

Borlu Madde Katılım Oranının Yongalevhanın Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Ahmet Ali VAR*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü / ISPARTA
Alınış tarihi:24.07.2009, Kabul tarihi:18.05.2010

Özet: Çalışmanın amacı, borlu madde katılım oranının yongalevhanın fiziksel özellikleri üzerine etkilerini ve borlu madde katılım oranıyla yongalevhanın söz konusu özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmaktır. Araştırmada, %30.0 geniş yapraklı ağaç (*Populus nigra* L.) ve %70.0 iğne yapraklı ağaç (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn (Lamb.), *Cedrus libani* Ait.) odunu yongaları, ureaformaldehit (%65.0), sertleştirici (%33.0, amonyum klorür), boraks (%5.0), borik asit (%5.0), boraks+borik asit (%2.5+2.5), tanalith-CBC (%10.0), tanalith-CBC+boraks+borik asit (%5.0+2.5+2.5) maddeleri kullanılmıştır. Levhalar, tutkallama makinesinde tutkallama öncesi, tam kuru tutkal ağırlığına göre, farklı katılım oranlarında borlu madde çözeltileri püskürtülerek emprenye edilen yongalardan üretilmiştir. Üretimde 150°C sıcaklık, 26.5kp/cm² basınç ve 6 dk pres süresi uygulanmıştır. Üretilen levhaların fiziksel özellikleri (özellikler, su alma, kalınlık artışı) test edilerek elde edilen bulgular, bilgisayarda SPSS istatistik programıyla analiz edilmiştir. Sonuçta, yongalevhanın özgül kütle, boraks+borik asit hariç, diğer borlu maddelerin katılım oranları istatistikî olarak önemli derecede etkilemiştir. Su alma ve kalınlık artışı oranları üzerine, hem borlu madde katılım oranı hem de suda bekletme süresi önemli bir etki yaparken, borlu madde katılım oranı ile suda bekletme süresi arasındaki etkileşim önemli bir etki yapmamıştır. Ayrıca toplam levha malzemesi içinde borlu madde katılım oranının artmasıyla özgül kütle iyileşmiş, su alımı ve kalınlık artışı kötüleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, Emprenye, Yongalevha, Fiziksel özellik, Özgül kütle, Su alımı, Kalınlık artışı

Effects of Boron Participation Rate on Physical Properties of Particleboards

Abstract: The aim of this study is to research effects of boron participation rate on physical properties of particleboard, and correlations between boron participation rate and physical properties. In the study, following materials were utilized for production: wood particles mixture of 30.0% latifolius (*Populus nigra* L.) and 70.0% coniferous (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn.), *Cedrus libani* Ait.), ureaformaldehyde (65.0%), hardener (33.0%, ammonium chloride), borax (5.0%), boric acide (5.0%), borax+boric acide (2.5+2.5%), tanalith-CBC (10.0%), tanalith-CBC+borax+boric acide (5.0+2.5+2.5%). The wood particles were treated with boron solutions in glueing machine before adhering operation. After particleboards were manufactured by pressing at temperature-150°C and pressure-26.5kp/cm² for 6 minutes, physical properties (specific gravity, water absorption, thickness swelling) of particleboards were tested. Data were analyzed by SPSS statistical programme in computer. Consequently, except for boric acide+borax, participation rates of other boron substances affected significantly specific gravity of particleboard. While both boron participation rate and soaking time in water created a significant impact on water absorption and thickness swelling of particleboard, interaction between boron participation rate and soaking time in water didn't make a significant impact. Moreover, specific gravity improved and water absorption and thickness swelling deteriorated with increase of boron participation rate in total particleboard materials.

Keywords: Boron, Wood impregnation, Particleboard, Physical properties, Specific gravity, Water absorption, Thickness swelling

Giriş

Son yıllarda, hızla gelişen teknolojiye paralel olarak, geleneksel ağaç işleme yöntemleri de gelişmektedir. Bu gelişme sonucunda, odun hammaddesinin hemen hemen tamamı kullanılarak yongalı, lifli, tabakalı vb birçok odun esaslı levha paneli üretilmektedir. Bu panellerden biri de üç tabakalı yatık yongalı yongalevhalar. Yongalevhalar, %90 ve daha fazla oranlarda odun veya diğer ligno-selülozik bitkisel hammadde yongalarını içermektedir. Herhangi bir ön koruma işlemine tabi tutulmadan kullanılan bu yongalar, çeşitli biyotik zararlılar tarafından tahrip edilebilmekte, bunun sonucu mamul malzemede yapısal bozunmalar, renklemeler, çürümeler ve direnç kayıpları olabilmektedir (Var, 2000). Ayrıca, doğrudan temasla bünyesine su veya rutubet alan yongalevhalarla özellikle kalınlık yönünde boyut değişimleri, kabarmalar, kaplanmış malzemelerin yüzeyden ayrılması gibi istenmeyen durumlar oluşabilmektedir. Hâlbuki levha üretiminde amaç, malzemenin ekonomik, estetik ve teknolojik özelliklerini iyileştirmek, bunun yanında, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanımlarını artırmak veya en azından bu özelliklerini korumaktır (Henry, 1982; Dix, 1997; Roffael ve Dix, 1997). Bu nedenle, sadece masif ağaç malzemenin değil, yongalevha gibi odun esaslı diğer yapısal levhaların da söz

konusu zararlı etkenlere karşı uygun emprenye maddeleriyle etkili bir şekilde korunması gerekmektedir. Böyle bir koruma işlemi dört farklı şekilde yapılmaktadır: a) Yongaların emprenyesi, b) Levhaların emprenyesi, c) Kullanım süresini tamamlayan emprenyeli odun yongalarının kullanılması, d) Emprenye maddesinin tutkal çözeltilisine karıştırılması (Haygreen ve Gertjansen, 1971; Deppe, 1987; Nilsson vd., 1988; Kamdem, 1991; Munson ve Kamdem, 1998). Emprenyeli yongalevha üretiminde, emprenye çözeltilisinin derişimi ve bu çözeltiliden üretime dâhil edilen katılım oranı önemli bir yer teşkil etmektedir. Emprenye maddesi derişimi ve katılım oranı yüksek olursa, büyük delikli püskürteçlere gerek duyulmakta, birim yüzeye isabet eden tutkal miktarı azalmakta, tutkalın sertleşmesi ve yapıştırma gücü olumsuz yönde etkilenmektedir. Neticede, yüksek sıcaklıkta renk tonlarının değişmesi ve koyulaşması, makinelerle işlenmenin güçleşmesi, zamanla denge rutubetinin yükselmesi gibi bazı sorunlar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple, üretimde, emprenye maddeleri düşük derişimlerde ve tam kuru tutkal ağırlığına göre ya da yonga ağırlığına göre kullanılmaktadır (Öktem, 1979; Özen, 1980; Bozkurt ve Göker, 1985; Bozkurt vd., 1993).

