
SERİ

B

CİLT

56

SAYI

1

2006

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



F.1

BU SAYININ HAKEM LİSTESİ (REFEREE LIST OF THIS ISSUE)

Prof. Dr. Tahsin AKALP, Prof. Dr. Sedat AYANOĞLU,
Prof. Dr. Yahya AYAŞLIGİL, Prof. Dr. Hüseyin DİRİK, Prof. Dr. Abdi EKİZOĞLU,
Prof. Dr. Kadir ERDİN, Prof. Dr. Nurgün ERDİN, Prof. Dr. Uçkun GERAY,
Prof. Dr. Ahmet HIZAL, Prof. Dr. Ramazan KANTAY, Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU,
Prof. Dr. Tamer ÖYMEN, Prof. Dr. Necdet ÖZYUVACI, Prof. Dr. Erdal SELMİ,
Doç. Dr. Ferhat GÖKBULAK, Doç. Dr. K. Hüseyin KOÇ, Y. Doç. Dr. Tuncer DİLİK

Orman Fakültesi Dergisi Cilt 56, Seri B/1
ISSN 0535-8418 2006 basımı 500 adet basılmıştır.

İstanbul Üniversitesi
Basım ve Yayınevi Müdürlüğü
Tel: (0212) 631 35 04 - 05

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

SERİ **B** CİLT **56** SAYI **1** **2006**

İ Ç İ N D E K İ L E R

Prof. Dr. Ramazan KANTAY; Ar. Gör. Coşkun KÖSE : Türkiye’de Kabuk Konusunda Bugüne Kadar Yapılan Çalışmalar ve Değerlendirme	1
Doç. Dr. S. Nami KARTAL; Y. Doç. Dr. Osman ENGÜR; Ar. Gör. Coşkun KÖSE : Emprenye Maddeleri ve Emprenye Edilmiş Ağaç Malzeme ile İlgili Çevre Problemleri	17
Doç. Dr. Ayhan KOÇ; Ar. Gör. H. Oğuz ÇOBAN; Y. Doç. Dr. Hakan YENER; Değişim Belirlemede Görüntü Farkı ve Görüntü Oranlama Yöntemleri	25
Y. Doç. Dr. Hakan YENER; Doç. Dr. Ayhan KOÇ; Ar. Gör. H. Oğuz ÇOBAN: Uzaktan Algılama Verileri ve Teknik Özellikleri	33
Y. Doç. Dr. Sultan BEKİROĞLU : Türkiye’de Çevre Koruma Hizmetini Üstlenen Kurumun Eleştirisi	49
Ar. Gör. Dr. Aysel ULUS; Ar. Gör. Nilüfer SEYİDOĞLU: Bazı Doğal Geofitlerin Doku Kültürü ile Üretimi	71
Ar. Gör. Dr. Ersel YILMAZ; Doç. Dr. K. Hüseyin KOÇ : Karar Problemlerinin Çözümünde Karar Verme, Karar Destek Sistemleri ve Ormancılık	81

Ar. Gör. Derya SEVİM KORKUT; Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU: Doğrama Üretiminde Malzeme Tüketiminin İncelenmesi	93
Ar. Gör. Dr. Ersel YILMAZ : Tek Değişkenli Problemlere Uygulanacak İstatistik Testlerin Seçiminde Soru Ağacı Yöntemi	103
Ar. Gör. Seçil YURDAKUL EROL; Ar. Gör. Bilge AKGÜN : Avrupa Birliği (AB) Ormancılık Politikası	113
Ar. Gör. H. Tezcan YILDIRIM; Ar. Gör. Nimet VELİOĞLU : Sürdürülebilir Orman Yönetiminde Kriter ve Göstergelerin İrdelenmesi	129
Ar. Gör. Zeynel ARSLANGÜNDOĞDU : İstanbul Boğazı Kış Ortası Sukuşu Sayımı.....	141

