

ÜÇ TABAKALI YATIK YONGALI YONGALEVHA ÜRETİMİNDE ÜRETİM ŞARTLARININ DEĞİŞTİRİLMESİNİN LEVHALARIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gökhan GÜNDÜZ, Yasemin MASRAF
ZKÜ Bartın Orman Fakültesi – 74100 BARTIN

ÖZET

Bu çalışmada, üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde pres faktörleri ve talaş oranlarının etkisi fiziksel ve mekaniksel özellikler bakımından incelenmiştir. Sonuçlar levhalar arasında ve kontrol levhasına göre değerlendirilmiştir. Özgül kütle en yüksek $0,630 \text{ gr/cm}^3$, en düşük $0,601 \text{ gr/cm}^3$, rutubet en yüksek %7,80 en düşük %6,46, su alma (24 saat) en düşük %75,12 en yüksek %86,31, kalınlık artımı (24 saat) en yüksek %16,07 en düşük %12,84, yüzey absorpsiyonu en iyi 409-402 mm en düşük 318-310 mm, yüzey sağlamlığı en yüksek $1,074 \text{ N/mm}^2$ en düşük $0,758 \text{ N/mm}^2$, yüzeye dik yöndeki çekme direnci en yüksek $0,465 \text{ N/mm}^2$ en düşük $0,326 \text{ N/mm}^2$, eğilme direnci en yüksek $14,75 \text{ N/mm}^2$ en düşük $9,29 \text{ N/mm}^2$ ve en yüksek elastikiyet modülü $2693,43 \text{ N/mm}^2$ en düşük $1523,56 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; deneme levhaları aralarında ve kontrol levhasına göre farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıkların ağaç türünden, tutkallamadan, serme şeklinden ve presleme şartlarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Pres şartları, Yonga oranı

THE EFFECTS OF PRODUCTION PROCESS CHANGES ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THREE LAYERED PARTICLEBOARD

ABSTRACT

In this study, affects of press conditions and chips percentage was researched in respect to physical and mechanical properties in producing of tree layers chipping particleboard. This results were evaluated depend on test board and among six boards. Specific gravity maximum $0,630 \text{ gr/cm}^3$, mininum $0,601 \text{ gr/cm}^3$; humidity maximum %7,80, minimum %6,46; absorption of water (24 hours) minimum % 75,12, maximum %91,43; swell (24 hours) maximum %16,07, minimum %12,84; surface absorbtion maximum 409-402 mm, minimum 318-310 mm; surface durability maximum $1,074 \text{ N/mm}^2$, minimum $0,758 \text{ N/mm}^2$; resistance tensile strength maximum $0,465 \text{ N/mm}^2$, minimum $0,326 \text{ N/mm}^2$; bending strength maximum $14,75 \text{ N/mm}^2$, minimum $9,29 \text{ N/mm}^2$ and modulus of elasticity minimum $1523,56 \text{ N/mm}^2$, maximum $2693,43 \text{ N/mm}^2$. In this results, experiment boards indicated difference among each other. It is thought that, this differences was caused by wood kinds which are used in proress, gluening, method of spreading and press conditions.

Keywords: Particleboard, Physical Properties, Mechanical Properties, Press conditions, Chips percentape

1. GİRİŞ

Odun; insanoglundun kullandığı en eski malzemelerden biri olduğu halde, odun kökenli levha ürünlerinin (Yongalevha, kontrplak, MDF vb.) üretimi çok yakın bir tarihi gelişime sahiptir. Bu levha ürünlerinin üretimi, orman ürünleri endüstrisindeki en önemli gelişmelerden birisini teşkil etmektedir. Odun kökenli levha ürünleri arasında yongalevha üretimi ancak 1941 yılında endüstriyel üretimine başlamış olmasına rağmen, en hızlı gelişmeyi yongalevha endüstrisi kaydetmiştir. Bu hızlı gelişmede, ince çaplı ve düşük nitelikli odun hammaddesi ile diğer odun işleyen endüstrilerin artıklarına rasyonel bir kullanım alanı sağlamış olmasının payı büyüktür. Yongalevha, bir çok kullanım yeri için gerekli fiziksel ve mekaniksel özellikleri taşır, düzgün yüzeylidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla diğer malzemelerle birleştirilebilir, büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar, üst yüzey işlemleri uygulanabilir, yongaların koruyucu, yanmayı geciktiren ve hidrofobik maddelerle muamele edilmesiyle çeşitli özellikler kazandırılabilir, işlenmesi kolaydır, masif ağaç malzeme de görülen budak, çürük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmaz ve nispeten ucuzdur. Yongalevha, bütün bu özelliklere sahip olmasından dolayı büyük bir üretim artışı gerçekleşmiştir. Endüstriyel üretime başlanmasından sonra hem üretim teknolojisinde ve ekipmanlarda büyük gelişmeler olmuş, hem de farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilmiştir (Akbulut, 2000).

Yongalevhaların özelliklerini ağaç türü, ağaç malzemenin özgül kütlesi, yonga geometrisi, tutkal türü, presleme şartları, tutkal miktarı, levhanın özgül kütlesi ve taslak yapısı gibi birçok faktör etkilemektedir. Kullanım yerlerinin isteklerine uygun kalitede levha üretilebilmesi için bu faktörlerin levha özellikleri üzerine olan etkisinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Göker ve ark. 1993).

Genel olarak, düşük özgül kütleyle sahip ağaç türleri kolaylıkla sıkıştırılabilmelerinden dolayı tercih edilir, orta özgül kütledeki türler kolay ve ucuz olarak bulunabiliyorsa kullanılır. Yüksek özgül kütleyle sahip türlerden ise sakınılır.

Iosifov et. al. (1991) Kayın, meşe, huş, kavak, söğüt, ıhlamur, sarıçam ve ladin odunları kullanarak imal edilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlediği bir araştırmada iğne yapraklı ağaç ve ıhlamur odunlarının daha iyi kalite özellikleri gösterdiğini ortaya koymuştur.

Aynı şekilde, kavak ağacına ait odunların yongalevha sanayisine uygunluğunun belirlendiği bir araştırmada olumlu sonuçlar alınmıştır. Özellikle diri odunundan imal edilen yongalevhaların daha yüksek değer de eğilme direncine sahip oldukları ortaya konulmuştur (Roffael and Dix, 1994).

Bu bakımdan, yongalevha üretimine uygun ağaç türlerinin özgül kütleleri $0,40-0,65 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Literatürde, hafif ve ağır odundan aynı özgül kütlede üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direncinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Deppe and Ernst, 1964).

Bu durum, lümen çapı 5 mikrondan daha büyük olan hücrelerin pres sırasında ezilerek özellikle dış tabakalarda yoğunluğu artırılması ile açıklanmaktadır (Schneider, 1982).

