



BORLU MADDE KATILIM ORANLARININ YONGALEVHANIN YÜZEY SAĞLAMLIĞINA KATKILARI

Ahmet Ali VAR*

SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

ÖZET

Çalışmada borlu madde katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlamlığına nasıl bir katkı sağladıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvarında gerçekleştirilen yongalevha üretiminde borlu maddeler olarak boraks, borik asit, tanalith-CBC, borik asit+boraks ve tanalith-CBC+borik asit+boraks kullanılmıştır. Üretim esnasında, odun yongaları çeşitli katılım oranlarındaki borlu maddelerle muamele edilmiştir. Üretilen yongalevhaların yüzey sağlamlıkları TS EN 311'e göre tayin edilmiştir. Elde edilen bulgular SPSS istatistik programı yardımıyla analiz edilmiştir. Sonuçta, borlu maddelerin katılım oranları, yongalevhanın yüzey sağlamlığına istatistik anlamda önemli derecede katkılar sağlamıştır ($p \leq 0,000$). Borlu levhaların yüzey sağlamlıkları, kontrol levhasına göre %3,16 ile %45,72 arasında değişen oranlarda iyileşmiştir. En yüksek iyileşme %5,00'lik borik asitin %1,50'lik katılım oranıyla sağlanırken, en düşük iyileşme %10,00'lük tanalith-CBC'nin %0,60'lık katılım oranıyla elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bor, Yongalevha, Emprenye, Yüzey sağlamlığı.

INFLUENCES OF ADDING RATES OF THE BORON COMPOUNDS ON THE SURFACE SOUNDNESS OF PARTICLEBOARDS

ABSTRACT

The objective of this work was to investigate influences of adding rates of boron compounds on surface soundness of particleboards. Borax, boric acid, tanalith-CBC, boric acid+borax and tanalith-CBC+boric acid+borax were used for production of experimental particleboards. Wood chips were treated with boron compounds with different adding rates. The surface soundness of particleboards were measured according to TS EN 311 standard. The experimental findings were analyzed by utilizing SPSS statistical software. As a result, the adding rates of boron compounds affected significantly ($p \leq 0,000$) surface soundness of particleboards. Surface soundness of boron impregnated-particleboards were improved at rates ranging from 3,16% to 45,72% according to control boards. The highest improvement was provided with 1,50% adding rates of boric acid (5,00%), while the lowest improvement was achieved with 0,60% adding rates of tanalith-CBC (10,00%).

Keywords: Boron, Particleboard, Wood protection, Surface soundness.

1. GİRİŞ

Günümüzde önemli mühendislik malzemelerinden biri olan yongalevhalar ((Maloney, 1996), özellikle iç mekân mobilya sektörü olmak üzere, kullanım yeri ve amaçlarına göre çok değişik alanlarda değerlendirilmektedir. Zira bu levhalar, masif ağaç malzemeye göre daha homojen bir yapıya sahip olup, budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar içermemekte, istenilen şekillerde ve boyutlarda üretilebilmektedir. Ayrıca çeşitli üretim yöntemleri,

* Yazışma yapılacak yazar: alivar@sdu.edu.tr

Makale metni 10.02.2012 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 06.03.2012 tarihinde basım kararı alınmıştır.

koruyucu katkı maddeleri ve yüzey kaplama malzemeleri kullanılmak suretiyle, fiziko-mekanik ve dayanım özellikleri de istenildiği kadar ayarlanabilir.

Yongalevhalar, masif ahşap kaplama, melaminli film, melaminle emprenyeli kağıt, düşük gramajlı dekoratif kağıt, finiş folye, endüstriyel laminat, HPL, CPL, PVC gibi çeşitli dekoratif yüzey kaplama malzemeleriyle kaplanarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, yüzey sağlamlığının önemi artmakta, ancak öngörülen standart değere uygun olması gerekmektedir. Zira yüzey sağlamlığı yüksek olduğunda, levha yüzeyini oluşturan yongalardaki üre-formaldehit tutkalı, yüzey kaplama malzemesi tarafından emilmektedir. Üre-formaldehitin emilmesi, levha yüzeyindeki yongalarda üre-formaldehit kaybına neden olmaktadır. Üre-formaldehit kaybı ise yongalar arasındaki yapışmayı olumsuz yönde etkilemektedir. Yüzey sağlamlığı düşük olduğunda, yüzey kaplama malzemesindeki melamin tutkalı, levha yüzeyindeki yongalar tarafından emilmektedir. Melaminin emilmesi, kaplama malzemesinde melamin kaybına neden olmaktadır. Melamin kaybı ise kaplama malzemesinin yüzeyinde fizyolojik görüntü kusurları oluşturmaktadır (Çetin, 2002).

