

Borik Asit ve Boraks ile Muamele Edilen Kavak Yongalarından Üretilmiş Yonga Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Mechanical and Physical Properties of Particleboard Produced from Aspen Strands Treated with Boric Acid and Borax

A. Dönmez, H. Kalaycıoğlu

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

ÖZET: Genel amaçlı üretilen yonga levhaların başlıca kullanım alanını iç mekanlar oluşturmaktadır. Özellikle toplu yaşamın gerçekleştiği (yurt, huzur evi v.b) kullanımlarda levhalar biyolojik zararlılar ile en önemlisi yangına maruz kalabilirler. Bu etkilerin var olduğu durumlarda kullanılan levhaların yangına karşı dirençli olmaları gerekmektedir. Bu direnci sağlamanın yolu ise levha üretilirken zararları önleyecek veya azaltacak kimyasallar kullanmaktır. Bu amaçla; genellikle bor tuzlarından olan boraks içerikli kimyasallar en fazla da, suda kolayca çözünebilen ve diğer maddeler ile karışabilen borik asit kullanılmaktadır. Fungusit, insektisit ve yanmayı önleyici (fire-retardant) etkiye sahip olan boraks (sodyum tetraborat), diğer maddelere katılarak kullanılabilme ve su ile yıkanarak uzaklaştırılabilme özelliğine de sahiptir. Çalışma, tutkallama makinesinde, tutkallama öncesi borik asit ve boraks püskürtülen kavak yongalarından üretilmiş yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Araştırmada; tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.5 ve % 1 oranlarında borik asit ve boraks kullanılmıştır. 5 grup levha üretilerek fiziksel özellikleri (yoğunluk, su alma) ve mekanik özellikleri (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, levha yüzeyine dik çekme direnci) belirlenmiş, sonuçlar ilgili standartlar ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre borik asit ve boraks kimyasalların düşük oranlarda kullanılması, levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine önemli bir etki oluşturmamıştır.

ABSTRACT: The particleboards produced for general purpose are principally used in interior parts of gathered living buildings. They can be subjected to fire and biological vermin's these living buildings (dormitory, rest home etc.). These boards used in these buildings are necessary to be resistance to fire. That can be achieved by addition of fire retardants during the boards are manufactured. For this purpose, boron compounds, such as boric acid and borax, have been used, generally. Boric acid is water-soluble and easily used with other chemicals. Borax (sodium terra borate), which is insecticide, fungicide and fire retardant, can be used with other chemicals and removed by washing. This study includes the determination of physical, mechanical and properties of particleboards manufactured from aspen strands treated with boric acid and borax. In investigation, borax and boric acid were used as 0.5, 1% (according to weight of oven dry strand) for each layers. Finally, the results of study were compared with related standards. According to the results, when boric acid and borax were used the rate of low, that didn't have importantly effect on physical and mechanical properties of boards.

1. GİRİŞ

Sınırlı olan orman kaynakları ve bilinçsiz kullanım odun hammaddesini en verimli ve akılcı düzeyde değerlendirilmesi gereken doğal bir kaynak haline getirmektedir. Hammadde sıkıntısı yaşayan odun esaslı endüstriler masif odun yerine alternatif

ürünlerden yongalevha, liflevha, kontrplak, OSB (yönlendirilmiş yonga levha) ve ahşap kaplamalardan üretilen yapı malzemelerini kullanmaktadır. Bunlar arasında ise üretim teknolojisi ve kullanım alanı bakımından en yaygın olanı yongalevha sanayidir (VAR, A. A., 2000).

A. Dönmez, H. Kalaycıoğlu

Doğal halde kullanılan ağaç malzemelerin fiziki ve ekonomik ömrü sınırlıdır. Normal hava koşullarında ağaç malzeme; yangın, mantar, böcek, oyucu deniz kurtları ve dış etkenler ile kolayca tahrip edilmekte yada kullanım değeri azalmaktadır. Bunun sonucu olarak da maddi kayıplar söz konusu olmaktadır.

Yaşadığımız bu dönemde odun kökenli ürün tasarımlarında önem kazanan başlıca öğeler; takviye edilmiş direnç özellikleri, estetik görünüm, bakım ve onarım giderlerinin azaltılmasının yanı sıra, boyut stabilizasyonu, biyolojik zararlılara dayanımın ve yangına karşı direncin artırılması ile ilgilidir. Ağaç malzemenin daha uzun kullanım ömrüne sahip olması ve zararlılara karşı korunması için ise çeşitli kimyasallarla muamele edilmesi gerekmektedir (Bozkurt ve ark., 1993 / Anonim, 1995).

