

ÇEŞİTLİ ÜRETİM DEĞİŞKENLERİNİN YONGALEVHANIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ¹⁾

Y. Doç. Dr. Turgay AKBULUT²⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada, yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile kullanım yeri üzerine önemli etkileri olan üretim değişkenlerinden; parafin miktarı, normal boyutlu yongalar içerisindeki toz miktarı, yüzey/orta/yüzey tabakalarındaki yonga oranları, tutkal miktarı ve levha çeşidinin (üç katlı ve homojen) eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci ve vida tutma gücü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Parafin miktarının %0.5'ten %1.0'e çıkmasıyla özellikle vida tutma gücünde bir azalma olmuştur. Toz miktarının yüzey tabaka yongalarında %11.2 ve orta tabakada %10.2 oranında bulunması eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direncini artırmıştır. Tutkal miktarının artırılması ve yüzey/orta/yüzey tabaka oranının 20/60/20 şeklinde teşkil edilmesi levhanın direnç değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Üç katlı levhalarda eğilme direnci, homojen levhalarda ise yüzeye dik çekme direnci daha yüksek bulunmuştur.

1. GİRİŞ

Odun kökenli levha ürünleri (kontrplak, liflevha, kontrtabla, yongalevha) içerisinde yongalevha üretimi en son gerçekleştirilmiştir. Ancak çok hızlı bir gelişme göstererek 1950 yılında 0.02 milyon m³ olan dünya yongalevha üretim miktarı 1996 yılında 66.641 milyon m³'e ulaşmıştır. Dünya kontrplak üretimi ise 1950 yılında 6.1 milyon m³'ten 1996 yılında 52.343 milyon m³'e çıkmıştır (FAO 1965-1997). Bu periyot içerisinde yongalevha üretimi kontrplak üretimine göre çok daha hızlı bir gelişme göstererek onu geride bırakmıştır. Benzer durum Türkiye'de de gerçekleşmiş ve 1960 yılında 7000 m³ olan yongalevha üretimi büyük bir artışla 1996 yılında 1.600.000 m³'e, kontrplak üretimi ise 1960 yılında 22.100 m³ iken 1996 yılında ancak 75.000 m³'e yükselbilmiştir (DPT 1965-1997).

¹⁾ İ.Ü.Orman Fakültesi, Odun Mekanığı ve Teknolojisi Anabilim Dalında Hazırlanan Doktora Tezinin Özetidir

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Odun Mekanığı ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Bu hızlı artışın en önemli sebebi yongalevha üretiminde kullanılan hammadde türünden kaynaklanmaktadır. Bu endüstri orman ve ağaç işleyen endüstri artıklarının kullanım imkanını artırmış, ve bir taraftan ormanları ıslah ederken diğer taraftan ince çaplı materyale rasyonel bir kullanım alanı sağlamıştır. Böylece yongalevha üretimi hızlı bir gelişme göstermiştir. Yongalevha yüzeylerine çeşitli kaplama malzemelerinin ağaç kaplama, pvc filmleri, laminat vs.) yapıştırmasıyla, kullanım alanı daha da genişlemiştir.

1940'lı yıllardan beri çeşitli kullanım yerlerinin isteklerine uygun yongalevha üretebilmek için yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bütün bu çalışmaların amacı; daha dirençli, daha stabil, daha dayanıklı ve daha düzgün yüzeyli levha üretimini sağlamaktır. Üretimin ilk yıllarında tek katlı (homojen) levhalar üretilirken, daha düzgün yüzey elde etmek için ince yongaların yüzey tabakalarında kullanılmasıyla üç katlı levhalar, daha sonra ise rüzgarlı serme sisteminin geliştirilmesiyle katları belirsiz levhalar üretilmiştir.

1960'lı yıllardan itibaren yönlendirilmiş, etiket ve şerit yongalı levha üretimi başlamıştır. 1970'li yılların başından itibaren ise yapıştırıcıda izosiyanat tutkalı da devreye girmiştir.

Çeşitli kullanım yerlerinin isteklerine uygun; yani direnci yüksek, stabil, düzgün yüzeyli ve çürümeye karşı dayanıklı yongalevha üretebilmek için, hammadde ve proses parametrelerinin etkisini optimum bir şekilde kombine etmek gerekir. Bu konularda pek çok araştırma yapılmıştır. Uzun yıllardan beri yapılmakta olan çalışmalar tasnif edilerek aşağıda özet halinde sunulmuştur.

Ağaç Türü

Yongalevha ağırlığının yaklaşık %90'ını odun hammaddesi oluşturmaktadır. Bu yüzden ağaç türünün levha özelliklerini etkilemesi kaçınılmazdır. Ağaç türlerinin yoğunluğu, pH değeri, lif yapısı, yongalama sırasındaki rutubet miktarı, ekstraktif madde muhtevası birbirinden önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir. Ağaç türleri arasındaki bu farklılıklar netice itibarıyla levhaya da yansımaktadır.

Genellikle ağır odunlar yongalanırken nisbeten kaba ve yüzey alanı küçük yonga verirlir (LYNAM 1969). Üretilen levha yoğunluğu aynı olmak şartıyla hafif ağaç türlerinden (iğne yapraklı ve bazı yapraklılar) elde edilen levhaların direnç değerleri daha yüksek bulunmuştur (KAMDEN/SEAN 1984). Ağır oduna sahip ağaç türlerinden yüksek yoğunlukta levha üretilmesi halinde ise yüksek direnç değerleri elde dilmektedir. Yoğunluğu düşük ve yüksek ağaç türlerinin birlikte kullanılması halinde, hafif ağaç türlerinin yüzey tabakalarında, nisbeten ağır ağaç türlerinin ise orta tabakada kullanılması tavsiye edilmektedir (CARL 1994). Yüzey tabakalarında Kavak, orta tabakalarda ise Ormangülü kullanılarak üretilen levhaların direnç değerleri, tüm tabakalarda Ormangülü kullanılarak üretilen levhalardan yüksek bulunmuştur (ÖKTEM 1978). Bir başka çalışmada (KAMDEN/SEAN 1984), %4 oranında Fenol-formaldehit tutkalı ile Kavak ve Yalancı akasya yongaları birlikte kullanılarak üretilen 10 mm kalınlığındaki yongalevhalar, karışıma ilave edilen Yalancı akasya yongalarının oranı %20' den %80'e doğru arttıkça yüzeye dik çekme direnci hariç diğer direnç değerleri azalmıştır.

Bir ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşmesini etkiler. İyi bir sertleşme odunun pH değerinin 4-5 olduğu takdirde gerçekleşir (HAYGREEN/BOWYER 1985).

Yongalara %10-12 oranında kabuk karıştırılması halinde tek katlı levhaların direnç değerlerinde %9-16 oranında bir azalma olmaktadır. Aynı miktarda kabuk üç katlı levhaların orta tabakalarına ilave edildiğinde ise direnç değerleri %5-10 oranında azalmaktadır. Kabuk şayet yüzey tabakalarında kullanılırsa levhanın yüzeyinde lekeler meydana gelir. Orta tabakada %10-12 oranında kabuk kullanılabilir (HUŞ 1979). HAYGREEN ve BOWYER (1985), kabuğun levhanın görünüşünü bozduğunu, levha yüzeyinde koyu leke veya benekler oluşturduğunu buna rağmen

men kabuk oranının levha ağırlığının %5-10'unu geçmediği sürece, levhanın özellikleri üzerine fazla kötü etki yapmadığını belirtmektedirler.

Ağaç türlerinin permeabilitesi tutkal sarfiyatı üzerine etkili olmaktadır. Fazla permeabil ağaç türlerinden elde edilen yongalar daha çok tutkal absorbe ederler (LYNAM 1969)

Ekstraktif maddeler, tutkal sarfiyatı ve sertleşmesi üzerine önemli rol oynar. Özellikle bazı iğne yapraklı ağaç ekstraktifleri üretilen levhanın stabilizeitesi için önemlidir. Doğal reçine gibi ekstraktif madde ihtiva eden ağaç türlerinden yapılan levhalara bu maddeler bir miktar su iticilik kazandırır. Ayrıca fazla uçucu özelliğe sahip ekstraktifler ise presleme sırasında buharlaşarak levha yüzeyinde kabarmalara sebep olabilir (FOSTER 1967).

Tutkal

Yongalevha üretiminde kullanılmakta olan tutkallar maliyet bakımından önemli bir yer tutmaktadırlar. Tutkalın türü, miktarı, uygulama şekli gibi pek çok faktör levha kalitesini etkilemektedir. Tutkal miktarının normal sınırlar içerisinde artması levha özelliklerini iyileştirirken maliyeti de arttırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mümkün olan en az tutkal ile etkili bir yapıştırma sağlayıp optimum levha özellikleri elde etmek büyük önem taşımaktadır.

LEHMANN (1970) tutkallamada etkili olan faktörleri; uygulanan miktar, viskozite, katı madde oranı, uygulama sırasında tutkalın sıcaklığı, atomizasyon derecesi, uygulamada kullanılan aparatlar, birim zamanda her bir enjektör tarafından uygulanan miktar, yongaların tutkallama makinesi içerisinde kalma süresi, yonga geometrisi, yongaların enjektörden olan uzaklığı ve yongaların makine içindeki hareketi şeklinde sıralamıştır.

Tutkal miktarının artmasıyla levhanın direnç değerleri yükselmekte ve kalınlığına şişme oranı azalmaktadır. Araştırmalar tutkalı yongalar üzerine çok ince tanecikler halinde püskürtmenin en etkili metod olduğunu göstermiştir (MALONEY 1970). Tanecik çapının küçülmesi ile hem direnç değerlerinin hem de stabilitenin arttığı tesbit edilmiştir (ELLIS 1993). Uygulanabilir sınırlar içerisinde tanecik çapının küçülmesi ile birlikte tutkalı yongalar üzerine püskürtme süresinin 2 dakikadan 5 dakikaya çıkması sonucunda eğilme direncinin %8-19, yüzeye dik çekme direncinin ise %25-42 oranında arttığı görülmüştür (LEHMANN 1965).

LEHMANN (1970) %2, %4 ve %8 oranlarında Üre-formaldehit tutkalı kullanarak ürettiği 0.65 gr/cm³ yoğunlukta levhalarda küçük tutkal taneciklerinin (4.2 kp/cm² hava basıncı ile elde edilen) kullanılmasıyla kaba tutkal taneciklerine (1.4 kp/cm² hava basıncı ile elde edilen) göre, eşit eğilme direnci ve E-elastikiyet modülü elde etmek için %19.6, eşit yüzeye dik yönde çekme direnci elde etmek için ise %27.6 oranında daha az tutkal kullanmak suretiyle ulaşıldığını tesbit etmiştir.

