

## Bor Madeninin Ahşap Koruma Endüstrisinde Değerlendirilmesi Evaluation Boron Mine in Wood Protection Industry

H. Sivrikaya  
*Zonguldak Kara Elmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, 74100, Bartın*

A. Saraçbaşı  
*İç Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Ankara*

**ÖZET:** Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunan ve atom numarası 5 olan bor elementi, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopdan oluşmaktadır. Bor yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Yüksek konsantrasyonlarda ve ekonomik boyutlardaki bor yatakları, borun oksijen ile bağlanmış bileşikleri olarak daha çok Türkiye ve ABD'nin kurak, volkanik ve hidrotermal aktivitesinin yüksek olduğu bölgelerde bulunmaktadır. Dünya toplam bor rezervinde % 64 lük bir paya sahip olan Türkiye'de işletilen bor madenleri tinkal (boraks), kolemanit ve üleksittir. Bor madeninin çeşitli türevleri; boraks, borik asit ve disodyum oktaborat tetrahidrat ahşap malzemenin korunması (emprenye) amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde de kullanılan ve CCB (bakır, krom, bor) tuzları olarak bilinen emprenye maddesinin bileşiminde borik asit bulunmaktadır. Borlu emprenye maddelerinin sulu çözeltileri ağaç malzemeye daldırma, batırma, fırça ile sürme, püskürtme ve vakum-basınçlı sistemlerle uygulanmaktadır. Bor bileşimli tuzlar ağaç malzemeyi mantar, böcek, termit ve deniz zararlılarına karşı koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, ağaç malzemenin yanma özelliğini geciktirmekte, insanlar ve hayvanlara karşı zararsız olup metaller üzerinde korozyon etkisi yapmamaktadırlar. Bor türevlerine dayalı koruyucu maddelerin geliştirilmesi ve bu maddelere bağlı emprenye tesislerinin yaygınlaştırılması halinde; kereste, yonga levha, lif levha, kontrplak ve benzeri malzemelerden kullanım yerlerinde daha uzun yıllar yararlanılacaktır. Bu durum ağaç malzemeye olan talebi azaltacak, orman varlığımızın artmasına yol açacaktır. Ayrıca gerek kimyevi madde gerekse de emprenyeli ahşap malzeme ihracatıyla birlikte ülke ekonomisine önemli oranda gelir sağlanacaktır.

**ABSTRACT:** Boron is the first element with five atomic number of third group in periodical system. It consists of two isotopes, one having a mass number of 10, the other a mass number of 11. Boron is most common element in the soil, rock and water. Boron resource at high concentrations and economical is found plentiful in the arid, volcanic and hydrothermal regions of Turkey and USA as compounds with oxygen. Boron minerals including tinkal, colemanite and ulexite are mining in Turkey which has 64 % boron of World total reserve. Some of the derivatives of boron are borax, boric acid and disodium octaborate tetrahydrate are used for the protection of wood material. CCB (copper, chrome, boron) salts including boric acid are also used in Turkey. Water-borne preservatives such as boron compounds are applied to wood material by dipping, brushing, spraying and vacuum-pressure systems. Boron salts are used for the purpose of wood protection against fungi, insects, termites and marine borers. In addition, they have properties of fire retardant, safe for human and animals, do not have corrosive effect on metals. Provided that the preservatives based on boron derivatives are improved and treatment facilities are getting more common, the utilization of lumber, particleboard, fiberboard, plywood and similar products will be increased in service. This situation makes the use of wood decreased and will increase the forest resources. Moreover, the exportation of chemicals and treated wooden materials will help the nation's economy.

## 1. GİRİŞ

Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunan ve atom numarası 5 olan bor elementi, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopdan oluşur. Bor, yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Toprağın bor içeriği genelde ortalama 10-20 ppm olmakla birlikte ABD'nin batı bölgeleri ve Akdeniz'den Kazakistan'a kadar uzanan yörede yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Deniz suyunda 0,5-9,6 ppm, tatlı sularda ise 0,01-1,5 ppm aralığındadır. Yüksek konsantrasyonda ve ekonomik boyutlardaki bor yatakları, borun oksijen ile bağlanmış bileşikler olarak daha çok Türkiye ve ABD'nin kurak, volkanik ve hidrotermal aktivitesinin yüksek olduğu bölgelerde bulunmaktadır (DPT, 2001).