Yongalevhalar, yoğun rutubet etkisinde kaldığında mantar ve bakteri enfeksiyonları nedeniyle çeşitli renklenmeler, küflenmeler ve çürümeler olabilmektedir. Yoğun ateş etkisinde kaldığında ise yanık lekeleri veya yanmalar meydana gelebilmektedir. Sonuçta, levhanın fizyolojik ve teknolojik özelliklerinde önemli kayıplar olabildiği için kısa sürede kullanım dışı kalabilmektedir. Böylesi istenmeyen durumlar,yalıtımlı dekoratif yüzey kaplama malzemeleriyle önlenemediği gibi, üretimde çeşitli ahşap emprenye maddeleri kullanılarak da engellenebilmektedir (Çetin, 2002).

Dekoratif yüzey kaplama malzemeleri yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini artırmakta (Bektaş, Güler ve Kalaycıoğlu, 2002), dekoratif görüntüsünü iyileştirmekte, formaldehit emisyonunu azaltmakta ve su absorpsiyonunu engellemektedir (Nemli, 2003). Parafin, kolofan, alkid reçinesi, amonyum sülfat, boraks, borik asit, tanalith-CBC ve imersol-WR gibi bazı emprenye maddeleri, yongalevhanın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde olumlu etkiler meydana getirmektedir (Maloney,1977; Var, Yıldız ve Kalaycıoğlu, 2002; Yıldız, Var, Kalaycıoğlu ve Yıldız, 2005). Pentaklorfenol (PCP), kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi bazı maddeler, yongalevhada biyotik zararlılara karşı yeterli bir koruma sağlamaktadır (Kartal ve Clausen, 2001). Bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit, borat ve amonyum fosfat ihtiva bazı maddeler ise yongalevhanın yanmaya karşı dayanımını iyileştirmektedir (Var, 2008; Grexa ve Lubke, 2001). Ancak kullanılan emprenye maddelerinin, üretime katılım oranlarının yüksek olması, levhanın işlenmesini zorlaştırmakta, rengini koyulaştırmakta ve direnç özelliklerini azaltmaktadır (Deppe ve Ernst, 1964; Bozkurt ve Göker, 1985).

Borlu maddeler, farklı derişimlerde suda çözünen eriyikler halinde çeşitli emprenye yöntemleriyle tatbik edilerek odunsu hücrelerin içerisine nüfuz etmek suretiyle hücre boşluklarına ve hücreler arası boşluklara girmektedir. Bu maddeler, böcek, mantar ve yanmaya karşı son derece etkili olup, su basman seviyesi üstündeki ağaç malzemeler için uygun bulunmakta, fakat özellikle toprakla temas eden veya benzeri rutubetli şartlarda kullanılacak ağaç malzemeler için yararlı olmamaktadır. Genellikle borlu bileşikler, masif ahşap kaplama levhaların mavi renk ve küf mantarlarına karşı korunmasında tek başına yeterli olmamakta, bu nedenle bunların etkinliğinin bir fungusitle artırılması gerekmekte, bu amaçla %1,0 veya %2,0'lik sodyum pentaklorfenat (NaPCP) iyi sonuçlar vermektedir. Örneğin; borik asit ile NaPCP, yongalevha üretiminde, kuru odun ağırlığına oranla, %3,0 veya %2,0 borik asit + %0.5 NaPCP oranında kullanıldığında, yongalevhayı böcek ve mantarlara karşı yeterince dayanıklı kılabilir (Bozkurt vd, 1993). Ayrıca, borlu maddeler, kontrplak üretiminde yeni hazırlanmış kaplama levhalarda borik asit ile yapılan emprenye işlemleri, bu ürünleri *Lyctus* böceklerinin saldırısına karşı da korumaktadır (Sivrikaya ve Saraçbaşı, 2004).

Diğer yandan, asma budama artıkları kullanılarak üretilen üç tabakalı yongalevhalar üzerinde higroskopik ve mekanik özelliklerin araştırıldığı bir çalışmada, yüzey sağlamlığı değerlerinin 0,92 N/mm² ile 1,30 N/mm² arasında değiştiği belirtilmektedir (Ntalos ve Grigoriou, 2002). Var (2004) tarafından, kolofan ve alkid reçinelerinin yongalevhanın yüzey sağlamlığı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yüzey sağlamlığı değerleri 1,12 N/mm² ile 1,28 N/mm² arasında değişmektedir. Gündüz ve Masraf (2005)'a göre, üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde pres faktörleri ile talaş oranlarının etkisinin fiziksel ve mekanik özellikler bakımından incelenen bir çalışmada, yüzey sağlamlığı değerleri 0,758 N/mm² ile 1,074 N/mm² arasında değişmektedir. ORMA (2011)'da, ürün spektleri 18 mm E1 ve 22 mm E1 olan yongalevhalar için, kalite kontrol

biriminde iç kontrolleri yapıp yıllık aritmetik ortalama ve maksimum-minimum değerleri dikkate alınarak hesaplanan yüzey sağlamlığının $1,45 \text{ N/mm}^2$ olduğu bildirilmektedir.