Eğilme direnci ve kalınlığına şişme bakımından optimum seviyelere, tutkal miktarı %8'in altında iken yaklaşıırken yüzeye dik çekme direnci tutkal miktarının artmasıyla yükselmeye devam etmektedir (LEHMANN 1970). ÖZEN (1981) Fenol-formaldehit ve kağıt hamuru atık sularını yapıştırıcı olarak kullanmak suretiyle ürettiği etiket yongalı levhalarda tutkal miktarının optimum seviyesinin %6-8 oranında olduğunu, daha fazla artmasının fiziksel ve mekanik özelliklere önemli bir faydasının olmadığını belirtmektedir.

Üre-formaldehit, Melamin-üre-formaldehit, Fenol-melamin-formaldehit ve yüzey tabakaları Fenol-melamin-formaldehit, orta tabakası ise İzosiyanat tutkallarıyla üretilen levhalar ASTM D 1037 (1977)'de belirtilen suda bekletme, buharlama, dondurma ve kurutmayı içeren toplam 12 günlük bir ön işleme tabi tutulduktan sonra üretilen levhaların çeşitli direnç değerleri ve kalınlığına şişme bakımından; Fenol-melamin-formaldehit ile yüzey tabakaları fenol-melamin, orta tabakaları İzosiyanat tutkalı ile üretilen levhaların diğerlerinden üstün olduğu görülmüştür.

(KAJITA/MUKUDAI/YANO 1991). Fenol-formaldehit ve İzosiyanat tutkalının aynı oranlarda kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışmada(SUN/HAWKE/GALE 1994), E-elastikiyet modülü bakımından iki tutkal arasında önemli bir farklılık bulunmazken, eğilme ve yüzeye dik yönde çekme direnci bakımından hem kuru hem de ıslak şartlar altında İzosiyanat tutkalı üstünlük göstermiştir.

Yonga Geometrisi

Yonga geometrisi levhanın direnç özellikleri, kalınlığına şişmesi ve tutkallama kalitesi bakımından çok karmaşıklık arzeden bir faktördür. Çeşitli geometrik özelliklere sahip yongaların levha üretiminde kullanılabilmesi veya orta ve yüzey tabakalarında farklı geometrilere sahip yongaların kullanılması bu karmaşıklığı iyice artırmaktadır. Ayrıca üretim prosesinin diğer parametreleri ile yonga geometrisi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır.

Levhanın aşağıda sıralanan çeşitli özellikleri yonga geometrisi tarafından doğrudan etkilenmektedir(MALONEY 1977):

- 1- Eğilme direnci, elastikiyet modülü, çekme direnci (yüzeye dik ve paralel), vida tutma kabiliyeti ve çivi tutma kabiliyeti gibi mekanik özellikler.
- 2- Kenar ve yüzey işlemleri bakımından önemli olan levhanın yüzey özellikleri.
- 3- Levhanın rutubet alışverişi. Bu durum ise levhanın diğer özelliklerini etkiler.
- 4- Kesme, delme, zımparalama ve planyalama gibi işleme özelliklerini.

Yüzey tabakalarında kullanılan yongalar (1.6 mm uzunluk, 0.5 mm genişlik ve 0.2 mm kalınlık) aynı olmak üzere, orta tabakada 0.45 mm ve 0.20 mm kalınlığında yongalar ayrı ayrı kullanılarak Üre-formaldehit tutkalıyla üretilen 20 mm kalınlığındaki levhalarda, kalın yongalar hem yüzeye dik çekme direncini hem de kalınlığına şişme miktarını artırmıştır (MAY 1983).

0.60, 0.67, ve 0.73 gr/cm³ levha yoğunluklarında; ilk iki yoğunlukta yonga kalınlığı sırası ile 0.45, 0.67 ve 1 mm'ye çıkınca yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci ve E-elastikiyet modülü artmaktadır. 0.73 gr/cm³ yoğunlukta ise yonga kalınlığının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi az veya yokken, kalın yongalar eğilme direnci ve E-elastikiyet modülünü düşürmektedir. Yonga kalınlığı arttıkça kalınlığına şişme oranı da artmıştır (AU/GERT-JEJANSEN 1989).

MOTTET (1967), uzunluğu 25 mm olmak üzere 0.23, 0.30 ve 0.38 mm yonga kalınlıkları kullanarak yaptığı levhalarda tüm levha yoğunlukları (0.60, 0.65, 0.70 ve 0.75 gr/cm³) için 0.30 mm yonga kalınlığında eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci en yüksek, 0.38 mm yonga kalınlığında yüzeye dik çekme direnci ve kalınlığına şişme oranı en düşük, 0.60 ve 0.65 gr/cm³ yoğunluklarda yonga kalınlığının artmasıyla eğilme direnci artarken, 0.70 ve 0.75 gr/cm³ yoğunlukta yonga kalınlığının artmasıyla eğilme direnci azalmıştır. Yine 0.60 ve 0.65 gr/cm³ yoğunlukta en düşük şişme oranı 0.30 mm yonga kalınlığında gerçekleşmiştir.

BRUMBAUGH (1960) tarafından yapılan çalışmada ise, 0.23, 0.30, 0.38, 0.46 mm yonga kalınlıkları ve 13, 25, 50, 102 mm yonga uzunlukları kullanılarak 0.75 gr/cm³ yoğunlukta üretilen levhalarda; yonga uzunluklarının düşük olduğu (13 ve 25 mm) levhalarda yonga kalınlığı arttıkça eğilme direnci azalmıştır. 50 ve 102 mm yonga uzunluklarında ise yonga kalınlığı arttıkça eğilme direncinde genel olarak bir artış görülmüştür. Bütün yonga uzunluklarında, yonga kalınlığının artmasıyla yüzeye dik çekme direnci genel olarak artmaktadır.

Narinlik oranı (uzunluk/kalınlık) 150 civarında olan yongalarla en iyi eğilme direnci ve elastik özelliklere sahip yongalevha elde edilir (MALONEY 1977). Yongalevhaların direnç ve boyut stabilitesini artırmak için narinlik oranı yüksek olan üniform kalınlıktaki yongalar idealdir.

Örnek olarak, 12-25 mm uzunluk ve 0.25-0.38 mm kalınlığa sahip yongalarla mükemmel levha üretilebilir (HAYGREEN/BOWYER 1985).

%5-20 oranında toz ve küçük boyutlu yongaların normal yonga içerisine ilave edilmesi halinde su alma ve kalınlığına şişme oranı azalır, ancak bu durumda eğilme direnci ve elastik özelliklerde azalmakta, yüzeye dik çekme direncinde ise önemli bir farklılık olmamaktadır (MOTTET 1967). HUŞ (1979) ise toz ve küçük yonga parçacıklarının %15 oranında yongalara ilave edilmesi durumunda eğilme direncinin %20, yüzeye dik çekme direncinin ise %7-8 oranında arttığını belirtmektedir. Zira, toz ve küçük parçacıkların yongalar arasındaki boşlukları dolduracağını ve böylece birbirleriyle temasın artacağını ifade etmektedir.

Kesme suretiyle elde edilen yongaların kullanılmasıyla üretilen levhaların direnci, testere talaşı veya planya artıkları kullanmak suretiyle yapılan levhalardan aynı yoğunlukta ve aynı miktarda tutkal kullanılmasına rağmen daha yüksektir. Yonga uzunluğu 50 mm'ye kadar olunca levhanın direnci istenilen seviyeye ulaşmaktadır. Bu ölçünün üstünde ise direncin yükseliş trendinde önemli derecede bir düşüş olmaktadır (HUŞ 1979). Kullanılabilir yonga uzunlukları içerisinde olmak kaydıyla, yonga uzunluğu artınca; yüzeye dik çekme direnci azalır, boyuna genişleme azalır, kalınlığına şişme miktarı ise artar (MOTTET 1967).

Levha Rutubeti ve Sıcaklığı

Kullanım sırasında levhalar çok çeşitli hava şartlarına maruz kalabilmektedirler. Yongalevhanın yapısal kullanımında, atmosferik rutubet değişimlerinin fiziksel ve mekanik özellikler üzerine olan etkisi çok önemlidir. Bu nedenle çeşitli rutubet ve sıcaklık derecelerinde levha özelliklerinin ne şekilde etkilendiğini tesbit etmek için pek çok araştırma yapılmıştır.

0.60, 0.70 ve 0.80 gr/cm³ yoğunluklardaki levhaların çeşitli direnç değerleri %3...%20 denge rutubetleri arasında tesbit edilmiştir. Buna göre, rutubetin artmasıyla direnç değerleri azalmaktadır. Yoğunluğu yüksek olan levhalarda, kalınlığına şişme miktarının fazla olmasından dolayı bu azalma daha fazla olmaktadır (HALLIGAN/SCHIEWIND 1974).

%1-33 rutubet ve -15 ila 45 OC'ler arasında Üre-formaldehit ve Fenol-formaldehit tutkallarıyla üretilmiş levhaların çekme direnci ve E-elastikiyet modülü tüm sıcaklık derecelerinde rutubetin artmasıyla önemli ölçüde azalmıştır. Düşük rutubet miktarlarında her iki tutkal türünde benzer değişiklikler görülmüştür. Rutubet miktarı %7' nin üzerine çıktığında ise bu değişiklikler Üre-formaldehit tutkalında daha belirgindir. Aynı rutubet miktarında sıcaklığın artmasıyla direnç değerleri azalır. Yüksek sıcaklık ve yüksek rutubetin kombinasyonunda levhanın direnç değerleri en fazla miktarda etkilenmektedir (DEXIN/ÖSTMAN 1983).

LIIRI (1960), üç katlı yongalevhalarla yaptığı çalışmada, eğilme direnci ve çekme direncinin (yüzeye dik ve paralel) rutubetin %10'dan %15'e çıkmasıyla azaldığını tesbit etmiştir. Maksimum dirence yaklaşık %10 rutubet seviyesinde ulaşılmıştır. %5-15 rutubetler arasında Üre-formaldehit ve Fenol-formaldehit tutkallarıyla üretilen levhalarda yapılan çalışmada, rutubetin etkisi bakımından Fenol-formaldehit ve Üre-formaldehit arasında önemli bir fark olmadığı, rutubet artışının eğilme direnci ve E-elastikiyet modülünü önemli oranda etkilediği ve %5 rutubetteki değerlerin %15 rutubetteki değerlerden %25-50 oranında daha yüksek olduğu bulunmuştur. %3 ve %5.5 rutubetteki levhaların direnç değerleri %8 rutubet ile aynı veya biraz daha yüksek bulunurken, %12 rutubetteki direnç değerleri %8'deki değerlerin %80-90'ı kadar, %18 rutubetteki direnç değerleri ise %8'deki değerlerin %60-80'i kadar bulunmuştur.