*ahmetaliyar@orman.sdu.edu.tr

Odun esaslı yapı malzemelerinin korunmasında borlu bileşiklerin emprenye maddesi olarak çok büyük bir yeri ve önemi bulunmaktadır. Hatta bunlar tek başına kullanılsalar bile etkili olmaktadır. Tek kullanılan bor kimyasalları, genellikle boraks ve borik asit bileşikleridir. Bu tip bileşikler kolayca çözüldükleri için emprenye işlerinde bunların suda çözünen eriyikleri kullanılmaktadır (Nicholas, 1973; Richardson, 1978; Alma ve Acemioğlu, 2006). Boraks ve borik asit, en bilinen ve yaygın olarak kullanılan bor bileşikleridir. Bu bileşiklerin, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin biyotik ve abiyotik zararlara karşı, özellikle de yangına karşı korunmasında çok çeşitli kullanımları bulunmaktadır. Bunlar ayrı ayrı kullanılabilirler gibi, daha kalıcı bir emprenye için çoğunlukla borik asit ve boraks'tan oluşan bir bor solüsyonu halinde de kullanılabilirler. Bunlar, genel olarak bütün emprenye yöntemleriyle uygulanabilmekte, fakat en iyi nüfuz değerlerini difüzyon yöntemiyle sağlamaktadır. Düşük derişimlerde daldırma veya püskürtme yöntemleriyle uygulandığında bile, biyotik bozunmaya karşı duyarlı ağaç malzemelerde etkili olabilmektedir (Richardson, 1978; Nussbaum, 1988). Masif ahşapta olduğu gibi, yongalevhalar da kendilerini buldukları ortama uydurabilen higroskopik/suyu seven malzemelerdir. Yani; kullanıldıkları mekânların sahip oldukları rutubetlerine göre belli bir dereceye kadar su aldıktan veya verdikten sonra, su almaları ya da vermeleri sona ermektedir. Bu nedenle, levha panellerinin yoğunlukları ve su alma oranları, bunlardan üretilen son ürünlerin ağırlıklarını, teknik özelliklerini ve ekonomilerini etkilediği için, imalatta yapıştırma/birleştirme elemanlarının, menteşe vb taşıyıcı donatıların kapasitelerinde ve satışta önem arz etmektedir. Çünkü alınan veya verilen su oranı, malzemenin boyutlarını, özellikle de kalınlığını ve hacmini değiştirmekte, ağırlığının artmasına veya azalmasına bağlı olarak yükleme, boşaltma ve taşıma masraflarını etkilemektedir. Ayrıca yoğunluk, mekanik direnç, işlenme, iletim ve yalıtım özellikleri yanında, biyotik zararlıların, bilhassa mantarların çürütme ve renklendirme etkilerine karşı gösterdikleri mukavemet üzerine de etkili olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Amaç ve Önemi

Çalışma, çeşitli derişimlerdeki borlu maddelerin farklı katılım oranıyla emprenye edilen yongalardan üretilen levhalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, borlu madde katılım oranının, yongalevhanın fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, borlu madde katılım oranıyla levhanın fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi de hedeflenmiştir.

Böylece hangi borlu madde, hangi derişimde ve hangi katılım oranında kullanılırsa, levhanın fiziksel özelliklerinde nasıl bir değişim yapacağı saptanmaya çalışılmıştır. Diğer bir ifadeyle, yongalevhada özgül kütle, su alma ve kalınlık artışı oranlarına etkileri bakımından "borlu bileşiklerin derişimleri ve katılım oranları ne olmalıdır?" sorusuna cevap bulunmaya çalışılmıştır.

Günümüzde, ahşabın ve ahşap esaslı levhaların mevcut estetik ve teknik özellikleri ile biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanımlarını iyileştirmeye yönelik teknolojik uygulamaların önemi artmaktadır. Diğer yandan, yongalevhaların, ağaç malzemeye nazaran daha az kusurlu oldukları bilinmektedir. Örneğin; reaksiyon odunu, lif kıvrıklığı, budak, öz gibi doğal büyüme kusurları bulunmamaktadır. Buna ilaveten, istenilen koşullarda ve ebatlarda üretilebilmekte, birçok kullanım alanı için gerekli teknik özellikleri taşıyabilmekte, çivi, vida, tutkal vb elemanlarla birleştirilebilmekte, üretimde farklı katkı maddeleri kullanılarak değişik özellikler kazandırılabilir. Daha birçok özelliklere sahip olması nedeniyle, üretim yöntemlerinde ve donanımlarında önemli gelişmeler olabilmekte, buna bağlı olarak da değişik tip levhalar üretilebilmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, gün geçtikçe kullanımı giderek artan yongalevhaların, biyotik zararlılara ve yanmaya karşı koruyucu maddelerle emprenye edilen yongalardan üretilmesine ve bunların teknolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara katkıda bulunması bakımından önem taşımaktadır.

Materyal ve Metot

Malzeme

Çalışmada, %70.0 oranında iğne yapraklı ağaç (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn (Lamb.), *Cedrus libani* Ait.) odunu yongaları ve %30.0 oranında geniş yapraklı ağaç (*Populus nigra* L.) odunu yongalarından oluşan karışım, %65.0 derişimde üreformatdehit reçinesi, %33.0 derişimde sertleştirici (amonyum klorür) ve derişimleri Çizelge 1'de verilen borlu maddeler kullanılmıştır. Üreformatdehit, levhanın dış tabakası için %10.0 ve orta tabakası için %8.0 oranında, sertleştirici madde %10 oranında, borlu maddeler ise Çizelge 1'de belirtilen oranlarda uygulanmıştır. Dış tabakalar, levha kalınlığının %35.0'ini ve orta tabakalar %65.0'ini oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Her tabaka için, yongalar ağırlık esasına göre, tutkal tam kuru yonga ağırlığına göre, sertleştirici ve borlu maddeler ise tam kuru tutkal ağırlığına göre kullanılmıştır (Var, 2000).

Çizelge 1. Deney levhaları için kullanılan emprenye işlemi değişkenleri

Borlu madde türü	Borlu madde derişimi (%)	Borlu madde katılım oranı (%)
Kontrol	0.0	0.00
Boraks	5.0	0.50
		0.75
		1.50
Borik asit	5.0	0.50
		0.75
		1.50
Tanalith-CBC (CBC: Bakır-Borat-Kromat)	10.0	0.60
		0.90
		1.80
Boraks+borik asit	2.5+2.5	0.50
		0.75
		1.50
Tanalith-CBC+Boraks+borik asit	5.0+2.5+2.5	0.60
		0.90
		1.80

Yöntem

Levha Üretimi

Levhalar, laboratuvar ortamında ve 560 x 760 x 20 mm ebatlarında üretilmiştir. Üretimde, öncelikle, yongalar tutkallama makinesinde tutkallama öncesi emprenye edilmiştir. Bu işlem, makinenin karıştırma kolları bir taraftan yongaları karıştırırken, diğer taraftan da üst enjektöründen borlu madde çözeltileri yongaların üzerine püskürtülerek gerçekleştirilmiştir. Sonra, bu emprenyeli yongalar, emprenye işleminde olduğu gibi, tutkal çözeltilisi ile muamele edilmiştir. Aynı ayrı olmak üzere, her iki işlem için, yongalar 5'er dk karıştırıldıktan sonra, serme ve soğuk pres brimine taşınmıştır. Bu aşamada, ilk önce, el ile, sırasıyla, alt dış tabaka yongaları, orta tabaka yongaları ve üst dış tabaka yongaları serilmiştir. Hemen ardından, soğuk pres yapılarak taslak levhalar oluşturulmuştur. Daha sonra, levha taslakları hidrolik sıcak pres makinesinde preslenerek deneme levhaları üretilmiştir. Presleme işlemi, levha taslakları 150 °C sıcaklıkta ve 26.5 kp/cm² basınçta 6 dk bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Pres makinesinden çıkartılan levhalar soğuyuncaya kadar pres sacları arasında bekletilmiştir (Var, 2000). Soğuyan levhalar, fiziksel özelliklerin (özellikler, su alma ve kalınlık artışı oranları) tayininden önce, TS 642 ISO 554 (1997)'e göre, 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır.

Özellikler Tayini

Özelliklerin tayin edilmesine yönelik deneyler TS EN 323 (1999)'e göre yapılmıştır. Burada, her borlu madde katılım oranı için 50x50x20 mm boyutlarında hazırlanan örnekler kullanılmıştır. Örnekler, yukarıda belirtilen koşullarda sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kondisyonlandıktan sonra, ağırlıkları ve boyutları ± 0.01 hassasiyetle ölçülmüştür. Her örnek için, özellikler aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\delta = m / (b \times e \times k)$$

Burada;

δ = Özgül kütle (g/cm³),

m = Örnek ağırlığı (g),

b × e × k (boy×en×kalınlık) = Örnek hacmi (cm³)'dir.

