

Borlu Bileşiklerin Ahşap Malzeme Korumadaki Yeri ve Önemi

The Position and Importance of Boron Compounds in Wood Preservation

M. H. Alma

K.S.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46060, K Maras

B. Acemioğlu

KS. U. Fen ve Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 46100, KMaras

ÖZET: Borlu bileşikler, diğer koruyucu maddelere göre daha kolay bulunabilirliği, ucuz olması ve çevreye uyumlu olmasından dolayı, odun ve odun esaslı kompozitleri odunu tahrib eden böcek, mantar ve yangın gibi biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korumak için yaygın bir şekilde kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan borlu bileşikler: borik asit, boraks ve inorganik ve/veya organik bileşiklerle kombine edilerek kullanılabilir. Ayrıca, son yıllarda rutubetli ortamda kullanılan odundaki borlu bileşiklerin yıkanabilirliğini azaltmak için daha etkili önlemler alınmalıdır.

ABSTRACT: Boron compounds can be used to protect wood and wood-based materials against biotic and abiotic factors such as wood-decaymg fungi, wood-boring insects and fire because they are cost-effective, easily availability and have environmentally friendly features in comparison to those of other commercial wood preservatives. Boron compounds used for this purpose are applied in the form of Boric acid, borax and combination with inorganic and organic compounds. In addition, in order to decrease the teachability of boron compounds in wood used in moisty circumstances more effective measures should be taken.

1.GİRİŞ

Uzun yıllardan beri, ağaç malzemenin boyutsal kararlılığı, su iticiliği, yanma direnci, koku ve yüzey sertliği, biyolojik dayanıklılığı ve mekanik dirençlerini iyileştirmek amacıyla değişik kimyasal maddelerle muamele edilmektedir. Bu amaçla ahşap malzeme işleyen sanayiilerde birçok kimyasal madde pazarlanmaktadır. Fakat, bu maddelerin birçoğu kimyasal toksisite, düşük etkinlik, yüksek maliyet, korozif etki ve çevreye yaptıkları olumsuz etkilerden dolayı pek kabul görmemektedir (Yalmlıç 2000).

Bilindiği gibi, ahşap malzemeyi korumak amacıyla kullanılan kimyasalların başarısı; mantar ve böcek gibi zararlılara karşı geniş spektrumlu aktivlteleri, koruyuculara toleransı olan tahribatçı organizmalara karşı direnç sağlamaları, uzun süre bozunmadan kalmaları, ucuz olmaları, memelilere karşı daha az zehirli olmaları, kolayca temin edilebilir olması, hem muameleyi yapanların ve hem

de son kullanıcılardan kaynaklanan hatalardan olumsuz olarak etkilenmemeleridir. Bu basan şimdiye kadar sadece bor esaslı koruyucularla sağlanabilmiştir (Bozkurt ve ark. 1993).

Borlu bileşikler doğada geniş bir coğrafik alana dağılmış olmakla birlikte, ticari olarak italya'da, Kaliforniya'nın çeşitli bölgelerinde, Rusya ve Tibet'in ıssız bölgelerinde ve yaygın olarak da Türkiye'de (Dünya Üretiminin % 65'i) bulunmaktadır. Bu madde uzun yıllardan beri birçok farklı kullanım amacından başka mantar, böcek ve yangın faktörlerine karşı etkili ve yaygın olarak kullanılmıştır (Önal 2001).

Ahşap malzemelerin korunmasında kulandan borlu bileşiklerin en önemli dezavantajı odundaki tespitinin (fixation) ve rutubeti yüksek ve sulu bölgelerde kullanılacak ahşap malzemenin kolayca çözünüp ayrılmasıdır. Bu nedenle borlu bileşikler ile muamele edilmiş malzemelerin özellikle kuru ve zeminden uzak yerlerde (yapılarda) kullanılmasına dikkat edilmelidir. Borlu koruyucuların söz konusu

edilen dezavantajlarını gidermek amacıyla, borlu bileşiklerin polihidrik alkollerle kompleks oluşturması, borlu maddelerle muamele edilmiş odunun başka kimyasal modifikasyonlarla bloke edilmesi, odun bileşenleri ile reaksiyona girecek bu malzeme yüzeylerinin etkili bir şekilde kaplanması gibi işlemler yapılmaktadır (Yalınkılıç 2000).

Bu makalenin amacı; borun ahşap malzeme korumada nasıl kullanıldığı, önemi ve borlu koruyucu maddelerin dezavantajlarının nasıl giderilebileceği hususunda bilgi vermektir.