### 1.1 Ticari Bor Mineralleri

Bor madenleri yeryüzünde mineral tuzlar şeklinde bulunmaktadır. Onlarca bor tuzundan ticari öneme sahip olan bor mineralleri; tinkal (boraks), kolemanit, kernit (razorit), üleksit, pandermit (priseit), borasit, szaybelit, propertit, hidroborasit gibi minerallerdir. Türkiye'de işletilen bor madenleri tinkal, kolemanit ve üleksittir. Bor madenleri içerisindeki B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranına göre değerlendirilir. İçinde daha fazla B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren bor madeni az olanına göre daha değerlidir. Bor minerallerinin sayısı oldukça fazladır. Sayılan 100'e yakındır. Bazı mineraller genellikle her yatakta gözlenirken bazıları ise çok ender olarak gözlenirler. Pandermit'in sadece dünyada Balıkesir-Susurluk yatağında bulunuşu buna örnek olarak verilebilir.

### 1.2 Bor Ürünleri ve Yaygın Kullanım Alanları

Rafine Boraks, Sodyum Tetraborat Pentahidrat, Susuz Sodyum Tetraborat, Borik Asit, Sodyum Perborat, Saf Bor ve Bor Trioksit bor ürünlerim oluşturmaktadır. Başlıca Kullanım alanları: Metalürji, tekstil, cam, cam elyafı ve izolasyon, eczacılık, sabun ve deterjan, kaplama, sıvı ve emaye, gübre sanayi, inşaat, gıda, yangın söndürme, ateşe dayanıklı tuğla, katı motor yakıtı, tıp ve kimya alanlarıdır. (Anoğlu, 1994).

### 1.3 Türkiye Bor Rezervi

Türkiye'de bor minerallerinin işletmeciliği yalnızca Eti Bor A.Ş. tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye'deki bilinen borat yatakları özellikle Eskişehir-Kırka, Balıkesir-Bigadiç, Balıkesir-Susurluk, Bursa-Kestelek ve Kütahya-Emet'te bulunmaktadır. Bu yataklardan Eskişehir-Kırka bor yatağı bugüne kadar bilinen dünyanın en büyük yatağıdır. Türkiye bor rezervi ve rezerv tipleri Çizelge 1 ve 2 de verilmektedir (DPT, 2001).

Çizelge 1. Türkiye Bor Rezervi (milyon ton)

Rezerv Yeri	Rezervler	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bigadiç	935	330
Emet	545	200
Kestelek	7	3
Kırka	520	140
TOPLAM	2007	673

Çizelge 2. Türkiye Bor Rezerv Tipi (milyon ton)

Ürdn Tipi	Rezervler
Kolemanit	1.050
Boraks	519
Üleksit	61
TOPLAM	1.630

Çizelge 3 ve 4'de, Türkiye bor konsantre ürün tipleri ve rafine ürün tipleri verilmektedir (Eti Maden İşleri)

Çizelge 3. Türkiye bor konsantre ürün tipleri

Tesisin yeri	Ürün cinsi	Üretimi (T/Yıl)
Kırka	Konsantre Tinkal	800.000
Emet	Konsantre Kolemanit	400.000
Bigadiç	Konsantre Kolemanit-Üleksit	400.000
Bigadiç	Öğütülmüş Kolemanit	60.000
Kestelek	Konsantre Kolemanit	100.000
	TOPLAM	1.760.000

Çizelge 4. Türkiye bor rafine ürün tipleri

ÜRÜN CİNSİ	ÜRETİM (T/YIL)
Boraks Dekahidrat	47.000
Susuz Boraks	60.000
Sodyum Perborat Tetrahidrat	20.000
Sodyum Perborat Monohidrat	4.500
Boraks Pentahidrat	320.000
Borik Asit	85.000