EMPRENVE MADDELERİ VE EMPRENVE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEME İLE İLGİLİ ÇEVRE PROBLEMLERİ

Doç. Dr. S. Nami KARTAL ¹⁾
Y. Doç. Dr. M. Osman ENGÜR¹⁾
Ar. Gör. Coşkun KÖSE¹⁾

Kısa Özet

Odunu biyotik ve abiyotik zararlılara karşı koruyan emprenye maddeleri ve emprenye edilmiş ağaç malzeme, bu koruyucu maddelerin belirli miktarlarda çevreye yayılması durumunda insanlara ve diğer organizmalara zararlı olabilmektedir. Bugüne kadar bu tip zararların neler olabileceği ve emprenye edilmiş odundan kaynaklanacak çevre problemlerinin azaltılması üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu makalede günümüzde kullanılan emprenye maddelerinden doğan problemler ve hizmet ömrünü tamamlamış emprenye edilmiş ağaç malzeme ile ilgili çeşitli geri kazanım metodları üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Emprenye maddeleri, Emprenyeli atık malzeme, Geri dönüşüm, CCA, ACQ

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF WOOD PRESERVATIVES AND PRESERVATIVE TREATED WOOD USE

Abstract

Preservative-treated wood and wood preservatives contain components that may be toxic to non-target organisms if released into the environment in sufficient quantities. Numerous studies have been conducted to determine the effects of wood preservatives released from treated wood and the extent of their subsequent accumulation in the environment. This study reviews the environmental problems regarding wood preservatives and options for recycling treated wood retired from service.

Key words: Wood preservatives, Treated waste wood, Recycling, CCA, ACQ

1. GİRİŞ

Ağaç malzeme biyolojik bir materyal olduğundan, çok çeşitli organizmalar tarafından bozunmaya uğratılmakta, bunun yanında fiziksel ve kimyasal faktörler de ağaç malzemenin degradasyonunu hızlandırmaktadır. Ağaç malzemenin adı geçen faktörlere karşı korunmasında

¹⁾ I.Ü. Orman Fakültesi Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı

emprenye maddeleri ve metotları önem kazanmakta ve malzemenin hizmet ömrünü uzatmaktadır. Bu amaçlarla bugüne kadar çok sayıda ve değişik özellikte emprenye maddesi geliştirilmiş ve halen de geliştirilmeye devam edilmektedir. Emprenye maddeleri genel olarak su esaslı, organik esaslı ve yağlı emprenye maddeleri olmak üzere 3 gruba ayrılmakta ve çoğunlukla toprak temaslı uygulama yerlerinde, açık havaya maruz kalınabilecek yerlerde ve su içerisinde kullanılacak yerlerde ağaç malzeme üzerine uygulanması önerilmektedir.

Emprenye edilerek korunmuş ağaç malzemenin kullanımı, içerdiği toksik karakterli maddelerden dolayı özellikle çürüme riski yüksek olan toprak temaslı uygulamalarda önem kazanmaktadır. Çünkü zararlı organizmalara karşı yüksek oranda toksik özelliği bulunan bu maddelerin bir kısmının bazı durumlarda çevreye ve canlılara da etkileri olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı son yıllarda emprenye maddelerinin kullanımı bazı çevreci kuruluşlar tarafından baskı altında tutulmakta, insan ve diğer canlılara etkileri olmayan yeni emprenye madde ve sistemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Emprenye maddeleri ve emprenye edilerek korunmuş ağaç malzeme ile ilgili artan endişeler genellikle kullanım yerlerindeki şartlar altında emprenye maddelerinin biyolojik etkileri ve çevreye olan emisyon ve yıkanma miktarları üzerine bilimsel verilerin yeterli olmayışından kaynaklanmaktadır.

2. ÇEVRE PROBLEMLERİNE NEDEN OLABİLECEK KİMYASAL ODUN KORUMA İŞLEMLERİ

Ağaç malzemeyi koruma önlemlerinin genel amacı zararlı organizmalara karşı odun içerisinde elverişsiz yaşam koşullarının yaratılmasıdır. Bununla birlikte ağaç malzemeyi kimyasal metotlarla koruma sırasında yaratılabilecek çevre kirliliği problemleri son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Kimyasal odun koruma metotlarının çevreye etkileri birbirinden bağımsız olmakta ve hava-su-toprak-bitki-hayvan-insan kompleksi üzerine değişik faktörler etki etmektedir. Kimyasal odun koruma önlemleri ile çevre kirliliğine neden olabilecek faktörler 4 ana grupta incelenebilir:

- 1) Emprenye maddeleri
- 2) Emprenye metotları
- 3) Emprenye edilmiş ve hizmete sunulmuş ağaç malzeme
- 4) Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli atık ağaç malzeme