Hafif odundan üretilmiş yongalardan levha preslerken sıkıştırma faktörü yüksek seçilebilir. Bunun sonucu olarak levha özgül kütlesi düşük olmasına rağmen direnç yükselmiş olur. Ağır odunlarda aynı sıkıştırma faktörüne ulaşmak için daha fazla yonga (kg olarak) ve daha yüksek basınç gerekir. Direncin artmasına karşılık levhanın özgül kütlesi de artar (Özen, 1980).

Ağaç türünün pH'sı tutkalın sertleşmesi üzerine etki eder. Bu nedenle, hazırlanacak olan tutkal reçetesi hammadde türünün pH'ına göre ayarlanmalıdır. Üretimde mümkün olduğu kadar aynı hammadde türünün veya pH değerleri birbirine yakın türlerin kullanılması tercih edilir. Eğer farklı pH değerlerine sahip ağaç türleri kullanılırsa normal olarak tutkala katılacak sertleştirici miktarı; en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Bu durumda, düşük pH derecesine sahip ağaç türlerinden elde edilen yongalarda erken sertleşme oluşur, bu da yongalevhanın direnç değerlerinin azalmasına neden olur. İyi bir yapıştırma elde etmek için ağaç türünün pH'sının 4-5 olması arzu edilir (Göker ve Akbulut, 1992).

Ekstraktif maddeler bazı iğne yapraklı ağaçlardan üretilen levhanın rutubete karşı direnç özelliklerini iyileştirme bakımından önemlidir. Bazı ağaç türleri doğal reçine ya da mum benzeri ekstraktif maddelere sahiptirler. Bu tür maddeler levhaya bir dereceye kadar su iticilik kazandırır. Fazla permabl ağaç türlerinin kullanılması durumunda tutkal sarfiyatı artar. Buda ekonomik açıdan arzu edilmez (Göker ve Akbulut, 1992).

Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için; hammadde odunun %30-60 oranında rutubet içermesi gerekir. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur, yonga verimi düşerek, maliyet artar. Rutubetin fazla olması durumunda ise elde edilen yongaların yüzeyi bozuk yonga uçları lifli olur. Bu yongaların kurutma masrafları artar. Lifli yongalar yapışmanın hatalı olmasına neden olur. Kuruduktan sonra orta tabaka yongalarının rutubeti %3-5, dış tabakaların ise; %5-7 olması, tutkallanmış yongaların rutubeti ise orta tabaka için %10-13, dış tabak için, %15-18'i geçmemesi gerekmektedir (Lee ve Chung, 1984).

Yongalevha yapımında kullanılacak odunun belirli boyutlarda yongalar halinde ufalanması ve elde edilen yongaların homojen olarak belli bir düzeye kadar kurtulması gerekmektedir. Bu bakımdan gerek yongalama ve gerekse kurutma işlemlerinde odundaki su miktarı çok önemlidir. İyi kalitede yongalar elde etmek için odun rutubet miktarının %30-60 arasında olması gereklidir (Göker ve ark. 1984).

Yonga geometrisi; yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve işleme özelliklerini etkilemektedir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik olan paralel kesistir. Bıçak yönü lif yönüne meyilli olan paralel kesitte aynı şekilde uygundur. Yonga kalınlığının artmasıyla; suda bekletme sonucu kalınlık artımı miktarı artmaktadır. Eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye paralel yüzeye paralel çekme ve basınç dirençlerinin yüksek olması için narinlik (yonga uzunluğunun yonga kalınlığına oranı) derecesi 150 civarında olmalıdır. Yongalarla birlikte, küçük yonga ve toz kullanılması halinde, su alma ve kalınlık artımı özellikleri kötüleşir. Ancak, bunun yüzeye dik çekme direnci üzerine fazla bir etkisi yoktur. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir. Yongaların levha içerisinde yönlendirilmesiyle levhanın direnç özellikleri değiştirilebilir. Yönlendirme derecesi ne kadar yüksek olursa, yönlendirme istikametinde direnç özellikleri de o derece yüksek olmaktadır. İnce ve uzun yongalar (narinlik derecesi yüksek) yönlendirilmeye en uygun yongalardır (Özen, 1980).

Dış hava koşullarına maruz kalan yerlerde kullanılacak yonga levhalar için fenolik tutkallar ile izosiyanat tutkalı, iç kısımlarda ve kapalı mekanlarda kullanılacak genel amaçlı yonga levhalarda ise; üre formaldehit tutkalı kullanılmalıdır. Kullanılan tutkal miktarının artmasıyla levhanın bütün direnç özellikleri ve boyut stabilitesi iyileşmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluştururlar ve bunun sonucunda direnç özellikleri artar. Yongalevhaya hidrofobik özellik kazandırmak için kullanılan maddelerden parafin, levhanın bazı direnç özelliklerini düşürebilir. Bu miktar tam kuru yonga ağırlığına oranla %1 veya daha az ise levhanın direnç özelliklerini etkilemez. Mantar ve böceklerle karşı %2 oranında pentaklorfenol kullanıldığı takdirde yeterli koruma sağlanmaktadır. Ancak, miktar artınca tutkalın yapışması engellendiği için levhanın yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

Yongalevha üretiminde; (üre formaldehit tutkalı için) en uygun sertleştirici amonyum klorürüdür. Nadiren de olsa amonyum sülfat'ta kullanılır. Ancak, bu durumda meydana gelen asit (H_2SO_4) uçucu olmadığından levha taslağına eşit olarak dağılmaz ve yeknesak bir sertleşme meydana gelmez. Yongalevhalar su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranlarını azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir. Bunlar; Odun yongalarını su buharı etkisinde bırakmak ve odun yongalarının asetillendirilmesi (Nemli ve ark. 2002), yongalevha yüzey ve kenarlarının kaplanması (Nemli, 2000), Odun yongalarının su itici maddelerle muamele edilmesi ve suya karşı dayanıklı tutkal çeşidinin kullanılması (Nemli, 1995), odun yongalarının kabuk ekstraktları ile muamelesi (Nemli ve ark. 2003) olarak sıralanabilir.

Yongalevhalar mekanik dirençleri yükseltmek için; Levhanın özgül ağırlığı yükseltilebilir (Nemli, 2003), Tutkal miktarı ve dış tabaka yonga kullanım oranı artırılabilir. Narinlik oranı 150 civarında olan yongalar ve Hafif ağaç türleri yüzey tabakalarında nispeten ağır ağaç türleri ise orta tabakada kullanılabilir (Akbulut, 1995), Formaldehit oranı yüksek tutkal kullanılabilir (Nemli, 2002).