## 2. AHŞAP KORUMA (EMPRENYE) İŞLEMİ

Herhangi bir koruyucu işlem görmemiş doğal haldeki ağaç malzemenin kullanım yerinde mantarlar ve böcekler tarafından tahrip edilerek çürütülmesi sonucu her yıl büyük maddi kayıplar söz konusu olmaktadır. Çünkü organik bir madde olan ağaç malzemenin çürütülmesi ve böceklerle tahrip edilmesi doğal bir olaydır. Ancak, alınacak çeşitli önlemlerle, özellikle kimyasal önlemlerle ağaç malzemenin uzun yıllar bu zararlılardan korunması mümkün olmaktadır. Günümüzde kimyasal önlemlerle yani, zararlı organizmalar için zehirli etki yapan emprenye maddeleri kullanılarak, ağaç malzemenin hizmet ömrü uzatılmaktadır. (Bozkurt ve ark., 1993)

Ağaç malzemenin dayanma süresini artırmak için kullanılan kimyasal maddeler, çeşitli metodlarla malzemeye uygulanmaktadır. Uygulama şekilleri bakımından emprenye metodları 5 tipte toplanmaktadır:

1. Basınç uygulanmayan metodlar: bu gruba; fırça ile sürme, püskürtme, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak-soğuk emprenye metodları girmektedir. Emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği az olmaktadır.
2. Basınç uygulanan metodlar: ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte, emprenye maddesi vakum ve basınç etkisiyle odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlama esasına dayanmaktadır. Genellikle suda çözünen tuzlar kullanılır.

3. Besi suyu çıkarma metodu: metodun esası, yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besin suyunun emprenye maddeleri ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır.
4. Difüzyon metodları: ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylere sürülmektedir. Çok rutubetli haldeki ağaç malzemeye, konsantre halde tatbik edilen emprenye maddesinin difüzyonu ilkesine dayanır.
5. Yerinde bakım metodları: açık havada kullanılan ağaç malzemenin bazı kısımları, diğer kısımlarına göre daha fazla tahrip edilmekte veya böyle yerlerde emprenye maddelerinin koruyucu etkileri daha kısa zamanda kaybolmaktadır. Tehlikeli kısımların korunmasında bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzları tatbik edilerek, tuzların zaman içinde difüzyon yolu ile malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır.

Ağaç malzemenin korunmasını sağlayabilmek için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmektedir. Bu konuda önceleri hayvansal bitkisel ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Ağaç türü kullanım yeri koşulları emprenye maddesi seçiminde etkili faktörlerdir. Emprenye maddeleri üç ana grupta toplanmaktadır.

1. Yağlı emprenye maddeleri
2. Organik çözücülü emprenye maddeleri
3. Suda çözünen emprenye maddeleri

### 2.1 Ahşap Korumada Endüstrisinde Kullanılan Bor Bileşikleri

Ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılan ilk kimyasallar; civa klorür, çinko klorür ve bakır sülfat gibi metalik tuzlardır. Ağaç malzemenin yağmur altında ve toprakla temas eden yerlerde kullanıldığında, bu kimyasal maddelerin malzemedan yıkanması kullanım yerleri için olumsuz kabul edilmesine yol açmıştır. Ayrıca bu tuzlar termit ve bazı mantarlara karşı yeterli koruma sağlayamamışlardır. Bunun sonucu olarak çeşitli tuz karışımlarının emprenye maddesi olarak kullanımı yoluna gidilmiştir. Arsenik, krom, bakır, flor, çinko ve bor içeren suda çözünen emprenye maddeleri,

kullanım yeri özellikleri de dikkate alınarak ürün portföyünde arza sunulmuştur. Bor bileşikleri, suda çözünen empenye maddeleri grubuna girmektedir. Ahşap koruma endüstrisinde kullanılan bor türevleri Çizelge 5'de verilmektedir.