2.1 Emprenye Maddeleri

CCA (bakır/krom/arsenik), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CC (amonyaklı bakır sitrat), ACQ (alkalin bakır quat), CBA (bakır azole), CDDC (bakır dimetilditiyokarbamat) gibi emprenye maddeleri suda çözünen emprenye maddeleri olup, emprenye işlemleri sonucu odun yapısı ile reaksiyona girme veya çökme yolu ile oduna bağlanmakta ve fiksasyon olarak adlandırılan bu reaksiyonlar sonucu yıkanmaya karşı dirençli hale gelmektedir (LEBOW 1996). Suda çözünen emprenye maddeleri emprenye işleminden sonra ağaç malzemedeki kuru ve boyanabilir bir yüzey bıraktıklarından, kereste, direk ve deniz içi maksatlarla kullanılmasının yanında döşeme ve çit malzemesi gibi uygulamalarda da kullanılmaktadır. Bu tip emprenye maddelerinden genellikle iğne yapraklı ağaçların emprenyesinde yararlanılmakta ve uygulamalar için büyük ölçüde etkinlik sağlanmaktadır. Anatomik yapılarının farklı oluşlarından dolayı, yapraklı ağaçlar aynı kullanım yerlerinde benzer etkinlik sağlayamamaktadır. Boratlar suda çözünen diğer emprenye maddeleri olup odunda fiksasyon reaksiyonları ile bağlanmamakta ve

bunun sonucu olarak yıkanma şartları altında veya su temaslı uygulamalarda kolaylıkla ağaç malzemeden yıkanmaktadır. CCA empenye maddesi uzun yıllar dünyanın hemen hemen her ülkesinde kullanılmasına rağmen, son yıllarda özellikle yapısındaki arsenikin toksisitesi nedeniyle birçok ülkede kullanımı sınırlanmış veya yasaklanmıştır (TOWNSEND ve ark. 2004). Örneğin çoğu Avrupa ülkesinde ve Japonya'da kullanımı tamamen yasaklanmış olmasına rağmen, ABD'de bina temelleri, telekomünikasyon direkleri, otoban konstrüksiyonları ve deniz içi yapılarda kullanılan ağaç malzemenin empenyesinde kullanılabilir. Buna karşın, insan ve hayvanların direkt temas edebileceği yerlerde örneğin ahşap binalarda, çocuk oyun alanı elemanlarında, bahçe mobilyaları ve piknik masalarında kullanımı tamamen kalkmıştır (LEBOW 2004).

Suda çözünen bir empenye maddesi olan ve dünya çapında bugüne kadar büyük miktarlarda kullanılan CCA empenye maddesinin yerine çeşitli empenye maddelerinin kullanımı önem kazanmıştır. Bunların çoğu arsenik içermemekte olup şu şekilde sıralanabilir: ACC: asit bakır krom; ACQ: alkali bakır quat; bakır azole; bakır sitrat; CDDC: bakır dimetiltiyokarbamat; bakır HDO (LEBOW 2004). Görüldüğü üzere yeni alternatif maddelerde, aktif madde genel olarak bakır olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu geliştirilen maddeler CCA ile karşılaştırıldığında çevreye daha fazla bakır emisyonu yaratmaktadır. Bu yüzden ileriki yıllarda bakır toksisitesi ve bakırın özellikle deniz canlılarına olan etkileri tartışılmaya başlanacaktır. Tüm bunlarda, yeni empenye maddelerinin geliştirilmesi araştırmalarının devam edeceğini ve ivme kazanacağını göstermektedir. Bunların yanında borlu empenye maddelerinin kullanımı son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Borlu maddeler odundan su ile kolayca uzaklaştıklarından, bu konudaki araştırmalar borun oduna bağlanması ve yıkanması güç empenye maddelerinin geliştirilmesi üzerine yoğunlaştırılmıştır. Ayrıca bu tip empenye maddelerinin kullanımı özellikle levha ürünlerinin ve kompozit malzemenin empenye işlemlerinde önem kazanmaktadır. Genel olarak bilinen yağlı ve organik çözücülü empenye maddeleri kreozot, pentaklorfenol ve bakır naftenat'tır. Yağlı empenye maddeleri genellikle tel direkleri, köprü malzemesi, demir yolu traversleri vb. uygulamalarda kullanılmaktadır. Yağlı ve kuvvetli bir kokuya sahip oluşlarından dolayı insan ile temasta olabilecek yerlerde ve bina içinde kullanılmamaktadır.