Levhanın özgül kütlesi, fiziksel ve mekanik özellikleri en çok etkileyen faktörlerden biridir. Yongalevha özgül kütlesinin artması ile kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere diğer bütün özellikler iyileşmektedir. Özgül kütlenin artması sonucu yongalar arasındaki temas çok daha güçlü olur. Yongalevhaların kalite ve özelliklerini en çok etkileyen odun özellikleri odunun özgül ağırlığı ve pH'sıdır. Özgül ağırlığı yüksek olan odunlar sert olduğundan yongalama güçlüklerine ve makine bıçaklarının sık sık keskinliğini kaybetmesine sebep olmaktadır. Başkaca, preslemede problemler meydana getirmektedir. Özgül ağırlığı çok düşük olan odun, pahalı bir hammadde olan tutkalı fazla emmesi dolayısıyla maliyeti arttırması ve istenilen boyutlarda (ufalanması nedeni ile) yongalanamamasından dolayı arzu edilmemektedir. Bu nedenlerle yongalevha yapımında kullanılan odunun özgül ağırlığı 400 Kg/m^3 'ten az ve 700 Kg/m^3 'ten fazla olmamalıdır (Göker, 1978).

Preslemede en önemli değişkenler, presin sıcaklığı, kapanma süresi, basıncı ve süresidir. Sıcaklık, sertleşme süresi, basınç ve tutkal miktarının yetersiz olması durumunda levhada ayrılmalar olabilir. Aynı özellikler, levhanın preslen çiktikten sonra geriye yaylanmasına (kalınlık artımı) da sebep olabilir. Pres süresinin aşılması durumunda 170°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda önemli ölçülerde direnç azalmasına sebep olan termik bozulmalar meydana gelebilir. Yongalevhanın genel olarak bütün özellikleri pres süresinin artmasıyla iyileşmektedir. Levha kalınlığı boyunca özgül kütle değişimi; özgül kütle profili olarak adlandırılmaktadır. Üniform özgül kütle profili olan (orta ve yüzey tabakalarının özgül kütlesi aynı) levha üretmek çok zordur. Özgül kütle profiline sahip levhalarda; eğilme direnci ve elastikiyet modülü artar. Yüzey işlemleri için, düzgün yüzey oluşması ve sertliğin artması gibi özelliklerini iyileştirmektedir. Yüksek özgül kütle profilinin olması yüzeye dik yöndeki çekme direncini azaltır (Özen, 1980).

Çalışmanın Amacı

Ülkemizde eski veya modern teknoloji kullanarak üretim yapan bir çok yongalevha tesisi bulunmaktadır. Yongalevha endüstrisinin gelişimi incelendiği zaman, yongalevha üretiminin günümüzde geldiği aşamayı gözlemleyebiliriz. Teknolojik gelişmeler üretilen levhaların maliyetlerini düşürürken kalite özelliklerini de olumlu yönde etkilemiştir. Yapılan bu çalışmada, üç tabakalı yatık yongalı yongalevha üretiminde üretim şartlarında; dış tabaka talaş oranı pres faktörlerinden; sıcaklık, basınç ve zaman parametrelerinin değiştirilmesinin levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada deneme levhaları Kastamonu Entegre Ağaç San. Fabrikalarının Gebze Yongalevha Tesisinde $3660 \times 1830 \times 18$ mm ebatlarında tesisin üretim ekipmanları kullanılarak elde edilmiştir.

Tutkal

Deneme levhalarının üretiminde tutkal, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakaya %12,04 orta tabakaya %8,1 oranında verilmiştir. Tutkal olarak kullanılan ürefoformaldehitin özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

Katı Madde Oranı(%)	65 ± 2
Yoğunluk(20°C)	1,285 (gr/cm^3)
Viskozite (20°C)	300 (cps)
Ph (20°C)	8,4
Serbest Formaldehit (%)	0,19 (max)
Jell Time (100°C)	38 sn
Depolama Zamanı (20°C)	90 gün

Sertleştirici Madde

Sertleştirici madde olarak amonyumklorürün %16'lık sulu çözeltisi kullanılmıştır.

Odun Karışımı

Kavak Kapak	% 20
Yapraklı Odun	% 25 (Kayın, Kestane, Meşe)
Fabrika İçi Artık	% 5
Planya Talaşı	% 5
Hızır Talaşı	% 25
MDF Elek Altı	% 15 (Kayın, Meşe, Çam)

Yongaların Elde Edilmesi

Fabrikanın kendi imkanlarıyla elde edilen odun hammaddesi toz ve kirlere arındırılıp kabukları soyulduktan sonra HOMBAC U 56 tipi yongalama makinelerinde yongalanmıştır. Elde edilen yongalar dış ve orta tabaka yonga depolama silolarına bantlı sistemle taşıyıp depolanmıştır.

Yongaların Kurutulması

Yongaların kurutulması, döner silindirik üç geçişli kurutucularda dış ve orta tabaka ayrı ayrı kurutulmuştur. Orta tabaka kurutucu giriş sıcaklığı 700 °C, çıkış sıcaklığı 120 °C, dış tabaka kurutucu giriş sıcaklığı 350 °C, çıkış sıcaklığı 110 °C de ve yongalar % 2-3 rutubete kadar kurutulmuştur.

Yongaların Elenmesi

Kurutulan yongaların tasnif edilmesi sırasında 3 kademeli mekanik sarsak elek kullanılmıştır. Dış tabaka yongaları için 4x4 mm, 1,2x1,2 mm, 0,25x0,25 mm elek boyutları kullanılarak; 4x4 mm üzerinde kalanlar planya talaşına karıştırılmak, 1,2x1,2 mm üzerinde kalanlar Pallman tipi değirmenlere gönderilerek inceltirilip üretime, 0,25x0,25 mm üzerinde kalanlar ise dış tabaka üretime verilmek üzere tasnif edilmiştir. Orta tabaka yongaları için R= 30 mm, 5x5 mm, 1x1 mm, 0,8x0,8 mm, 0,4x0,4 mm elek boyutları kullanılarak; 30 mm çap üzeri yakıt, 5x5 mm üzerinde kalanlar Condux tipi değirmene gönderilerek inceltirilip üretime, 1x1 mm ve 0,8x0,8 mm üzeri kalanlar orta tabaka üretime, 0,4x0,4 mm üzerinde kalanlar ise dış tabaka üretime verilmek üzere tasnif edilmiştir.

Yongaların Tutkallanması

Yongaların tutkallanmasında dış tabaka 5 ve orta tabaka 4 enjeksiyonlu, dış tabaka için 20+4 bıçaklı, orta tabaka için 17+4 bıçaklı karıştırma koluna sahip tutkallama makinası kullanılmıştır. Tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakaya %8,1 dış tabakaya %12,04 oranında verilmiştir.

Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslağının hazırlanmasında Würtex marka mekanik serme yapılmıştır.

Presleme

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde Siempelkamp marka 380x226 cm ebatlarında, 4 katlı, termik yağ ile ısıtılan hidrolik pres kullanılmıştır. Pres sıcaklığı, pres basıncı, net presleme süreleri deneme levhalarının üretim şartlarında anlatılmıştır.

Pres Sonrası İşlemler

Presleme işleminden sonra levhalar, yıldız soğutucuya alınarak 30 dakika süre ile bekletilmiştir. 30 dakika sonunda levhalar daire testerele ebatlama makinasında ebatlanmıştır. Daha sonra Steinmann marka, 4 kafalı zımpara makinasında Sia marka 36-60 kum zımpara kağıtları ile zımparalanmıştır.