Bilindiği üzere, borlu maddeler, ahşap ve ahşap esaslı levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesinde, böcek ve yanma zararlarına karşı korunmasında tek başlarına veya karışımlar halinde kullanılmaktadır. Ancak bu maddelerin ahşap esaslı levhalarda yüzey sağlamlığı üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılmış yeterli çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmada, ahşap koruma sektöründe yaygın olarak kullanılan bazı borlu maddelerin katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlamlığına sağladığı katkıların önem düzeylerinin ortaya çıkarılması, yüzey sağlamlığını etkileyen borlu madde katılım oranlarının homojenlik gruplarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece sonuçta, yongalevha üretiminde hangi borlu madde hangi katılım oranında kullanılırsa, yüzey sağlamlığına nasıl bir katkı yaptığı tespit edilmiş olunacaktır. Çalışma, çeşitli dekoratif yüzey kaplama malzemeleriyle kaplanmak suretiyle kullanımı giderek artan yongalevhaların üretiminde kullanılacak borlu maddelerin katılım oranlarının ne kadar olacağını belirlenmesine yönelik çalışmalara katkıda bulunması bakımından önem taşımaktadır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Malzeme

Yongalevhalar: Yongalevhalar üç tabakalı sandviç tipi levhalar olup, karışık odun yongaları, tutkal, sertleştirici ve borlu maddelerin karışımından oluşmaktadır. Tutkal, sertleştirici ve yongalar özel sektöre ait bir yongalevha fabrikasından, borlu maddeler ise piyasadan temin edilmiştir.

Odun Yongaları: Odun yongası olarak %70,00 iğne yapraklı (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn (Lamb.), *Cedrus libani* Ait.) ve %30,00 geniş yapraklı (*Populus nigra* L.) ağaç odunu yongalarından oluşan endüstriyel yongalar kullanılmıştır. Bu yonga karışımında, toplam %5,00 kabuk bulunmaktadır. Yongaların kalınlığı 0,30-0,50 mm ve rutubet miktarı %2,00-3,00 arasında değişmektedir (Var, 2000).

Tutkal: Levhaların her üç tabakası için, %65,00 derişimde üre-formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Tutkal, tam kuru yonga ağırlığına oranla, dış tabakalar için %10,00, orta tabaka için %8,00 oranlarında uygulanmıştır (Kalaycıoğlu ve Örs, 1993).

Sertleştirici: Tutkalı sertleştirmek amacıyla %33,00 derişimde amonyum klorür kullanılmıştır. Sertleştirici, tam kuru tutkal ağırlığına oranla, tutkal çözeltisine %10,00 ilave edilerek uygulanmıştır (Kalaycıoğlu ve Örs, 1993, Grigoriou ve Passialis, 1990).

Borlu Maddeler: Borlu madde olarak boraks, borik asit, tanalith-CBC (CBC: bakır, borat, kromat), borik asit+boraks ve tanalith-CBC+borik asit+boraks kullanılmıştır. Çözeltileri saf su kullanılarak hazırlanan bu maddeler, levhaların üretimde, her üç tabaka için, tam kuru tutkal ağırlığına oranla, Çizelge 1’de belirtilen katılım oranlarında uygulanmıştır (Var, 2000).

2.2. Yöntem

2.2.1. Deney Levhalarının Üretimi

Deney levhaları, laboratuvar ortamında, Çizelge 1’de verilen parametreler dikkate alınmak suretiyle $20 \times 560 \times 760$ mm ebatlarında üretilmiştir. Üretimde, yongalar, önce borlu maddelerle empenye edilip sonra üre-formaldehit tutkalı ile tutkallanmıştır. Her iki işlem, 5’er dakika ara ile olmak üzere, tutkallama makinasında ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde işlem gören yongalar, levha taslağını oluşturmak için, el ile gelişigüzel serilmiştir. Bu esnada, sırasıyla, alt tabaka, orta tabaka ve üst tabaka yongaları serilmiş ve hemen ardından soğuk pres yapılmıştır. Daha sonra, levha taslakları hidrolik sıcak preste preslenmiş ve deney levhaları üretilmiştir. Üretilen levhalar, sıcak presten alınmış ve soğuyuncaya kadar pres sacları arasında bekletilmiştir (Var, 2000). Soğuyan levhalar, $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %65 \pm 5 bağıl nem şartlarında yaklaşık üç hafta kondisyonlandıktan sonra (TS 642 ISO 554, 1997), kenarları yaklaşık 20 mm kesilerek düzeltilmiş ve standard deneme örnekleri hazırlanuncaya kadar aynı şartlarda bekletilmiştir (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Kalaycıoğlu, 1992).