Özellikle, % 90 gibi büyük oranda odun yongası içeren yonga levhanın mevcut fiziksel, mekanik özellikleri ile biyolojik zararlılara karşı dayanımını daha iyi düzeye ulaştırın teknolojik uygulamaların önemi sürekli artmaktadır.

Borlu empenye maddelerinin koruyucu olarak uygulanmasında; böcek ve mantarlara karşı belirgin bir etkiye sahip olmaları, memelilere karşı zehirlilik ve uçuculuklarının düşük olmaları, renksiz ve kokusuz özellik göstermeleri ve ülkemizde geniş bor rezervlerinin mevcudiyeti gibi avantajları yanında higroskopik yapıda olmaları nedeniyle boyut stabilitesini etkileyebildikleri, ancak uygun su itici polimerlerin ve hidrofobik maddelerin ilavesiyle bu etkinin azaltılabileceği bilinmektedir (Hafizoğlu ve ark., 1994).

Literatürde; yapışınlarak kullanılacak odun malzemelerinin çeşitli maddelerle empenye edilmesi durumunda, kullanılan empenye maddesi ve uygulama şekli ile tutkal ve ağaç türüne göre yapışma direncinde farklı sonuçlar elde edilmektedir (Wang, ve ark, 1999).

Çalışmanın amacı; fenol formaldehit tutkalı kullanılarak, üzerine tutkallama makinesinde boraks ve borik asit çözeltisi püskürtülen kavak yongalarından üretilen yongalevhanın mekanik ve fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Ağaç Malzeme: KTÜ kampüsündeki bakım kesimlerinden elde edilen melez kavak (*populus x euroamericana I 214*) odunlarından Orman Fakültesi, Yongalevha Pilot Tesisinde üretilen yongalar kullanılmıştır.

Tutkal: Polisan A.Ş. tarafından üretilmiş POLİFEN 47 kodlu % 47'lik fenol formaldehit kullanılmıştır.

Kimyasallar: Borik asit (H_3BO_3) ve borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) %5'lik çözeltiler halinde kullanılmıştır.

2.2. Metot

Yongalevhalar, 3 tabakalı, 560 x 560 x levha kalınlığı mm boyutlarda ve 0.65 g/cm^3 yoğunlukta üretilmişlerdir. Tam kuru yonga ağırlığına oranla %0.5 ve %1 oranlarında borik asit ve borax %5'lik çözeltisi kullanılan ve kontrol örnekleri olmak üzere toplam 5 grup levha ikiye tekrarlı olarak üretilmiştir.

Deneme levhaları pres şartları; sıcaklık 150°C , süre 5 dk (pres kapandıktan sonra), basınç $24-27 \text{ kp/cm}^2$ olarak, dış tabakalar levha kalınlığının % 35'ini, orta tabaka ise %65'ini oluşturacak şekilde üretilmişlerdir.

Tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalar için %9, orta tabaka için ise %7 oranında fenol formaldehit tutkalı kullanılmıştır. %1 rutubet'e kadar kurutulmuş yongalar üzerine; tek enjektörlü, 6 kg/cm^2 basınca dayanıklı ve beş adet kanştırma koluna sahip tutkallama makinesinde önce kimyasallar, ardından fenol formaldehit tutkalı püskürtülmüştür. Yongalar kimyasal maddeler ile işlem gördükten sonrası rutubetleri ölçülmüş ve %1'lik borik asit ve boraks kullanılan yongaların rutubetleri % 12'den fazla olduğu için bir miktar kurutmaya tabi tutulmuşlardır.

Üretilen levhalar standartlara uygun olarak test edilmiş ve borik asit ve boraks kullanımının; özgül ağırlık, kalınlık artımı, su alma, eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve vida tutma direnci üzerine etkileri belirlenmiştir.

3. LEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Yoğunluk

Yoğunluk yonga levhanın fiziksel mekanik ve teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktör olup, TS EN 323/1 (1999)' de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmektedir.

$$\delta = \frac{m_r}{a_1 \times a_2 \times e} \text{ (gr / cm}^3\text{)}$$

δ Özgül ağırlık (gr/cm³)
 m_r Hava kurusu ağırlık (gr)
 a_1 Örnek genişliği (mm)
 a_2 Örnek uzunluğu (mm)

Yoğunluğun belirlenmesinde; eğilme direnci denemelerinden sonra kırılan parçalardan 50mm * 50mm * levha kalınlığı mm boyutlarında hazırlanan örnekler kullanılmıştır.