2.2. METOT

Çalışmada deneme deseni Çizelge 1’de açıklanan şekilde yapılmıştır.

Çizelge 1 Deneme deseni.

	Kontrol	A	B	C	D	E	F	G	H
Sıcaklık (°C)	180	180	180	180	180	180	180	170	190
Basınç (Bar)	300	300	300	280	320	300	300	300	300
Oran (%)	34	40	28	34	34	34	34	34	34
Zaman (sn)	25	25	25	25	25	35	15	25	25

Fiziksel Özellikler

Özgül Kütle

TS-EN 323 (1999)’de belirtilen esaslara göre 50x50 mm boyutlarında 30 adet numune kullanılmıştır. TS-EN 326-1 (1999)’de belirtilen esaslara göre 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\%65 \pm 5$ olan ortamda klimatize edilen numuneleri 0,01 gr hassasiyetli tartım yapabilen terazide tartılmış ve boyutları ise 0,01 hassasiyetli kumpasla ölçülmüştür. Buna göre, özgül kütle eşitlik 1’de gösterilmiştir (ρ);

$$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

ρ = Özgül kütle (kg/m^3)

m = Numune ağırlığı (g)

b_1, b_2, t = Numune hacmi (en x boy x yükseklik) (mm)

b_1, b_2 kenar uzunlukları deney parçasının kenarlarına paralel ve karşılıklı iki kenarın ortasından olmak üzere iki noktadan 0,1 mm hassasiyetle ölçülmüştür.

Rutubet Miktarı

Rutubet miktarının belirlenmesinde TS-EN 322 (1999)’da belirlenen esaslara göre yapılmıştır. Levhanın rutubet miktarı, her bir levha grubu için 30 adet olmak üzere standarda uygun olarak 50x50 mm boyutlarda hazırlanan numunelerde belirlenmiştir. Örnekler $\pm 0,01$ g duyarlılıkta terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma fırınına koyulan numuneler 103 ± 2 °C’de değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuştur. 6 saat ara ile yapılan tartmalarda, birbirini izleyen iki tartım arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlelerinin 0,01’inden fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Daha sonra deney numuneleri kurutma fırınından çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra 0,01 g duyarlılıkta terazide tartılmıştır. Bunlara göre numunelerin rutubet miktarları eşitlik 2’de gösterilmiştir.

$$r = \frac{m_r - m_o}{m_o} \times 100 \quad (2)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

m_r = Klimatize edilmiş durumdaki numune ağırlığı (g)

m_o = Tam kuru haldeki numune ağırlığı (g)

Su Alma Miktarı

24 saat su alma miktarının belirlenmesinde 50x50 mm ebatlarında 30 adet numune kullanılmıştır. Deney parçaları % 65 ± 5 nisbi rutubet ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar klimatize edilmiştir. Her deney parçası 0,01 g duyarlılıkta terazide tartıldıktan sonra içerisindeki suyun sıcaklığı 20 ± 1 °C olan termostatlı su banyosuna numuneler birbirine değmeyecek şekilde su yüzeyinden 25 mm aşağıda olarak konulmuştur. 24 saat sonra numuneler sudan dışarı alınıp bir bez ile fazla suyu alınmış ve bu durumdaki ağırlıkları 0,01 g duyarlılıktaki terazide tartılmıştır. Kullanılan su her defasında değiştirilmiştir. Buna göre su alma miktarı eşitlik 3'de gösterilmiştir.

$$Gt = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (3)$$

burada,

t_1 = Deney numunesinin suya daldırmadan önceki ağırlığı (g)

t_2 = Deney numunesinin suya daldırıldıktan sonraki ağırlığı (g)

Kalınlık Artımı

24 saat su içerisinde bekletilen numunelerin kalınlık artımlarının belirlenmesi için su alma deneylerinde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır. Kalınlıklar TS-EN 317 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak 30 adet örnek hazırlanmıştır. Numunelerin tam ortasından ± 0,01 mm duyarlılıkta kumpasla ölçülmüştür. Deney numuneleri 20 ± 1 °C sıcaklıkta temiz suda 24 saat süre ile su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 24 saat sonra sudan çıkarılan numunelerin fazla suları bir bezle alınmış ve kalınlıklar ilk ölçüm noktasından tekrar ölçülmüştür. Bunlara göre kalınlık artışı eşitlik 4'de gösterilmiştir.

$$K_a = \frac{m_y - e_k}{e_k} \times 100 (\%) \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

K_a = Kalınlık artımı (%)

m_y = suda bekletilen numunelerin kalınlığı (mm)

e_k = Klimatize edilmiş durumdaki numune kalınlığı (mm)

Yüzey Absorpsiyonu Tayini

TS-EN 382-1 (1999)'e göre yüzey absorpsiyonu tayininde 300mm±2,100±2mm ebatlarında 30 adet numune kullanılmıştır. Deney parçaları %65±5 nispi rutubette ve 20±2 °C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar klimatize edilmiştir. Her deney parçası zımpara yönü aşağıya bakacak şekilde destek üzerine 60±5° eğimli olarak yerleştirilmiştir. Tutucu üzerindeki pipet deney numunesi yüzeyinden 1±0,1mm uzaklıkla ve 90±5° dik konuma getirilip pipetten 1ml toluen deney numunesi yüzeyine 4±1 saniye içinde ve 20±2°C ortamında boşaltılmıştır. Toluenin deney parçası yüzeyinden serbestçe akması izlenmiştir. Deney levhalarının her iki yüzeyi içinde aynı işlem uygulanmıştır. Toluenin deney parçası üzerinde bıraktığı iz şeritmetre ile ölçülmüştür.

Mekanik Özellikler

Mekanik deneyler için Kastamonu Entegre Fabrikalarının Gebze Tesisinin laboratuvarında bulunan 10 ton yüke kadar çalışabilen ZWICK / Z010 marka bilgisayarlı Universal Test Makinası kullanılmıştır. Bu cihazın kalibrasyonu TSE tarafından yapılarak gerekli sertifika alınmıştır.

Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri TS-EN 310 (1999) standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Örnek boyutları 450 x 50 x 18 (levha kalınlığı) mm olarak alınmıştır. Deney numuneleri % 65 ± 5 °C nispi rutubet ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarında değişmez kütleye ulaşmaya kadar klimatize edilmiştir. 24 saat ara ile yapılan tartmalarda birbirini izleyen iki ölçme arasında kütle farkının, deney parçası kütlelerinin % 0,1'inden fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu kütle değişmez olarak kabul edilmiştir. 30'ar adet numunenin klimatize edilme işlemi tamamlandıktan sonra genişlikte yükün uygulanacağı yaklaşık bir noktadan, kalınlıklarda ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde iki noktadan 0,01 mm duyarlılıkta kumpasla ölçerek ortalaması alınmıştır. Deneyler Üniversal test makinesinde yapılmıştır. Buna göre eğilme direnci eşitlik 5'de verilmiştir.

$$f_m = \frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (5)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

f_m = Eğilme direnci (N/mm²)

F_{\max} = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

l_1 = Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Deney numunesinin genişliği (mm)

t = Deney numunesinin kalınlığı (mm)

Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 (1999) standartlarına uyularak belirlenmiştir. Deney numuneleri, %65 ± 5 nispi rutubet ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarında değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanmıştır. Kuvvet deney boyunca sabit hızla uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete 60 ± 30 saniyede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Her deney parçasının elâstikiyet modülü eşitlik 6'daki şekilde hesaplanır.

$$E_m = \frac{l_1^3 \times (F_2 - F_1)}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (6)$$

Burada;

l_1 = Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Deney numunesinin genişliği (mm)

t = Deney numunesinin kalınlığı (mm)

$F_2 - F_1$ = Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (Şekil 2.3) Newton

F_1 = Yaklaşık olarak, en büyük kuvvetin % 10'u, F_2 maksimum yükün % 40'ı olmalıdır.

$a_2 - a_1$ = ($F_2 - F_1$) kuvvet artışları nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır.

Yüze Dik Çekme Direnci

Yüze dik çekme direnci deneyleri TS-EN (1999)'da verilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her deneme numunelerinden 30 adet olmak üzere 50x50 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Numuneler, nispi rutubeti %65 ± 5 ve sıcaklığı 20 ± 2 °C olan bir ortamda değişmez kütleye gelinceye kadar kondisyonlanmıştır. Daha sonra her bir deney numunesinin uzunluk ve genişliği TS-EN 325 (1999)'e uygun olarak 0,01 mm duyarlılıktaki kumpasla ölçülmüştür. Bu işlemlerin ardından numunelerin her iki yüzeyine standartlarda belirtilen profillere uygun alevinyum aparatlar hazırlanmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı (PVAC) kullanılmıştır. Yüze dik çekme deneylerinin yapılmasında üniversal test makinası kullanılmıştır. Numune, test makinasının kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiş ve çekme kuvveti uygulanarak kırılmıştır. Kuvveti uygulayan başlığın hareket hızı, yükü deney boyunca sabit olarak uygulamasına ve 60 ± 30 saniyede, deney parçasını koparacak maksimum kuvvete ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Deney numunesinin kopmasını sağlayan maksimum kuvvet %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilmiştir. Buna göre yüze dik çekme direnci eşitlik 7'ye göre hesaplanmıştır.

$$f_t = \frac{F_{\max}}{a \times b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (7)$$

Burada;

F max = Kopma yükü (Newton)

a,b = Deney numunesinin uzunluk ve genişliği (mm)

Yüzey Sağlamlığı

TS-EN 311 (1999)'e göre deney numuneleri 50x50mm ölçülerinde 30 adet kare ve köşeleri dik bir şekilde kesilmiştir. Deney parçalarının alt ve üst yüzeylerinin tam ortasından, iç çapı 35,7mm (10cm²) olan bir oyuk frezeyle açılmıştır. Frezenin derinliği 0,3±0,1mm olarak ölçülmüştür. Deney parçaları mantar şeklindeki çelik bloklara yapıştırılmadan önce %65±5 nispi rutubette ve 20±2⁰C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar klimatize edilmiştir. Çelik blok ısıtılarak alt yüzeyine termoplastik tutkal (erime noktası 150⁰C altında olan sıcak erimiş tutkal) maksimum 0,3 gram ve yüzeye düzgünce yayılacak şekilde sürülmüştür. Bu esnada yaklaşık olarak 0,1-0,2 N/mm² lik basınç uygulanmıştır. Tutkal soğuduktan sonra deney parçası deney makinasına yerleştirilip kopma işlemi 30-90 saniye içerisinde gerçekleştirilmiştir. Deney numunesinin yüzeyden kopmasını sağlayan maksimum kuvvet % 1 hassasiyette ölçülerek kaydedilmiştir. Buna göre yüzey sağlamlığı eşitlik 8'e göre hesaplanmıştır.

$$YS = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (8)$$

burada;

F=Kopma anındaki kuvvet (Newton)

A=Yüzey alanı (1000 mm²)

KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

Bu çalışmada deney sonuçlarına ait veriler Statgraphics Plus paket programı ile irdelenerek Varyans Analizi ve Tukey Testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri ortalama olarak Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 Deneylerde kullanılan levhalara ait ortalamalar.

	R (%)	Su Alma (%)	Toluen Üst (mm)	Toluen Alt (mm)	Yüzey (N/mm ²)	K _{a24} (%)	f _t (N/mm ²)	f _m (N/mm ²)	Em (N/mm ²)
A	6,62	86,31	329	298	0,886	15,43	0,387	13,90	2693,43
B	6,46	83,75	395	386	0,767	14,78	0,409	11,49	2178,78
C	7,05	86,33	332	286	0,785	16,07	0,337	10,64	2376,44
D	7,30	91,43	341	325	0,841	15,88	0,385	13,68	1523,56
E	6,52	82,60	409	402	1,074	13,03	0,418	14,39	2625,30
F	7,33	84,74	382	339	0,758	12,84	0,465	12,13	1542,68
G	7,80	84,85	376	344	1,006	13,10	0,326	9,29	2273,50
H	6,68	75,12	396	367	0,777	14,40	0,388	11,01	2419,26
KONTROL	7,05	79,72	318	310	0,877	12,06	0,420	14,75	2003,14

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, yonga levha üretim şartlarından pres faktörleri ve dış tabaka talaş oranlarının değiştirilmesinin levhanın fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Belirlenen değerler kendi aralarında ve Çizelge 3’de gösterilen kontrol levhasının sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Kontrol levhasının test sonuçları.