Yoğunluk Profili

Levhanın enine kesiti içerisindeki (vertikal yönde) yoğunluk farkına yoğunluk profili denilmektedir. Yoğunluk profili levha özellikleri üzerine kesin bir etkiye sahiptir (MAY 1983).

Levhanın hemen hemen bütün özellikleri doğrudan ve dolaylı olarak enine kesitteki yoğunluk profili ile ilgilidir. Bu yüzden yoğunluk profili çok önemli bir özellik olarak dikkate alınmalıdır. Ortalama levha yoğunluğunu dikkate almak yeterli değildir (PLATH/SCHNITZLER 1974).

Levha yüzeyinin orta tabakadan daha yoğun olmasının avantajı, daha yüksek direnç, kaplama ve boyama için daha düzgün yüzey, su alma ve şişmeye karşı daha yüksek mukavemet ve tutuşmaya karşı daha fazla direnç sağlamasıdır (LYNAM 1969).

Levhada yoğunluk profiline sebep olan faktörler; pres kapanma süresi, pres sıcaklığı, pres süresi, orta ve yüzey tabakaları arasındaki rutubet meylı, sermede uygulanan sistem ve orta ve yüzey tabakalarında kullanılan yonga geometrisidir. Pres kapanma süresinin hızlı olması veya yüzey tabakalarının rutubetinin yüksek olmasıyla levhanın orta tabakasında yoğunluk düşük, yüzeytabakalarında ise yüksek olacaktır. Bu durumda eğilme ve elastiklik özellikler iyileşirken, yüzeye dik çekme direnci azalır. Pres kapanma süresinin uzun olması halinde aksi durum gerçekleşir.

Orta tabaka rutubetinin yüzeyden fazla olması durumunda ise daha homojen bir yoğunluk profili elde edilir. Yüksek pres sıcaklıkları orta tabaka yoğunluğunu arttırırken, yüze tabakalarının yoğunluğunu ise azaltır (MALONEY 1977).

Katkı Maddeleri

Preslemede tutkalın sertleşmesini hızlandırmak ve kullanım sırasında rutubet ve mantar gibi zararlı etkilere karşı koymak için levhaya bazı kimyasal katkı maddeleri ilave edilmektedir.

Yongalevhaya ilave edilen en önemli katkı maddesi levhanın su almasını ve böylece şişmesini azaltan parafindir. Parafin normal olarak emülsiyon olarak ve %0.5-1 oranında kullanılır (MALONEY 1977). %1' in üzerinde parafin ilave edilmesi halinde direnç değerleri azalır. Bu azalmayı telafi etmek için levha yoğunluğu veya tutkal miktarı artırılmalıdır (HEEBINK 1967). Parafin ilave edilen levhalar yüzey kaplaması bakımından daha uygundur ve bu levhaların işlenmesi daha kolaydır (LYNAM 1969). Levhaların içerisine ilave edilen yanmayı geciktirici maddelerin miktarının fazla olması, hem levhaların makinelerde işlenmesini güçleştirir hemde yüksek sıcaklıklarda levha renginin koyulaşması sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca dirençlerde de azalma meydana gelmektedir (BOZKURT/GÖKER 1990).

DEPPE ve ERNEST (1964) levhaların mantar ve böceklerle karşı korunmasını temin etmek amacıyla katılan pentaklorfenolün, tutkalın yapışmasını engellediğini ve böylece yüzeye dik çekme direncinin azaldığını belirtmektedir.

Yonga levhanın çeşitli uygulamalarında, levha yüzeyi su veya başka bir sıvı madde ile temas haline gelebilir. Su ile temasın yalnızca 10 dakika sürmesi halinde bile yüzey tabakalarındaki yongaların tamamen şiştiği görülmüştür. Levhanın çeşitli yüzey işlem malzemeleriyle kaplanması sırasında, bu durum arzu edilmeyen yüzey pürüzlülüğüne sebep olmaktadır. Parafinin kullanılması bu pürüzlülüğü önemli ölçüde azaltmaktadır. %0.0, %0.33, %0.66, %1.0 oranlarında parafin kullanılarak üretilen levhalarda, mekanik özellikler arasında önemli bir farklılığın olmadığı, su alma, kalınlığına şişme ve yüzey pürüzlülüğü bakımından %0.66 ve %1.0 parafin oranının aynı derecede ve bu özellikleri olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir (AMTHOR/BÖTTCHER 1984).

Presleme Şartları

Sıcak preslemenin temel fonksiyonu, levha taslağını ısıtmak, yongalar arasında yapışmayı sağlamak ve taslağı toleranslar içerisinde levha kalınlığına kadar sıkıştırmaktır.

Sıcaklık ve presleme süresi, tutkalın sertleşme özellikleri ile levhanın sonuç rutubetine göre ayarlanır. Presleme süresinin uzunluğu fabrika kapasitesini doğrudan etkiler. Bu yüzden pres süresinin kısaltılması, araştırmaların önemli konularından biri olmuştur. Orta tabakaya hızlı bir şekilde ısı transferini sağlamak pres süresini kısaltmanın anahtarıdır. Isı transferi kondüksiyon suretiyle gerçekleştiği takdirde, presleme süresinin kısa olması için; plaka sıcaklıklarının yüksek, yonga rutubetinin ise düşük olması gerekir. Rutubetin artmasıyla odunun ısı iletmesi artsa bile yüksek sıcaklıklarda suyun buharlaşması sıcaklık transferini geciktirir (SUCHSLAND 1967).

Yüzey tabakalarında fazla rutubetli yongaların kullanılması veya yüzeye ayrıca su püskürtülmesi orta tabakaya ısı transferini hızlandırır (SUCHSLAND 1967; HATA 1993). Ancak 100 °C civarında sıcaklığı sabit tutmak için daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır (HATA 1993). Yüksek rutubet derecelerinde presleme işleminde presin açılmasından sonra levhanın geriye yaylanması artar (SUCHSLAND 1967). Ancak bu uygulama ile direnç özellikleri, görünüş özellikleri ve yüzey sürtüklüğü iyileşir (LYNAM 1969).

Preslemede levha özelliklerini etkileyen en önemli faktörler; uygulanan sıcaklık, pres kapanma süresi, spesifik pres basıncı, taslak rutubeti ve presleme süresidir.

Başlangıçta uygulanan yüksek basınç; pres kapanma süresinin kısa olmasına sebep olur ve bu durumda yüzey tabakalarının yoğunluğu daha yüksek, orta tabakanın yoğunluğu ise daha düşük olur. Başlangıçta düşük basınç uygulaması ise pres kapanma süresinin uzun olmasına, bu ise levhanın ortalama yoğunluğu aynı olmak üzere daha homojen bir yoğunluk dağılımının elde edilmesine sebep olur. Böylece; yüksek yüzey yoğunluğundan dolayı eğilme direnci ve elastik özellikler iyileşirken, yoğunluk profilinden dolayı yüzeye dik çekme direnci, levha yüzeyine paralel makaslama direnci, vida tutma kabiliyeti orta tabaka yoğunluğunun fonksiyonundan doğrudan etkilendiğinden azalır ve ayrılma tehlikesi olabilir. Pres kapanma süresinin uzun olması halinde bu özelliklerin tersi bir durum gerçekleşir. Pratik olarak pres kapanma süresi, levha kalınlığı, sıkıştırma derecesi ve pres kapasitesine göre 30 saniye ile 2 dakika arasında değişir (SUCHSLAND 1967).

Yüksek pres sıcaklığı, orta tabaka yoğunluğunu artırırken yüzey tabakalarında yoğunluk azalır. Çünkü; yüksek sıcaklıkta orta tabakaya ısı transferi daha hızlı olmaktadır. Pres sıcaklığının, presleme süresinin, basınç miktarının veya tutkal miktarının yeterli olmaması halinde levhada ayrılmalar olabilir (MALONEY 1977). Levhalar prestan zamanında çıkarılmalıdır aksi takdirde, 170 °C'nin üzerinde termik bozulmalar olur ve bu yüzden levhanın direnç değerleri azalır (KOLLMANN/KUENZI/STAM 1975).

Lignosülfonat, furfural alkol ve hidrojen peroksit yapıştırıcı olarak kullanılmak suretiyle üretilen levhalarda sıcaklığın 121 °C'den 177 °C'ye çıkması, yada pres süresinin 4 dakikadan 8'e çıkarılmasıyla levhanın bütün özellikleri iyileşmiştir (PHILIPPOU/ZAVARIN/ JOHNS/ NGUYEN 1982). Benzer şekilde RAYNER (68) tarafından Üre-formaldehit tutkalı ile 145 °C'de üretilen 19 mm kalınlığındaki levhalarda presleme süresinin 4 dakikadan 4 dak. 45 saniyeye çıkarılmasıyla levhanın bütün özelliklerinde iyileşme gözlenmiştir.

HATA (1993) tarafından yapılan bir araştırmada şu sonuçlar tespit edilmiştir: Taslak rutubeti %11 olduğu takdirde, taslak kalınlığının 20 mm'den 40 mm'ye çıkarılmasıyla orta tabaka sıcaklığının 100 °C' ye ulaşma süresi yaklaşık 4 kat artmıştır. Bu sıcaklığa 20 mm taslak kalınlığında 3 dakikada ulaşılırken 40 mm taslak kalınlığında 11 dakikada ulaşılmıştır. Taslak rutubetinin yüksek olması halinde orta tabaka sıcaklığının 100 °C'ye çıkması daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Ancak, sabit sıcaklıkta (100 °C) bekletme süresi daha uzun zaman almaktadır.

Odun Türü

Yongalevha üretiminde; ince çaplı yuvarlak ve yarılmiş gövde kısımları, dal odunu,

kapak tahtası, tomruk uçları, çıta, kaplama artıkları ve testere talaşı gibi çeşitli odun türleri kullanılabilir. Zikredilen bu odun türlerinin yonga levha üretimine olan uygunluğu farklılık arz etmektedir.

Kullanılan odun hammaddesinin boyutları elde edilecek yonga kalitesi bakımından çok önemlidir. Düzgün lifli, az budaklı, silindirik çapları 10-20 cm civarında olan ve %30-50 rutubeteki materyal kolaylıkla yongalanabilmektedir. Bu vasıflardaki odunlardan elde edilen yongaların kalitesi, hem yakacak odun mahiyetindeki odunlardan elde edilen yongalardan hem de ağaç sanayi artıklarından elde edilenlerden yüksek olmaktadır (GÖKER/AS/AKBULUT 1994).