Çizelge 1. Deney levhalarının üretimine ilişkin parametreler.

| Borlu madde ve derişimi | Hedef levha yoğunluğu (g/cm ³) | Levha kalınlığı (cm) | Borlu madde katılım oranı (%) | | Tutkal miktarı (%) | | Sertleştirici miktarı (%) | | Presleme şartları | | | |
|---------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------|-------------|----------------------------|---------------------|------------------|------------------------------------|
| | | | Dış tabaka | Orta tabaka | Dış tabaka | Orta tabaka | Dış tabaka | Orta tabaka | Presin kapanış süresi (sn) | Pres sıcaklığı (°C) | Pres süresi (dk) | Pres basıncı (Kp/cm ²) |
| | | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 0,70 | 20,00 | 0,00 | 0,00 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Boraks, %5,00 | 0,70 | 20,00 | 0,50 | 0,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 0,75 | 0,75 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Borik asit, %5,00 | 0,70 | 20,00 | 0,50 | 0,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 0,75 | 0,75 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Tanalith-CBC, %10,00 | 0,70 | 20,00 | 0,60 | 0,60 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 0,90 | 0,90 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,80 | 1,80 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Borik asit+ | 0,70 | 20,00 | 0,50 | 0,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Boraks, %5,00 (2,50+2,50) | 0,70 | 20,00 | 0,75 | 0,75 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| | 0,70 | 20,00 | 1,50 | 1,50 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Tanalith-CBC+ | 0,70 | 20,00 | 0,60 | 0,60 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Borik asit+ | 0,70 | 20,00 | 0,90 | 0,90 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |
| Boraks, %10,00 (5,00+2,50+2,50) | 0,70 | 20,00 | 1,80 | 1,80 | 10,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 75,00 | 150,00 | 6,00 | 26,50 |

2.2.2. Yüzey Sağlamlığının Tayini

Yüzey sağlamlığı TS EN 311 (2005)'e göre tayin edilmiştir. Bu amaçla kullanılacak deneme örnekleri TS EN 326-1'(1999)'e göre 50x50 mm ölçülerinde ve kare şeklinde olmak üzere, kontrol dâhil, her borlu madde katılım oranı için 10'ar adet hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin alt veya üst yüzeylerinin tam ortasında, çan şeklindeki bir freze yardımıyla, iç çapı 35,7 mm (yüzey alanı 1000 mm²) ve frezeleme derinliği 0,3±0,1 mm olan halka şeklinde bir oyuk açılmıştır. Oyuk açılan bu örnekler, mantar şeklindeki metal bloklara yapıştırılmadan önce, yukarıda belirtilen sıcaklık ve bağıl nem şartlarında, değişmez kütleye ulaşmaya kadar tekrar kondisyonlanmıştır. Metal blok ısıtılarak, alt yüzeyine, erime noktası 150°C'nin altında olan bir termoplastik tutkal, en fazla 0,3 g olacak biçimde ve yüzeye düzgünce yayılacak şekilde sürülmüştür. Tutkal akışkan hale geldikten sonra, bu metal blok, örneklerin yüzeyinde freze edilen kısma 0,1-0,2 N/mm² basınç uygulanarak yapıştırılmıştır. Tutkal soğuduktan sonra örnekler, deney makinasına yerleştirilmiş ve yüzeydeki yongalar kopuncaya kadar çekme kuvveti uygulanmıştır. Çekme kuvvetinin hızı, kopma işlemi 30-90 saniye içinde gerçekleşecek şekilde ayarlanmıştır. Yongaların, yüzeyden kopmasını sağlayan en büyük kuvvet %1,0 hassasiyette ölçülerek kaydedilmiştir. Buna göre, her deneme örneği için, yüzey sağlamlığı (YS) değeri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmış ve sonuçlar 0,01 N/mm² yaklaşımla ifade edilmiştir.

$$YS = F/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Burada; F = Kopma anındaki kuvvet (Newton, N), A = Yüzey alanı (1000 mm²)

2.2.3. İstatistik Analiz

Yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için varyans analizi ve duncan testi kullanılmıştır (p<0,05). Bu aşamada, öncelikle, borlu maddelerin katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlamlığı üzerindeki etkilerine dair önem düzeylerinin belirlenmesi için varyans analizi uygulanmıştır.