Su Alma ve Kalınlık Artışı Oranları Tayini

Su alma ve kalınlık artışı oranlarının tayin edilmesine ilişkin deneyler TS EN 317 (1999)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla, her borlu madde katılım oranı için 50 × 50 × 20 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Örnekler, sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kondisyonlandıktan sonra, ± 0.01 duyarlılıkta tartılmış ve kalınlıkları tam orta noktadan ölçülmüştür. Ardından, sıcaklığı 20 ± 1 °C olan temiz su içerisine, su yüzeyinden 25 mm aşağıda olacak şekilde batırılmıştır. Bu aşamada, örnekler, birbirine ve su kabının iç yüzeyine değmeyecek biçimde üst taraftan bastırılmıştır. Örnekler, ayrı ayrı olarak, sırasıyla, 2, 24 ve 48 saat sonra sudan çıkartılmış ve bir bez ile kurulanmıştır. Daha sonra, tekrar aynı duyarlılıkta ağırlıkları belirlenmiş, kalınlıkları da ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülmüştür. Her örnek için, su alma ve kalınlık artışı oranları, sırasıyla, aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$S_a = [(m_2 - m_1) / m_1] \times 100$$

Burada;

S_a = Su alma oranı (%),

m₁ = Örneğin suya daldırılmadan önceki ağırlığı (g),

m₂ = Örneğin suya daldırıldıktan sonraki ağırlığı (g)'dir.

$$K_a = [(e_y - e_k) / e_k] \times 100$$

Burada;

K_a = Kalınlık artışı oranı (%)

e_y = Suda bekletilen örneğin kalınlığı (mm),
 e_k = Klimatize edilen örneğin kalınlığı (mm)'dir.

İstatistiksel Analiz

Deneylerden sonra, her borlu madde katılım oranı için, özgül kütle, su alma ve kalınlık artışı oranlarının aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve varyasyon katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca her borlu madde türüne göre, levhanın sözkonusu özellikleri için, %5.0 yanılmayla, sırasıyla, varyans analizi, duncan testi ve korelasyon analizi yapılmıştır. Varyans analizi yardımıyla, borlu madde katılım oranının, levhanın özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranları üzerine etkilerinin önem kontrolü yapılmıştır. Bu etkilerin önemli çıkması halinde ($p < 0.05$), duncan testi yardımıyla, borlu madde katılım oranlarının homojenlik grupları araştırılmıştır. Korelasyon analizi yardımıyla da, borlu madde katılım oranıyla yongalevhanın özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranları arasındaki ilişkilere ve bu ilişkilerin önemli olup olmadıklarına bakılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bulgular

Üretilen yongalevhelerde, özgül kütle, su alma ve kalınlık artışı oranlarının tayin edilmesine yönelik deneylerden elde edilen istatistikî bulgular Çizelge 2'de, bu verilere dair varyans analizi bulguları Çizelge 3'de, duncan testi bulguları Çizelge 4'de ve korelasyon analizi bulguları Çizelge 5'de verilmiştir.

Tartışma

Yongalevhanın test edilen her fiziksel özelliği için elde edilen bulgular, kendi aralarında, kontrol levhası, literatür ve mevcut standartlara göre karşılaştırılmış ve tartışılmıştır.

Levhaların özellikleri üzerine ağaç türünün, yonga geometrisinin, katkı maddelerinin (örneğin; hidrofobik ve sertleştirici maddeler, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı koruyucu maddeler), tutkal türünün ve miktarının, serme ve presleme şartlarının, levhanın yoğunluk ve rutubet miktarının etkili olduğu bilinmektedir.

Diğer yandan, emprenye işlemleri sonunda, emprenye maddesi bileşenleri, odunun kimyasal yapısındaki bileşenlerle reaksiyona girerek kimyasal yolla bağlanabilmekte ya da anatomik yapıdaki hücre çeperlerine ve hücre boşluklarına nüfuz ederek fiziksel yolla tutunabilmektedir. Emprenye tuzları ahşaba çok iyi tutunsalar bile, malzeme uzun süre nemli ortamda, durgun suda, akarsu, yağmur ve yağmurlama sularının etkisinde kaldığı takdirde, bu tutunma işlemi tersine dönerek etkisini kaybedebilmekte ve sonuçta çözünüp yıkanarak malzemedan uzaklaşabilmektedir (Kartal ve Clausen, 2001).

Özgül Kütle

İstatistikî sonuçlara göre (Çizelge 2), borlu madde türü bakımından, ortalama¹ en yüksek özgül kütle, %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli yongalardan üretilen levhada² 0.74 g/cm³ olarak bulunurken, en düşük özgül kütle ise %10.0'luk tanalith-CBC ve %2.5+2.5'lik boraks+borik asit ile emprenyeli levhada 0.72 g/cm³ olarak ölçülmüştür.

Borlu madde katılım oranı bakımından, en yüksek özgül kütle, tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımının %1.80'lik katılım oranıyla emprenyeli levhada 0.75 g/cm³ olurken, en düşük özgül kütle ise boraks, borik asit, boraks+borik asit maddelerinin %0.50'lik katılım oranıyla emprenyeli levhalarla, tanalith-CBC'nin %0.60'lık katılım oranıyla emprenyeli levhada 0.71 g/cm³ olarak bulunmuştur.

Kontrol levhasının özgül kütlesi 0.70 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Beş farklı borlu maddeden üçer farklı katılım oranı kullanılarak üretilen 15 adet borlu levhanın özgül kütlesi 0.71-0.75 g/cm³ arasında ölçülmüştür. Buna göre, borlu levhaların özgül kütlesi kontrol levhasınıninkinden yüksek çıkmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3), yongalevhanın özgül kütlesi üzerine, boraks+borik asit karışımı dışında, diğer borlu maddelerin etkisi istatistikî olarak önemli çıkmıştır. Şöyle ki; üretimde, %5.0'lik boraks ve borik asit ile %2.5+2.5'lik boraks+borik asit maddelerinin %0.50, 0.75 ve 1.50 oranında, %10.0'luk tanalith-CBC ve %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit maddelerinin ise %0.60, 0.90 ve 1.80 oranında artırılmasıyla, borlu maddelerin yongalara tutunması artmış ve dolayısıyla yongalardaki boşluk hacmi azalmıştır. Boşluk hacminin azalmasına bağlı olarak da özgül kütle değerleri yükselmiştir. Sonuç olarak, yongalevhanın özgül kütlesi üzerine borlu madde katılım oranının etkisi ortaya çıkmıştır.

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4), boraks ve borik asit için %0.50'lik katılım oranı, tanalith-CBC için %0.60 ve 0.90'lık katılım oranları, boraks+borik asit karışımı için her üç katılım oranı %0.0 katılım oranı (kontrol levhası) ile aynı homojenlik grubunda toplanmıştır. Bu maddelerin diğer katılım oranları ile tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımının her üç katılım oranı ise kontrol levhasından farklı homojenlik grubunda yer almışlardır.

¹ Bu ortalama, her borlu maddedeki 3'er adet katılım oranı için ölçülen özgül kütlelerin ortalaması alınarak hesaplanan değerdir.

² Sonraki metinlerde "emprenyeli yongalardan üretilen yongalevha" yerine, "emprenyeli levha" ifadesi kullanılmıştır.