KALAYCIOĞLU (1991) tarafından Sahil çamı odunlarının değişik kısımlarından (gövde ve dal) alınarak üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri arasında farklılık bulunmuştur. Eğilme direnci, E-elasticite modülü ve yüzeye dik çekme direnci bakımından 8 yaşındaki Sahil çamı gövde odunlarından elde edilen levhalar, aynı yaştaki ağacın dal odunlarından elde edilenlerden daha yüksek değerler vermiştir.

HSU (1982) Ladin tomrukları ve çıtalarını ayrı ayrı hammadde olarak kullanmak suretiyle ürettiği levhalarda, tomrukların yongalanmasıyla elde edilen yongalardan üretilen levhaların direnç değerleri daha yüksek bulunmuştur. Aynı araştırmacı sağlam ve çürük ladin tomruklarından ürettiği levhaları karşılaştırmış ve sağlam tomruktan üretilen levhaların eğilme direnci, E-elasticite modülü ve yüzeye dik çekme direnci daha yüksek bulunmuştur. Kalınlığına şişmede ise çürük tomruklardan üretilen levhalar biraz daha düşük değerler vermiştir.

Pinus taeda'nın dört farklı genç odun kaynağından (hızlı büyüyen ağaçları, dal odunu, tepe kısımları ve yaşlı ağaçların genç odun kısımları) alınan odunlar ayrı ayrı yongalanarak levha üretilmiştir. Bu dört odun kısmından üretilen levhalar olgun Pinus taeda odunundan üretilen levhalarla karşılaştırılmıştır. Her bir odun tipinden yapılan levhaların E-elasticite modülü, eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci olgun Pinus taeda'dan yapılan levhalarla karşılaştırılabilecek değerler vermiştir. Bununla birlikte bu genç odun tiplerinden aynı yoğunlukta levha üretebilmek için olgun oduna göre yaklaşık %20 daha fazla odun gerekmektedir (PUGEL/PRICE/HSE 1990).

Araştırmanın Amacı

Çeşitli kullanım yerlerinde yongalevhalarından istenen özellikler farklı olsada, genellikle levhaların hafif ama yeterli derecede dirençli, düzgün yüzeyli ve stabil olması bütün kullanım yerlerinde arzu edilmektedir. Yonga levhanın bu özelliklerini kullanılan hammaddeler ve üretim değişkenleri etkilemektedir. Bu çalışmada çeşitli üretim değişkenlerinin levha özellikleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

Yongalevhanın ana hammaddesini odun ve tutkal oluşturmaktadır. Yongalevha üretiminde odun hammaddesi olarak, kolayca sıkıştırılabildiklerinden dolayı yumuşak ağaç türleri (iğne yapraklılar ve bazı yapraklı ağaçlar) tercih edilmektedir. Yongalevha ile ilgili araştırmalarda da genellikle bu türler kullanılmıştır. Ancak, bu türleri istenilen miktar ve kalitede bulmak günümüzde her zaman mümkün olmadığından, yongalevha fabrikaları ağaç türü ayrımı yapmaksızın bulabildikleri bütün türleri kullanma yoluna gitmektedirler. Bu nedenle, çalışmamızda odun hammaddesi olarak belli bir veya birkaç türden hazırlanan yongalar yerine, bazı fabrikalar tarafından pratikte kullanılan ve çeşitli ağaç türlerinden hazırlanmış yongaların levha üretimine etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Tutkal olarak ise endüstride en çok kullanılan Üre-formaldehit kullanılmıştır.

Ayrıca üretim değişkenlerinden; parafin miktarı, toz miktarı (0.35mm'lik elekten geçen), yüzey/orta/yüzey tabaka oranları, levha çeşidi (üç katlı ve homojen) ve tutkal miktarının yongalevhanın özellikleri üzerine olan etkilerini tesbit etmek hedeflenmiştir. Zira, incelenen literatürde; toz oranı ile levha özellikleri arasındaki ilişkilere ait çelişkili sonuçlar mevcuttur. Bundan

başka, yüzey/orta/yüzey tabaka oranları ile levha çeşidinin levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisine ait yeterli bilgi, incelenen literatürde, bulunmamaktadır. Bu noksanlıkların giderilmesine katkıda bulunmak da araştırmamızın amaçları içerisinde yer almaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Deneme Materyali

2.1.1 Odun Hammaddesi

Deneme levhalarının üretiminde Tever A.Ş. ve Yongapan A.Ş. yongalevha fabrikalarından temin edilen endüstriyel yongalar karıştırılmak suretiyle kullanılmıştır. Yüzey tabakalarında kullanılan yongalar Kavak, Söğüt, Çam ve Ladinden, orta tabakada kullanılanlar ise Kayın, Meşe ve Kestane odunlarından elde edilmiştir.

2.1.2. Tutkal

Yapıştırıcı madde olarak Polisan Kimya Sanayii A.Ş. firmasından temin edilen ve aşağıda teknik özellikleri belirtilen Üre-formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

| | | |
|--|---|--------------------|
| Tipi | : | Poliüre-6465 |
| Görünüş | : | Temiz, beyaz, sıvı |
| Katı Madde(120 °C'de 2 saat) | : | 65±1 |
| Yoğunluk (20 °C) gr/cm ³ | : | 1,265 ±1, 280 |
| Viskozite (20 °C) cP | : | 250-450 |
| Akma zamanı (20 °C, FC 4) sn. | : | 40-75 |
| pH (20 °C) | : | 7,5-8,5 |
| Serbest formaldehit % | : | 0,70 max. |
| Jelleşme zamanı (100 °C) sn. | : | 40-50 |
| (50 gr. Reçine 5 ml. %10'luk NH ₄ Cl) | | |
| Depolama zamanı (20 °C) gün | : | 60 |
| Formaldehit / üre mol oranı | : | 1.64 |

2.1.3 Hidrofobik madde

Deneme levhalarının üretiminde hidrofobik madde olarak üretici firmadan sağlanan parafin emülsiyonu (Katı madde oranı % 42, yoğunluk (20 C°'de) 0.88 gr/cm³, pH 7.5 ve renk beyaz) kullanılmıştır.

2.2 Deneme Levhalarının Üretimi

Madde 2.1.'de özellikleri belirtilen yüze ve orta tabaka yongaları kurutma fırınında %4 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Daha sonra, yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı olmak üzere, tek enjektörlü, 6 kg/cm² basınca dayanıklı, beş karıştırma koluna sahip tutkallama makinasında tutkallanmıştır. Bu makinada motora bağlı bulunan milin dönmesiyle karıştırma kolları harekete geçmekte ve böylece yongalar homojen bir şekilde tutkallanabilmektedirler.

Uygulanan tutkal miktarları tam kuru yonga ağırlıkları esas alınarak hesaplanmıştır. Çeşitli levha gruplarında kullanılan tutkal oranları Tablo-1'de verilmiştir. %65 katı madde oranına sahip tutkalın hesaplamalarda yalnız katı madde oranları dikkate alınmıştır. Tutkal çözeltisi hazırlanırken sertleştirici madde olarak %1 oranında Amonyum klorür katılmıştır.

Levha taslağının hazırlanmasında 56x56 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 2 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların orta ve yüzey tabakalarında kullanılan yonga oranları ağırlık esasına göre dozajlanmış ve bu oranlar çeşitli levha grupları arasında farklılık göstermektedir. Levha gruplarının yüzey ve orta tabaka oranları Tablo 1'de verilmiştir. Şekillendirme çerçevesi 3 mm kalınlığındaki pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, öncelikle tutkallanmış alt tabaka yongaları elle homojen bir şekilde serilmiştir. Bunu takiben, orta tabaka yongaları ve en sonunda üst tabaka yongaları elle serilmiştir. Serme işlemi tamamlandıktan sonra, şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir plaka ile yongalar üzerine basınç uygulanarak bir nevi soğuk pres yapılmıştır. Soğuk presleme işleminden sonra, şekillendirme çerçevesi dikkatli bir şekilde çıkarılarak serilen taslak üzerine üst pres sacı yerleştirilmiş ve böylece taslak sıcak preslemeye hazır hale getirilmiştir.

Levha taslakları laboratuvar tipi ve levha büyüklüğü 70x89 cm olan, elektrikle ısıtılan ve tek katlı hidrolik preste pres sıcaklığı 150 °C, pres kapanma süresi 20 sn., presleme süresi 10 dak. ve spesifik pres basıncı 30 kp/cm² olmak üzere preslenmiştir.

Levhalar prestren çıkarıldıktan sonra soğutulmuş ve daha sonra sıcaklığı 20 °C ve bağıl nemi % 65 olan klima odasında istiflenerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Bu şekilde kondisyonlanmış olan deneme levhalarından fiziksel ve mekanik testler için gerekli standart boylardaki örnekler kesilmiştir. Hazırlanan örnekler deneme anına kadar tekrar klima odasında tutulmuştur.

Tablo 1: Laboratuvar Üretilen Deneme Levhası Tipleri ve Bunlara Ait Üretim Değişkenleri

Table 1: Types of Experiment Boards Produced and Their Manufacturing Variables

| Levha Tipi Code | Özgül Ağırlık Density gr/cm ³ a | Yüzey/Orta/Yüzey tabaka oranı Face/core/face % b | Tutkal Miktarı Resin content % c | Toz Oranı (orta/yüzey) Dust (core/faces) % d | Parafin Miktarı Paraffin content % e | Levha Çeşidi Kind of board |
|-----------------|--|--|----------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| A | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 6.8/7.5 | 0.5 | 3 katlı |
| B | 0.65 | 20:60:20 | 8/10 | 6.8/7.5 | 0.5 | 3 katlı |
| C | 0.65 | 15:70:15 | 10/12 | 6.8/7.5 | 0.5 | 3 katlı |
| D | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 6.8/7.5 | 1.0 | 3 katlı |
| E | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 13.6/15 | 0.5 | 3 katlı |
| F | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 7.01 | 0.5 | Homojen |
| G | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 10.2/11.2 | 0.5 | 3 katlı |

- a) TS 180'e göre tesbit edilen gerçek hava kurusu yoğunluklar.
b) Yonga ağırlıklarına göre
c) Tam kuru yonga ağırlığına oranla
d) 0.35 mm elekten geçen. İlgili tabaka ağırlığına oranla

Her bir deneme levhasından 3'er adet üretilmiştir. Deneme levhalarının hepsinde kalınlık 20 mm olup, diğer özellikleri Tablo 1'de toplu bir şekilde verilmiş bulunmaktadır.