Daha sonra ise, etkileri önemli olan borlu maddelerin katılım oranlarının aynı ya da farklı grup veya gruplar oluşturup oluşturmadıklarının belirlenmesi ve ortalamalarının karşılaştırılması için duncan testi yapılmıştır.

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Deney levhalarının yüzey sağlıklarına ilişkin istatistik bulgular Çizelge 2’de verilmiş, varyans analizi ve duncan testi sonuçlarına dair bulgular ise Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Borlu madde katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlığında meydana getirdiği etkilere dair istatistik sonuçlar.

| Borlu madde ve derişimi | Borlu madde katılım oranı (%) | Levhanın yoğunluğu (g/cm ³) * | Levhanın rutubeti (%) * | Levhanın yüzey sağlığı (N/mm ²) | | | | |
|--|-------------------------------|---|-------------------------|---|------|------|-------------|-------------|
| | | X | X | X | SS | SH | En düşük | En yüksek |
| Kontrol | 0,00 | 0,70 | 10,87 | 1,08 | 0,44 | 0,14 | 0,98 | 1,12 |
| Boraks, %5,00 | 0,50 | 0,74 | 10,77 | 1,29 | 0,57 | 0,18 | 1,22 | 1,37 |
| | 0,75 | 0,71 | 10,76 | 1,42 | 0,63 | 0,20 | 1,35 | 1,54 |
| | 1,50 | 0,73 | 10,78 | 1,55 | 0,74 | 0,24 | 1,43 | 1,63 |
| Borik asit, %5,00 | 0,50 | 0,72 | 10,51 | 1,35 | 0,17 | 0,05 | 1,33 | 1,38 |
| | 0,75 | 0,74 | 10,68 | 1,44 | 0,64 | 0,20 | 1,34 | 1,51 |
| | 1,50 | 0,71 | 10,70 | 1,57 | 0,28 | 0,09 | 1,54 | 1,62 |
| Tanalith-CBC, %10,00 | 0,60 | 0,71 | 10,73 | 1,11 | 0,22 | 0,07 | 1,09 | 1,14 |
| | 0,90 | 0,72 | 10,83 | 1,19 | 0,14 | 0,04 | 1,18 | 1,22 |
| | 1,80 | 0,73 | 10,80 | 1,32 | 1,20 | 0,38 | 1,20 | 1,53 |
| Borik asit+Boraks, %5,00 (2,50+2,50) | 0,50 | 0,72 | 9,84 | 1,14 | 0,36 | 0,11 | 1,10 | 1,19 |
| | 0,75 | 0,73 | 9,95 | 1,28 | 0,07 | 0,02 | 1,27 | 1,29 |
| | 1,50 | 0,71 | 10,03 | 1,36 | 1,05 | 0,33 | 1,18 | 1,44 |
| Tanalith-CBC+Borik asit+Boraks, %10,00 (5,00+2,50+2,50) | 0,60 | 0,73 | 9,11 | 1,16 | 0,81 | 0,26 | 1,04 | 1,28 |
| | 0,90 | 0,74 | 9,07 | 1,21 | 0,39 | 0,12 | 1,15 | 1,25 |
| | 1,80 | 0,75 | 9,15 | 1,32 | 0,57 | 0,18 | 1,25 | 1,41 |

*: Önceki çalışmada (Yıldız vd, 2005) yayımlandığı için burada tartışılmamıştır. X: Ortalama, SS: Standard sapma, SH: Standard hata.

Çizelge 2’deki istatistik sonuçlara göre, borlu levhaların yüzey sağlığı değerleri ile kontrol levhası karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmaya göre, borlu levhaların yüzey sağlığı değerleri 1,04 N/mm² ile 1,63 N/mm² arasında değişmektedir. Bu değerlerden en düşüğü, %10,00 derişimdeki tanalith-CBC+borik asit+boraks karışımının %0,60’lık katılım oranıyla bulunurken, en yükseğı ise %5,00 derişimdeki boraksın %1,50’lik katılım oranıyla bulunmuştur. Kontrol levhasının yüzey sağlığı da 0,98 N/mm² ile 1,12 N/mm² arasında ölçülmüştür. Buna göre bir sonuç olarak, yongalevha üretiminde, katı tutkal ağırlığına göre belirli oranlarda borlu maddelerin kullanılması, levhanın ortalama yüzey sağlığını kontrole göre yükseltmiştir.