2. BORLU BİLEŞİKLERİNİN AHŞAP MALZEME KORUMA TEKNOLOJİSİNDE KULLANIMI

2.1. Boraks ve borik asit bileşiklerin üretimi ve ahşap malzemede koruyucu olarak kullanımları

Bor cevherlerinden boraks genel olarak 3 şekilde elde edilebilir: (a) örneğin, doğada fazla miktarda bulunan tinkal adlı bor cevheri sıcak suda (80°C) çözündürülür, (b) çözünen kısım süzülüp kristallendirilir ve (c) kristal suyu tamamen uçumlarak boraks elde edilir. Boraksın en önemlileri: sodyum tetraborat dekahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), sodyum tetraborat pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ve susuz boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) olmak üzere sıralanabilir. Doğada tinkal minerali olarak bulunan boraks dekahidrat 50°C'de ısıtıldığında boraks pentahidratı vermektedir. Boraks pentahidrat 160-170°C'de boraks dihidrata, 190-299°C'de boraks monohidrata ve 400-450°C'de ise susuz boraksa dönüşür (Erdoğan 1991, Ullman 1974).

Diğer yandan, tinkal, boraks pentahidrat ve kolemanitin sülfirik asit ile belli sıcaklıklarda (70°C) muamelesi halinde borik aside (Ergime sıcaklığı: 171°C) dönüşür (Erdoğan 1991, Ullman 1974, Balkan ve ark. 1980).

Borun yangın etkisini azaltıcı özelliğinden başka fuogisit ve insektisit özellikleri de mevcuttur. Borlu odun koruyucuların yukarıdaki özelliklerinden başka diğer olumlu yönleri; insan ve hayvanlar için zehirli olmamaları ve rensiz ve kokusuz olmalarıdır. Bu nedenle borlu bileşikler çevre dostu odun koruyucular olarak göz önüne alınır (Yalınkılıç ve ark. 2000). Bor bileşikleri zemin ile temas durumlarında ve sulu yerlerde kolay bir şekilde yıkandıkları halde, yalnız başlarına kullanıldıklarında bile odun korumada etkili olabilmektedir. Yalnız basma kullanılan borlar, sodyum tetraborat dekahidrat (boraks) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ve borik asit (H_3BO_3) bileşimleri halinde kullanılmaktadır. Odun koruma

muamelelerinde, %15'e kadar suda çözünen eriyikleri kullanılmaktadır. Borlu bileşimlerin çabuk yıkanmaları onların çok hızlı bir şekilde suda çözünme karakterlerinden kaynaklanmaktadır. Fakat bu bileşimler odun ile muamele edildikten sonra, sodyum iyonları atmosferik CO_2 ile nötrale olduğunda son borik asit depozitinin normal sıcaklıklarda çok az çözüldüğü görülmüştür (Richardson 1978., Nicholas 1973).

Bu tip borlu bileşimlerin çözünürlüklerini azaltmak amacıyla, son zamanlarda Yalınkılıç ve arkadaşları (Yalınkılıç ve ark. 1998) boraks ve borik asit ile muamele edilen ağaç malzemeleri buharlı ısıtma ile belli yoğunluk derecelerine kadar preslenmişlerdir. Preslenmiş odunda azalan lümen boşluklarından dolayı, borlu bileşimler kısmen de olsa odun içerisinde çözünmeleri azaltılabilmıştır (Yalınkılıç ve ark. 1999).

Boraks ve borik asit normal emprenye teknikleri (Dolu ve boş hücre metotları vs.) ile uygulanmalarına karşılık, en büyük nüfuz değerleri difüzyon metotları ile sağlanmaktadır. Bu metotta; yeni kesilmiş taze haldeki ağaç malzeme veya rutubeti %50'den daha fazla olan yaş ağaç malzemeler daldırma veya püskürtme (spreyleme) yoluyla ağaç malzemeye emdirilir. Bu şekilde muamele edilmiş ağaç malzemeden suyun buharlaşmasını engellemek amacıyla ağaç malzemeler bir arada istif edilir, koruyucu kağıtlara sarılır ve depolarda saklanır. Bu suretle borlu bileşiklerin daha derinlere nüfuzu sağlanmış olur (Richardson 1978).

