

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XXV

SAYI
FASCICULE II

1975

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIÈRES
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



LİF LEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE BUNLARA TESİR EDEN FAKTÖRLER

Y a z a n

Doç. Dr. Ramazan ÖZEN

1. Genel Bilgiler

Tabakalı ağaç malzemelerin özelliklerini kesin sınırlarla belirtmek olanaksızdır. Bunların özellikleri tüketicier tarafından saptanır. Üreticinin görevi arzu edilen özelliklere sahip malzemeyi üretmektir. Gayet tabii üretici bu konuda sınırsız olanaklara sahip değildir. Hammadde ve üretim teknolojisi üreticiyi belli sınırlar içerisinde çalışmaya zorlar. Üreticinin belirlenen sınırlar içerisinde arzu edilen levhayı üretebilmesi için levhanın özelliklerine tesir eden bütün faktörleri bilmesi ve bunları gayeye uygun olarak kombine edebilmesi şarttır.

1.1 Lif Levhanın Çeşitleri

Bu malzeme, odun ve odunsu bitkilerden üretilen liflerin çeşitli sistem ve metodlarla levha haline getirilmesiyle elde edilir. Kullanılan hammadde ve metodların çok çeşitli olması nedeniyle sayısız levha tipleri geliştirilmiştir. Özel amaçlar için üretilmiş veya uygulanan işlemlerle özellikleri değiştirilmiş olanları da bunlar arasında saymak gerekir. Örnek: yüzeylerinde zik zak profiller açılarak elde edilen akustik levhalar; çeşitli maddelerle emprenye edilerek yangına, rutubete, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı direnci artırılmış olanlar; odun, çini, deri, dokuma vb. maddelerle kaplanmış veya bunların taklitleri ile yüzeyleri boyanmış olanlar ve ayrıca yonga levha ve sentetik levhalarla kombine edilmiş olanlar...

Görülüyor ki lif levha tipleri çok fazladır ve bu nedenle levhanın özellikleri geniş sınırlar içerisinde değişir. Lif levhalar genellikle özgül ağırlıklarına göre sınıflandırılırlar. Sınıflandırma her ülkenin standardına göre az veya çok birbirinden farklıdır. Onların ortak yönüne göre

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih : 12.10.1976

A — Preslenmiş

B — Preslenmemiş olarak ikiye ayrılırlar.

Preslenmemiş levhalara izolasyon levhaları denir. Bunların özgül ağırlığı 400 kg/m^3 den küçüktür.

Preslenmiş levhaların özgül ağırlığı ise 400 kg/m^3 den daha büyüktür. Bunlar da kendi aralarında yarı sert, sert ve ekstra sert olarak ayrılırlar. FAO tarafından yapılan sınıflandırmaya göre ;

yarı sert levhaların özgül ağırlığı	400 - 800 kg/m^3
sert levhaların özgül ağırlığı	800 - 1200 kg/m^3
ekstra sert levhaların özgül ağırlığı	1200 kg/m^3 den

büyüktür.

Türk Standartları TS 64 ise özgül ağırlığı 350 kg/m^3 'e kadar olanları yumuşak, 350 ile 800 kg/m^3 arasında olanları orta sert ve 800 kg/m^3 den büyük olanları sert olarak isimlendirilmiştir.

İzolasyon levhaları, preslenmiş levhalardan daha fazla boşluk hacmine sahiptirler. Bunlarda hammaddenin lif özellikleri aynen muhafaza edilmiştir. Bu cins levhaların yüzeyleri ağ şeklinde ve çok pürüzlüdür. Elek izleri ise diğer tiplere kıyasla daha derindir.

Preslenmiş levhaların sadece bir yüzü düz veya iki yüzü de düz olanları vardır.

1.2 Levhanın Boyutları

Levhanın eni ve boyu pres ve levha taslağının hazırlanmasında kullanılan makine ve teçhizat tarafından belirlenir. Mutlak rakamlar vermek manasızdır; çünkü pres ve makinelerin boyutları çok farklıdır.