Çizelge 2. Levhaların özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranlarına dair istatistikî sonuçlar

Borlu madde türü ve derişimi	Borlu madde katılım oranı (%)	Özgül kütle (g/cm ³)			Su alma oranı (%)									Kalınlık artışı oranı (%)								
					2 saat			24 saat			48 saat			2 saat			24 saat			48 saat		
		X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V
Kontrol, %0.0	0.00	0.70	0.02	2.52	62.69	4.42	6.72	70.65	5.34	6.43	81.80	3.10	3.62	15.08	1.47	8.15	20.41	1.80	7.69	25.02	2.07	8.27
Boraks, %5.0	0.50	0.71	0.01	1.51	64.05	2.49	3.89	71.15	2.80	3.92	81.92	3.20	4.18	15.97	1.23	17.77	23.11	1.86	9.24	28.18	1.78	8.00
	0.75	0.73	0.03	4.10	66.36	3.19	5.66	72.89	4.31	5.26	83.86	3.61	3.18	16.61	1.49	16.02	24.09	1.81	2.85	28.82	1.86	7.21
	1.50	0.74	0.02	3.11	68.41	3.03	5.19	73.37	2.74	4.13	84.73	3.40	4.60	17.06	1.21	13.39	24.91	1.85	7.63	29.25	1.82	11.63
Borik asit, %5.0	0.50	0.71	0.03	3.81	64.53	2.68	4.15	70.94	4.20	5.51	81.93	4.58	5.52	15.35	1.36	9.37	21.50	1.27	6.79	26.12	1.51	7.51
	0.75	0.72	0.02	2.65	65.64	3.70	6.65	72.15	3.08	4.37	82.74	4.28	5.73	15.87	1.21	8.22	22.78	1.88	4.71	27.22	1.82	8.26
	1.50	0.74	0.02	2.99	67.94	3.72	6.42	75.15	5.59	7.74	84.78	4.91	6.23	16.13	1.28	9.74	23.25	1.81	9.28	28.20	1.87	4.34
Boraks+Borik asit, %2.5+2.5	0.50	0.71	0.04	6.26	64.61	3.17	4.25	73.32	2.36	2.83	82.87	2.32	2.60	16.27	0.57	12.83	21.52	1.80	8.46	26.67	0.72	2.69
	0.75	0.72	0.02	3.37	65.46	1.04	5.17	76.79	1.84	2.40	84.82	1.84	2.23	17.02	0.96	15.28	22.66	1.71	7.56	27.42	1.72	7.11
	1.50	0.73	0.02	3.37	65.73	2.38	3.62	79.00	2.00	2.53	86.83	1.44	1.74	17.72	1.76	10.52	24.81	0.81	3.28	29.22	1.71	7.45
Tanalith-CBC, %10.0	0.60	0.71	0.02	2.23	62.94	3.17	4.50	73.89	3.35	3.99	82.86	3.26	3.76	15.64	1.96	15.48	20.50	2.47	12.30	25.44	2.25	11.02
	0.90	0.72	0.02	2.65	63.10	3.01	4.78	79.02	2.59	3.27	84.81	3.52	4.34	16.56	1.72	11.74	21.46	1.77	10.59	26.61	1.21	5.39
	1.80	0.73	0.02	2.73	64.31	2.92	4.54	79.33	2.64	3.33	86.46	2.59	2.96	17.03	2.33	13.70	21.82	2.87	12.80	27.22	3.62	15.81
Tanalith-CBC+Boraks+Borik asit, %5.0+2.5+2.5	0.60	0.73	0.02	2.15	68.11	4.37	6.24	70.95	5.42	6.58	82.88	5.62	5.00	17.19	1.09	15.34	23.25	1.10	14.32	27.41	1.57	5.71
	0.90	0.74	0.02	2.92	68.54	4.61	6.73	72.26	7.57	9.22	83.65	7.94	4.97	17.54	3.85	20.79	23.94	4.45	18.91	28.26	4.43	16.96
	1.80	0.75	0.03	4.25	70.12	7.22	6.10	72.60	7.00	8.69	83.90	7.71	8.57	18.08	2.62	13.06	25.13	1.47	15.39	29.29	1.54	5.20

X=Aritmetik ortalama, S=Standart sapma, V=Varyasyon katsayısı

Çizelge 3. Levhaların özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranlarına dair varyans analizi sonuçları

Borlu madde türü ve derişimi	Özgül kütle						Su alma oranı						Kalınlık artışı oranı				
	Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı	P	Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı	P	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-oranı	P	
Boraks, %5.0	Gruplar arası	3	0.012	0.0041	9.054	***	Süre (A)	2	2182.64	1091.32	226.76	***	886.16	443.08	175.14	***	
							Katılım oranı (B)	3	368.23	122.74	25.50	***	329.11	109.70	43.36	***	
	Gruplar içi	36	0.016	0.0004				Etkileşim (A*B)	6	12.81	4.81	0.44	ÖD	7.56	1.26	0.49	ÖD
								Hata	108	519.77	2.14		273.23	2.53			
	Toplam	39	0.029					Toplam	119	3083.46			1496.06				
Borik asit, %5.0	Gruplar arası	3	0.027	0.0092	19.139	***	Süre (A)	2	2764.98	1382.49	244.63	***	935.08	467.54	279.33	***	
							Katılım oranı (B)	3	246.83	82.28	14.56	***	573.07	191.02	114.13	***	
	Gruplar içi	36	0.017	0.0004				Etkileşim (A*B)	6	29.32	5.65	0.87	ÖD	4.61	0.77	0.46	ÖD
								Hata	108	610.35	4.89		180.77	1.67			
	Toplam	39	0.045					Toplam	119	3651.48			1693.53				
Boraks+borik asit, %2.5+2.5	Gruplar arası	3	0.003	0.0013	1.704	ÖD	Süre (A)	2	2793.04	1396.52	270.66	***	805.67	402.84	135.61	***	
							Katılım oranı (B)	3	221.53	73.84	17.22	***	161.55	53.85	18.13	***	
	Gruplar içi	36	0.028	0.0007				Etkileşim (A*B)	6	45.72	7.62	0.81	ÖD	8.57	1.43	0.48	ÖD
								Hata	108	606.03	5.61		320.81	2.97			
	Toplam	39	0.032					Toplam	119	7711.59			1296.60				
Tanalith-CBC, %10.0	Gruplar arası	3	0.005	0.0018	5.648	***	Süre (A)	2	2695.04	1347.52	118.96	***	1063.05	531.52	135.16	***	
							Katılım oranı (B)	3	744.18	248.04	21.90	***	550.27	183.42	53.55	***	
	Gruplar içi	36	0.011	0.0003				Etkileşim (A*B)	6	56.51	11.33	0.83	ÖD	0.89	0.15	0.04	ÖD
								Hata	108	1223.33	9.42		369.96	3.43			
	Toplam	39	0.017					Toplam	119	4719.07			1984.17				
Tanalith-CBC+ Boraks+borik asit, %5.0+2.5+2.5	Gruplar arası	3	0.018	0.0065	15.174	***	Süre (A)	2	1208.80	604.40	116.64	***	1232.63	616.31	138.08	***	
							Katılım oranı (B)	3	363.99	121.33	21.31	***	451.01	150.34	33.68	***	
	Gruplar içi	36	0.018	0.0004				Etkileşim	6	60.30	10.05	0.71	ÖD	15.16	2.53	0.57	ÖD
								Hata	108	522.19	4.84		482.02	4.46			
	Toplam	39	0.036					Toplam	119	2155.28			21.80				

ÖD: Önemli değil ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4. Levhaların özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranlarına dair duncan testi sonuçları

Borlu madde türü ve derişimi	Borlu madde katılım oranı (%)	Özgül kütle		Su alma oranı					Kalınlık artışı oranı				
		X	HG	Katılım oranı		Süre			Katılım oranı		Süre		
				X	HG	Saat	X	HG	X	HG	Saa t	X	HG
Boraks, %5.0	0.00(K)	0.70	A	71.41	A				20.17	A			
	0.50	0.71	A	72.83	A	2	65.95	A	22.22	B	2	16.15	A
	0.75	0.73	B	74.82	B	24	72.05	B	23.05	C	24	23.68	B
	1.50	0.74	B	75.74	B	48	83.35	C	23.82	C	48	27.62	C
Borik asit, %5.0	0.00(K)	0.70	A	71.41	A				20.17	A			
	0.50	0.71	AC	72.04	AC	2	65.95	Ç	20.23	A	2	15.14	Ç
	0.75	0.72	C	73.03	C	24	72.58	D	21.88	Ç	24	21.77	D
	1.50	0.74	Ç	75.94	Ç	48	82.05	E	22.37	D	48	26.81	E
Boraks+borik asit, %2.5+2.5	0.00(K)	0.70	A	71.41	A				20.17	A			
	0.50	0.71	A	73.25	D	2	64.73	F	21.56	A	2	16.60	F
	0.75	0.72	A	75.75	E	24	74.75	G	22.84	E	24	22.87	G
	1.50	0.73	A	77.29	F	48	84.02	Ğ	23.82	F	48	27.80	Ğ
Tanalith-CBC, %10.0	0.00(K)	0.70	A	71.41	A				20.17	A			
	0.60	0.71	A	73.49	G	2	63.59	H	20.62	A	2	16.63	H
	0.90	0.72	A	75.18	HI	24	75.30	I	21.89	AG	24	21.86	I
	1.80	0.74	D	76.90	I	48	83.58	İ	22.15	G	48	26.64	İ
Tanalith-CBC+ Borik asit+ Boraks, %5.0+2.5+2.5	0.00(K)	0.70	A	71.41	A				20.17	A			
	0.60	0.73	E	73.86	J	2	67.66	J	22.46	Ğ	2	16.27	J
	0.90	0.74	E	74.65	J K	24	71.02	K	23.39	H	24	23.62	K
	1.80	0.75	E	75.57	K	48	83.23	L	24.39	I	48	27.92	L

K: Kontrol levhası, HG: Homojenlik grubu.