Özellikler	Sonuçlar	Birimler
Kalınlık	17,93	mm
Özgül Kütle	0,629	Gr/cm ³
Rutubet	7,05	(%)
Su Alma Miktarı	79,72	(%)
Yüzey Absorpsiyonu(Üst)	318	mm
Yüzey Absorpsiyonu(Alt)	310	mm
Yüzey Sağlamlığı	0,877	N/mm ²
Kalınlık Artımı(24 saat)	12,06	(%)
Yüzeye Dik Çekme Direnci	0,420	N/mm ²
Eğilme Direnci	14,75	N/mm ²
Elastikiyet Modülü	2003,14	N/mm ²

Yongalevhaların fiziksel ve mekaniksel özelliklerine, ağaç türü, levhaların özgül kütlesi, rutubeti, yongaların geometrisi, tutkal türü ve miktarı, pres basıncı, pres sıcaklığı ve süresi, sermenin homojenliğinin etkili olduğu bilinmektedir. Yapılan istatistiki sonuçlara göre, levhaların özgül kütlesi üzerine dış tabaka talaş oranının, basıncın ve sıcaklığın etkisi görülmüştür. A levhasının özgül kütle değeri 0,602 gr/cm³ bulunmuştur. A levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranının %40’a artırılması ile yoğunluğu düşük hammadde kullanılan kısım artmıştır. Bu sebeple, A levhasının özgül kütle değeri kontrol levhamıza göre düşük çıkmıştır. D levhasına ait özgül kütle değeri 0,601 gr/cm³ bulunmuştur. D levhasının üretiminde pres basıncı 320 bar’a çıkarılmıştır. Artan basıncında etkisiyle D levhasının kalınlık ortalaması kontrol levhasına göre düşmüş ve buna bağlı olarak özgül kütle değeri azalmıştır. G levhasının özgül kütlesi 0,605 gr/cm³ bulunmuştur. Kontrol levhasının kalınlık ortalaması G levhasından düşük çıkmış ve G levhasının özgül kütle değerinde azalma gözlemlenmiştir. Kontrol levhamızın özgül kütle değeri ise 0,629 gr/cm³ ölçülmüştür.

A levhasına ait rutubet değeri %6,62 çıkmıştır. A levhasında levha taslağımızın ortalama rutubeti, dış tabaka talaş oranının %40’a çıkarılması ile artmıştır. Bu sebeple, sıcaklığın levhanın orta kısmına iletilmesinde araç olarak kullanılan su buharının artmasıyla ısı iletimi hız kazanmıştır. Levhanın orta kısmına daha kısa sürede ulaşan ısı toplamda daha fazla suyu buharlaştırmıştır. Dolayısıyla, levhanın ortalama rutubeti kontrol levhamın ortalama rutubetine göre düşük çıkmıştır.

B levhasına ait ortalama rutubet değeri %6,46 bulunmuştur. B levhasında dış tabaka talaş oranının %28’e düşürülmesiyle, levha taslağımızda rutubeti yüksek olan kısım oranı da düşürülmüştür. Neticede B levhasının ortalama rutubeti düşmüştür.

E levhasına ait ortalama rutubet değeri %6,52 çıkmıştır. E levhamızın preste yüksek basınçta 10 saniye fazla kalması sebebi ile levha taslağımızdan daha fazla oranda su buharlaştırılmış ve levhamızın sonuç rutubeti düşük çıkmıştır.

G levhasına ait ortalama rutubet değeri %7,80 kaydedilmiştir. G levhasının pres sıcaklığının 10 °C düşürülmesi, levha taslağının içerisinden su uzaklaştırılmamıştır. Bu sebeple, G levhasının ortalama rutubeti kontrol levhamızın rutubet değerinden daha yüksek çıkmıştır.

H levhasına ait ortalama rutubet değeri, %6,68 bulunmuştur. H levhasının üretilmesinde pres sıcaklığının 10 °C artırılması ile levha taslağından daha fazla su buharlaştırılmıştır. Dolayısıyla, H levhasının ortalama rutubeti düşmüştür.

Sonuç olarak, üretilen deney levhalarımızın rutubet değerleri ile kontrol levhamızın rutubet değerlerinin karşılaştırılmasında, levha rutubeti üzerine dış tabaka talaş oranının artırılması, dış tabaka talaş oranının düşürülmesi; yüksek basınçta geçen zamanın artırılması, pres sıcaklığının artırılması ve azaltılması etkili olduğu gözlemlenmiştir. En uygun rutubet değerleri %6,62 ile A, %6,46 ile B, %6,52 ile E, %6,68 ile H levhalarında bulunmuştur. Kontrol levhasının rutubet değeri %7,05 bulunmuştur.

A,C,D,F,G levhalarının su alma değeri yüksek, H levhasının düşük çıkmıştır. Kontrol levhasının su alma değeri %79,72 ölçülmüştür. A levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranının %40'a artırılması ile levhanın rutubetli kısmının artması ile levhanın ortalama rutubeti artmış ve artan rutubetin etkisiyle su alma değerinde artış gözlemlenmiştir. A levhasının su alma değeri %86,33 olarak bulunmuştur. C levhasının üretiminde pres basıncı 280 bar'a düşürülmüştür. Basıncın düşmesi ile azalan dış tabaka yoğunluğu ve artan poroziteye bağlı olarak su alma değeri yükselmiştir. D levhasında üretiminde basıncın 320 bar'a çıkarılması ile yüksek basınç altında levhanın dış tabaka rutubeti artmıştır ve su alma değeri %91,43 ölçülmüştür. F levhasına ait su alma değeri %82,60 bulunmuştur. F levhasının üretiminde levha taslağı preste 10 saniye az bekletilmesinin etkisiyle dışarıya atması gereken suyu atamamış ve levhanın ortalama rutubetinin artması ile su alma değeri yükselmiştir. G levhasına ait su alma değeri %84,85, H levhasına ait su alma değeri %75,12 bulunmuştur. G levhasının üretiminde pres sıcaklığı 170 °C düşürülmüş ve levhanın ortalama rutubeti artmıştır. Artan rutubetin etkisiyle su alma değerinde artış gözlemlenmiştir. H levhasının üretiminde sıcaklık 190 °C'ye yükseltilmiştir. Artan sıcaklığın etkisiyle levhanın ortalama rutubeti azalmış ve buna bağlı olarak su alma değeri düşmüştür. Neticede, levhanın su alma değeri üzerine dış tabaka oranı, basınç, zaman ve sıcaklığın etkisi ortaya çıkmıştır.

A levhasına ait ortalama 24 saat suda bekleme sonrası kalınlık artımı %15,43, B levhasının %14,78, C levhasının %16,07, D levhasının %15,88, E levhasının %13,03, G levhasının %13,10, H levhasının %14,40 ve kontrol levhasının kalınlık artımı %12,06 bulunmuştur. D levhasının üretiminde pres basıncının 320 bar'a yükseltilmesi, E levhasının üretiminde yüksek basınçta geçen zamanın 10 saniye artırılması ile dış tabaka yoğunluğu artmış, orta tabakaların yoğunluğu ise düşmüştür. Bu sebeple, yoğunluğu düşen orta tabakanın su alması yükselmiş ve kalınlık artımı kontrol levhasına göre artmıştır. G levhasının üretiminde pres sıcaklığı 170 °C düşürülmüş ve levhanın ortalama rutubeti artmıştır. Artan rutubetin etkisiyle 24 saat suda bekleme sonrası kalınlık artımı değerinde artış gözlemlenmiştir. H levhasının üretiminde sıcaklık 190 °C'ye yükseltilmiştir. Artan sıcaklığın etkisiyle levhanın ortalama rutubeti azalmış ve buna bağlı olarak 24 saat suda bekleme sonrası kalınlık artımı değeri düşmüştür. C levhasının üretiminde pres basıncı 280 bar'a düşürülmüştür. Basıncın düşürülmesi ile dış tabakaların profil yoğunluğu düşmüştür, porozite artmıştır. Porozitenin artması ile 24 saat suda bekleme sonrası kalınlık artımı yükselmiştir. A levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranı %40'a çıkarılmış ve özgül kütle değeri 0,602 gr/cm³ bulunmuştur, B levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranı %28'e düşürülmüş ve özgül kütle değeri 0,612 gr/cm³ bulunmuştur. Azalan özgül kütlelere bağlı olarak 24 saat suda bekleme sonrası kalınlık artımı yüksek çıkmıştır.