Boyutları bakımından levhalar kalınlıklarına göre sınıflandırılırlar. Belli kalınlık kademelerinde üretilir ve satışa arz edilirler. Genellikle izolasyon levhaları 8 mm 'den daha kalın, preslenmişler ise 8 mm 'den daha incedirler. Yani 8 mm her iki grup arasında sınırdır.

Kalınlık farkları belli bir tolerans içerisinde kalmalıdır; çünkü levha kalınlığında görülen farklılık kalitenin bozulmasına, özellikle deformasyona neden olur. Bu farklılık lif üretim teknolojisinin bozukluğundan, levha taslağının yeknasak olmayışından ve pres tekniğinin yanlış uygulanmasından ileri gelir.

Kalın levhalarda daha fazla kalınlık farklılığı görülür. Ayrıca bunların direnç özellikleri daha kötüdür. Bu nedenle ince levhalar üretmek arzu edilir. Böylece hammadde tasarrufu sağlanmış olur; fakat bu tip levhaların üretimi, özellikle levha taslağının trasportu ve pres tekniği oldukça zordur. Ayrıca ekonomik bakımdan pek cazip değildir; çünkü tesisin ton olarak ifade edilen kapasitesi düşer.

2. Fiziksel Özellikler

2.1. Özgül ağırlık ve yüzey ağırlığı

Özgül ağırlık birim hacim içerisindeki kütledir. Ağırlığın hacme bölünmesiyle bulunur. Kg/m^3 veya g/m^3 olarak ifade edilir.

Yüzey ağırlığı ise birim alandaki kütledir. Ağırlığın yüzeye bölünmesiyle bulunur. Kg/m^2 olarak ifade edilir. Yüzey ağırlığı levhanın homojenitesi bakımından çok önemlidir. Bu bir levha içerisinde değişmez veya değişiklik çok dar sınırlar içerisinde olursa levhanın özellikleri bölgesel farklılıklar göstermez. Lif levha üretiminde, yonga levhada olduğu gibi yüzey ağırlığı analizleri yapılarak levhanın özellikleri, daha doğrusu tüm fabrikasyon hakkında bilgi edinilir. Bu amaçla levhalardan da enine şeritler kesilir ve bunlar kare şeklinde küçük parçalara kesilir ve herbirinin yüzey ağırlığı saptanır. Böylece elde edilen veriler matematik istatistik esaslarla değerlendirilir.

Yüzey ağırlığına tesir eden en önemli faktör levha taslağının teşekkül tarzıdır.

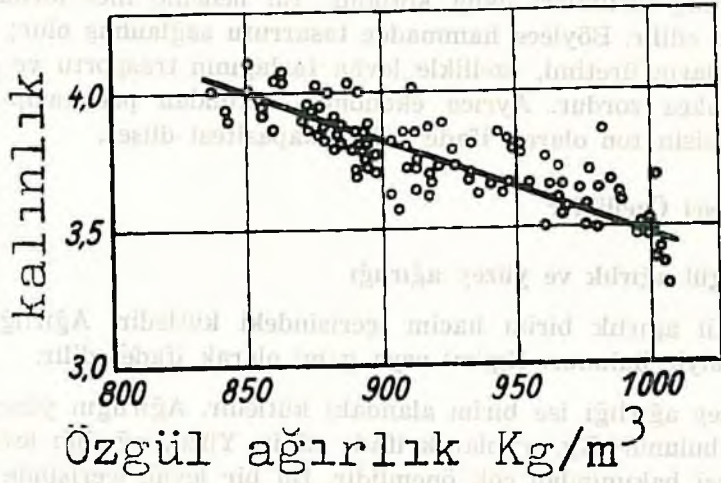
Masif ağaçta olduğu gibi bütün özellikler özgül ağırlık ile sıkı bir korelasyon halindedir. Bazen malzemeyi tahrip eden deneme metodlarına başvurmadan sadece özgül ağırlığın saptanmasıyla yetinilir; çünkü bu sayede diğer özellikler kabaca tahmin edilebilir.