Çizelge 5. Levhaların özgül kütlesi, su alma ve kalınlık artışı oranlarına dair korelasyon analizi sonuçları

Borlu madde türü ve derişimi	Özgül kütle		Su alma oranı						Kalınlık artışı oranı					
	r	p	2 saat		24 saat		48 saat		2 saat		24 saat		48 saat	
			r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Boraks, %5.0	0.240	ÖD	0.18	ÖD	0.66	***	0.66	***	0.59	***	0.75	***	0.73	***
Borik asit, %5.0	0.093	ÖD	0.16	ÖD	0.59	***	0.59	***	0.45	***	0.74	***	0.58	***
Boraks+Borik asit, %2.5+2.5	0.012	ÖD	0.47	***	0.42	***	0.42	***	0.42	***	0.39	***	0.48	***
Tanalith-CBC, %10.0	0.114	ÖD	0.23	ÖD	0.40	***	0.40	***	0.40	***	0.59	***	0.71	***
Tanalith-CBC+Borik asit+ Boraks, %5.0+2.5+2.5	0.646	***	0.45	***	0.48	***	0.48	***	0.72	ÖD	0.21	***	0.44	***

r: Korelasyon katsayısı (pozitif veya negatif ilişki).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre (Çizelge 5), borlu maddelerin katılım oranları ile levhanın özgül kütlesi arasında doğrusal, yani; pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki, tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımı için istatistikî olarak önemli iken, diğer borlu maddelerde önemsiz çıkmıştır.

Aynı derişim ve katılım oranı bakımından, boraks, borik asit ve boraks+borik asit maddeleri karşılaştırıldığında, elde edilen ortalama özgül kütle verileri (bu veriler, üç katılım oranı için ölçülen özgül kütle ortalamasıdır) çoktan aza doğru, “boraks>borik asit>boraks+borik asit” şeklinde sıralanmıştır. Bu durumda, boraks’ın, borik asit ve boraks+borik asit karışımına göre özgül kütle artırmada bir tesir yaptığı söylenebilir. Yine, tanalith-CBC ile tanalith-CBC+boraks+borik asit maddeleri

karşılaştırıldığında, ikinci maddenin birinciye göre özgül kütle artırmada bir etki yaptığı söylenebilir.

Derişim ve katılım oranları dikkate alınmadan, yani; genel olarak, beş farklı borlu madde kendi aralarında karşılaştırıldığında, tanalith-CBC+boraks+borik asit ile empenyeli levhaların ortalama özgül kütle ortalamasıdır) hepsinden yüksek olduğu, boraks ile empenyeli levhaların özgül kütle ortalaması borik asit, boraks+borik asit ve tanalith-CBC ile empenyeli levhalardan yüksek çıktığı, tanalith-CBC ile empenyeli levhaların özgül kütle ortalaması ise boraks+borik asit ile empenyeli levhalara eşit olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, genel olarak, ortalama özgül kütle değerleri, yukarıdan aşağıya doğru, “tanalith-CBC + boraks + borik

asit > boraks > borik asit > boraks + borik asit = tanalith-CBC” şeklinde sıralanmıştır.

Özgül kütlelerin borik asit ve boraks+borik asit ile emprenyeli levhalarda düşük olması, borik asitin, tutkalın pH’sını değiştirip sertleşmesini azaltma yönünde etki yapmasından olabilir. Zira levha üretiminde, katkı maddesi olarak ilave edilen asit içerikli maddelerin, üreormaldehit reçinesinin sertleşme süresini kısaltarak sertleşmesini azalttığı belirtilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985). Azalan sertleşmenin etkisi, yongalar arasında istenen bağlanmanın gerçekleşmemesine ve dolayısıyla presten çıkan levhanın geriye yaylanmasına sebep olabilir (Özen, 1980). Artan geriye yaylanmanın etkisiyle porozite artabilir ve buna bağlı olarak da özgül kütle azalabilir. Bu nedenle, borik asit ve boraks+borik asit ile emprenyeli levhalarda özgül kütleler düşük olmuştur.

Özgül kütlelerin tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhalarda yüksek çıkması, bu karışımdaki bakır, borat ve kromat içeren tanalith-CBC’nin, borik asitin tutkalın pH’sını değiştirip sertleşmesini azaltma etkisini nötürleştirme yönünde etki yapmasından olabilir ya da boraks ve tanalith-CBC maddelerinin, birlikte etki ederek, borik asitin tutkalın sertleşmesini azaltıcı etkisini kaldırma yönünde tesir yapmalarından olabilir. Birlikte yapılan etkinin ve nötürleştirmenin tesiriyle de tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhaların özgül kütleleri yüksek çıkmıştır.

Literatürde, yongalevhaların özgül kütle değerlerinin 0.537-0.708 g/cm³ arasında olduğu görülmüştür (Grigorious ve Passialis, 1990; Nemli vd., 2004; Gündüz ve Yılmaz, 2005). Üretilen levhaların özgül kütleleri ise 0.71-75 g/cm³ arasında değişmiştir. Buna göre, 15 adet borlu levhanın özgül kütle değerleri, literatürde verilenlerden yüksek çıkmıştır. Bununla beraber, boraks, borik asit ve boraks+borik asit maddelerinden %0.50’lik katılım oranı, tanalith-CBC’den de %0.60’lık katılım oranı kullanılarak üretilen levhaların özgül kütleleri (0.71 g/cm³), literatürde 0.708 g/cm³ olarak verilen (Gündüz ve Yılmaz, 2005) özgül kütleyle yakın bulunmuştur. Özgül kütlelerin literatürden farklı olması, üretimde kullanılan levha malzemelerinin değişik olmasından ve presleme şartlarından kaynaklanabilir.

Yongalevhaların özgül kütle değerleri EN 323 standartlarında 0.62-0.67 g/cm³ arasında değişmektedir. Buna göre, 15 adet borlu levhanın hepsinin özgül kütlesi de standart değerden yüksek çıkmıştır. Borlu levhalarda bu değer, en düşük 0.71 g/cm³, en yüksek ise 0.75/cm³ olarak bulunmuştur. Bu değerlerden birincisi (0.71 g/cm³), boraks, borik asit ve boraks+borik asit maddelerinden %0.50’lik katılım oranı, tanalith-CBC’den de %0.60’lık katılım oranı kullanıldığında ölçülmüştür. Diğer (0.75/cm³) ise, tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımından %1.80’lik katılım oranı kullanıldığında elde edilmiştir. Özgül kütlelerin standarttan yüksek olması, borlu maddelerin birim hacimde bulunan yongalardaki hücre çeper maddesinin miktarını artırmasından olabilir. Zira özgül kütle üzerine, hücre çeperi boyutlarının (boy, çap, kalınlık), çeper maddesinin ve tiplerinin, bunların birim hacimdeki oranlarının (Bozkurt ve Erdin, 1997) ve ayrıca levhaya yüklenen katı emprenye maddesi miktarı artışının da etkili olduğu belirtilmektedir (Kajita ve Imamura, 1991).