Çizelge 5. Suda çözünen borlu empenye maddeleri

Emprenye Maddesinin Adı	Formülü	Fiziksel Şekli	Erime Ortamı
Boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Renksiz kristal	Su
Borik asit	$\text{H}_3\text{BO}_3$	Renksiz kristal	Su
Disodyum oktaborat tetrahidrat	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Renksiz kristal	su

Bununla birlikte, CCB (Bakır/krom/bor) karışımından hazırlanan empenye maddeleri de mevcuttur. Boraks, borik asit ve disodyum oktaborat tetrahidrat az zehirli etkin maddelerdir. İnsektisid ve fungusid olarak etkilidirler. Emprenye işlemlerinde çeşitli konsantrasyonlarda suda çözünen eriyikleri kullanılmaktadır. İnsanlar ve hayvanlar için zehirli olmayan, kokusuz, renksiz empenye maddeleridir. Borlu çözeltiler taze haldeki ağaç malzemenin empenyesinde başanlı bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, kontrplak üretiminde yeni hazırlanmış kaplama veya soyma levhalarda borik asit ile yapılan işlemler bu ürünleri *lyctus* böceklerinin saldırısına karşı korumaktadır.

Genellikle Kanada, Yeni Zelanda ve İskandinavya'da taze haldeki ağaç malzemenin difüzyon yolu ile empenyesinde disodyum oktaborat tetrahidrat olarak geniş çapta bor bileşikleri ile borik asit kullanılmaktadır. Dolu hücre metodu ile kullanılan diğer suda çözünen empenye maddelerine karşılık bunlar, sıcak ve konsantre çözeltilerde batırma metodu uygulanması ile tatbik edilmektedir. Önceleri bu maksatlar için florürler kullanılmakta idi. Ancak boratların ileri derecede ticari özelliği nedeniyle son zamanlarda daha çok kullanıldıkları görülmektedir.

Örneğin; Papua Yeni Gine'de bina kerestesinin empenyesinde borlu florürlerle, krom, arsenik

karışımı en fazla kullanılan bir empenye maddesi olmuştur. Avustralya'da ağaç işleyen endüstrilerde *lyctus* böceklerine hassas yapraklı ağaç tomruklarında kontrplak üretilirken, koruyucu madde olarak boratların önemi ortaya çıkmıştır. Kontrplak ve kerestelerde difüzyon metodu, 1945 yılından itibaren uygulanmaya başladıktan kısa bir süre sonra Yeni Zelanda'da binalarda kullanılan *Pinus radiata* 'nın empenyesinde boraksın önemi anlaşılacak 1949'da disodyum oktaborat tetrahidrat kullanılmaya başlanmıştır. Bu metod hala "Timborising" olarak bilinmekte ve uygulanmaktadır (Bozkurt ve ark.,1993).

ABD, Madison orman ürünleri laboratuvarında geliştirilip uygulamaya konan Ateş-Borusu Test Yöntemi (Fire-Tube Test) ile 130 adet dolayında inorganik madde testlere tabi tutulmuş ve denemelerde alınan sonuçlara göre yangın geciktirici özelliği nedeniyle boraks beşinci sırayı almıştır. Borik asit tek başına kor haline gelmeyi önlemek açısından çok etkili olmuş, boraks katılması halinde ise alev yayılma hızını önemli derecede uzatmış ve önlemiştir (Nicholas, 1973).

Amonyum tetraborat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·4H<sub>2</sub>O) ısınma sonucu amonyak meydana getirir, bu hem yanıcı gazların yoğunluğunu düşürür hemde geriye kalan serbest mineral oksitleri odunun kömürleşmesini hızlandırır. Sodyum tetraborat veya boraks alkalinite derecesinin artmasına paralel olarak yüksek ısı derecelerinde kömürleşme oranının artmasına yardımcı olmaktadır (İlhan, 1988).

Sodyum tetraborat veya boraks suda az eriyen bir koruyucudur. Daha çok diğer empenye maddelerine katılarak kullanılır. Ayrıca, ağaç malzeme üzerinde mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal madde olarak da kullanılmaktadır.