Boratlar düşük konsantrasyonlarda ve daldırma veya püskürtme yoluyla muamele edildiğinde bile, *Lyctid* böceklerinin saldırısına karşı duyarlı olan yapraklı ağaç odunlarının muamelesinde bile etkili olmaktadır. Bu amaçla borik asit Avustralya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Boratlar ayrıca odunda renklenme yapan mantarlara karşı da kullanılmaktadır. Boratlar yüksek pH'larda daha etkili olduklarından dolayı, boraks borik asit veya kolay çözünebilir karışımlardan daha güvenilir olmaktadır (Richardson 1978).

Borik asit ve boraks kolayca çözünmelerinden dolayı daha kalıcı bir muamele elde etmek amacıyla 1.0 kısım borik asit ve 1.54 kısım sodyum tetraborat (boraks) dan oluşan bir solüsyon hazırlanması gerekmektedir. Bu solüsyon kurutulduğunda esas olarak tipik bir borlu odun koruyucusu olarak bilinen TİMBOR (Disodyum oktaborat; $\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{17} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) adını alır. Timbor da %117,3 borik asite karşılık gelen bir bor içeriğine sahiptir. Timbor muamelesi dünyanın birçok yerinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, 25 mm kalınlığındaki bir kereste için gerekli süre en az 4 hafta olup, büyük bir

sermaye maliyetine yol açmaktadır. Bu nedenle bu tip muamele dünyanın birçok yerinde vazgeçilmiş olup, gelişmekte olan Ülkelerde çabuk çürüten tropik yapraklı ağaçlarda halen cazip bir koruyucu madde olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Timbor özellikle perméabilites! düşük olan ladin kerestelerinde verimli sonuçlar vermektedir. Hatta, taze haldeki ladin ağaç malzemelere difüzyon yoluyla emdirilen timbordaki borun çözünmesi hayli güç olmaktadır. Bu şekilde muamele edilmiş odunlar zemin ile temas durumlarında da kolaylıkla kullanılmaktadır (Richardson 1978, Bozkurt ve ark. 1993).

Ayrıca, ahşap malzemenin borlu bileşiklerle muamele sıcaklığı tamamıyla ağaç malzemenin kalınlığına bağlıdır. Örneğin, aynı oranda bir nüfuz derinliği sağlamak için, 25 mm'lik kalınlığa sahip bir ağaç malzeme, %20'lik bir borik asit solüsyonu ve en az 40°C'lik bir muamele sıcaklığı gerekirken, 75 mm kalınlığındaki bir malzeme için %40'lik bir borik asit solüsyonu ve 57°C'lik bir sıcaklık gerekmektedir (Richardson 1978).

2.2 Boraksın Organik Koruyucularla Kullanımı ve Sodyum Pentaklorofenatla Birlikte Kullanımı

Boratlar, yüzeysel küf yapan *Penicillium* spp. ve *Trichoderma* spp. mantar türlerine karşı kısmen etkisiz olduklarından dolayı, diğer toksik maddelerle örneğin, sodyum pentaklorofenat (NaPCP) gibi maddelerle kombine edilerek kullanılmalıdır. Bu amaçla borat esterler de kullanılabilir (Richardson 1978, Bozkurt ve ark. 1993, Nicholas 1973).

Diğer yandan, boratlar sodyum pentaklorofenat tuzunda tampon çözeltisi olarak ta kullanılmaktadır. Bu amaçla, 1 kısım NaPCP'ye 3 kısım boraks katılabilir. Bu karışımda pahalı olan ve çevreye ciddi sorunlar getiren NaPCP maddesi yerine çevre dostu olan ve fiyatı gayet rasyonel olan boraks tuzunun kullanılması gayet ekonomik ve yeterince etkili bir uygulama olacaktır. Bu karışımdaki bor çözeltisi hem renklenmeye karşı etkili ve hem de NaPCP için iyi bir tampon çözeltisi görevi görmektedir. Bu karışım tropik ağaçlarda kullanılacaksa, 1 kısım NaPCP ve 2 kısım boraks karışımı kullanılmalıdır. NaPCP'nin boraks ile muamelesi, NaPCP'deki sodyum iyonlarının nötr asitlerle nötralleşmesini engelleyerek, NaPCP'nin daha derinlere nüfuzunu ve NaPCP'nin odun yüzeyinde çökmemesini sağlar (Richardson 1978).

Taze kesilen çam tomruklarının enine kesit yüzeylerine fırça ile sürmek veya püskürtmek ve taze biçilen kerestelerin NaPCP ve boraks

karışımının sudaki %1'lik çözeltilerine 15 saniyelik kısa süreli daldırılmaları iyi sonuç vermektedir (11). Bu uygulama aynı zamanda Ascomycetes grubuna ait küf ve mavi renk mantarlarına karşı etkili olduğu görülmüştür.