Çizelge 3. Borlu madde katılım oranlarının yongalevhanın yüzey sağlamlığı üzerinde meydana getirdiği etkilere dair varyans analizi ve duncan testi sonuçları.

| Varyans analizi sonuçları | | | | | | Duncan testi sonuçları | | | |
|---------------------------|-----------------|-----|--------------|---------|--------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|------------|
| Varyans kaynağı | Kareler toplamı | SD | Kareler ort. | F-oranı | P* | Borlu madde | | Levhanın yüzey sağlamlığı | |
| | | | | | | Adı | Katılım oranı (%) | Ortalama (N/mm ²) | HG |
| Gruplar arası | 323,38 | 15 | 21,56 | 58,93 | 0,000 | Kontrol | 0,00 | 1,08 | A |
| | | | | | | Tanalith-CBC | 0,60 | 1,11 | A,B |
| | | | | | | Borik asit+Boraks | 0,50 | 1,14 | B,C |
| | | | | | | Tanalith CBC+ | 0,60 | 1,16 | B,C, D |
| | | | | | | Tanalith-CBC | 0,90 | 1,19 | C,D |
| Gruplar içi | 52,68 | 144 | 0,37 | | | Tanalith CBC+ | 0,90 | 1,21 | D |
| | | | | | | Borik asit+Boraks | 0,75 | 1,28 | E |
| | | | | | | Boraks | 0,50 | 1,29 | E |
| | | | | | | Tanalith CBC+ | 1,80 | 1,32 | E,F |
| | | | | | | Tanalith-CBC | 1,80 | 1,32 | E,F |
| | | | | | | Borik asit | 0,50 | 1,35 | F |
| Toplam | 376,06 | 159 | | | | Borik asit+Boraks | 1,50 | 1,36 | F |
| | | | | | | Boraks | 0,75 | 1,42 | G |
| | | | | | | Borik asit | 0,75 | 1,44 | G |
| | | | | | | Boraks | 1,50 | 1,55 | H |
| | | | | | | Borik asit | 1,50 | 1,57 | H |

SD: Serbestlik derecesi, HG: Homojenlik grubu, *: P≤0,05 ise etkiler önemlidir.

Çizelge 3'deki varyans analizi sonuçlarına göre, borlu madde katılım oranları, yongalevhanın yüzey sağlamlığı üzerinde önemli derecede (P≤0,000) etkili olmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre ise yüzey sağlamlığına etkileri bakımından borlu maddelerin katılım oranları sekiz farklı homojenlik grubu (A, B, C, D, E, F, G, H) oluşturmuştur. Bu gruplarda A harfi en az etkiyi, yani; en başarısız sonucu, ifade ederken, H harfi ise en fazla etkiyi, yani; en başarılı sonucu, ifade etmektedir. Buna göre, boraks ve borik asit için, %1,50'lik katılım oranı yüzey sağlamlığı üzerinde en fazla etki yapan katılım oranı grubunda yer almıştır ve bu iki borlu madde arasında istatistik açıdan önemli bir farklılık da çıkmamıştır. Bu gruptaki katılım oranı için, yüzey sağlamlığı 1,55 N/mm² ile 1,57 N/mm² arasında gerçekleşmiştir. Bu gruptaki katılım oranı olmak üzere, boraks ve borik asit kullanılarak üretilen levhaların yüzey sağlamlığı, kontrol levhasına göre 0,47 N/mm² ile 0,49 N/mm² arasında değişen oranlarda daha yüksek olmuştur. Ayrıca bu gruptaki katılım oranı için, kontrole göre, levhanın yoğunluğu %1,43 ile %4,29 arasında değişen oranlarda artarken, yüzey sağlamlığı ise %43,52 ile %45,37 arasında değişen oranlarda yükselmiştir (Çizelge 2). Buna karşın, tanalith-CBC için %0,60'lık katılım oranı, yüzey sağlamlığı üzerinde en az etki yapan katılım oranı grubunda yer almıştır. Bu gruptaki katılım oranı için, yüzey sağlamlığı 1,11 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu gruptaki katılım oranı olmak üzere, tanalith-CBC kullanılarak üretilen levhaların yüzey sağlamlığı, kontrol levhasına göre 0,03 N/mm² kadar daha yüksek olmuştur. Bu gruptaki katılım oranı için, yüzey sağlamlığına dair gözlem değeri, kontrol levhasına ait gözlem değerine yakın çıkarak aynı homojenlik grubunda yer almıştır ve aralarında istatistik açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca bu gruptaki katılım oranı için, kontrole göre, levhanın yoğunluğu %1,43 oranında artarken, yüzey sağlamlığı ise %2,78 oranında yükselmiştir (Çizelge 2). Bu sonuçlara göre, yongalevhanın yüzey sağlamlığına etkileri bakımından en başarılı sonuç, borik asitin %1,50'lik katılım oranıyla elde edilmiştir ve boraksın %1,50'lik katılım oranı ile aralarında istatistik açıdan önemli bir farklılık çıkmamıştır. En başarısız sonuç ise, tanalith-CBC'nin %0,60'lık katılım oranıyla elde edilmiştir ve kontrol ile aralarında önemli bir farklılık çıkmamıştır.