2.1.1. Özgül ağırlığına tesir eden faktörler

1. Levha kalınlığı ile özgül ağırlık arasında doğrusal bir ilişki vardır. Kollmann ve Kumar 3, mm kalınlığındaki levha ile özgül ağırlık arasında şu ampirik formülle ifade edilen bir ilişki saptamışlardır.

$$y = 2,66 - 5,34 x$$

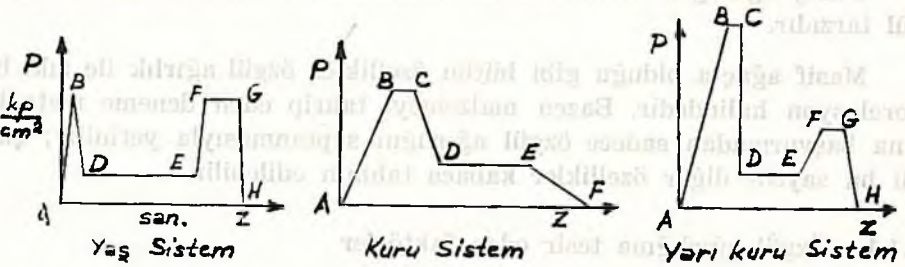
Burada y özgül ağırlığı, x ise levha kalınlığını gösterir. Sözü edilen ilişki şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1 : Levha kalınlığı ile özgül ağırlık arasındaki ilişki
(Kolmann ve Kumar'a göre)

2. Pres basıncı

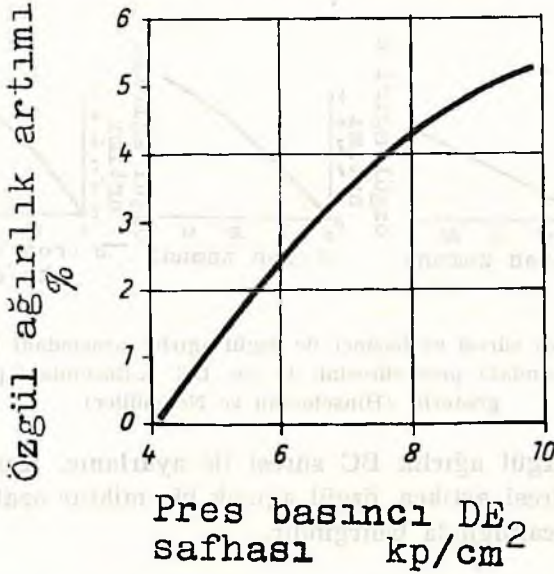
Bilindiği gibi sistemlere göre değişmek kaydıyla lif levha üretiminde kademeli basınç uygulanır. Yaş, kuru ve yarı kuru sistemlerde uygulanan pres diyagramları birbirinden farklıdır (Şekil 2).



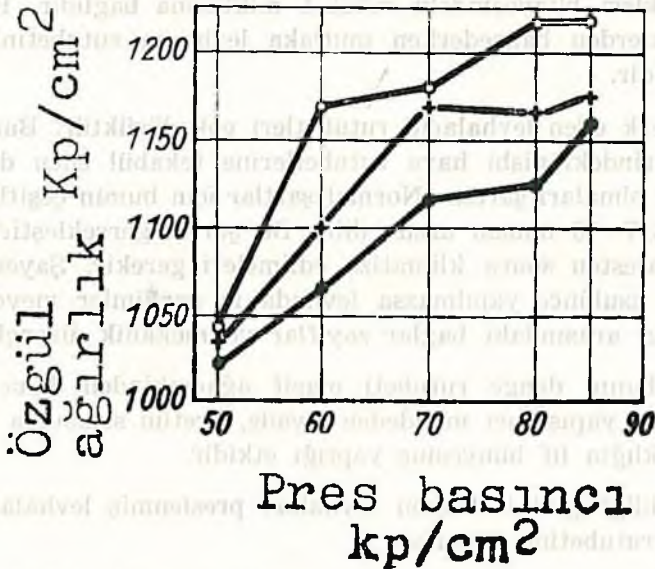
Şekil 2 : Yaş, kuru ve yarı kuru sistemde uygulanan pres diyagramları

Presin bütün kademelerinin özgül ağırlığa tesiri vardır. Pres basıncı arttıkça özgül ağırlık da artar. Bu husus özellikle DE safhasında çok belirgindir. Bu safhada basıncın yüksek olması yeterli olmayıp, aynı za-

manda sabit olması gerekir. Şekil 3 ve 4 'de pres basıncı ile özgül ağırlık arasındaki ilişki görülmektedir.