3.1.2. Su Alma Oranı

Su alma oranı ASIM D1037 standardına uygun olarak belirlenmiştir. 50mm * 50mm * levha kalınlığı mm boyutlarında hazırlanmış örnekler, 2 ve 24 saat süre ile 20± 2 °C'lik suda bekletilmişlerdir. Bu süreler sonunda sudan çıkarılan örnekler bir bezle silinmişler ve ağırlıkları ± 0,01 gr duyarlılık terazide tartılmıştır.

$$SA(\%) = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

SA Su alma oranı
 m_0 Örneğin ilk ağırlığı (gr)
 m Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı (gr)

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci ASTM-D 1037 standartlarına uygun olarak belirlenmektedir. Örneklerin boyutları 400mm * 400mm * levha kalınlığı mm olarak alınmıştır. Deneyler Zwick Universal levha deneme makinesinde gerçekleştirilmiştir.

$$\sigma_e = \frac{3 \times P_{max} \times L}{2 \times a \times e^2} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

σ_e Eğilme direnci (N/mm²)
 P_{max} Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)
 L Dayanak noktaları arasındaki uzaklık (mm)
 a Örnek genişliği (mm)
 e Örnek kalınlığı (mm)

3.2.2. Yüze Dik Çekme Direnci

Yüze dik yöndeki çekme direnci tutkal ve tutkallama kalitesini belirleyen en önemli özelliktir. Denemeler ASTM D1037 ve EN 3319' da belirlenen, esaslara göre yapılmıştır.

50mm * 50mm * levha kalınlığı mm boyutlarında hazırlanan örneklerin boyutları 0.01 mm duyarlılıkla belirlendikten sonra örneklerin her iki yüzüne 50mm * 50mm boyutlarında hazırlanan kayın takozları yapıştırılmıştır.

$$Q_{pd} = \frac{P_{max}}{a_1 \times a_2} \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

Q_{pd} Yüze dik çekme direnci (N/mm²)
 P_{max} Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)
 a_1 Örnek genişliği (mm)
 a_2 Örnek uzunluğu (mm)

Denemelere ait sonuçları istatistik anlamda Varyans Analizleri ile değerlendirilmiş olup, levha grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan testinden yararlanılmıştır.

4. BULGULAR ve DEĞERLENDİRMELER

4.1. Fiziksel özellikler

Deneme levhalarının fiziksel özelliklerine ait; ortalama, standart sapma ve varyasyon değerleri ile varyans analizi sonucu yapılan Duncan Testi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Fiziksel Özelliklere İlişkin Değerler ve Duncan Testi Sonuçları.

LG	Fiziksel Özellikler			
		Yoğunluk (g/cm ³)	Kalınlık Artımı (%)	
			2saat	24saat
%05 BA	X	0.63(m)	18.59(a)	23.51(b)
	V	0.014	1,04	2,77
	S	0,003		
*1 BA	X	0.65(a)	35.62(d)	46.27(e)
	V	0.03	2,24	2,56
	S	0,007		
%05 B	X	0.67(b)	18.44(b)	27.92(c)
	V	0.02	1,28	4,47
	S	0,004		
%1 B	X	0.64(a)	21.43(C)	34.81(d)
	V	0.02	3,67	1,28
	S	0,005		
K	X	0.65(a)	11.98(a)	13.62(a)
	V	0.04	1,14	1,20
	S	0,010		

n 20 Adet alınmıştır
 LG: Levha Grupları

4.1.1. Yoğunluk

Levhalannın üretim öncesi planlanan yoğunluk değerlerine uygunluğunun belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Yoğunluğa Ait Basit Varyans Analizi Sonuçları.

V K	K T	SD	K O	F h	ÖD
Gruplar Arası	,013	4	,003	4,27 ₄	,003
Gruplar içi	,072	95	,001		
Toplam	,085	99			

VK Varyans Kaynağı, KT Kareler Toplamı, SD Serbestlik Derecesi
KO Kareler Ortalaması, Fh F Hesap, ÖD: Önem Düzeyi

Deneme levhalannın üretiminde yoğunluğun 0.65 g/cm³ olması planlanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre sadece, % 0.5 boraks kullanılarak üretilmiş levhalarda farklılık gözlenmiştir.