2.2 Emprenye Metotları

Emprenye endüstrisinde olası çevre kirliliği riskleri esas itibarıyla işlemler sırasında ortaya çıkmaktadır. Burada üzerinde durulması gerekli husus empenye maddelerinin kayıpları olmaktadır. Örnek olarak, püskürtme metotları uygulama açısından kolay metotlar olmasına karşın bu metotlarla çevreye ve insanlara aşırı miktarda empenye maddesi verilebilmektedir. Bu konuda diğer önemli bir husus da, tesislerin büyüklüğü, kapasiteleri ve yerleşim özellikleridir. Örneğin, kazanda basınç, batırma, vakumla empenye ve tünelde püskürtme metotları (deluging) uygulayan sabit tesislerde çevreye verilecek zarar düşük olmakta, buna karşın inşaat yerlerinde ve orman içinde yapılan püskürtme işlemlerinde çevreye verilecek zarar oldukça büyük olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı empenye tesisinin kurulacağı yer önem kazanmakta, kaynak sularının bulunduğu ve toplandığı, tarım arazilerine ve yerleşim yerlerine yakın bölgelerde bu tip tesislerin kurulmaması gerekmektedir. Ağaç malzeme boyutlandırma, delme, kesme vb. işlemler empenye maddesi uygulamasından önce bitirilmiş olması gerekir. Bu ön işlemler empenye edilen ağaç malzemenin dayanıklılığını artırdığı gibi çevreye olacak etkileri de minimize etmeye yardımcı olacaktır.

Diğer bir husus da, empenye işlemleri sırasında ağaç malzeme hedeflenen empenye maddesi retensiyon miktarıdır. Çoğu bilinçsiz uygulamada "fazlası daha iyidir" düşüncesi ile yapılan işlemlerde gereksiz miktarlarda empenye maddesi ağaç malzemeye nüfuz ettirilmektedir. Böylece, hem daha fazla empenye maddesi kullanılmakta hem de gereğinden fazla retensiyon

yıkılabilen emprenye maddesi miktarını artırmaktadır. Bu nedenle emprenye işlemleri teknik ve deneyimli kişiler tarafından uygun standartlara göre yapılmalıdır. Bazı durumlarda emprenye işlemleri sonucunda ağaç malzemede yeterli absorpsiyon miktarına ulaşılmadığı görülmekte ve tekrar emprenye işlemleri yapılmaktadır. Bazı standartlar bu tip uygulamalara izin vermekle birlikte, bu tür işlemler ağaç malzemeden sızacak veya yıkanacak emprenye maddesi miktarını artıracaktır. Bu nedenle tekrar emprenye edilen ağaç malzeme, çevreye yönelik kirlenme riskinin yüksek olabileceği hassas kullanım yerleri söz konusu olduğunda kullanılmamalıdır. Emprenye edilen ağaç malzemenin yüzeylerinin temizliği oldukça önemli olup, yüzeysel emprenye maddesi kalıntıları olan ağaç malzeme gereksiz bir çevre riski yaratabildiğinden bu tip malzemeler kalite kontrol işlemlerinde kabul edilmemelidir.

2.3 Emprenye Edilmiş ve Hizmete Sunulmuş Ağaç Malzeme

Çeşitli suda çözülen emprenye maddelerinin aktif elementleri (bakır, krom, arsenik, çinko vb.) başlangıçta suda çözünebilir maddeler olmasına rağmen, ağaç malzemeye emprenye işlemleri ile verildiğinde bağlanma reaksiyonları sonucu yıkanmaya karşı dirençli hale gelmektedirler. Yıkılmaya karşı direnç, oduna meydana gelen fiksasyon reaksiyonları ile elde edilmektedir. Eğer ağaç malzeme, bu fiksasyon reaksiyonları oluşmadan ve tamamlanmadan kullanılırsa, emprenye maddesinin çevreye olan emisyonu normal şartlarda olabilecek emisyonlardan çok fazla olacaktır. Ayrıca emprenye edilen ağaç malzemenin depolanması sırasında su ve ıslak toprak üzerine konulmasından kaçınılmalıdır. Kapalı yerlerde toprak seviyesinden yüksekte altlıklar kullanılarak ve aralarına çıtalar yerleştirilerek korunma sağlanmalıdır.