Levhaların ortalama yüzey sağlamlık değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmaya göre, borlu levhaların yüzey sağlamlıkları $1,11 \text{ N/mm}^2$ ile $1,57 \text{ N/mm}^2$ arasında değişirken, kontrol levhasının yüzey sağlamlığı ise $1,08 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Borlu levhalar için, en düşük yüzey sağlamlık değeri %10,00 derişimdeki tanalith-CBC'nin %0,60'lık katılım oranıyla elde edilirken, en yüksek yüzey sağlamlık değeri %5,00 derişimdeki boraksın %1,50'lik katılım oranıyla elde edilmiştir. Buna göre bir sonuç olarak, üretimde kullanılan borlu maddelerin katılım oranları, yongalevhanın ortalama yüzey sağlamlığını, kontrol levhasına göre $0,03 \text{ N/mm}^2$ ile $0,49 \text{ N/mm}^2$ arasında değişen miktarlarda daha fazla iyileştirmiştir. Diğer bir ifadeyle, borlu maddelerin Çizelge 1'de belirtilen katılım oranları, yongalevhanın ortalama yüzey sağlamlığında, kontrole göre %3,16 ile %45,72 arasında değişen oranlarda bir iyileşme sağlamıştır. Yüzey sağlamlığındaki bu iyileşme, borlu madde katılım oranının levhanın ortalama yoğunluğunu artırmasından ileri gelebilir. Artan yoğunluğa bağlı olarak yongaların, yüzeyden kopmaya karşı mukavemetleri yükselmiş olabilir. Zira yongalevhada yoğunluğun, üretimde kullanılan emprenye maddesi kullanım oranının artmasına bağlı olarak arttığı belirtilmektedir (Yıldız vd, 2005).

Borlu maddeler, derişimleri dikkate alınmadan, katılım oranları bakımından kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmaya göre, borlu madde katılım oranları, çoktan aza doğru olmak üzere, “%1,50 borik asit > %1,50 boraks > %0,75 borik asit > %0,75 boraks > %1,50 borik asit+boraks > %0,50 borik asit > %1,80 tanalith-CBC > %1,80 tanalith-CBC+borik asit+boraks > %0,75 boraks > %0,75 borik asit+boraks > %0,90 tanalith-CBC+borik asit+boraks > %0,90 tanalith-CBC > %0,60 tanalith-CBC+borik asit+boraks > %0,50 borik asit+boraks > %0,60 tanalith-CBC > %0,00 kontrol” şeklinde bir diziliş oluşturmaktadır. Bu sonuçlara göre, yongalevhanın yüzey sağlamlığı üzerinde en fazla etki yapan katılım oranı %5,00 derişimdeki borik asitin %1,50 katılım oranı olurken, en az etki yapan katılım oranı ise %10,00 derişimdeki tanalith-CBC'nin %0,60 katılım oranı olmuştur.

Borlu maddeler, aynı derişim ve katılım oranları bakımından karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmaya göre, boraks, borik asit ve boraks+borik asit maddeleri için, borakslı levhaların yüzey sağlamlığı en yüksek olurken, borik asitli levhaların yüzey sağlamlığı en düşük olmuştur. Ayrıca söz konusu maddeler için, ortalama yüzey sağlamlığı değerleri arasında genel olarak önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır. Bu farklılık, birim hacimde bulunan yongalar tarafından tutulan borlu madde miktarının artmasına bağlı olarak yüzey kapalılığının ve dolayısıyla yoğunluğun artmış olmasından ileri gelebilir. Tanalith-CBC ve tanalith-CBC+boraks+borik asit maddeler için ise, tanalith-CBC+boraks+borik asit'li levhaların yüzey sağlamlığı, tanalith-CBC'li levhaların yüzey sağlamlığından daha yüksek çıkmıştır. Ancak bu iki maddenin yüzey sağlamlığı değerleri arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır. Bu sonuçlara göre, boraks ve tanalith-CBC, yüzey sağlamlığını iyileştirme açısından tek başına etkili olmuşlar, fakat borik asit karıştırılması halinde yüzey sağlamlığı değerleri azalmıştır. Ayrıca, aynı derişim ve katılım oranında olmak üzere, tanalith-CBC ve tanalith-CBC+boraks+borik asit maddeleri, yüzey sağlamlığının iyileştirilmesi noktasında, yongalevha üretiminde birbirinin yerine kullanılabilir.