2.3 Araştırma Metodları

Eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci TS 180'e göre, vida tutma gücü ise TS 10505'e göre yapılmıştır.

2.4 İstatistik Uygulamalar

Bu çalışmada; endüstriyel yongaların kullanılmasıyla laboratuvar üretilen yongalevhaların, yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci ve vida tutma gücü üzerine tutkal miktarı, yüzey/orta/yüzey tabaka oranı, hidrofobik madde miktarı, toz oranı ve levha çeşidinin etkileri araştırılmıştır.

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; bir faktör iki örnekleme olması durumunda t-testi ile aritmetik ortalamalar karşılaştırılmıştır. İki'den fazla örnekleme ve bir faktör sözkonusu olunca ise önce basit varyans analizi yapılmış ve sonucun manidar olması halinde aritmetik ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılarak, birbirinden farklı ve eşit kabul edilebilecek ortalamalar belirlenmiştir.

Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için yapılan testlerde kullanılması gereken minimum örnek sayısını belirlemek için, KALIPSIZ (1988)'den alınan;

$$n \geq \frac{t^2 \cdot v^2}{m^2} \quad \text{formülü kullanılmıştır.}$$

Burada;

t= t- tablosundan, %95 güven seviyesi için, alınan bir sabit. (v=10-1=9 serbestlik derecesi için t=2 alınmıştır.)

v= Varyasyon katsayısı

m= Öngörülen hata yüzdesi (% 5 olarak alınmıştır.)

Testlerden önce 10'ar adet örnek üzerinde ön deneme yapılarak her bir test için gerekli minimum örnek sayısı belirlenmiştir. Buna göre; test türüne bağlı olarak, minimum örnek sayısının 15 ila 30 arasında değiştiği görülmüştür. Ancak araştırmanın hassasiyetini yüksek tutmak amacıyla her bir test için 30 örnek üzerinde denemeler yürütülmüştür. İstatistiki karşılaştırmalarda güven seviyesi %95 olarak alınmıştır.

3. BULGULAR

Deneyler sonucunda elde edilen veriler; istatistiki olarak değerlendirilerek araştırılan faktörlerin levha özellikleri üzerine olan etkileri tablolar yardımıyla aşağıda açıklanmıştır.

3.1 Eğilme Direnci

Eğilme direnci ile ilgili levha tiplerine ait aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim genişliği ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 2'de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 2: Levhaların Eğilme Direnci ile İlgili İstatistiksel Değerler
Table 2: Statistical Values Regarding the Bending Strengths of the Boards

| Levha Tipi Code | Aritmetik Ortalama Mean (kp/cm ²) | Standart Sapma Standard Deviation (kp/cm ²) | Varyans Variance | Değişim Genişliği Range (kp/cm ²) | Varyasyon Katsayısı Coefficient of Variation (%) |
|--------------------|---|---|---------------------|---|--|
| A | 135.99 | 14.71 | 216.43 | 165.8-105.9 | 10.81 |
| B | 163.46 | 22.04 | 486.14 | 216.5-129 | 13.48 |
| C | 165.57 | 21.26 | 451.99 | 193.5-124.4 | 12.84 |
| D | 133.16 | 15.65 | 244.98 | 165.8-109.0 | 11.75 |
| E | 121.13 | 16.06 | 257.92 | 147.4-96.7 | 13.25 |
| F | 130.50 | 17.92 | 321.24 | 161.2-92.1 | 13.73 |
| G | 137.21 | 17.99 | 323.83 | 175.1-110.5 | 13.11 |

3.1.1 Parafin Miktarının Etkisi

Eğilme direnci üzerine parafin miktarının etkisini tesbit etmek amacıyla iki farklı oranda parafin içeren A ve D tipi levhalar karşılaştırılmıştır. Bu levha tiplerine ait eğilme direnci değerleri şöyledir:

| Levha Tipi | Parafin Miktarı (%) | Eğilme Direnci(kp/cm ²) |
|------------|---------------------|-------------------------------------|
| A | 0.5 | 135.99 |
| D | 1.0 | 133.16 |

Parafin miktarının eğilme direnci üzerine etkili olup olmadığını anlamak için önce A ve L tipi levhalara ait aritmetik ortalamalar t-testi ile % 95 güven seviyesinde karşılaştırılmıştır. t-testi sonucuna göre % 0.5 ve % 1.0 parafin miktarının eğilme direnci bakımından önemli bir etki oluşturmadığı görülmüştür.

3.1.2 Toz Miktarının Etkisi

Toz oranının eğilme direnci üzerine olan etkisini tesbit etmek amacıyla A, G ve E tipi levhaların karşılaştırılması gerekmektedir. Yüzey ve orta tabakalarında farklı oranlarda ince materyal içeren bu levha tiplerine ait eğilme direnci değerleri şöyledir:

| Levha Tipi | Parafin Miktarı (%) | Eğilme Direnci(kp/cm ²) |
|------------|----------------------|-------------------------------------|
| A | Yüzey 7.5 / Orta 6.8 | 135.99 |
| G | Yüzey 11.2/Orta10.2 | 137.21 |
| E | Yüzey 15.0/Orta 13.6 | 121.13 |

Tablo 3: Toz Oranının Eğilme Direnci Üzerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi
Table 3: Analysis of Variance Relating to the Effect of Dust Content on the Bending Strength

| Varyasyon Kaynağı Source of Variation | Serbestlik derecesi Degrees of Freedom | Kareler Toplamı Sum of Squares | Ortalama Kareler Mean Square | F-Oranı F | Önem seviyesi Level of Significance |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|--|
| Gruplar arası Groups | 2 | 4807.96 | 2403.98 | 9.03 | S* |
| Gruplar içi Error | 87 | 23148.88 | 266.07 | > | |
| Toplam Total | 89 | 27956.85 | 314.12 | 3.07 | |

Tablo 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toz oranı eğilme direncini etkilemektedir. Yapılan Duncan Testine göre A ve G tipi levhalara ait aritmetik ortalamalar arasındaki farklılık % 95 güvenle önemli değildir. Ancak A ve G tipi levhalar ile E tipi levhalara ait aritmetik ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Toz oranının yüzey tabakalarında %11.2 ve orta tabakada %10.2 oranında bulunması eğilme direncini artırmıştır.

3.1.3 Yüzey/Orta/Yüzey Tabaka Oranının Etkisi

Yüzey/orta/yüzey tabaka oranının eğilme direnci üzerine olan etkisini tesbit etmek için A ve B tipi levhalar karşılaştırılmıştır.

| Levha Tipi | Yüzey/Orta/Yüzey Tabaka Oranı | Eğilme Direnci (kp/cm ²) |
|------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| A | 15/70/15 | 135.99 |
| B | 20/60/20 | 163.46 |

Yapılan t-testi sonucuna göre yüzey/orta/yüzey tabaka oranının eğilme direncini % 95 güvenle etkilediği anlaşılmaktadır.

3.1.4 Levha Çeşidinin Etkisi

Levha çeşidinin (homojen ve üç katlı) eğilme direnci üzerine olan etkisini tesbit etmek amacıyla diğer tüm değişkenleri aynı olmak kaydıyla, sadece tabaka sayısı farklı olan A ve F tipi levhalar karşılaştırılmıştır. Bu levha tiplerine ait eğilme direnci değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Levha Çeşidi | Eğilme Direnci (kp/cm ²) |
|------------|--------------|--------------------------------------|
| A | Üç Katlı | 135.99 |
| F | Homojen | 130.50 |

Üç katlı levhalarda eğilme direnci daha yüksek bulunmasına rağmen, yapılan t- testi sonucuna göre aralarındaki fark % 95 güvenle önemli değildir.

3.1.5 Tutkal Miktarının Etkisi

Eğilme direnci üzerine tutkal miktarının etkisini belirlemek amacıyla A ve C tipi levhalar üretilmişlerdir. Bu levha tiplerinde tutkal miktarı farklılığından başka diğer değişkenler sabit tutulmuştur. Bu levhalara ait eğilme direnci değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Tutkal Miktarı (%) (orta/yüzey) | Eğilme Direnci (kp/cm ²) |
|------------|------------------------------------|---|
| A | 8/10 | 135.99 |
| C | 10/12 | 165.57 |

Yukarıdaki değerlerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi tutkal miktarının artmasıyla, eğilme direnci de artış göstermiştir. Zira, yapılan t-testi sonucuna göre aralarındaki fark %95 güvenle önemli bulunmuştur.

3.2 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci ile ilgili levha tiplerine ait aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim genişliği ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 4'de şekilde verilmiştir.

Tablo 4: Levhaların Yüzeye Dik Çekme Direnci ile İlgili İstatistik Değerler
Table 4: Statistical Values Regarding the Internal Bond Strengths of the Boards

| Levha Tipi Code | Aritmetik Ortalama Aritmetical Mean (kp/cm ²) | Standart Sapma Standard Deviation (kp/cm ²) | Varyans Variance | Değişim Genişliği Range (kp/cm ²) | Varyasyon Katsayısı Coefficient of Variation (%) |
|--------------------|---|---|---------------------|---|--|
| A | 4.62 | 0.558 | 0.311 | 5.96-3.60 | 12.07 |
| B | 5.29 | 0.657 | 0.432 | 6.08-3.40 | 12.41 |
| C | 6.86 | 0.752 | 0.565 | 8.72-6.16 | 10.96 |
| D | 4.60 | 0.628 | 0.395 | 5.52-3.40 | 13.56 |
| E | 3.79 | 0.493 | 0.243 | 4.80-3.00 | 13.01 |
| F | 6.02 | 0.738 | 0.545 | 7.20-4.80 | 12.25 |
| G | 5.56 | 0.790 | 0.530 | 6.80-4.60 | 12.73 |

3.2.1 Parafin Miktarının Etkisi

Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin miktarının etkisini tesbit etmek amacıyla A ve D tipi levhalar karşılaştırılmıştır. Bu levha tiplerinde parafin miktarı farklılığından başka diğer bütün üretim değişkenleri aynı bulunmaktadır. Bu levha tiplerine ait yüzeye dik çekme direnci değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Parafin miktarı (%) | Yüz. dik çek. direnci (kp/cm ²) |
|------------|---------------------|---|
| A | 0.5 | 4.62 |
| D | 1.0 | 4.60 |

Yapılan t-testi sonucuna göre, bu iki parafin oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisinin olmadığı, %95 güvenle, anlaşılmıştır.