Suda çözünen emprenye maddeleri ile korunan ağaç malzeme görünüş özelliğini iyileştirme amacıyla boyalarla ve boyutsal stabilitenin temin edilmesi amacıyla da su itici maddelerle işleme sokulabilmektedir. Su itici maddeler ağaç malzemenin yarıma, çatlama, burulma ve bükülme gibi olumsuz özelliklerini iyileştirmektedir. Bu maddeler ve boyalar bazı durumlarda emprenye işlemleri ile kombine edilmekte ya da kullanım yerinde basit yöntemlerle ağaç malzemeye uygulanabilmektedir. Bu tip ikincil işlemler, emprenye edilen ağaç malzemenin hizmet süresini artırırken, aynı zamanda emprenye edilen ağaç malzemeden olabilecek emprenye maddesi yıkanma ve emisyon miktarını da azaltacaktır. Bazı emprenye maddesi üreticileri CCA ve ACQ gibi emprenye maddelerinin formülasyonlarına bu tip su itici özelliğe sahip maddeleri katarak kullanıma hazır emprenye maddeleri geliştirmektedirler. Bu maddeler, suyun ağaç malzeme içerisinde hareket hızını azalttıklarından, emprenye maddesinin yıkanması ve ağaç malzemeden uzaklaşmasını engellemektedirler.

Emprenye edilen ağaç malzeme gıda maddeleri ve hayvan besinleri ile temasta olmamalı, mutfak tezgahları ve gıda kesim tahtaları olarak kullanılmamalıdır. Ayrıca odun ürünlerinin, bu tip kesim amaçlarında kullanımı besin maddelerinin kalması ve bakterilerin bu maddeleri degrade etmesi ve steril olmayan ortamların oluşması nedeniyle önerilmemektedir. Benzer nedenlerle, emprenye edilen ağaç malzemenin arı kovana yapımında ve silo malzemesi olarak kullanımından kaçınılmalıdır.

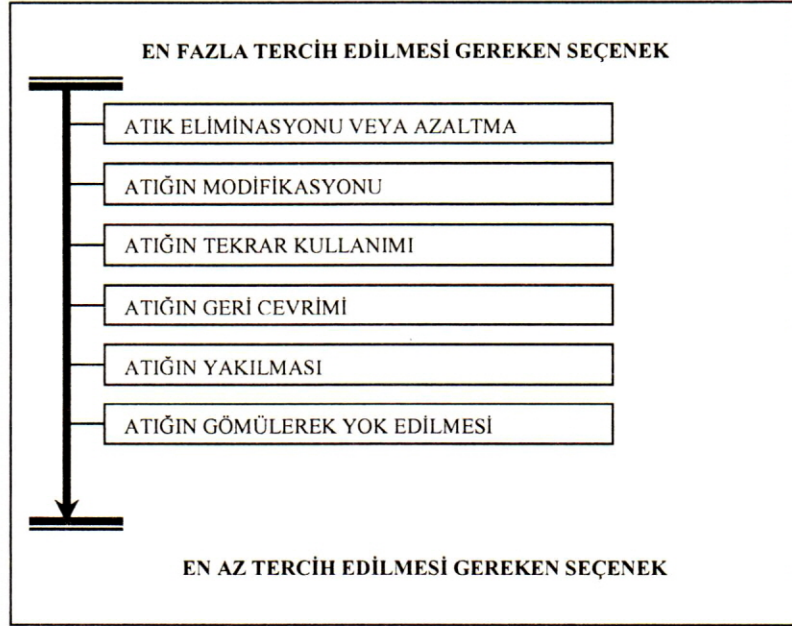
2.4 Hizmet Ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Atık Ağaç Malzeme

Emprenye edilmiş ağaç malzemenin ortalama 20-40 yıl arasında hizmet verebileceği göz önünde bulundurulduğunda, her yıl önemli miktarda emprenye edilmiş odun atığı oluşacağı oldukça açıktır. Bunun sonucu olarak emprenye edilmiş odun atığının geri dönüşümü, yok edilmesi ve tekrar kullanımı ile ilgili problemler de gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli odunla ilgili en büyük problem, geri dönüşüm işlemleri sırasında

çalışan işçilere odundan kaynaklanan emprenye maddesi zararı ile çevreye verilecek kimyasal maddelerdir.

3. HİZMET ÖMRÜNÜ TAMAMLAMIŞ EMPRENYELİ ODUN ATIĞI YÖNETİM STRATEJİLERİ

Emprenye edilmiş odun atığı ile ilgili olarak kabul edilen atık yönetim stratejileri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Atık yönetim stratejileri hiyerarşisi (COOPPER 2003).