Diğer yandan, genel kullanım amaçlı yongalevhalar için, yüzey sağlamlığı değerinin, EN 312-3 (1996) nolu standardda $0,80 \text{ N/mm}^2$ olması öngörülmekte, fabrikasyon tipi levhalarda $1,45 \text{ N/mm}^2$ olduğu (ORMA, 2011) ve literatürde ise $0,76 \text{ N/mm}^2$ ile $1,30 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği belirtilmektedir (Gündüz ve Masraf, 2005; Var, 2004; Ntalos ve Grigoriou 2002). Borlu madde katılım oranı kullanılarak üretilen levhaların yüzey sağlamlığı değerleri ise $1,11 \text{ N/mm}^2$ ile $1,57 \text{ N/mm}^2$ arasında değişmektedir. Sonuç olarak, deneme levhalarının yüzey sağlamlığı değerleri, genel kullanım amacına yönelik üretilen levhalar için gerekli olan standard değerlerin üzerinde bulunurken, fabrikasyon tipi levhaların yüzey sağlamlığına ve literatür sonuçlarına uyum sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Bektaş, İ., Güler, C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre-Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(2), 49-55.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993, Emprenye Tekniği, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No:3779/425, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1985., Yongalevha Endüstrisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No: 331/372, İstanbul.
- Çetin, M.A., 2002, Sempozyum Notları (3. Avrupa Ahşap Esaslı Panel Sempozyumu, 12-14 Eylül 2001, Hanover, Almanya), Isparta (Basılmamıştır).

- Deppe, E. and Ernst, K., 1964. Technologie der Spanplatten, Holz-Zentralblatt Verlag-GmbH, Stuttgart.
- EN 312-3, 1996, Particleboard-Specification-Part 3: Requirements for boards for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions, European Standard, Brussels
- Grexa, O. and Lubke, H., 2001. Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74(3), 183-191.
- Grigoriou, A. and Passialis, C., 1990, Gum Rosin as Water-Repellent Additive for Particleboard, Holzforschung und Holzverwertung, 5, 93-94
- Gündüz, G. ve Masraf Y., 2005. Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yongalevha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7/8: 58-71.
- Kalaycıoğlu, H., 1992. Bitkisel Atıkların Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, ORENKO'92 Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Bildiri Metinleri, I. Cilt: 288-292, 22-25 Eylül 1992, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H. ve Örs, Y., 1993, Technological Properties of Particleboards Produced from Pine (*Pinus pinaster* Ait.) wood, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 17(4), 737-751.
- Kartal, S.N., and Clausen, C.A., 2001. Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration & Biodegradation, 47(3), 183-191.
- Maloney, T.M., 1996. The Family of Wood Composite Materials, Forest Products Journal, 46(2), 19-26.
- Maloney, T.M., 1977. Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco-California.
- Nemli, G., 2003. Sentetik Laminat Endüstrisi, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları Ders Teksirleri, Seri No: 71, Trabzon.
- Ntalos, G.A and Grigoriou, A.H., 2002. Characterization and utilisation of vine prunings as a wood substitute for particleboard production, Industrial Crops and Products, 16, 59-68.
- ORMA 2011. ORMA Orman Mahsulleri İntegre Sanayi ve Ticaret A.Ş., <http://www.orma.com.tr> (05.07.2011).
- Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H., 1991. Çay Fabrikası Artıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 15 (4), 968-974.
- Sivrikaya, H. ve Saraçbaşı, A., 2004. Bor Madeninin Ahşap Koruma Endüstrisinde Değerlendirilmesi, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül 2004 Eskişehir, Maden Mühendisleri Odası, <http://www.maden.org.tr> (05 Temmuz 2011).
- TS EN 311, 2005. Ahşap esaslı levhalar – Yüzey sağlamlığı – Deney metodu, TSE, Ankara.
- TS EN 326-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene, Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.
- TS 642 ISO 554, 1997. Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standard Atmosferler-Özellikler, TSE, Ankara.
- Var, A.A., 2008. Farklı Katılım Oranlarında Uygulanan Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri, Düzce Ormancılık Dergisi, 4(1-2), 27-46.
- Var, A.A., 2004, Kolofan ve Alkid Reçinelerinin Yongalevhanın Yüzey Sağlamlığına Etkileri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(3), 61-165.
- Var, A.A., 2000. Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yongalevhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon (Yayınlanmamıştır).
- Var, A.A., Yıldız, Ü.C. ve Kalaycıoğlu, H., 2002. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, A(1), 19-38.
- Yıldız, Ü.C., Var, A.A., Kalaycıoğlu, H. ve Yıldız, S., 2005. Specific Gravity and Moisture Content of Particleboards Treated with Various Chemicals, The International Research Group on Wood Protection, The 36th Annual Meeting of IRG, Section 4, Processes and Properties, IRG/WP 05-40310: 24-28 April 2005, Bangalore, India.