B levhasının üst yüzeyi için yüzey absorpsiyonu değeri 395 mm, alt yüzeyi için 386mm ölçülmüştür. E levhasının üst yüzeyine ait yüzey absorpsiyon değeri 409 mm, alt yüzeyi için 402mm ölçülmüştür. B levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranının %28'e düşürülmesi ve E levhasının üretiminde preste yüksek basınçta geçen zamanın 10 saniye artırılmasının etkisiyle levhanın profil yoğunluğunda dış tabakaların tepe noktalarının yükseldiği gözlemlenmiş ve yüzey porozitesi azalmıştır. Buna bağlı olarak E ve B levhalarının yüzey absorpsiyon değeri yükselmiştir. H levhasının üst yüzeyine ait yüzey absorpsiyon değeri 396 mm, alt yüzey için 367 mm ölçülmüştür. H levhasının üretiminde pres sıcaklığı 190 °C'ye yükseltilmiştir. Dış tabaka yongaları sıcaklığın etkisi ile plastikleşmiş ve yüzey kapallılığını arttırmıştır. Kontrol levhasının üst yüzeyine ait yüzey absorpsiyonu değeri 318 mm, alt yüzeyi için 367 mm ölçülmüştür.

Yüzeye dik çekme direncinin ölçülmesinde 0,337 N/mm² ile C levhası, 0,326 N/mm² ile G levhası kontrol levhasına göre düşük çıkmıştır. Kontrol levhasının yüzeye dik çekme direnci 0,420 N/mm² bulunmuştur. C levhasının üretiminde pres basıncının 280 bar'a düşürülmesi ile orta tabakada tutkalın yapışması için yeterli basınç sağlanamamıştır ve yüzeye dik çekme direnci düşmüştür. G levhasının üretiminde pres sıcaklığının 170 °C'ye düşürülmesi ile orta tabakada tutkalın sertleşmesi için gerekli olan sıcaklık sağlanamamıştır. Dolayısıyla G levhasının da yüzeye dik çekme direnci düşük çıkmıştır. Pres basıncı ve sıcaklığının düşmesi yüzeye dik çekme direncini olumsuz etkilemiştir. En uygun yüzeye dik çekme direnci değerleri 0,418 N/mm² ile E levhasında 0,465 N/mm² ile F levhasında bulunmuştur.

B levhasının ortalama eğilme direnci $11,49 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Eğilme direncinin düşük olmasının sebebi, B levhasının üretilmesinde dış tabaka talaş oranının %28'e düşmesi ile profil yoğunluğu yüksek olan kısım azalmasıdır. C levhasının üretiminde pres basıncının 280 bar'a düşürülmüştür. C levhasına ait ortalama eğilme direnci $10,64 \text{ N/mm}^2$, F levhasına ait eğilme direnci $12,13 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Basıncın düşürülmesi ve yüksek basınçta preste geçen zamanın 10 saniye azaltılması yongalar arası yeterli yapışma yüzeyinin oluşmasını engellemiştir ve eğilme direncini düşürmüştür. G levhasının üretilmesinde pres sıcaklığının $170 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye düşürülmüştür. Sıcaklığın azalması ile tutkalın yongaları yapıştırma etkisi de azalmıştır. Bu sebeple, eğilme direnci düşmüştür. H levhasına ait eğilme direnci $11,01 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. H levhasının üretiminde pres sıcaklığının $190 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye çıkarılması levhanın ortalama rutubetinin düşmesi ile eğilme direnci olumsuz etkilenmiştir. Kontrol levhasına ait ortalama eğilme direnci değeri $14,75 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. En uygun eğilme direnci değeri $14,39 \text{ N/mm}^2$ ile E levhasında ölçülmüştür.

A levhasının elastikiyet modülü değeri $2693,43 \text{ N/mm}^2$, C levhasının $2376,44 \text{ N/mm}^2$, D levhasının $1523,56 \text{ N/mm}^2$, E levhasının $2625,30 \text{ N/mm}^2$, F levhasının $1542,68 \text{ N/mm}^2$, G levhasının $2273,50 \text{ N/mm}^2$, H levhasının $2419,26 \text{ N/mm}^2$ ve kontrol levhasının $2003,14 \text{ N/mm}^2$ ölçülmüştür. C levhasının üretiminde pres basıncı 280 bar'a düşürülmesi ile dış tabaka tepe noktalarının yoğunluğu düşmüş ancak dış tabaka oranı kalınlık olarak artmış buna bağlı olarak elastikiyet modülü değeri artmıştır. D levhasının üretilmesinde pres basıncının 320 bar'a çıkartılması ile tepe noktalarının yoğunluğu artmış ve dış tabaka oranı kalınlık olarak azalmış ve elastikiyet modülü değeri azalmıştır. E levhasının üretilmesinde preste yüksek basınçta geçen zaman 10 saniye artırılmıştır. Levhanın preste fazla kalması ile dış tabakada yoğun olan kısım levhanın orta kısmına doğru ilerlemesinden dolayı levha içerisinde yoğun olan bölge miktarı artmıştır. Neticede elastikiyet modülü değerinin de yükseldiği görülmüştür. F levhasının üretilmesinde preste yüksek basınçta geçen zamanın 10 saniye azaltılması dış tabakada yoğun olan kısmın kalınlık miktarı olarak azalmasına neden olmuştur ve elastikiyet modülü değeri düşmüştür. G levhasının üretilmesinde pres sıcaklığı $170 \text{ }^\circ\text{C}$ düşürülmüştür. Sıcaklığın düşmesi ile levhanın ortalama rutubeti yükselmesi ile yongaların elastikleşme özelliği yükselmiş ve elastikiyet modülü değeri artmıştır. H levhasının üretilmesinde pres sıcaklığının $190 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye yükseltilmesi ile yongaların elastikleşme özelliği artmış dolayısıyla elastikiyet modülü değeri de artmıştır. A levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranının %40'a çıkarılması, levha ortalama rutubetini yükseltmiştir ve rutubetin etkisiyle elastikleşen yongalar elastikiyet modülü değerini arttırmıştır.