4.2. Kalınlık Artımı

Çizelge 3. Kalınlık Artımı Değerlerine Ait Basit Varyans Analizi Sonuçları.

VK	KT	SD	KO	F hesap	ÖD
Levha tipi (A)	1725631	4	4314,126	721,532	,000
Suda bekletme süresi (B)	3210/496	1	3210,496	536,951	,000
interaksiyon (A*B)	880,502	4	220,126	36,816	,000
Hata	1136,032	190	5579		
Toplam	22483,53	199			

En iyi kalınlık artımı sonuçları kontrol ve % 0.5 borik asit kullanılarak üretilen levhalarda elde edilmiştir. Bunu %0.5'lik boraks kullanılarak üretilen levhalar izlemiştir, %1'lik borik asit kullanılarak üretilen levhalar ise en kötü sonucu vermiştir. Çizelge 3'den anlaşılacağı üzere emprenye maddesi kullanım oranı arttıkça levhanın kalınlık artımı değerlerinde bir artış gerçekleşmektedir.

4.2 Mekanik Özellikler

Deneme levhalannın mekanik özelliklerine ait; ortalama, standart sapma ve Duncan Testi değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Mekanik Özelliklere İlişkin Değerler ve Duncan Testi Sonuçları.

LG	Mekanik Özellikler			
		ED (N/mm ²)	EM (N/mm ²)	YDÇD (N/mm ²)
%0.5 BA	X	2,809(c)	B	B
	V	1,47	B	B
	S	33	B	B
%1 BA	X	4,698(d)	B	B
	V	1,16	B	B
	S	26	B	B
%0.5 B	X	18,84(a)	1297(a)	0,29(b)
	V	2,59	63	0,11
	S	58	14	0,024
%1 B	X	13,37(b)	1011(b)	0,21(c)
	V	1,33	92	0,04
	S	30	21	0,008
K	X	14,21(a)	897(c)	0,53(a)
	V	2,03	191	0,12
	S	45	43	0,03

n 20 Adet alınmıştır, ED: Eğilme Direnci
EM Eğilmede Elastikiyet Modülü
YDÇD Yüze Dik Çekme Direnci

4.2.1. Eğilme Direnci

Emprenye maddesi kullanımının levhalannın eğilme direnci üzerine etkisinin belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Eğilme Direncine Ait Varyans Analizi Sonuçları.

V K	K T	SD	K O	F h	ÖD
Gruplar Arası	3678,489	4	919,62	285,4	,000
Gruplar içi	306,147	95	3,223		
Toplam	3984,636	99			

Borik asit kullanılarak üretilmiş levhalannın eğilme direnci değerlerinde basın sağlanamamıştır. Boraks kullanılarak üretilen levhalarda boraks oranı arttıkça eğilme direncinde artış gözlenmiştir. Duncan testine göre; kontrol ve %0.5 boraks kullanılarak üretilen levhalar aynı homojen grup içerisinde yer almıştır.

4.2.2. Elastikiyet Modülü

Emprenye maddesi kullanımının levhalannın eğilme elastikiyet modülü üzerine etkisinin belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Elastikiyet Modülüne Ait Varyans Analizi Sonuçları.

V K	K T	SD	K 0	F h	ÖD
Gruplar Arası	1701302,70	2	850651,4	52,06	,000
Gruplar İÇİ	931316,041	57	16338,88		
Toplam	2632618,74	59			

Boraks kullanılarak üretilmiş levhalar en iyi eğilmede elastikiyet modülü değerlerini vermişlerdir. Borik asit ile üretilen levhalarda denemeler başarısız olmuşlardır.

4.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Emprenye maddesi kullanımının levhalarının yüze dik çekme direnci üzerine etkisinin belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Yüze Dik Çekme Direncine Ait Varyans Analizi Sonuçları.

V K	K T	SD	K 0	F h	ÖD
Gruplar Arası	1,128	2	,564	61,609	,000
Gruplar İÇİ	,522	57	,009		
Toplam	1,650	59			

En iyi yüze dik çekme direnci değerlerini kontrol örnekleri vermiştir. Boraks kullanım oranı arttıkça yüze dik çekme direncinde azalma gözlenmiştir. Borik asit ile üretilen levhalarda ise deney başarısız sonuçlanmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mekanik ve fiziksel deneyler sonucunda elde edilen değerlere göre; Boraks kullanılarak üretilen levhaiann; eğilme direnci değerleri borik asit ile üretilen levhalara oranla daha yüksek bulunmuştur. Borik asit ile üretilen levhalar eğilme direnci belirlenmesi sırasında simetri ekseninden ayndıkları için bu levhalara ait eğilmede elastikiyet modülü ve yüze dik çekme direnci belirlemeleri gerçekleştirilememiştir.