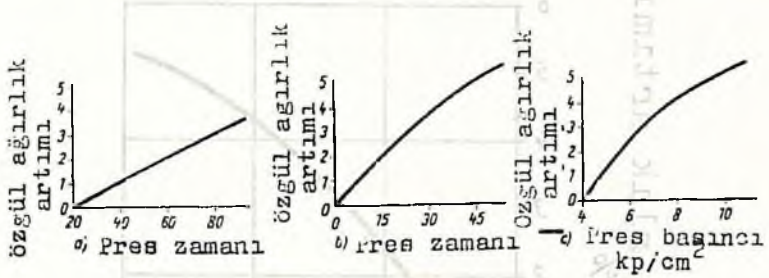
Şekil 3 : DE safhasındaki pres basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi
(D. Hinselmann ve J. Neumüller)



Şekil 4 : Pres basıncı ve sıcaklığının özgül ağırlık üzerine etkisi
(Zentralinstitut für Holztechnologie)

3. Pres süresi

Yaş sistemde pres süresi arttıkça özgül ağırlık da artar (Şekil 5).



Şekil 5: Pres süresi ve basıncı ile özgül ağırlık arasındaki ilişki. 4a AB, 4b BC safhasındaki pres süresini, 4c ise DE safhasındaki pres basıncını gösterir. (Hinselmann ve Neumüller)

Pratikte özgül ağırlık BC süresi ile ayarlanır. Kuru sistemde ise toplam pres süresi arttıkça, özgül ağırlık bir miktar azalır. Bu özellikle yüksek pres sıcaklığında belirgindir.

2.2 Higroskopik Özellikler

Bütün ağaç malzemedeki olduğu gibi lif levhanın da fiziksel ve mekanik özellikleri bünyesindeki rutubet miktarına bağlıdır. Bu nedenle diğer özelliklerden bahsederken mutlaka levhanın rutubetinin bildirilmesi gereklidir.

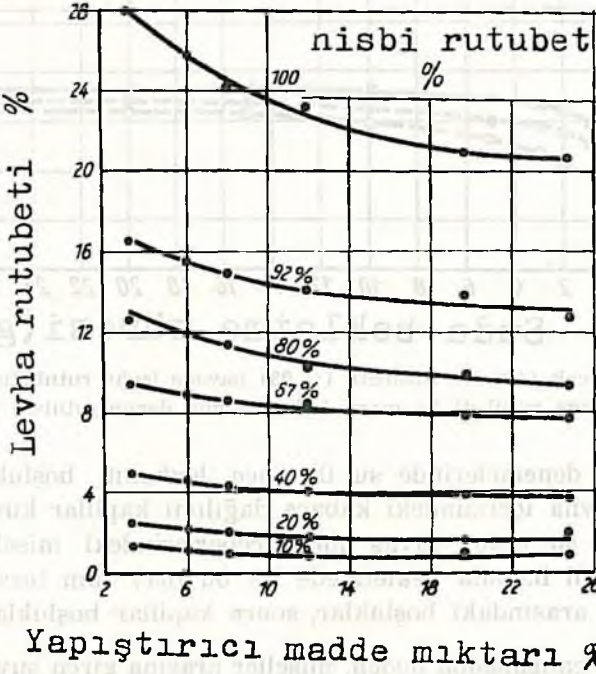
Presi terk eden levhaların rutubetleri çok düşüktür. Bunların kullanma yerlerindeki nisbi hava rutubetlerine tekabül eden denge rutubetine sahip olmaları şarttır. Normal şartlar için bunun çeşitli standartlara göre % 7-10 olması arzu edilir. Bu şartın gerçekleştirilmesi için levhaların preslen sonra klimatize edilmeleri gerekir. Şayet bu işlem tedricen ve usulünce yapılmazsa levhada iç gerilimler meydana gelir. Böylece lifler arasındaki bağlar zayıflar ve mekanik dirençler azalır.