3.2.2 Toz Oranının Etkisi

Toz miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkisini anlamak için A, G ve E tipi levhaların karşılaştırılması gerekmektedir. Bu levha tiplerine ait yüzeye dik çekme direnci değerleri şöyledir:

| Levha Tipi | İnce materyal oranı (%) | Yüzeye dik çekme direnci(kp/cm ²) |
|------------|-------------------------|---|
| A | Orta 6.8 / Yüzey 7.5 | 4.62 |
| G | Orta 10.2/Yüzey 11.2 | 5.56 |
| E | Orta 13.6/Yüzey 15.0 | 3.79 |

Toz oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini tesbit etmek için yapılan varyans analizi Tablo. 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Toz Oranının Yüzeye Dik Çekme Direnci Üzerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi
Table 5: Analysis of Variance Relating to the Effect of Dust Content on the Internal Bond Strength

| Varyasyon Kaynağı Source of Variation | Serbestlik derecesi Degrees of Freedom | Kareler Toplamı Sum of Squares | Ortalama Kareler Mean Square | F-Oranı F | Önem seviyesi Level of Significance |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|--|
| Gruplar arası Groups | 2 | 47.31 | 23.65 | 67.0 | S* |
| Gruplar içi Error | 87 | 30.68 | 0.35 | > | |
| Toplam Total | 89 | 78.00 | 0.87 | 3.07 | |

Varyans analiz tablosunun incelenmesinden görüldüğü gibi, ince materyal oranı yüzeye dik çekme direncini % 95 güvenle etkilemektedir. Yapılan Duncan testi sonucuna göre aritmetik ortalamalar arasındaki farklılık % 95 güvenle önemli bulunmuştur.

3.2.3 Yüzey/Orta/Yüzey Tabaka Oranının Etkisi

Yüzeye dik çekme direnci üzerine yüzey/orta/yüzey tabaka oranının etkisini belirlemek amacıyla A ve B tipi levhalar kendi aralarında karşılaştırılmışlardır. Bu levha tiplerine ait yüzeye dik çekme direnci değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Yüzey/orta/yüzey tabaka oranı (%) | Yüzeye Dik çekme direnci (kp/cm ²) |
|------------|-----------------------------------|--|
| A | 15/70/15 | 4.62 |
| B | 20/60/20 | 5.29 |

Yapılan t-testi sonucuna göre yüzey/orta/yüzey tabaka oranının yüzeye dik çekme direncini % 95 güvenle etkilediği görülmüştür.

3.2.4 Levha Çeşidinin Etkisi

Levha çeşidinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini tesbit etmek amacıyla A ve F tipi levhaların karşılaştırılması gerekmektedir. Zira, bu levhalarda serme işleminden başka diğer tüm değişkenler aynıdır. Bu levha tiplerine ilişkin yüzeye dik çekme direnci değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Levha çeşidi | Yüzeye dik çekme direnci (kp/cm ²) |
|------------|--------------|--|
| A | Üç katlı | 4.62 |
| F | Homojen | 6.02 |

Yapılan t-testi sonucuna göre levha çeşidinin yüzeye dik çekme direnci üzerine % 95 güvenle etkili olduğu anlaşılmıştır.

3.2.5 Tutkal Miktarının Etkisi

Tutkal miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla iki farklı oranda tutkal içeren levha tipleri (A ve C) karşılaştırılmıştır. Bu levha tiplerinin üretiminde tutkal miktarı farklılığından başka diğer değişkenler sabit tutulmuştur. Bu levha tiplerine ait yüzeye dik çekme direnci değerleri şöyledir:

| Levha Tipi | Tutkal Miktarı(%) (Orta/Yüzey) | Yüzeye dik çekme direnci (kp/cm ²) |
|------------|-----------------------------------|---|
| A | 8/10 | 4.62 |
| C | 10/12 | 6.82 |

Yapılan t-testi sonucu tutkal miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğunu, % 95 güvenle, göstermektedir.

3.3 Vida Tutma Kabiliyeti

Levha yüzeyine dik ve paralel yönde vida tutma kabiliyeti ile ilgili aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim genişliği ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo.6 ve 7'da toplu bir şekilde verilmiş bulunmaktadır.

Tablo 6: Levhaların Yüzeyine Dik Yönde Vida Tutma Kabiliyeti ile İlgili İstatistiksel Değerler
Table 6: Statistical Values Regarding the Screw Holding Ability Perpendicular to the Plane of the Boards

| Levha Tipi Code | Aritmetik Ortalama Aritmetical Mean (kp) | Standart Sapma Standard Deviation (kp) | Varyans Variance | Değişim Genişliği Range (kp) | Varyasyon Katsayısı Coefficient of Variation (%) |
|--------------------|--|--|---------------------|------------------------------------|--|
| A | 84.56 | 6.94 | 48.25 | 98-74 | 8.23 |
| B | 88.96 | 10.73 | 115.20 | 96-60 | 13.58 |
| C | 94.03 | 12.51 | 116.58 | 110-72 | 10.30 |
| D | 70.73 | 9.45 | 89.44 | 82-50 | 13.37 |
| E | 79.46 | 10.43 | 108.94 | 98-64 | 13.13 |
| F | 88.43 | 11.96 | 143.08 | 106-74 | 13.52 |
| G | 82.16 | 9.80 | 96.14 | 99-70 | 11.93 |

Tablo 7: Levhaların Yüzeyine Paralel Yönde Vida Tutma Kabiliyeti ile İlgili İstatistiksel Değerler
Table 7: Statistical Values Regarding the Screw Holding Ability Parallel to the Plane of the Boards

| Levha Tipi Code | Aritmetik Ortalama Aritmetical Mean (kp) | Standart Sapma Standard Deviation (kp) | Varyans Variance | Değişim Genişliği Range (kp) | Varyasyon Katsayısı Coefficient of Variation (%) |
|--------------------|--|--|---------------------|------------------------------------|--|
| A | 66.33 | 8.82 | 77.95 | 79-50 | 13.29 |
| B | 64.43 | 7.32 | 53.63 | 64-39 | 13.44 |
| C | 68.06 | 6.52 | 42.51 | 78-60 | 9.59 |
| D | 46.83 | 6.22 | 38.68 | 56-34 | 13.28 |
| E | 61.83 | 8.14 | 66.41 | 72-49 | 13.17 |
| F | 54.53 | 7.11 | 50.60 | 67-45 | 13.04 |
| G | 62.86 | 7.85 | 61.77 | 74-48 | 12.50 |

3.3.1 Parafin Miktarının Etkisi

Vida tutma kabiliyeti üzerine parafin miktarının etkisini belirlemek için A ve D tipi levhaların karşılaştırılması gerekmektedir. Bu levha tiplerinde parafin miktarı farklılığından başka diğer değişkenler sabit tutulmuştur. Bu levha tiplerine ait vida tutma mukavemeti değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Parafin Miktarı (%) | Vida tutma kabiliyeti (kp) | |
|------------|---------------------|----------------------------|---------|
| | | Dik | Paralel |
| A | 0.5 | 84.56 | 66.33 |
| D | 1.0 | 70.73 | 46.83 |

Yapılan t- testleri sonucuna göre, parafın miktarı, % 95 güvenle levha yüzeyine dik ve paralel yönde vida tutma kabiliyetini etkilemektedir.

3.3.2 Toz Oranının Etkisi

Vida tutma kabiliyeti üzerine toz oranının etkisini belirlemek amacıyla A, G ve E tipi levhalar karşılaştırılmıştır. Bu levha tiplerine ait vida tutma kabiliyeti değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Toz Oranı (%) (yüzey/orta) | Vida tutma kabiliyeti (kp) | |
|------------|-------------------------------|----------------------------|---------|
| | | Dik | Paralel |
| A | 7.5 / 6.8 | 84.56 | 66.33 |
| G | 11.2/10.2 | 82.16 | 62.86 |
| E | 15.0/13.6 | 79.46 | 61.83 |

Tablo 8: Dik Yönde Vida Tutma Kabiliyeti Üzerine Toz Oranının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Table 8: Analysis of Variance Relating to the Effect of the Dust Content on the Screw Holding Ability Perpendicular to the Plane of the Boards

| Varyasyon Kaynağı Source of Variation | Serbestlik derecesi Degrees of Freedom | Kareler Toplamı Sum of Squares | Ortalama Kareler Mean Square | F-Oranı F | Önem seviyesi Level of Significance |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|--|
| Gruplar arası Groups | 2 | 390.62 | 195.31 | 2.3 | N.S. |
| Gruplar içi Error | 87 | 7347.00 | 84.44 | < | |
| Toplam Total | 89 | 7737.62 | 86.93 | 3.07 | |

Tablo 9: Paralel Yönde Vida Tutma Kabiliyeti Üzerine Toz Oranının Etkisine İlişkin Varyans Analizi

Table 9: Analysis of Variance Relating to the Effect of the Dust Content on the Screw Holding Ability Parallel to the Plane of the Boards

| Varyasyon Kaynağı Source of Variation | Serbestlik derecesi Degrees of Freedom | Kareler Toplamı Sum of Squares | Ortalama Kareler Mean Square | F-Oranı F | Önem seviyesi Level of Significance |
|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|--|
| Gruplar arası Groups | 2 | 333.34 | 166.67 | 2.4 | N.S. |
| Gruplar içi Error | 87 | 5978.31 | 68.71 | < | |
| Toplam Total | 89 | 6311.65 | 70.91 | 3.07 | |

Yapılan varyans analizlerinden ince materyal oranının, % 95 güvenle, levha yüzeyine dik ve paralel yönde vida tutma kabiliyeti üzerine önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

3.3.3 Yüzey/Orta/Yüzey Tabaka Oranının Etkisi

Vida tutma kabiliyeti üzerine yüzey/orta/yüzey tabaka oranının etkisini belirlemek için, iki farklı yüzey/orta/yüzey tabaka oranına sahip levhalar üretilmiştir. Bu levha tiplerine ait vida tutma kabiliyeti değerleri şöyledir:

| Levha tipi | Yüzey/orta/yüzey tabaka oranı (%) | Vida tutma kabiliyeti (kp) | |
|------------|--------------------------------------|----------------------------|---------|
| | | Dik | Paralel |
| A | 15/70/15 | 84.56 | 66.33 |
| B | 20/60/20 | 88.96 | 64.43 |

Yapılan t- testi sonuçlarına göre, % 95 güvenle, yüzey/orta/yüzey tabaka oranı, her iki grupta da hem dik hem de paralel yönde vida tutma kabiliyeti üzerine etkili bulunmamaktadır.