Borlu gübre olarak kullanılan solubor, polybor ve timbor ticari isimli "disodyum oktaborat tetrahidrat" dünya piyasalarında önemli bir pazar payına sahiptir. Solubor, genellikle gübre amaçlı olarak kullanımının yanı sıra, kereste gibi ahşap malzemelerin korunmasında, böcek ve mantar öldürücü veya alev geciktirici olarak da kullanılmaktadır. Bu ürünün üretimi için gerekli olan koşullar, Eti Maden İşleri A.Ş. Ar-Ge Dairesi başkanlığı proses araştırma laboratuvarlarında

yürütülen çalışmalar ile tespit edildikten sonra uygun oranlarda boraks ve borik asit çözeltilerinin karıştırılması ile hazırlanan çözelti püskürtmeli kurutucuda (spray dryer) işleme tabi tutulmuştur. Püskürtmeli kurutucu, çözelti halindeki bileşiğin yüksek basınçla çok küçük gözenekli nozullardan püskürtülerek pulverize edildiği ve bu sırada yüksek sıcaklıktaki hava akımı yardımıyla çözücünün ortamdan uzaklaştırılarak çözelti içindeki katı ürünün elde edildiği bir ekipman olarak tarif edilebilir. Bu çalışmalardan olumlu sonuçların elde edilmesinin ardından Ar-Ge Dairesi başkanlığındaki araştırma çalışmalarında kullanılmak üzere bir püskürtmeli kurutucu satın alınarak pilot ölçekte solubor üretimi gerçekleştirilmiştir. Soluborun da emprenye işleminde kullanılması sonucunda ahşap malzemeye kazandıracığı özelliklerin belirlenmesi amacıyla, konusunda uzman kuruluşlar ile araştırma projesi görüşmeleri de halen devam etmektedir (Bilici, 2004).

Boraks, borik asit ve disodyum oktaborat tetrahidrat mantar ve böcekler için son derece etkili maddeler ise de, ağaç malzemeye fiksasyonu (tutunumu) zayıftır. Özellikle toprakla temas eden veya benzeri rutubetli şartlarda kullanılacak ağaç malzemenin emprenyesinde yararlı olmamakta fakat binaların su basman seviyesi üstündeki ağaç malzemenin emprenyesi için çok uygun bulunmaktadır. Rutubetli yerlerde kullanılacak bor türevli emprenye maddelerinde fiksasyonu artırıcı diğer tuzlardan yararlanılır. Bunların başında CCB (Bakır/krom/bor) tipi emprenye maddeleri gelir.

CCB emprenye maddesi, bakır sülfat, potasyum ve sodyum dikromat ve borik asitin belirli oranlarda kuru karışımı olarak üretilmektedir. Ülkemizde kullanılanlar Wolmanit-CB (% 28  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , % 48  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , % 24  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), Triolith-CB (% 36  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , % 40  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , % 24  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), Tanalith-CBC (% 37  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , % 36  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (susuz), % 25  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , % 2 katkı maddeleri, pH'ı regüle eden kimyasallar) adıyla tanınan maddelerdir (Bozkurt ve ark., 1993).

CCB tuzları mantar, böcek ve deniz zararlılarına karşı koruyucu olarak kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin tutuşma kabiliyetini azaltmaktadır. Kokusuz olup insan ve hayvan sağlığı için zararlı etki göstermemektedir. Metaller üzerinde korozif etkisi yoktur.

CCB tuzları ağaç malzemenin iç ve dış maksatlarla kullanıldığı yerlerde örneğin; tel direkleri, çit direkleri, soğutma kuleleri, deniz iskele direkleri, iskele döşemeleri, binalarda çatı keresteleri ve çiftlik ahırlarındaki ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılmaktadır. Her kullanım yeri için ayrı konsantrasyona gerek vardır, bu emprenye maddeleri vakum-basınç osilasyon basınç, besi suyu çıkarma ve daldırma metodları için uygun bulunmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993).