Su Alma Oranı³

İstatistiki sonuçlara göre (Çizelge 2), borlu madde türü bakımından, ortalama⁴ su alma oranı 2 saat için, en yüksek %5.0+2.5+2.5’lik tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhada %68.92 olurken, en düşük %10.0’luk tanalith-CBC ile emprenyeli levhada %63.45 ölçülmüştür. 24 saat için, en fazla %10.0’luk tanalith-CBC ile emprenyeli levhada %77.41 olurken, en az %5.0+2.5+2.5’lik tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhada %71.94 bulunmuştur. Borlu madde katılım oranı bakımından, su alma oranı, 2 saat için, en yüksek %1.80 katılım oranındaki tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhada %70.12 olurken, en düşük %0.60 katılım oranındaki tanalith-CBC ile emprenyeli levha %62.94 bulunmuştur. 24 saat için, en fazla %1.8 katılım oranındaki tanalith-CBC ile emprenyeli levhada %79.33 olurken, en az %0.60 katılım oranındaki tanalith-CBC+boraks+borik asit ile emprenyeli levhada %70.95 ölçülmüştür.

Kontrol levhasının su alma oranı 2 saat için %62.69 ve 24 saat için %70.65 ölçülmüştür. Borlu maddelerle emprenyeli levhaların su alma oranları ise, 2 saat için %62.94-70.12 ve 24 saat için %70.94-79.33 arasında değişmiştir ve dolayısıyla kontrol levhasından yüksek çıkmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3), bütün borlu maddeler için, yongalevhanın su alma oranı üzerine, hem borlu madde katılım oranının ve hem de suda bekletme süresinin etkisi istatistikî olarak anlamlı çıkmıştır. Buna karşılık, levhanın sözkonusu özelliği üzerine, borlu madde katılım oranı ile suda bekletme süresi arasındaki etkileşimin etkisi anlamsız çıkmıştır. Şöyle ki; levhaların üretiminde, %5.0’lik boraks ve borik asit ile %2.5+2.5’lik boraks+borik asit için katılım oranının %0.50, 0.75 ve 1.50 yükseltilmesiyle ve %10.0’luk tanalith-CBC ve %5.0+2.5+2.5’lik tanalith-CBC+boraks+borik asit için katılım oranının %0.60, 0.90 ve 1.80 artırılmasıyla levhaların poroziteleri artmıştır. Artan porozitenin etkisiyle de su alma oranlarında artış görülmüştür. Sonuçta, levhanın su alma oranı üzerine borlu madde katılım oranının etkisi ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, suda bekletme süresinin uzatılmasıyla, yongalararası yapışmayı sağlayan tutkal reçinesinin yapıştırma etkisi azalırken, borlu tuzların suda çözünüp yıkanmaları artmıştır. Azalan yapıştırmanın ve artan yıkanmanın etkisiyle, levhanın yoğunluğu azalmış ve porozitesi artmış ve buna bağlı olarak da su alma oranı yükselmiştir. Sonuçta, levhanın su alma oranı üzerine suda bekletme süresinin etkisi ortaya çıkmıştır. Ayrıca, su veya rutubetin etkisinde uzun zaman kaldıkları takdirde, bor tuzlarının su tutma kabiliyetinin arttığı ve hatta yıkandığı bilinmektedir. Elde edilen istatistikî bulgulara göre, borlu madde katılım oranının artmasıyla levhaların su alma oranları yükselmiştir. Bunun yanında, suda bekletme süresinin uzamasıyla da bu maddelerin suda çözünmeleri artmıştır. Uzayan sürenin ve artan çözünmenin birlikte

³ 48 saat suda bekletme sonucu ölçülen su alma oranları tartışmaya dâhil edilmemiştir. Çünkü bunun, uygulamada bir fayda sağlamayacağı ve ayrıca 2 ve 24 saat için ölçülen değerlerin dolaylı olarak bir fikir verebileceği belirtilmektedir (Öktem, 1979).

⁴ Bu ortalama, her borlu maddedeki 3’er adet katılım oranı için ölçülen su alma oranlarının ortalaması alınarak hesaplanan değerdir.

yaptıkları etkiye bağlı olarak su alma oranları daha da artmıştır. Sonuçta, levhaların su alma oranı üzerine borlu madde katılım oranı ile suda bekletme süresi arasındaki etkileşimin etkisi ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, yongalevhanın su alma oranı üzerine borlu madde katılım oranının, suda bekletme süresinin ve bu iki faktör arasındaki etkileşimin etkisi ortaya çıkmıştır.

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4), araştırmada kullanılan bütün borlu maddeler için, suda bekletme süreleri (ve dolayısıyla su alma değerleri) farklı homojenlik gruplarında yer almışlardır. Buna ilaveten, boraks ve borik asit maddelerinin %0.50'lik katılım oranları ile %0.0 katılım oranı (kontrol levhası) aynı homojenlik grubunda toplanmıştır. Bu iki maddenin %0.75 ve 1.50'lik katılım oranları ise farklı homojenlik gruplarını oluşturmuştur. Hem boraks+borik asit ve tanalith-CBC maddelerinin hem de tanalith-CBC+boraks+borik asit maddelerinin her üç katılım oranı da kontrol levhasından farklı homojenlik grubunda yer almıştır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre (Çizelge 5), borlu maddelerin katılım oranı ile yongalevhanın su alma oranı arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu ilişki, 2 saat için, boraks+borik asit ve tanalith-CBC+boraks+borik asit maddelerinde istatistikî olarak önemli iken, boraks, borik asit ve tanalith-CBC maddelerinde önemsiz olmuştur. 24 saat için ise beş borlu maddede de anlamlı çıkmıştır.

Literatürde, yongalevhaların su alma oranlarının, Munson vd. (1998)'de 2 saat için %45.80–60.16 ve 24 saat için %55.36–75.13, Güler vd. (2001)'de 2 saat için %53.66–70.96 ve 24 saat için %72.68–93.60, Gündüz ve Yılmaz, (2005)'de 2 saat için %29.50–85.28 ve 24 saat için %56.13–100.23, Gündüz ve Masraf (2005)'de 24 saat için %75.12–91.43 arasında olduğu görülmüştür. Üretilen levhaların su alma oranları ise, 2 saat için %62.94–70.12 ve 24 saat için %70.94–79.33 arasında değişmiştir. Buna göre, borlu levhaların su alma oranları, literatür sonuçları ile uyumlu değerler vermiştir.

Standartlarda 20 mm kalınlıktaki yongalevhanın su alma oranına ilişkin sınır değerler verilmemiştir. Bu nedenle, borlu levhaların su alma oranı değerleri karşılaştırılamamıştır. Bu değerlerin standartlarda verilmemiş olması, “suda bırakılan yongalevhada kalınlığına şişme” ve “yongalevhada boyut değişmezliği” özelliklerinin, su alma oranı hakkında dolaylı olarak bir bilgi vermesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Öktem, 1979).

Kalınlık Artışı Oranı⁵

İstatistikî sonuçlara göre (Çizelge 2), borlu madde türü bakımından, ortalama⁶ kalınlık artışı oranı 2 saat için, en fazla %5.0+2.5+2.5'lik tanalith–CBC+boraks+borik asit ile empenyeli levhada %17.60 olurken, en az %5.0'lik borik asit ile empenyeli levhada %15.78 ölçülmüştür. 24 saat için, en yüksek %5.0+2.5+2.5'lik tanalith–

CBC+boraks+borik asit ile empenyeli levhada %24.11 olurken, en düşük %10.0'luk tanalith–CBC ile empenyeli levhada %21.26 bulunmuştur. Borlu madde katılım oranı bakımından, kalınlık artışı, 2 saat için, en yüksek, tanalith–CBC+boraks+borik asit maddesinin %1.80 katılım oranı ile empenyeli levhada %18.08 olurken, en düşük ise borik asitin %0.50 katılım oranı ile empenyeli levhada %15.35 hesaplanmıştır. 24 saat için, en fazla tanalith–CBC+boraks+borik asit maddesinin %1.8 katılım oranı ile empenyeli levhada %25.13 olurken, en düşük ise tanalith–CBC'nin %0.60 katılım oranı ile empenyeli levhada %20.50 ölçülmüştür.