3.3.4 Levha Çeşidinin Etkisi

Vida tutma kabiliyeti üzerine levha çeşidinin etkisini belirlemek amacıyla A ve F tipi levhalar karşılaştırılmıştır.

| Levha tipi | Levha çeşidi | Vida tutma mukavemeti (kp) | |
|------------|--------------|----------------------------|---------|
| | | Dik | Paralel |
| A | Üç katlı | 84.56 | 66.33 |
| F | Homojen | 88.43 | 54.53 |

Yapılan t- testi sonuçlarına göre levha çeşidi, % 95 güvenle, vida tutma mukavemetini yalnız paralel yönde etkilemektedir.

3.3.5 Tutkal Miktarının Etkisi

Vida tutma kabiliyeti üzerine tutkal miktarının etkisini tesbit etmek amacıyla A ve C tipi levhaların karşılaştırılması gerekmektedir. Zira bu levha tiplerinde tutkal farklılığından başka diğer bütün değişkenler sabit tutulmuştur.

| Levha tipi | Tutkal Miktarı (%) (yüzey/orta) | Vida tutma Kabiliyeti (kp) | |
|------------|------------------------------------|----------------------------|---------|
| | | Dik | Paralel |
| A | 10/8 | 84.56 | 66.33 |
| C | 12/10 | 94.03 | 68.06 |

Yapılan t- testi sonuçlarına göre yüzeye dik yönde vida tutma kabiliyeti üzerine, % 95 güvenle, tutkal miktarının etkili olduğu, yüzeye paralel yönde ise etkili olmadığı anlaşılmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Laboratuvar şartlarında üretilen levhalar üzerinde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar; bu bölümde tartışma konusu yapılarak, fiziksel ve mekanik özellikleri yeterli, düzgün yüzeyli ve stabil yongalevha üretilmesi için bazı önerilerde bulunmaktadır.

4.1 Parafin Miktarı

Parafin miktarının % 0.5'ten % 1'e çıkmasıyla eğilme direncinde az oranda bir azalma olmuştur. Ancak bu azalma önemli değildir. % 0.5 parafin oranında eğilme direnci 135.9, % 1 parafin oranında ise 133.1 kp/cm² olarak gerçekleşmiştir. % 0.0, % 0.33, %0.66 ve %1 parafin oranları kullanılarak yapılan bir araştırmada (AMTHOR/BÖTTCHER 1984) benzer şekilde mekanik özellikler arasında önemli bir farklılık olmadığı tesbit edilmiştir. HEEBİNK (1967), % 1'in üzerinde parafin kullanılması halinde direnç değerlerinin azaldığını belirtmekte ve bu azalmayı telafi etmek için tutkal miktarının veya levha yoğunluğunun artırılması gerektiğini ifade etmektedir.

Yüze dik çekme direnci bakımından % 0.50 ve % 1.0 parafin miktarlarının önemli bir etkisi olmamaktadır. Ancak, daha önce açıklandığı gibi HEEBİNK (1967) % 1.0'in üzerinde parafin kullanılması halinde direnç değerlerinin azalacağını belirtmektedir.

Dikkati çeken bir nokta; araştırılan sınırlar içinde parafin miktarının eğilme ve yüze dik çekme direncini pek etkilemezken, vida tutma mukavemetini önemli ölçüde etkilemesidir. Levha yüzeyine dik yönde vida tutma mukavemeti % 0.50 oranında parafin içeren levhalarda 84.56 kp, % 1.0 oranında parafin içeren levhalarda ise 70.73 kp, paralel yönde ise sırasıyla 66.33 ve 46.83 kp olarak tesbit edilmiştir. Bu farklılık; parafinin ağaç malzemeye işlenme kolaylığı sağlamasıyla açıklanabilir. Zira LYNAM (1969)'da parafin içeren levhaların daha kolay işlendiğini belirtmektedir.

4.2 Toz Oranı

Yüzey tabakalarında %7.5, orta tabaka da ise % 6.8 oranında toz (0.35 mm elekten geçen) içeren levhaların eğilme direnci, yüzey tabakalarında 11.2 ve orta tabakada %10.2 oranında ince materyal içeren levhalardan çok az miktarda düşüktür. Ancak, bu farklılık önemli değildir. Yüzey tabakalarının % 15 ve orta tabakanın % 13.6 oranında toz içermesi eğilme direncini yaklaşık % 2 oranında azaltmıştır.

Yüzey tabakalarında % 11.2 ve orta tabakada % 10.2 oranında toz ihtiva eden levhaların yüze dik çekme direnci en yüksek sonucu vermiştir (5.56 kp/cm²). Bunun sebebi toz ve küçük parçacıkların yongalar arasındaki boşlukları doldurmak suretiyle birbirleriyle temaslarını artırmasıdır. En düşük yüze dik çekme direnci ise yüzey tabakalarında % 15 ve orta tabakada % 13.6 oranında toz ihtiva eden levhalarda gerçekleşmiştir (3.79 kp/cm²). Zira, bu levhalarda toz miktarı çok fazla olduğundan tutkallananca yonga yüzeyi artmakta ve birim alana isabet eden tutkal miktarı azalmaktadır. Bu da yüze dik çekme direncinin düşmesine neden olmaktadır.

Toz oranının artmasıyla vida tutma mukavemeti çok az oranlarda azalma göstermiştir. Ancak levhalar arasındaki farklılıklar önemli değildir.

4.3 Yüzey/Orta/Yüzey Tabaka Oranı

Yüzey/orta/yüzey tabaka oranları 20/60/20 şeklinde olan levhaların eğilme direnci değerleri, 15/70/15 oranlarında olanlardan %20 civarında daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni yüzey tabakalarında fazla miktarda yonga kullanılmasıyla bu kısımların daha sıkı bir zon oluştu-

masıdır. Eğilme direnci bakımından orta tabakanın fazla bir etkisi olmazken, yüzey tabakalarının yapısı önemli bir rol oynamaktadır.

Yüze dik çekme direnci bakımından da 20/60/20 aralarında teşkil edilen levhalar yüksek değerler vermişlerdir.

Levha yüzeyine dik yönde vida tutma mukavemeti bakımından 20/60/20 oranlarına sahip levhalar, diğerlerinden daha yüksek değerler göstermektedir. Levha yüzeyine paralel yönde ise 20/60/20 ve 15/70/15 oranlarına sahip levhalar arasındaki farklılık ciddi miktarda değildir. Çünkü, her iki tip levhada da yüze paralel yönde vida tutma mukavemeti, bu levhaların yaklaşık aynı özellikte olan orta tabakalarında yapılmaktadır. Levha yüzeyine dik yönde ise durum farklılık göstermektedir.

4.4 Levha Çeşidi

Üç katlı levhalarda eğilme direnci homojen levhalara göre biraz daha yüksek bulunmuştur. Ancak aralarındaki farklılık çok önemli miktarda değildir. Daha önceki konularda belirtildiği gibi, eğilme direncini en fazla artıran kısımlar levhanın alt ve üst tabakalarıdır. Üç katlı levhalarda alt ve üst tabakalar ince yongalar kullanılmasıyla dolayısı daha sıkı bir yapı kazandıkları için eğilme direncini artırmaktadırlar. Homojen levhalarda ise ince ve kaba yongalar birlikte kullanıldıklarından eğilme direncini artırıcı dış tabakalara sahip değillerdir.

Homojen levhalarda yüze dik çekme direnci daha yüksek bulunmuştur. Nitekim homojen levhalarda bu değer 6.02 kp/cm², üç katlı levhalarda ise 4.62kp/cm²'dir. Bilindiği gibi yüze-y dik çekme direncinde kopma orta tabakadan gerçekleşmektedir. Üç katlı levhalarda kaba yongalardan dolayı orta tabaka nisbeten poröz olup, yongalar arasında çok fazla temas sağlanamamaktadır. Homojen levhalarda ise ince ve kaba yongalar beraber kullanıldığından, ince yongalar kaba yongalar arasına yerleşmek suretiyle yongalar arasında teması artırmakta ve böylece yüze dik çekme direnci de artmaktadır.

Levha yüzeyine dik yönde vida tutma mukavemeti bakımından üç katlı ve homojen levhaların aritmetik ortalamaları arasında fazla bir farklılık bulunmamaktadır. Levha yüzeyine paralel yönde vida tutma mukavemeti ise homojen levhalarda biraz daha düşük bulunmaktadır. Vida tutma mukavemeti bakımından esas önemli olan kaba yongalardır. Çünkü toz ve küçük yonga parçacıklarının tek başına mekanik özelliklere mukavemeti yok denecek kadar azdır. Üç katlı levhalarda orta tabakada tamamen kaba yongalar kullanıldığından vida tutma mukavemetini artırıcı yönde rol oynamaktadır. Homojen levhalarda ise orta tabakada nisbeten daha az miktarda kaba yonga bulunmaktadır. Toz ve yonga parçacıklarının boyutları çok küçük olduğundan, bu materyalin vidalama sırasında vidanın dişleri tarafından diğer yongalarla olan irtibatı kesilmekte ve vida tutma mukavemetine pek etkileri olmamaktadır. Daha önceki bölüm de toz miktarının etkisi açıklanırken belirtildiği gibi, bu materyalin fazla olması vida tutma mukavemetini azaltmaktadır.

4.5 Tutkal Miktarı

Tutkal miktarının yüzey tabakalarında % 10'dan % 12'ye ve orta tabakada ise % 8'den %10'a yükseltilmesiyle eğilme direnci yaklaşık % 22 oranında artış göstermiştir. Yüze dik çekme direnci birim yonga yüzeyine sürülen tutkal miktarıyla doğrudan ilişkili olduğundan, tutkal miktarının artmasıyla yüze dik çekme direnci önemli ölçüde artmıştır.

Tutkal miktarının artması vida tutma mukavemetini de arttırmıştır. Ancak, bu artış yüze dik çekme direncinde olduğu kadar fazla olmayıp, levha yüzeyine dik yönde vida tutma mukavemetinde % 10, paralel yönde ise % 2.5 civarında gerçekleşmiştir.

THE EFFECT OF VARIOUS MANUFACTURING VARIABLES ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARDS

Y. Doç. Dr. Turgay AKBULUT

Abstract

This study is on the relationship between the board properties and various manufacturing factors in particleboards produced in the laboratory.

Increasing the paraffin content from 0.5 to 1.0 percent did not influence the internal bond and bending strength, but reduced the screw holding ability. The properties of the boards containing 7.5 and 6.8 % dust (below 0.35 mm in screen size) in the faces and core, respectively, were lower than those containing 11.2 and 10.2 % dust. Modifying face/core/face ratios from 15/70/15 to 20/60/20 (weight ratios) and increasing the resin content improved board properties investigated.