Bor bileşikler; Almanya'da eski eserlerin restorasyonunda ve korunmasında, % 15'e kadar suda çözünen eriyikler şeklinde kullanılmaktadır, İngiltere'de difüzyon, vakum-basınç uygulamaları şeklinde uygulanmaktadır. Avustralya ve İsviçre gibi ülkelerde boraks, borik asit ve disodyum oktaborat tetrahidrat difüzyon (Zehirlilik sınır değeri esmer çürüklük mantarları için  $1 \text{ kg/m}^3$ , ev teke böceği larvaları için  $0,5 \text{ kg/m}^3$  'dür.), CB (dikromat + borik asit) olarak da vakum-basınç yöntemleriyle kullanılmaktadırlar. Japonyada ise yılda yaklaşık 800 ton civan borik asit, boraks ve disodyum oktaborat tetrahidrat kullanılmaktadır.

### 3. BOR İÇERİKLİ MADDELERİN ÇEVRE AÇISINDAN İNCELENMESİ

Ağaç malzemenin kullanım ömrünün mümkün olduğunca uzun olması ve ekonomik sağlanması kimyasal yoldan hammaddenin korunmasını kaçınılmaz kılar. Fakat kimyasal yolla ağaç malzemenin korunmasında çevre sağlığı bakımından bazı sakıncalar ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu sakıncalar emprenye maddesinin tipine ve yöntemine göre de farklılık göstermektedir.

Ahşap koruma maddeleri üzerinde yapılan araştırmalarda; özellikle çevreyi kirletmeyen kimyasallar tercih edilmekte, diğerlerinden ise vazgeçilmektedir. Ancak, mantarlar ve böcekler için yüksek zehirlilik derecesine sahip kimyasal maddelere karşı alternatif bulunmasında hala güçlük çekilmektedir. Bu araştırmalar, canlılar için zehirli etkisi olmayan bor bileşiklerini ön plana çıkarmaktadır.

Bozkurt (1982)'a göre, içme suyunda suda çözünen emprenye maddeleri içerisindeki kimyasal

#### *H. Sivrikaya, A. Saraçbaşı*

maddelerin tolerans sınırları İt'de mg olarak belirlenmiş, daha yukarıya yasaklanmıştır. Tolerans sınırları; bakırda 0.50, krom, arsenik ve pentaklorfenolde 0.05, fenolde 0.001, çinko da 1.00, flor da 0.8-1.7 mg/lt dir. Bu değerler aynı zamanda çeşitli kimyasal maddelerin zehirlilik dereceleri hakkında da bilgi vermektedir.

Global düzeydeki içme sulanında kabul edilebilir bor seviyesi ise 0.1-0.3 mg/lt dir. Alabalık ve zebra balığında 10 mg/lt de akut toksite görülmüştür (WHO, 1998). Bor, sulama suyunda 4 mg/lt den fazla olması durumunda bitkilere zararlı olmaktadır. Bitkilerin bor içerikleri kuru madde de 20-100 ppm arasında değişmektedir. Yapılan denemelere göre bor içeriği > 0.35-0.40 ppm olan toprakta ya da bitki yapraklarında < 35 ppm'den düşük bor düzeyi, semptomlara neden olmaktadır. Nemli iklim koşullarında yetişen bitkilerde bor toksitesi, toprak çözeltisinde bor içeriği > 0.7 mg/lt düzeyinde bulunduğu koşullarda ortaya çıkmaktadır (Haktanır, 1998). Topraktaki bor konsantrasyonu ise 10-300 mg/kg (ortalama 30 mg/kg) arasında bulunmaktadır (WHO, 1998).

İnsan vücuduna bor doğal olarak, yiyecek ve içeceklerle ağız, tozların buruna dolmasıyla solunum ve deri olmak üzere üç yoldan girebilir. Eğer yara-bere yoksa deriden ya hiç veya çok az emilir; sulu çözelti uygulandığında deriye daha çabuk geçer ki, o takdirde egzama ve psoriasis gibi rahatsızlıkların tedavisinde yararlanılmaktadır. Solunan tozların bir kısmı burun kıllarıyla tutulup sümükle atılır. Yani soluk borusundan geçecek miktarda önemli sayılmaz. Ağız, borun vücuda girdiği asıl yoldur. Hangi yolla girerse girsün, % 90-95 kadan ilk 24 saatte hiç değişmeden idrarla atılır. İlk 48 saatte çıkan miktar % 95-96' ya ulaşır. Kısaca vücutta pek tutulmaz; sadece kemik tırnak ve kıllarla karaciğer ve dalak gibi organlarda biraz birikir. aynı şekilde ter ve gaitayla da uzaklaştırılır (Şayh, 2000).