Kontrol levhasının kalınlık artışı oranı, 2 saat için %15.08 ve 24 saat için %20.41 hesaplanmıştır. Borlu levhaların kalınlık artışı oranları ise, 2 saat için %15.35–18.08 ve 24 saat için %20.50–25.13 arasında değişmiştir ve dolayısıyla kontrol levhasından yüksek çıkmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3), araştırmada kullanılan beş farklı borlu madde için, yongalevhanın kalınlık artışı oranı üzerine, hem borlu madde katılım oranının ve hem de suda bekletme süresinin etkileri istatistikî anlamda önemli çıkmıştır. Fakat, levhanın bu özelliği üzerine, borlu madde katılım oranı ile suda bekletme süresi arasındaki etkileşimin tesiri önemsiz çıkmıştır. Şöyle ki; levha üretiminde, %5.0'lik boraks ve borik asit ile %2.5+2.5'lik boraks+borik asit maddelerinin üretime katılım oranlarının %0.50, 0.75 ve 1.50 yükseltilmesiyle ve %10.0'luk tanalith–CBC ile %5.0+2.5+2.5'lik tanalith–CBC+boraks+borik asit maddelerinin katılım oranlarının %0.60, 0.90 ve 1.80 artırılmasıyla levhaların poroziteleri ve su alımları artmıştır. Artan porozitenin ve su alımının etkisiyle kalınlık artışları yükselmiştir. Sonuçta, levhanın kalınlık artışı oranı üzerine borlu madde katılım oranının etkisi ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra, suda bekletme süresinin uzatılmasıyla, bir taraftan yongalararası yapışmayı sağlayan tutkalın yapıştırma etkisi azalırken, diğer taraftan da borlu maddelerin suda yıkanmaları artmıştır. Azalan yapıştırmanın ve artan yıkanmanın etkisiyle, levhanın porozitesi ve su alımı artmış, buna bağlı olarak da kalınlık artışı oranı yükselmiştir. Sonuçta, levhanın kalınlık artışı üzerine suda bekletme süresinin etkisi ortaya çıkmıştır. Ayrıca, suyun etkisinde kalan borlu maddelerin çözünerek yıkandığı bilinmektedir. Elde edilen bulgulara göre, borlu madde katılım oranının artmasıyla kalınlık artışı oranı yükselmiştir. Suda bekletme süresinin uzamasıyla da suda çözümleri artmıştır. Uzayan sürenin ve artan çözünmenin birlikte etkisiyle su alımı artmış ve dolayısıyla kalınlık artışı oranı daha da yükselmiştir. Sonuçta, levhaların kalınlık artışı oranı üzerine borlu madde katılım oranı ile suda bekletme süresi arasındaki etkileşimin tesiri ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, yongalevhanın kalınlık artışı oranı üzerine borlu madde katılım oranının, suda bekletme süresinin ve bu iki faktör arasındaki etkileşimin etkisi ortaya çıkmıştır.

Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 4), beş farklı borlu madde için, suda bekletme süreleri farklı homojenlik gruplarını oluşturmuştur. Ayrıca, hem borik asit ve boraks+ borik asit maddelerinin %0.50 katılım oranı hem de tanalith–CBC'nin %0.6 ve 0.9 katılım oranları %0.0 katılım oranı (kontrol levhası) ile aynı homojenlik grubunda yer alırken, bu maddelerin diğer katılım oranları ise farklı homojenlik gruplarında

⁵ 48 saat suda bekletme sonucu ölçülen kalınlık artışı oranları tartışmaya dâhil edilmemiştir. Çünkü bunların uygulamada bir fayda sağlamayacağı ve ayrıca 2 ve 24 saat için ölçülen değerlerin dolaylı olarak bir fikir verebileceği belirtilmektedir (Öktem, 1979).

⁶ Bu ortalama, her borlu maddedeki üçer katılım oranı için ölçülen kalınlık artışı oranlarının ortalaması alınarak hesaplanan değerdir.

toplanmıştır. Yine, boraks ve tanalith-CBC+boraks+borik asit maddelerinin her üç katılım oranı da kontrol levhasından farklı homojenlik gruplarında yer almıştır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre (Çizelge 5), borlu maddelerin katılım oranları ile yongalevhanın kalınlık artışı oranı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bulunan bu ilişki, 2 saat için tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımında istatistikî olarak önemsiz iken, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve tanalith-CBC maddelerinde önemli çıkmıştır. 24 saat için ise borlu maddelerin hepsinde de önemli çıkmıştır.

Literatürde, yongalevhaların kalınlık artışı oranlarının, Munson vd. (1998)'de 2 saat için %11.50–29.29 ve 24 saat için %17.10–40.33, Güler vd. (2001)'de 2 saat için %14.74–22.93 ve 24 saat için %22.48–32.36, Dönmez ve Kalaycıoğlu (2004)'de 2 saat için %20.14 ve 24 saat için %22.34, Gündüz ve Yılmaz (2005)'de 2 saat için %3.87–14.51 ve 24 saat için %08.76–17.75, Gündüz ve Masraf, (2005)'de 24 saat için %12.84–16.07 arasında olduğu görülmüştür. Deneme levhalarının kalınlık artışı oranları ise, 2 saat için %15.35–18.08 ve 24 saat için %20.50–25.15 arasında kalmıştır. Buna göre, borlu levhaların kalınlık artışı oranları, literatür sonuçlarına uyumlu değerler vermiştir.

Standartlarda 20 mm kalınlıktaki yongalevhanın kalınlık artışı oranı, 24 saat için, EN 312–4 (1996)'da %14 ve EN 312–6 (1996)'da %15 olarak belirtilmiştir. Buna göre, üretilen 15 adet borlu levhanın kalınlık artışı oranları (%20.50-25.15), standartta belirtilen değerlerin üstünde bir değere sahiptir. Bu değer, en düşük %10.0'luk tanalith-CBC'den %0.60 oranında kullanıldığında %20.50 olarak ölçülmüştür, en yüksek ise %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımından %1.80 oranında kullanıldığında %25.13 olarak hesaplanmıştır. Borlu levhaların 2 saat suda bekletme sonrası, en yüksek kalınlık artışı oranı, %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımından %1.80 oranında kullanılarak %18.08 elde edilmiştir, en düşük ise %5.0'lik borik asitten %0.50 oranında uygulanarak %15.35 bulunmuştur.

Sonuç

Toplam yongalevha malzemesi içinde, borlu madde katılım oranının artmasına bağlı olarak, levhaların özgül kütle değerleri artmış/iyileşmiş, su alma ve kalınlık artışı oranı değerleri ise yükselmiştir/kötüleştirmiştir. Özgül kütledeki bu iyileşme, %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit için istatistiksel olarak önemli olurken, diğer maddelerde önemsiz olmuştur. 2 saat suda bekletme için, su alımındaki kötüleşme, %2.5+2.5'lik boraks+borik asit ve %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit için önemli iken, diğer maddelerde önemsiz çıkmıştır. Kalınlık artışındaki kötüleşme ise %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit karışımında önemsiz iken, diğer maddelerde önemli çıkmıştır. Ayrıca 24 saat suda bekletme için, su alımı ve kalınlık artışındaki kötüleşmeler, borlu maddelerin hepsi için önemlidir.

%5.0'lik boraks, %5.0'lik borik asit ve %2.5+2.5'lik borak+borik asit için %0.50 katılım oranı, %10.0'luk tanalith-CBC için %0.60 katılım oranı kullanılarak

üretilen levhaların özgül kütleleri kontrol levhasınıninkine yakın değerler vermiştir. Buna karşılık, %5.0'lik boraks, %5.0'lik borik asit ve %2.5+2.5'lik boraks+borik asit için %0.75 ve 1.50 katılım oranları, %10.0'luk tanalith-CBC için %0.90 ve %1.80 katılım oranı ve %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asit için %0.60, %0.90 ve %1.80 katılım oranları kullanılarak üretilen levhaların özgül kütleleri ise kontrol levhasınıninkinden daha yüksek değerler göstermiştir.