Lif levhanın denge rutubeti masif ağacınkinden daha düşüktür. Bunun nedeni yapıştırıcı maddeden ziyade, üretim sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın lif bünyesine yaptığı etkidir.

Beklenildiği gibi izolasyon levhaları preslenmiş levhalardan daha hızlı denge rutubetine ulaşırlar.

Lif levhada adsorpsiyon ve desorpsiyon arasındaki fark, yeni histerese açıklığı, masif ağacınkinden daha fazladır.

Lif levhanın aldığı rutubet miktarı ve hızı, havanın sıcaklığına, rutubetine, lif üretim teknolojisine, ilâve edilen hidrofobik ve yapıştırıcı maddelerin cins ve miktarlarına bağlıdır (Şekil 6).



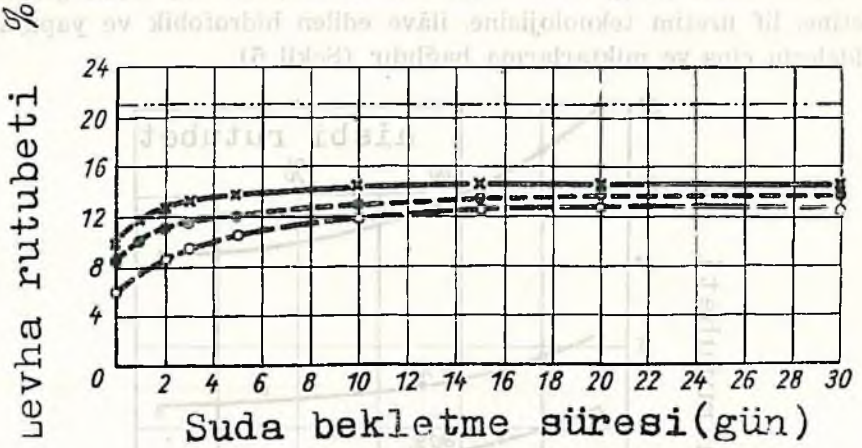
Şekil 6 : Sert lif levhada yapıştırıcı madde miktarı ve nisbi rutubetin levha rutubeti üzerine etkisi. Havanın sıcaklığı 20°C dir. (Kollmann ve Dosoudil)

Kollmann, sıcaklığı 40°C ve nisbi rutubeti %93 olan havada üç değişik lif levhayı bekletmiş ve bunların rutubetlerinin artışı saptamıştır. Buna göre levhalar en fazla on gün içinde denge rutubetlerine ulaşmışlardır. Levhaların denge rutubetleri aynı şartlar için masif ladin odununun denge rutubetinden daha düşüktür (şekil 7).

2.3 Lif levhanın su alma ve çalışması

Su içerisine daldırılan veya su ile temas eden levhaların belli süreler içerisinde aldıkları suyun minimum olması arzu edilir. Su alma hızını ve alınan suyun miktarını saptamak amacıyla örnekler 2 ve 24 saat suda bekletilir ve ağırlık değişikliği üzerinden aldıkları su miktarı hesaplanır.

Odunun alabileceği maksimum su miktarı hakkında Kollmann'ın verdiği formül lif levha için de geçerlidir.