İnsanlar tarafından günlük alınan bor miktar 1.2 mg/gün olarak tahmin edilmektedir (WHO, 1998). Yetişkin insanların; güvenilir olarak günlük alabileceği bor miktarları ise 1-13 mg/gün olarak kabul edilmektedir (Nielsen, 1997). Farelerde; borik asidin ağızdan alınması neticesindeki toksite 4000 mg/kg'da görülmektedir (Nielsen, 1997). Hayvanlarda yapılan deneylerde borik asidin

normalden 100-1000 kat fazla alındığında zehirlenme ve üreme sorunlarına yol açmaktadır (WHO, 1998).

İnsanı öldürecek miktarda boraks ve borik asit cinsinden 30 gramın üzerinde olabileceği düşünülmektedir. ABD'de ki bir zehirlenme izlenme merkezine 5 yıl içerisinde herhangi bir ölüm vakası gelmediği gibi sanayi kesiminden örnek de bilinmemektedir. Günde 4-5 gr borik asit veya karşılığı boraks yenirse iştah kaybı midede dolgunluk, bulantı, baş ağrısı ve dönmesi meydana çıkar. 50 gün süreyle 0.5 gr borik asit alınınca da benzer yakınmalar gözlenir. Bununla birlikte, ocak ve fabrikalarda en az 7-8 yıl çalışanlarda zararlı herhangi bir etki belirlenmemiştir. Hormon bozukluğu saptanmamaktadır. Günde 24 gr bor alan erkek işçilerin çocuk sayısında azalma, kusurlu doğumlarda artma kanıtlanamamıştır. Bor bileşikleriyle temasın kansere yol açtığı, genleri değiştirdiği yahut yüksek yoğunluklarda bile kromozom düzensizliğine sebep olduğu belgelenmemiştir (Şayh, 2000).

Bor bileşikleriyle emprenye edilmiş ağaç malzeme atıkların çevre sorunu ve kirliliği yaratmamaktadır. Atıkların yok edilmesi için üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır.

#### 4. SONUÇ

Türkiye'nin bugünkü orman varlığı ihtiyaçları karşılayacak düzeyde değildir. Odun hammaddesine olan talep artmış, arz bu talebin çok gerisinde kalmıştır. Bu açık her ne kadar ithalata dengelenmeye çalışılsa da ormanlar üzerindeki baskılar artmıştır. Odun hammaddesinin rasyonel kullanımı ve hammaddeden maksimum faydalanılması zorunlu hale gelmiştir. Ağaç malzemenin biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması suretiyle kullanım yerindeki ömrünün artırılması mümkündür. İyi kurutulmuş ve emprenye edilmiş ahşap malzemenin dayanma süresi, doğal dayanma süresinin on katına kadar çıkabilmektedir. Böylece, aynı kullanım yerinde ahşap malzemeye olan talep on kat düşürülmüş olacaktır.

Türkiye bu konuda çok şanslıdır. Çünkü bor gibi bir güce sahiptir. Emprenye maddesi olarak kullanılan

bor bileşikleri katı ve konsantre halde taşınabilmekte ve en ucuz çözücü olan su ile kullanım yerinde hazırlanabilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda dahi zehirli etkiye sahip olduklarından böcek ve mantarlara karşı eşit etkinlikte kimyasal madde formülleri kolayca hazırlanabilmektedir. İnsanlar için zehirli etkiye sahip değildir.

Kalite ve kantite bakımından kontrol edilmesi basit ve kolaydır. Etkin nüfuz derinliğine sahiptirler. Metaller, cam, mermer, seramik ve plastik gibi maddelere etki yapmazlar. Emprenye sonrası yapılabilmekte ve bünyelerindeki kimyasallar ağaç malzemede renk değişikliği yapmamaktadırlar. Yanmayı önleyici emprenye maddeleri ile kolayca kombine edilebilmektedirler.