B levhasının yüzey sağlamlığı değeri $0,767 \text{ N/mm}^2$, E levhasının $1,074 \text{ N/mm}^2$, F levhasının $0,758 \text{ N/mm}^2$, G levhasının $1,06 \text{ N/mm}^2$ ölçülmüştür. B levhasının üretiminde dış tabaka talaş oranının %28'e düşürülmüştür. Toplam levha içinde rutubeti yüksek olan dış tabaka oranının azaltılması ile levhanın ortalama rutubeti düştüğünden dolayı yüzeyden kopma değeri düşmüştür. E levhasının üretilmesinde yüksek basınçta geçen zamanın 10 saniye artırılması ile levha rutubetini ağırlıklı olarak orta ve ortaya yakın kısımlardan atarken yüzey tabaka rutubetini atamamıştır. F levhasının üretiminde yüksek basınçta 10 saniye az bekletilmesi ile dış tabakaların yüzey yoğunluğu düşmüştür. Dolayısıyla, yüzey sağlamlığı değeri de düşük bulunmuştur. G levhasının üretiminde pres sıcaklığının $170 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye düşürülmesi levhanın ortalama rutubetini arttırmıştır. Artan rutubete bağlı olarak yüzey kapallığı sağlanmış ve yüzeyden kopma değeri artmıştır. Kontrol levhasının yüzey sağlamlığı değeri $0,877 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur.

Üretilen dokuz farklı levha arasında en yüksek özgül kütle $0,630 \text{ gr/cm}^3$ C levhasında, en yüksek rutubet %7,80 ile G levhasında, en yüksek su alma (24 saat) değeri %91,43 ile D levhasında, en iyi yüzey absorpsiyonu 409-402 mm ile E levhasında, en yüksek yüzey sağlamlığı değeri $1,074 \text{ N/mm}^2$ ile E levhasında, en yüksek kalınlık artımı (24 saat) %16,07 ile C levhasında, en yüksek yüzeye dik yöndeki çekme direnci $0,465 \text{ N/mm}^2$ ile F levhasında, en yüksek eğilme direnci $14,39 \text{ N/mm}^2$ ile E levhasında, en iyi elastikiyet modülü değeri $2693,43 \text{ N/mm}^2$ ile A levhasında ölçülmüştür. En düşük değerler ise özgül kütlede $0,601 \text{ gr/cm}^3$ ile D, rutubette %6,46 ile B, su almada (24 saat) %75,12 ile H levhası, yüzey absorpsiyonunda 332-286 mm ile C levhasında, yüzey sağlamlılığı $0,758 \text{ N/mm}^2$ ile F levhasında, kalınlık artımında %12,84 ile F, yüzeye dik yöndeki çekme direnci $0,326 \text{ N/mm}^2$ ile G, eğilme direncinde $9,29 \text{ N/mm}^2$ ile G, elastikiyet modülünde $1523,56 \text{ N/mm}^2$ ile D levhasında ölçülmüştür.

Bu çalışma sonucunda yongalevhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerinde pres faktörlerinin, dış ve orta tabakaların içerdiği yonga oranlarının büyük ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Standartlar ve standartlardan daha iyi yongalevha üretmek için, pres basıncı, sıcaklığı ve zamanı, kullanılan hammadde, tutkallama ve serme

hatalarını telafi edecek şekilde ayarlanmalıdır. Ayrıca, kalite standartlarını yakalamak için teknolojik gelişmeleri yakından takip etmek gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- **Akbulut, T.** (2000) *Yonga Levha Endüstrisi*, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, Nisan-Mayıs sayı 7 s.112-119.
- **Deppe, H. and Ernst, K.** (1964) *Technologie des Spanplatten*, Holz-Zentralblatt Verlags, GmbH, Stuttgart.
- **Göker, Y.** (1978) *Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla ve Yongalevhaları Sanayii, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar*, İ.Ü. Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul.
- **Göker, Y., Kantay, R. Ve Kurtoğlu, A.** (1984) *Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*, İ.Ü. Yayın No: 3243, Orman Fakültesi Yayın No: 367, İstanbul.
- **Göker, Y., As N. ve Akbulut, T.** (1993) *Kalitesiz Orman Emvalinin Yonga Levha ve Kontrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakıncaları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri*, 1. Ormancılık Şurası, III. Cilt, Ankara, s.392-398.
- **Göker, Y. ve Akbulut, T.** (1992) *Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler*, ‘‘ORENKO 92’’ I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt, Trabzon, s.269-287.
- **Iosifov, N., Vlcheva, L., Ganev, S.,** (1991) *The effect of the wood species on the physical and mechanical properties of particleboards*, Nauka-za-Gorata, 28: 1, 87-92; 7 ref.
- **Lee, W., and Chung, G.** (1984) *Effect of pres Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard*, Journal of Korean Forestry Society, 63, 5 pp. 12-20.
- **Nemli, G.** (1995) *Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik özellikleri Üzerine Etkileri*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- **Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H.,**(2002) *Douglas Göknarı Türünü Yongalevha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi*, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3 (1): 17-23.
- **Nemli, G.** (2002) *Factors Affecting the Production of E1 Type Particleboard*, Turk. J. Agric.For.,26: 31-36.
- **Nemli, G., Kirci, H., and Temiz, A.,** (2003) *Influence of Impregnating Wood Particles With Mimosa Bark Extract on Some Properties of Particleboard*, Industrial Crops and Products, 17 November 2003, Accepted.
- **Nemli, G.** (2003) *Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured From Alder*, Turk. J. Agric.For., 27: 99-104.
- **Nemli, G.** (2000) *Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- **Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H.** (2000) *Yonga Levha Teknolojisi, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, Nisan-Mayıs sayı 7 s.120-126.*
- **Özen, R.** (1980) *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 30 Trabzon.
- **Roffael, E., Dix, B.,** (1994) *Influence of the wood properties of some poplar clones on utilization*, Forstarchiv, 65: 2, 43-53; With English tables and figures.; 27 ref.
- **TS 642-ISO 554** (1997) *Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Atmosfer – Özellikler*, TSE, Ankara.

- **TS-EN 309** (1999) *Ahşap Yonga Levhalar, Tarif ve Sınıflandırma*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 310** (1999) *Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet modülünün Tayini*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 311** (1999) *Ahşap Esaslı Levhalar, Yüzey Sağlamlığı Tayini*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 312-1** (1999) *Yonga Levhalar, Özellikler - Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 312-2** (1999) *Yonga Levhalar, Özellikler - Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların genel Özellikleri*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 312-3** (1999) *Yonga Levhalar, Özellikler – Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 312-6** (1999) *Yonga Levhalar, özellikler – Bölüm 6: Kur Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 317** (1999) *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisinde Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 319** (1999) *Yonga ve Lif Levhalar, levha Yüzeyine Dik Çekme Direncinin tayin edilmesi*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 322** (1999) *Ahşap Levhalar, Rutubet Miktarının Tayini*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 323** (1999) *Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütlenin tayin edilmesi*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 325** (1999) *Ahşap Esaslı Levhalar, Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini*, TSE, Ankara.
- **TS-EN 382-1** (1999) *Ahşap Esaslı Levhalar, Yüzey Absorpsiyonu Tayini*, TSE, Ankara.