Atık eliminasyonu veya azaltma

- Hizmetteki emprenye edilmiş ağaç malzemenin hizmet ömrünü uzatmak (yeterli ve uygun emprenye işlemi ve yerinde bakım işlemlerinin uygulanması).
- Hizmet sırasında gerekli konstrüksiyonel ve tasarım önlemleri ile emprenye edilmiş ağaç malzemeni özellikle rutubet, mekanik eskime ve açık hava etkilerine karşı korumak.
- Çürüme riskinin az olduğu yerlerde kreozot, PCP (pentaklorfenol), CCA gibi emprenye maddelerinin yerine daha az toksik karakterde emprenye maddeleri kullanmak ya da kullanılacak emprenye maddesi miktarını azaltmak.

Atığın modifikasyonu

- Emprenye edilmiş odun atığından toksik karakterdeki bileşiklerin kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile geri alınması (asitler, kompleks oluşturu maddeler).
- Emprenye edilmiş odundan bileşenlerin biyolojik yollarla geri kazanılması (bakteri, mantar degradasyonu).

Atığın tekrar kullanımı

- Tel direklerinin üst kısımlarının çit direği vb. kısa malzeme olarak tekrar kullanımı.
- Tel direklerinin çatı malzemesi, yapı malzemesi ve diğer yuvarlak haldeki malzemeler için kullanımı.
- Emprenye edilmiş ve kullanım ömrünü tamamlamış demiryolu traverslerinin tali demiryolu hatlarında, peyzaj uygulamalarında ve çit malzemesinde kullanılması.
- Emprenye edilmiş ağaç malzeme uç atıklarının genel konsrüksiyonel amaçlarla destek elemanı olarak kullanılması.

Atığın geri çevrimi (Recycling)

- Emprenye edilmiş odun atıklarının yongalanarak kompozit materyal haline dönüştürülmesi.

Atığın yakılması

- Emprenye edilmiş atık odun, endüstriyel fırınlarda yüksek sıcaklıklarda yakılabilmektedir. Kullanılan fırınların özel dizayn edilmiş olması gerekir. Yanma sırasında zehirli gazlar ve duman çıkışı ile birlikte ortaya çıkan külde ağır metal birikmesi oluşabilir.

Atığın gömülmesi

- Toprağa gömme yoluyla emprenye edilmiş odun atığının yok edilmesi işlemlerinde odun atığından toprağa ve dolayısı ile yer altı sularına emprenye maddesi yıkanması meydana gelebilmektedir. Bu işlemlerde gerekli önlemlerin alınması ile çevreye verilecek zarar en aza indirilmelidir.

4.SONUÇ

Biyotik ve abiyotik etkilere karşı ağaç malzemenin korunması için kullanılan kimyasal maddelerin insan sağlığına ve çevreye olan etkileri nedeniyle, sadece hedef organizmaya zarar verecek alternatif emprenye maddelerinin geliştirilmesi ve emprenye metotlarının çevre riski oluşturmayacak şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Öte yandan hizmet ömrünü tamamlamış emprenyeli odun atığının yönetimi için yerel ve ulusal düzenlemelerin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Emprenyeli atık odunun tekrar kullanımı veya geri çevrimi en uygun metotlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu metotların uygulanmadığı durumlarda ise atığın gömülerek ya da yakılarak yok edilmesi bir çok ülkede yasal zorunlu seçenek olmaktadır. Fakat bu metotlarda da gerekli çevresel önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

COOPER, P.A. 2003: A Review of Issues and Technical Options for Managing Spent CCA Treated Wood. Presented at American Wood Preservation Association (AWPA) Annual Meeting, Boston, Mass., April 2003, 17 pp.

LEBOW, S.T. 1996: Leaching of Wood Preservative Components and Their Mobility in the Environment. Summary of pertinent literature. General Technical Report, FPL-GTR-93. USDA Forest Service. Forest Products Laboratory, Madison, WI, U.S.A.

LEBOW, S.T. 2004: Alternatives to Chromated Copper Arsenate (CCA) for Residential Construction. In: Proceedings of Environmental Impacts of Preservative Treated Wood Conference, February 8-11, 2004, Orlando, FL, USA.

TOWNSEND, T.G.; DUBEY, B.; GABRIELE, H.S. 2004: Assessing Potential Waste Disposal from Preservative Treated Wood Products. In: Proceedings of Environmental Impacts of Preservative Treated Wood Conference, February 8-11, 2004, Orlando, FL, USA.