Kurutulmuş ve bor bileşikleri ile emprenye edilmiş masif tekrar ısıtılarak genişlemekte az da olsa çalışma kusurları ortaya çıkarmaktadır. Emprenye edilmiş ağaç malzemenin bünyesinden yıkanmak suretiyle uzaklaşması da olumsuz özellikleri olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda geliştirilen ürünler ve farklı emprenye uygulamalarıyla da bu sorunlar aşılmaya çalışılmaktadır.

Borlu emprenye maddeleri yağlı ve organik çözücülü emprenye maddelerine göre çok ucuzdurlar. Özellikle; maden ocaklarında kullanılacak ağaç malzemede, herhangi bir kokunun arzu edilmediği yerlerde (gıda maddesi, soğuk hava deposu ve taşıma araçları malzemesinde), boyamanın gerekli olduğu durumlarda ve emprenyenin yerinde yapılmasının mecburi olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bor, Türkiye'de ahşap koruma endüstrisi için oldukça önem arz etmektedir. Çünkü bu maden sayesinde yeni emprenye maddeleri geliştirebilir, üretebilir ve satmak suretiyle ülke ekonomisine katkılar sağlanabilir. Ormanlar üzerindeki baskılar azaltılabilir, orman ürünlerini (kereste, yonga levha, lif levha, kontrplak vs.) emprenye etmek suretiyle kullanım ömürleri artırılabilir.

Yerli bora dayalı endüstrisinin gelişmesi suretiyle istihdam olanakları sağlanabilir. Bunun içinde orman endüstrisinde borun kullanımı konusunda çalışacak araştırma grupları kurarak konu daha bilimsel düzeyde ve uygulamalı olarak ele alınmalıdır. Bor uç ürünlerinin eldesinde olduğu

gibi çok büyük yatırımlar istemeyen bu çalışmalar için her şey mevcuttur. En basitinden mevzuatta yapılabilecek çok küçük değişiklikler bu alanda büyük gelişmelere neden olabilecektir. Türkiye hem bor potansiyeli ile hem de şu anki mevcut bilgi birikimi ile bunu başarabilecek güçtedir.

#### KAYNAKLAR

Anoğlu, E. 1994. Dünyada ve Türkiye'de Özelleştirme, Türkiye Maden İşçileri Sendikası, Ankara.

Bilici, U. 2004. Solubor (Disodyum Oktaborat Tetrahidrat) Üretimi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik Bülteni, Sayı:65, Ankara.

Bozkurt, A.Y. 1982. Emprenye Fabrika ve Tesislerinde Emniyet ve Sağlık Sorunları, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Cilt 32, Sayı: 2, İstanbul.

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği, İ.Ü. Yayın No: 3779, Orman Fak. Yayın No: 425, İstanbul.

DPT 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Kimya Sanayii Hammaddeleri Cilt:2 (Bor Tuzlan-Trona-Kaya Tuzu-Sodyum Sülfat-Stronsiyum) Çalışma Grubu Raporu (DPT:2608-ÖİK:619), Ankara.

Haktanır, K. 1998. Manyas Gölü Bor Kirliliği Araştırması, Ankara.

İlhan, R. 1988. Ağaç Malzeme Emprenye Tekniği, KTÜ Orman Fak. Yayın No:85, Trabzon.

Nicholas, D.D. 1973. Wood Deterioration and Its Preservation by Preservative Treatments, Syracuse University Press. Vol.3, II, USA.

Nielsen, F.H. 1997. Boron in Human and Animal Nutrition: Dell B., Brown P.H., Bell R.W. (der), Boron in Oils and Plants : Reviews, Kluwer Academic Press, Londra.

*H Sivnkma, A Saraçbaşı*

Şaylı, B.S. 2000. İnsan sağlığı ve Bor Mineralleri,  
Eti Maden İşleri Ar-Ge Dairesi Başkanlığı,  
Ankara.

WHO 1998. Environmental Health Criteri 204  
Boron, IPCS, US Environmental Protection  
Agency, USA.