Üretimde emprenye maddesi kullanılması - durumunda levhaiann kalınlık artımı değerlerinde

kötüleşme meydana gelmektedir. Ancak %0.5 borik asit kullanılarak üretilen levhalar kontrol örneklerine yakın kalınlık artımı değerleri göstermektedir.

Literatür araştırmalarına göre, Fenol Formaldehit tutkalı kullanımının, borik asit kullanılarak üretilen levhaiann bazı mekanik testlerdeki başarısızlığının nedeni olarak gösterilebileceği kanısına varıldığı ve kullanılan fenol formaldehitin alkali özellikte olması tutkalın sertleşme süresinin daha uzun olmasını gerektirdiğinden orta tabakada istenilen bağlanmanın gerçekleşmemiş olabileceğinden bahsedilmektedir. (Çolakoğlu ve ark., 2003).

Örs ve Kalaycıoğlu tarafından gerçekleştirilen çalışmada % 100 FF kullanılarak üretilen levhalarda kalınlık artımı 2 saat için, %20.14; 24saat için ise %22.34 olarak elde edilirken, Eğilme direnci 18.84 N/mm² ve 0.62 N/mm² YDÇD değerlerinin elde edildiği belirtilmiştir. Kontrol levhalarda ise, kalınlık artımı değerleri 2 saat için % 11.984, 24 saat için ise % 13.62, eğilme direnci 14.21 N/mm² ve YDÇD ise 0,59 N/mm² olarak elde edilmiştir. Kontrol levhaiann fiziksel özellikler bakımından daha kaliteli, mekanik özellikler açısından ise yakın değerler göstermiştir (Örs, Kalaycıoğlu, 1987).

TS EN 312-2'de eğilme direnci 11,5 N/mm² olarak verilmiştir. Kontrol ve boraks kullanılarak üretilen levhaiann eğilme direnci değerleri standart'tan üstün sonuçlar vermiştir. Bu durumda boraks kullanılarak üretilen levhalar "Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhaiann" kullanım yerleri için uygundur (Anonim, 1999).

TS EN 312-2'de yüze dik çekme direnci 0.24 N/mm² olarak verilmiştir. Kontrol ve %0.5 boraks kullanılarak üretilen levhaiann yüze dik çekme direnci değerleri standart'tan üstün sonuçlar vermiştir. Fakat, %1 boraks kullanılarak üretilen levhaiann yüze dik çekme direnci değeri 0.21 N/mm² olduğundan bu şartı sağlayamamıştır (Anonim,1999).

KAYNAKLAR:

Anonim, 1995, DPT VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel ihtisas Komisyonu Raporu, Orman Ürünleri Sanayii, Yayın No: DPT: 2376-ÖİK-445, Ankara.

- Anonim, TS EN 312-2/Nisan 1999, Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 2: Kura Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar İçin Şartlar TSE, Ankara.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993, Emprenye Tekniği, İÜ Orman Fakültesi Yayınlan No: 3779/425, İstanbul.
- Çolakoğlu, G., Çolak, S., Aydın, İ., 2003, Boraks Ve Borik Asitle Emprenye Edilmiş Kayın Kaplama Levhalardan Üretilen Lamine Tabakalı Malzemelerin Mekanik Özellikleri, I. Ü.. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 53, Sayı 2, istanbul.
- Hafızoglu, H., Yalınkılıç, K.M., Yıldız, C., Baysal, E., Peker, H., Demirci, Z., 1994, Türkiye'de Bor Kaynaklarının Odun Koruma Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları, TO AG Projesi, Proje No: 875, Trabzon.
- Örs.Y., Kalayaoğlu, H.,1987, Yongalevha Tutkalı Olarak Sülfite Lignini, DOĞA-Tr. J. of Agriculture and Forestry, 11, 588-594.
- Wang, S. Y., Rao, Y.C., 1999, Structure of Performance of Fire-Retardant Treated Plywood; Effect of Elevated Temperature, Holzforshung, 53,547-552.
- Var, A.A., 2000, Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.