Ayrıca, boratlar beyaz çürüklük yapan mantarlara karşı etkili olduklarından dolayı, çok yaygın olarak tribültin oksit (TBTO) adlı organik odun koruyucularla birlikte beyaz çürüklük yapan mantarlara karşı daha çok etkili olmak üzere de kullanılmaktadır (Richardson 1978).

İskandinavya ülkelerinde arkeolojik eserlerin deforme olmadan kurutulmasını sağlamak amacıyla, kullanılan polietilen glikol (PEG-I000) kimyasal maddesinin zararlılara karşı etkinliğini artırmak için, boraks ve borik asit gibi borlu bileşikler belli oranlarda PEG çözeltilerine katılmaktadır. Bilindiği gibi, PEG kimyasalları odun zararlılarına karşı dirençten çok az olan kimyasal maddelerdendir (Richardson 1978).

Son zamanlarda fenil boronik asidin (C₆H₅B(OH)₂) kuvvetli fungusit özelliklerinin keşfedilmesinden sonra odun koruma teknolojisinde hızlı bir şekilde uygulama alanı bulmuş ve birçok dünya ülkelerinde yaygın olarak pazarlanmaktadır (Yalınkılınç ve ark. 1997). Bu asitler odunu tahrip eden mantar enzimlerinin aktif grupları ile reaksiyona girme yoluyla söz konusu enzimleri etkisiz hale getirmektedirler. Bu bor asidi özellikle *Basidiomycetes* sınıfına ait mantarlara karşı etkin olarak kullanılmaktadır. Fakat şunu belirtmek gerekir ki, bu organik asit borik asit kadar ucuz ve temini kolay değildir (Yalınkılınç ve ark. 2000).

2.3. Bor Elementinin Diğer İnorganik Tuzlarla Kullanımı

Bor alkali toprak elementi ağaç malzemeyi zararlılara karşı korumak amacıyla ilk olarak 1913'te Alman bilim adamı Wolman tarafından geliştirilen krom-bor bileşimleri halinde uygulanmıştır. Daha sonraları ACC (asetik asit, bakır sülfat ve dikromat) tipik odun koruyucu tuzu, yangın önleyici olarak kullanıldığı taktirde, bu bileşimdeki dikromat yerine borik asit kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen karışım Celcure F diye adlandırılmaktadır. Bu bileşim özellikle odun çürüklüğü yapan mantarlarından *Poria* spp. türlerine karşı etkili olmaları yanında, korozyon yapmadıktan ve oduna yeterli düzeyde tutunduktan saptanmıştır. Fakat bu bileşim deniz zararlıları ve böcekler için etkili değildir (Richardson 1978).

Tablo 1 Ülkemizde Kullanılan Bor İçerikli Çoklu Tuzların Bileşimlen ve Oranları (Bozkurt ve ark 1993)

Tıcan İsimler	CuSO ₄ ·5H ₂ O (%)	K ₂ Cr ₂ O ₇ (%)	H ₃ BO ₃ (%)
Wolmanit-CB	28	48	24
Tanalith-CB	36	40	24
Tanalith-CBC	37	36	25

Son yıllarda, yaygın olarak kullanılan CCA (bakır-krom-arsentk) koruyucu tuzlarında bulunan ve çok toksik özelliklere sahip olan arsenik yenne borlu bileşikler kullanılmaya başlandı. Elde edilen bu borlu tuz kanşımı 1961 yılında Almanya'da CCB [(Bakır (CuO), Krom (Cr₂O₇), Bor (H₃BO₃)] tuzu olarak piyasaya sunuldu Fakat gerçek olarak CCB tuzu II. Dünya savaşı sırasında Hindistanlı Kamesan adlı bir bilim adamı tarafından geliştirilmiştir. CCB tuzu oduna yavaş olan tutunmasından dolayı, yeni kesilmiş yaş haldeki odunlara osmoz veya Boucherie metodu ile uygulanmaktadır. Daha sonralan CCB tuzlan değişik ülkelerde Celcure M, Wolmanit-CB ve Tanalith-CB adlan altında uygulanmaktadır (Richardson 1978).

Ülkemizde Wolmanit-CB, Tanalit-CB ve Tanalith-CBC olarak bilinmektedir. Bunların bileşimlen ve oranlan Tablo 1'de sunulmaktadır (Bozkurt ve ark 1993). Bu tuzlar ağaç malzemeyi mantar, böcek, termit (beyaz kannca) ve deniz zararlılarına ve yangına karşı korumak amacıyla kullanılmaktadır. Bu tip tuzlar kokusuz olup demir, bakır, pirinç, «bronz ve alüminyum ve cama karşı korozif etkileri görülmemiştir (Bozkurt ve ark. 1993).