2 saat suda bekletme için, %5.0'lik borakstan %0.50, %0.75 ve %1.50 oranında, %5.0+2.5+2.5'lik tanalith-CBC+boraks+borik asitten %0.60, %0.90 ve %1.80 oranında, %5.0'lik borik asit ve boraks+borik asitten %0.75 ve %1.50 oranında, %10.0'luk tanalith-CBC'den %1.80 oranında kullanılması, levhanın kalınlık artışında kontrol levhasına göre önemli bir yükselme sağlamıştır. Fakat %5.0'lik borik asit ve %2.5+2.5'lik boraks+borik asitten %0.50 oranında, %10.0'luk tanalith-CBC'den %0.60 ve %0.90 oranında kullanılması, su alma değerlerinin kontrol levhasına yakın olmasını sağlamıştır. Bu sonuçlara göre, borlu madde katılım oranını tam kuru tutkal ağırlığına göre belirlemek ve yongaları tutkallama öncesi püskürtme tekniğine göre emprenye etmek şartıyla, üretimde %5.0'lik boraks, %5.0'lik borik asit ve %2.5+2.5'lik boraks+borik asit karışımının %0.50 katılım oranında, %10.0'lik tanalith-CBC'nin ise %0.60 katılım oranında kullanılması önerilebilir. Zira bunlarla emprenye edilen yongalardan üretilen levhaların özgül kütleleri EN 323'e göre ve 2 saat suda bekletmedeki kalınlık artışı değerleri EN 312–6'ya göre daha uygun/yakın çıkmıştır.

Borlu yongalevhalar, yoğunlaşma ve su sızma sorunları olmayan ve hava kuru rutubete sahip olan mekânlarda değerlendirilebilir. Ancak yağış ve nispi rutubeti yüksek olan ve iyi havalandırılmayan yerler için uygun olmayabilir. Ayrıca yağmur, toprak, taş, mermer, metal vb rutubetli ve soğuk malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılmamalıdır. Aksi halde yüzeyleri ve kenarları hidrofobik maddelerle muamele edildikten sonra ya da kaplandıktan sonra kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, farklı derişim ve katılım oranındaki borlu bileşiklerle emprenye edilen karışık odun yongalarından üretilen levhaların fiziksel özelliklerine, borlu bileşiklerin katılım oranlarının etkileri araştırılmıştır.

Yapılacak başka çalışmalarda, aynı derişim ve aynı katılım oranlarında, farklı derişim ve aynı katılım oranlarında veya aynı derişim ve farklı katılım oranlarında kullanılan borlu maddelerin, sadece bir ağaç türünden üretilen levhalardaki etkileri araştırılmalıdır. Ayrıca bu şekilde kullanılan borlu maddeler arasında farklı bir etkileşim olup olmadığı da araştırılmalıdır.

Bu araştırmanın sonuçları ile yapılacak diğer çalışmaların sonuçları, yongalevhalar için en uygun borlu madde derişiminin ve katılım oranının belirlenmesinde önemli katkılar sağlayabilir.

Kaynaklar

- Alma, M.H, Acemioğlu, B. 2006. Borlu Bileşiklerin Ahşap Malzeme Korumadaki Yeri ve Önemi. <http://www.maden.org.tr/resimler/ekler> (Erişim tarihi: 15.03.2006).

- Bozkurt, Y., Erdin, N. 1997. Ağaç Teknolojisi. Ders Kitabı, İÜ Yayınları, No: 3998/445, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. 1985. Yonga Levha Endüstrisi, İÜ Orm. Fak. Yayınları, No: 3311/ 372, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği. İÜ Yayınları, No: 3779/425, İstanbul.
- Deppe, H.J. 1987. Protection of isocyanate bound particleboard. Holz als Roh Werkstoff, 29/27, 217–218.
- Dix, B. 1997. Influence of heartwood and the age of tree on the properties of particleboards from pine (*Pinus sylvestris*). Part 2: Physical–technical properties and formaldehyde release of particleboards made from sapwood and heartwood of pine. Holz als Roh-und Werkstoff, 55/2, 103–109.
- Dönmez, A., Kalaycıoğlu, H. 2004. Borik asit ve boraks ile muamele edilen kavak yongalarından üretilmiş yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23–25 Eylül 2004, Eskişehir, 351–356.
- EN 312–4, 1996. Particleboards–Specifications–Part 4: Requirements for load-bearing boards for use in dry conditions, European Standard, Brussels.
- EN 312–6, 1996. Particleboards–Specifications–Part 6: Requirements for heavy duty load-bearing boards for use in dry conditions, European Standard, Brussels.
- Güler, C., Özen, R., Kalaycıoğlu, H. 2001. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) saplarından üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri. KSÜ Fen ve Müh. Dergisi, 4(1), 99–108.
- Gündüz, G., Masraf, Y. 2005. Üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde üretim şartlarının değiştirilmesinin levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(8), 57–71.
- Gündüz, G., Yılmaz, Z.A. 2005. Türkiye’de 16 farklı tesiste üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7(8), 49–57.
- Haygreen, J.C, Gertjansen, R.O. 1971. Improving the properties of particleboard by treating the particles with phenolic impregnating resin. Wood and Fiber Science, 3, 95–105.
- Henry, J. 1982. Preservative treatment effects on mechanical and thickness swelling properties of aspen waferboard. FPJ, 32/11-12, 19–26.
- Kajita, H., Imamura, Y. 1991. Improvement of physical and biological properties of particleboards by impregnation with phenolic resin. Wood Science and Technology, 26, 63-70.
- Kamdem, D.P. 1991. The Durability of phenolic bonded particleboards made of decay resistant, black locust and nondurable aspen. FPJ., 44/2, 65–68.
- Kartal, S.N., Clausen, C.A. 2001. Leachability and decay resistance of particleboard made from acid extracted and bioremediated CCA-treated wood. International Biodeterioration and Biodegradation, 47, 183–191.
- Koukal, M. 1969. Preservative of Wood-Based Materials. Material und Organismen, 2, 81-90.
- Munson, J.M., Kamdem, D.P. 1998. Reconstituted particleboards from CCA-treated red pine utility poles. Forest Products Journal, 48/3, 55–62.
- Nemli, G., Kırıcı, H., Temiz, A. 2004. Influence of impregnating wood particles with mimosa bark extract on some properties of particleboard. Industrial Crops and Products, 20/3, 339-344.
- Nicholas, D.D. 1973. Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Treatments. Vol.1, Syracuse Univ. Press, New York.
- Nilsson, T., Rowell, R.M., Simonson, R., Tillman, A.M. 1988. Fungal resistance of pine particleboards made from various types of acetylated chips. Holzforschung, 42/2, 123–126.
- Nussbaum, R. 1988. The Effect of Low Concentration Fire Retardant Impregnations on Wood Charring Rate and Char Yield. Journal of Fire Science, 6, 290-307.
- Öktem, E. 1979. Orman gülü (*Rhododendron Ponticum* L.) Odundan yongalevha yapılması üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, ODC 862, 865.1, Ankara
- Özen, R. 1980. Yongalevha endüstrisi ders notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 30, Trabzon.
- Richardson, B.A. 1978. Wood Preservation, The Construction Press, New York.
- Roffael, E., Dix, B. 1997. Influence of heartwood and the age of tree on the properties of particleboards from pine (*Pinus sylvestris*). Part 3: Some chemical properties of particleboards made from sap–and heartwood of pine. Holz als Roh-und Werkstoff, 55/3, 153–157.
- TS 642 ISO 554, 1997. Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standard Atmosferler-Özellikler, TSE, Ankara.
- TS EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar–Su içerisinde daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 323, 1999. Ahşap yonga levhalar, özgül kütleinin tayin edilmesi, TSE, Ankara.
- Var, A.A. 2000. Emprenye edilmiş yongalardan üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri. Doktora tezi, KTÜ Fen Bil. Ens., Trabzon.