun esaslı ürünler katı atık sorununu çözüme ve dolayısı ile çevreye bırakılacak atık miktarını azaltmada önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca son zamanlarda artan hammadde fiyatları ve hammaddeye ulaşma sıkıntısını çözmeye de yardımcı olacaktır. Dolayısı ile bu tür geri dönüşüm işlemlerine önem gösterilmesi hem çevremiz, hem de milli sermayemiz adına önemli katkılar sağlayacaktır. Ülkemizin özellikle AB'ye giriş sürecinde, çevreyle ilgili vereceği sınavda bu sorun karşımıza çıkacak ve gerekli tedbirleri almamız gerekecektir.

Kalite ve miktar faktörleri atık odunların yeniden kullanılabilirliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Ahşap geri dönüşüm endüstrisini anlamak ve en uygun teknikleri geliştirerek, bu kaynakları ekonomik şekilde kullanmak için odun atıklarını her yönüyle ele alabilecek şekilde doğru bilgilere ulaşmakla mümkündür. Bu bilgiler odunun geri dönüşüm endüstrisini geliştirmek için en uygun endüstriyel planlamayı yapmaya ve arazilere bırakılan atık odunların azalmasına yardımcı olacaktır. Odun atıklarının değerlendirilmesinde bir geri dönüşüm merkezi kurmak; kaynak sağlama, kalite ve odun atıklarının elden çıkarılmasının planlanması açısından bir çözüm olabilir.

Böylesine bir işlemde başarılı olabilmek için çözülmesi gereken başlıca engeller; alt yapı, kirlilik, pazar, kaynak gizliliği, yasa ve kanunlara uyumdur. Odun atıklarının büyük boyutta geri dönüşümü için öncelikli olarak bu engellerin üstesinden gelinmelidir.

KAYNAKLAR

1. Hacıoğlu, H., Kaplan, E., Balı, R., Cilan, S., Yuvarlak Odun Üretim ve Pazarlaması, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, Antalya, Mart 2005, 3. Cilt, s. 804-840.
2. Anonymous, Remade Scotland, Wood Waste Arisings in Scotland, Assessment of Available Data on Scottish Woodwaste Arisings, October, 2002.
3. Çolak, S., Demirkır, C., Çolakoğlu, G., Odun Kökenli Atıkların Hammadde ve Enerji Kaynağı olarak Değerlendirilmesi, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, Antalya, Mart 2005, 3. Cilt, s. 1009-1017.

4. Mckeever, D.B., Resource Potential of Solid Wood Waste in the United States, The Use of Recyled Wood and Paper in Building Application Conference Proceedings, September 1996, Madison, Wisconsin, p. 13-20.
5. Warnken, M., Utilisation Options for Wood Waste: A Review of European Technologies and Practices, Goldstein Report, 2001.
6. Anonymous, WRAP The Waste and Resources Action Programe, Feedstock Specifications for UK Wood Recyling Applications, UK, 2004.
7. Anonymous, WRAP The Waste and Resources Action Programe, June 2005, Options for Increasing The Recovery of Panelboard Waste.
8. Kearley, V., Goroyias G., Wood Panel Recycling at a Semi-Industrial Scale. In: Proceedings of the Eighth, Panel Products Symposium, Llandudno, Wales, UK, October 2004.
9. Anonymous, The Use of Microwave Technology for the Recovery of Wood Fibre From MDF Microrelease, Furniture Industry Research Association (FIRA), Stevenage, 2004.
10. Franke, R., To Recycling of Particleboards and Medium-Density Fibreboards, Dissertation, Niedersächsische Staatsund Universitätsbibliothek, Göttingen, Germany, 1999.
11. Lohmann, U., Wood Lexicon, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co., Leinfelden-Echterdingen, Germany, 2003.
12. EPO, Process for Recovering Chips and Fibres From Residues or Timber-Derived Materials, Old Pieces of Furniture, Production Residues, Waste and Other Timber Containing Materials, Patent Specification No EP 0 697 941 B2, European Patent Office (EPO), Munich, Germany, 2002.
13. EPO, Process for the Fabrication Of Chipboards and Fibreboards. Patent specification No EP 0 700 762 B1, European Patent Office (EPO), Munich, Germany, 2000.
14. Anonymous, Plywood Glue from Local Sources. The International Development Research Center (IDRC), Ottawa, Canada, 1996, available at http://web.idrc.ca/en/ev-3176-201-1-DO_TOPIC.html.
15. Mangan, C., High Added-Value Composite Panels Through Recycling of Waste Lignocellulosic Material, EC-Supported Research Project (contract no QLK5-1999-01221), 2003.