Bu tuzlar; oduna vakum-basınç, osilasyon, besi suyunu çıkarma ve daldırma gibi bir çok emprenye tekniklen ile nüfuz ettirilebilir. Ülkemizde ve diğer dünya ülkelerinde bu tuzlar, tel direkleri, çit direkleri, soğutma kuleleri, deniz iskeleleri, iskele döşemeleri ve binalarda çatı olarak kullanılan kerestelere uygulanmaktadır (Richardson 1978, Bozkurt ve ark. 1993). Borlu bileşikleri içeren modem çok tuzlu koruyucularda bor gittikçe büyük bir önem kazanmıştır.

2.4. Borlu Emprenye Maddelerinin Bazı özel Kullanım Yerleri

1. Maden direklerinin korunmasında: %2 Borik asit + borax kanşımı
2. Kontrplak ve yonga levhalannın korunmasında: %3 Borik asit veya %2 Borik asit + %0.5 NaPCP
3. Tomruk ve kerestelerin korunmasında: 0.5 kg NaPCP + 1.5 kg Borax + 100 litre su

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan değerlendirmeler sonucunda borlu bileşiklen ahşap malzemenin biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunmasında etkili ve yeterli sonuçlar verdiği görülmüştür. Ahşap malzemeyi mantar, böcek ve yangın tehlikesine karşı korumada uzun yıllardan beri kullanılan ve çevreye olumsuz etkileri olan bakır, krom ve arsenik esaslı emprenye maddelerinin yerine, çevreye daha uyumlu, ekonomik ve tenimi özellikle ülkemizde kolay olan borlu koruyucu maddelerin kullanılması sağlanmalıdır.

4. KAYNAKLAR

- Balkan, A K-, Ayok, E T. Tolun.R, (1980) Kolemanitten Sülfürik Asit Kullanımı ile Borik Asit Üretiminde Oluşan Jıpslı Çökeltinin Filtrasyonu, TUBITAK-MAE, Kimya Bölümü Yayın, 5 Eylül, Gebze, izmit
- Bozkurt,A Y, Gdker, Y, Erdin, N (1993) Emprenye Tekniği, istanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınlan, No 3779/425, İstanbul
- Erdoğan, Y, (1991) Doktora Ders Notlan, K T Ü Fen Edebiyat Edebiyat Fakültesi, Kimya Bolumu, Trabzon
- Nicholas, D D, (1973) Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Treatments, (Vol 1), Syracuse Univ Press, New York
- oral, G, (2001) Ders Notlan, İTÜ Maden Fakültesi, istanbul
- Richardson, B A, (1978) Wood Preservation, The Construction Press, New York.
- Ullman, G , (1974) Bor und Bor Verbindungen, Encyclopédie Der Techmshen Chemie 4, Neuberarbeite und Erweiterte Auflag, Ban 8, 663-664, 4
- Yalınkümç, M K, Yusuf, S , Yoshimura, T, Su, Wen -Yu, Tsunada, K, Takahasm, M, (1997) Incorporation of PhenylboTonic Acid Treatment with Vapor Phase Formalization The International Research Group in Wood Preservation, Document No: IRG/WP 97-40077,1997, pp. 18
- Yaüncü, M K, Tsunada, K, Dwianro, W, Inoue, M, Takahashi,M,(1998) Effect of Past Hot-Compression of Boron Treated Wood of Radial Direction on Boron Leachabihty Proc of The Second International Wood Science Seminar, November 6-7,1998, Serpong, Indonesia, pp C69-C79

Yalinkiliç, M. K., Dwianto, W, Imamura, Y, Tsunada, K, Takahashi, M, (1999) Biological Resistance of Steam-Compressed Wood Pretreated with Bone Compounds The International Research Group on Wood Preservatives, Document No IRG/WP 99-30/90, pp 11

Yalinkiliç, M K, (2000) Improvement of Boran Immobility in the borate-treated wood and composite materials Ph Thesis, Kyoto Üniversitesi, Kyoto, Japan)

Yalinkiliç, M K, Yoshimura, T, Takahashi, M., (2000) Enhancement of Biological Resistance of Wood by Phenytoronic Acid Treatment, J of Wood Science and Technol, 44(2) 152-157