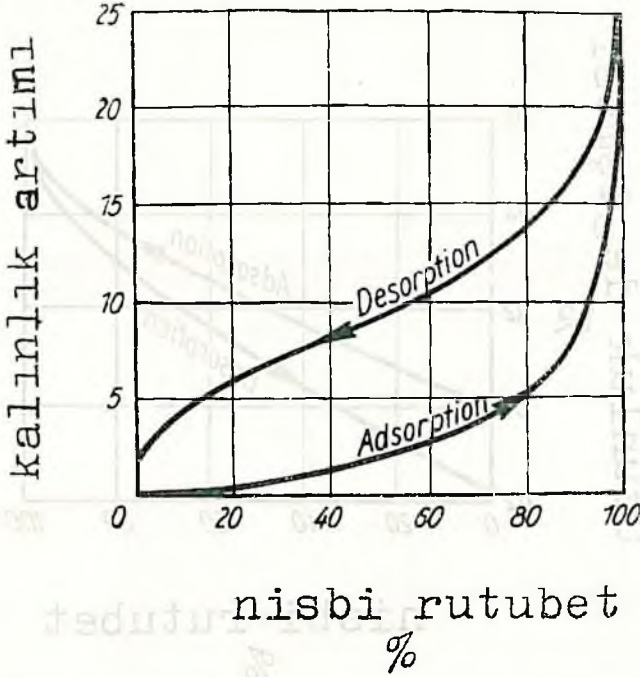
Şekil 7 : Sıcak (40°) ve rutubetli (% 93) havada levha rutubetinin değişimi ve levha denge rutubeti ile masif ladin odununun denge rutubeti (Kollmann)

Daldırma denemelerinde su ilk önce levhanın boşluklarını doldurur. Suyun levha içerisindeki kabaca dağılımı kapillar kuvvetlerle olur. Bundan sonra su yavaş yavaş hücre çeperlerindeki misel boşluklarına girer. Rutubetli havada bekletmede ise bu olay tam tersinden başlar: önce miseller arasındaki boşluklar, sonra kapillar boşluklar dolar.

Levhanın çalışmasına neden, miseller arasına giren suyun onları birbirinden uzaklaştırmasıdır. Bilindiği gibi çalışma sadece lif doygunluğuna kadar söz konusudur. İzolasyon levhaları boşluk hacimlerinin fazla olması nedeniyle, preslenmiş levhalardan daha fazla su alırlar; fakat kütlelerinin az olması nedeniyle daha az çalışırlar.

İzolasyon levhaları tekrarlanan kurutma ve rutubetlendirme ile ilk boyutlarını tekrar kazanabilirler; fakat preslenmiş levhalar ilk boyutlarını kazanamazlar. Aynı denge rutubeti için adsorbsiyon sırasında kalınlık daha az, desorpsiyon sırasında ise kalınlık daha fazladır. Bunun nedeni higroskopik değil üretim sırasında pres basıncından dolayı meydana gelen sıkışmanın zamanla gevşemesidir. Şekil 8'de görüldüğü gibi kuru bir levha havadan rutubet alır ve kalınlığı artar. Aynı levha kurutulursa kalınlığı azalır; fakat levha ilk kalınlığını kazanamaz.

Enine ve boyuna çalışmada durum kalınlıktakinin tam tersidir. Şekil 9 da görüldüğü gibi desorpsiyon sırasındaki uzunluk daha azdır. Levha tamamen kurutulduğu zaman ilk boyundan % 0,2 daha kısalmış olur. Diğer bir ifadeyle uzunluk artımında hystereze kapalı değildir.



Şekil 8 : Lif levhada adsorpsiyon ve desorpsiyon sırasında levha kalınlığının değişimi (Ogland)

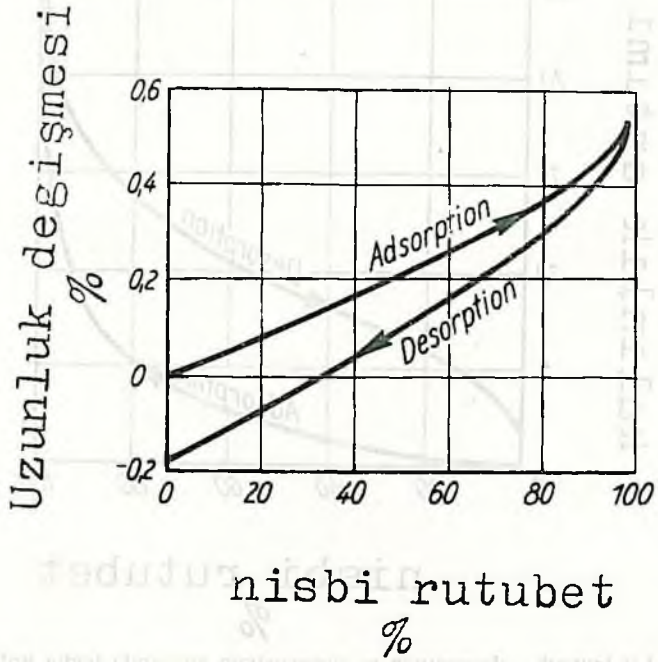
Friedrich'in yaptığı araştırmalara göre uzunluk değişmesi levhanın rutubet miktarına bağlı olarak şekil 10 daki gibi değişir. Dikkat edilirse levha rutubetinin % 10 dan fazla olması halinde desorpsiyon, % 10 az olması halinde ise adsorpsiyon sırasındaki levha uzunluğu daha fazladır.