SUMMARY

Using particleboards produced in the laboratory the effect of the paraffin content, dust content, face/core/face ratio, kind of board and resin content were investigated on the bending strength, internal bond strength, and screw holding ability.

Table 1: The types of the boards produced in laboratory and manufacturing variables

| Code | Density gr/cm ³ a | Face/core/face Ratio % b | Resin content % c | Dust (core/faces) d | Paraffin Content % c | Kind of Board |
|------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|
| A | 0.65 | 15:70:15 | 8/10 | 6.8/7.5 | 0.5 | Three layers |
| B | 0.65 | 20/60/20 | 8/10 | 6.8/7.5 | 0.5 | Three layers |
| C | 0.65 | 15/70/15 | 10/12 | 6.8/7.5 | 0.5 | Three layers |
| D | 0.65 | 15/70/15 | 8/10 | 6.8/7.5 | 1.0 | Three layers |
| E | 0.65 | 15/70/15 | 8/10 | 13.6/15 | 0.5 | Three layers |
| F | 0.65 | 15/70/15 | 8/10 | 7.01 | 0.5 | Homogeneous |
| G | 0.65 | 15/70/15 | 8/10 | 10.2/11.2 | 0.5 | Three layers |

a) Based on air-dry weight and volume

b) Percent by weight of particles

c) Based on oven-dry weight of particles

d) Percent by weight of related layers particles and below 0.35 mm in screen size

The following factors were held constant for all board types:

Furnish.....: A mixture of industrial particles. Dried and screened: In the faces poplar+pine+ spruce+willow, in the core beech+oak+chestnut were used.
Panel size..... : 20 by 560 by 560 mm
Resin..... : Urea-formaldehyde

The press conditions applied for all boards were as follows:

Press temperature..... : 150°C
Press closing time : 20 sec.
Total press time : 10 min.
Press pressure..... : 30 kp/cm²

Tests for the bending strength, and internal bond strength according to Turkish Standard (TS) 180, and screw holding ability according to TS 10505 were made.

The statistical analyses led to the following conclusions:

The increase of the paraffin content from 0.5 to 1.0 percent did not influence the internal bond strength and the bending strength, but reduced the thickness swelling and screw holding ability. The thickness swelling during 2 hours immersion in water of boards containing 1.0 % paraffin was much lower than that of boards containing 0.5%. As the immersion periods increased the difference gradually decreased.

The properties of boards containing 7.5 and 6.8% dust (below 0.35 mm in screen size) in the faces and core, respectively, were lower than those containing 11.2 and 10.2 % fine particles. Higher concentrations of the fine particles reduced the quality of the boards. Increasing the fine particle content did not influence formal-dehyde emissions of the boards.

Modifying face/core/face ratios from 15/70/15 to 20/60/20 increased the bending strength by about 20%. This modification resulted in the increase of the internal bond strength and the screw holding ability.

The bending strength of the three-layers boards was slightly higher than that of the homogeneous boards. However, the homogeneous boards were high in the internal bond strength. Boards of three-layers and those homogeneous ones did not differ significantly in their screw holding ability perpendicular to the plane of the board. In the parallel direction, however, the homogeneous boards were lower by about 20%.

Increasing the resin content, based on oven-dry weight of the particles, from 8/10 (core/faces) to 10/12 resulted in the increase of the strength properties.

KAYNAKLAR

- AMTHOR, J., BÖTTCHER, P. 1984: The Influence of Hydrophobing on the Surface Characteristics of Particleboard Under Short Term Water Exposure. Holz als Roh-und Werkstoff. (42), p.379-383.
- AU, K.C., GERTJEJANSEN, R.O. 1989: Influence of Wafer Thickness and Resin Spread on the Properties of Paper Birch Wafer-board. Forest Prod. J.39(4), p.47-50.
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y. 1990: Yongalevha Endüstrisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 413, İstanbul.
- BRUMBAUGH, J. 1960: Effect of Flake Dimensions on Properties of Particleboards. Forest Prod.J.10(5).
- CARL, C.G. 1994: Basic Mechanical Properties of Flakeboards From Ring-cut Flakes of Eastern Hardwoods. Forest Prod. J. 44(9), p.26-32.
- DEPPE,E., ERNST, K. 1964: Technologie der Spanplatten. Holz-Zentralblatt Verlag-Gmbh, Stuttgart.
- DEXIN, Y., ÖSTMAN, A.L. 1983: Tensile Strength Properties of Particleboard at Different Temperatures and Moisture Contents. Holz. als Roh-und Werkstoff, (44), p.281-286.
- DPT, Ankara .1965-1997: Beş Yıllık Kalkınma Planları ve Yıllık Programlar
- ELLIS, S. 1993: Effect of Resin Particle Size on Waferboard Adhesive Efficiency. Wood and Fiber Science. 25(3), p.214-219.
- FAO. 1960-1997: Yearbook of Forest Products. Rome.
- FOSTER, W.G. 1967: Species Variation. in : T.Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium. No.1., Pullmann, Wash.
- GEIMER, R.L., HEEBINK, B.G., HEFTY, F.V.1973 : Weathering Characteristics of Particleboard. USDA., Forest Service, Research Paper, FPL 212.Madison, WIS.
- GÖKER Y., AS, N., AKBULUT, T. 1994: Kalitesiz Orman Emva-linin Yongalevha ve Kontrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakın-caları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri. I. Ormancılık Şurası, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları. Cilt.3, Orman Bakanlığı, Yayın No:6, Ankara.
- HAYGREEN, J.G., BOWYER ,J.L. 1985: Forest Products and Wood Science an Indroduction. The Iowa State Universty Press/Amess.
- HALLIGAN, A.F., SCHIEWIND, A.P. 1974: Prediction of Particleboard Mechanical Properties at Various Moisture Content. Wood Science and Technology. (8), p.68-78.
- HATA, T. (1993: Heat Flow in Particle Mat and Properties of Particleboard Under Steam-Injection Pressing. Bull. For. and For. Prod. Res. Inst., No:80. Japan

- HUŞ, S. 1979: Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Cilt 29, Sayı 2.
- HEEBINK, B.G.1967: Wax in Particleboards. in: T.Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium. No:1., Pullmann, Wash.
- HSU, E. 1982: Production of Composite Panel. in: Proceedings of the 1980 Spruce Budworm-Attacted Timber Seminar. Forintek Canada Corp.
- KAJITA,H., MUKUDAI, J., YANO, H.1991: Durability Evaluation of Particleboard by Accelerated Aging Tests. Wood Science and Technology. (25), p.239-249.
- KAMDEN, D.P., SEAN S.T. 1984: The Durability of Phenolic-Bonded Particleboard Made of Decay-Resistant Black Locust and Nondurable Aspen. Forest Prod. J. 22(11), p.65-68
- KALAYCIOĞLU, H. 1991: Sahil Çamı Oduklarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları. (Basılmamış Doktora Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- KALIPSIZ,A. 1988: İstatistik Yöntemler. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No.394
- KOLLMAN, F., KUENZİ, E.W., STAM, A.S. 1975: Principles of Wood Science and Tecnology. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork.
- LEHMAN, W.F. 1970: Resin Efficiency in Particleboard as Influenced by Density, Atomization, and Resin Content. Forest Prod. J. 20 (11), p. 48-54.
- LEHMAN, W.F. 1965: Improved Particleboard Through Better Resin Efficiency. Forest Prod. J. (15), p.155-161.
- LYNAM, F.C. 1969 : Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard. in: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Applications.Pressmedia Books Ltd., U.K.
- LIIRI, O 1960: Investigations on the Effect of Moisture and Wax Upon the Properties of Wood Particleboard. The State of Ins-tute for Technical Research, Helsinki, Finland, Tiedotus. Sarja 1-Puu
- MALONEY, T. 1977: Modern Particle Board and Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, San Fran-sisco/California.
- MALONEY, T.M. 1970: Resin Distrubition in Layered Particle-board. Forest Prod. J 20 (1), p. 43-52.
- MAY, H.A. 1983: Relations Between Properties, Raw Materials and the Distribution of Density in Particleboards. Part 5: Effect of Density in Distrubition and Materials on MOE and MOR. Holz als Roh-und Werkstoff. (41), p.369-374.
- MAY, H.A.. 1983: Relations Between Properties, Raw Materials and the Distribution of Density in Particleboards. Part 4: Ef-fects of Density Differences and Raw Materials on Tensile Strength Perpendicular to Board Surface and on Shear Strength. Holz als Roh-und Werkstoff. (41), p. 271-275.
- MOTTET, A.L. (1967): The Particle Geometry Factor. in: T. Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium. No.1., Pullmann, Wash.

- ÖKTEM, E. 1978: Orman Gülü Odunundan Yongalevha Yapılması Üzerine Araştırmalar. (Basılmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi)
- ÖZEN, R..1981: Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilme Ola-nakları. K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- PHILIPPOU, J.L., ZAVARIN, E., JOHNS, W.E., NGUYEN, T. 1982: Bonding of Particleboard Using Hydrogen Proxide, Lignosulfonates and Furfurl Alcohol: The Effect of Process Parameters. Forest Prod.J. 32(3), p.27-32.
- PLATH, E., SCHNITZLER, E 1974: The Density Profile a Criterion for Evaluating Particleboard. Holz als Roh-und Werkstoff.(32), p.443-449.
- PUGEL, A.D., PRICE, E.W., HSE, C.Y. 1990. Composites from Southern Pine Juvenile Wood. Part 1: Panel Fabrication and Inital Properties. Forest Prod. J. 40 (1), p.29-33.
- RAMAKER, T.J., LEHMAN, W.F. 1976: High-Performance Sucructural Flakeboards from Douglas-fir and Lodgepole-pine Forest Residues. USDA Forest Service, Research Paper, FPL 286, Medison, Wis.
- RAYNER,C. A.A. 1969: Amine Formaldehyde Resins. in: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Aplications. Pressmedia Books Ltd., U.K.
- SUCHSLAND, O. 1967: Behavior of Particleboard Mat During the Press Cycle. Forest Prod. J. 17 (2), p.51-57.
- SUN, B.C.H., HAWKE.R.N., GALE, M.L. 1994: Effect of Polysocyanete Level on Strength Properties of Wood Fiber Composit Materials. Forest Prod. J. 44 (3), p.34-40.
- TS 180 1978: Yonga Levhaları (Genel Amaçlar için - Yatık Yongalı) (Tadil:1984). TSE, Ankara
- TS 10505 1992: Odunlifı ve Yongalevhaları - Vida Tutma Mukavemetinin Tayini. TSE, Ankara