2.3.1 Su alma ve levhanın çalışmasına tesir eden faktörler

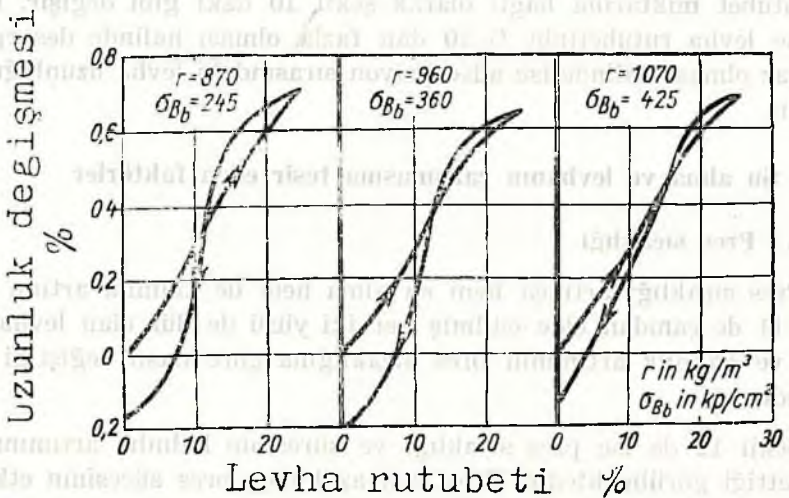
1. Pres sıcaklığı

Pres sıcaklığı arttıkça hem su alma hem de kalınlık artımı azalır. Şekil 11 de çamdan elde edilmiş her iki yüzü de düz olan levhanın su alma ve kalınlık artımının pres sıcaklığına göre nasıl değiştiği görülmektedir.

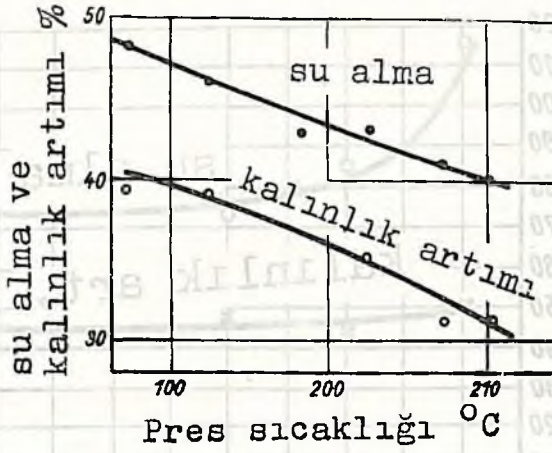
Şekil 12 de ise pres sıcaklığı ve süresinin kalınlık artımına nasıl tesir ettiği görülmektedir. Pres ısı azaldıkça pres süresinin etkisi belirginleşir.



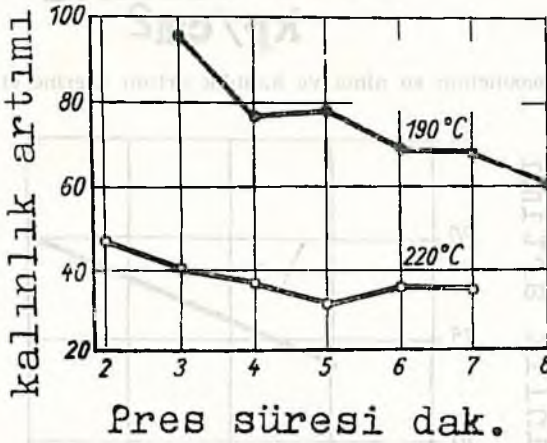
Şekil 9 : Desorpsiyon ve adsorpsiyon sırasındaki uzunluk değişimi (Ogland)



Şekil 10 : Levha rutubetine bağlı olarak uzunluk değişimi (Friedrich)



Şekil 11 : Pres sıcaklığının su alma ve kalınlık artımına yaptığı etki (Carlsson)



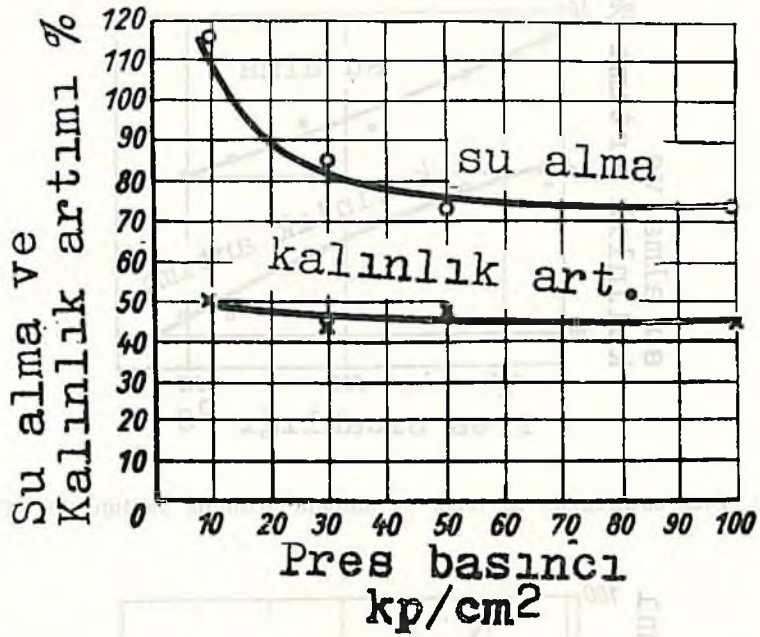
Şekil 12 : Pres süresinin sıcaklığa bağlı olarak kalınlık artımına yaptığı etki (Minselmann, Sabel ve Jentsch)

2. Pres süresi

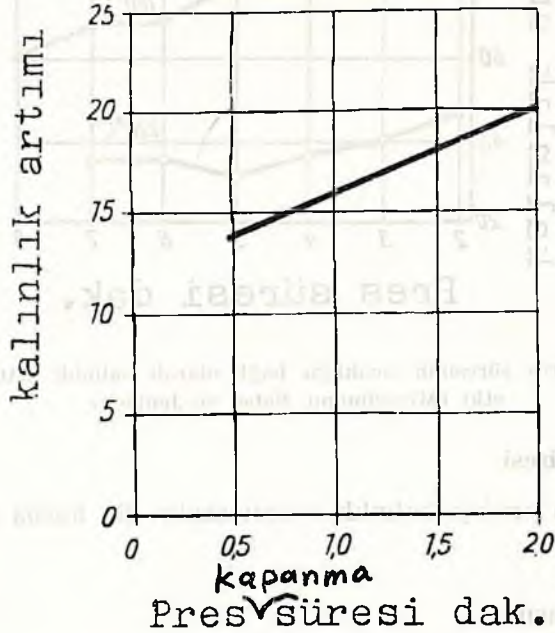
Pres süresi arttıkça kalınlık artımı azalır. Bu husus şekil 12 de görülmektedir.

3. Pres basıncı

Pres basıncı arttıkça alınan su miktarı azalır; fakat kalınlık artımında önemli bir değişiklik olmaz (şekil 13).



Şekil 13 : Pres basıncının su alma ve kalınlık artımı üzerine etkisi (Carlsson)



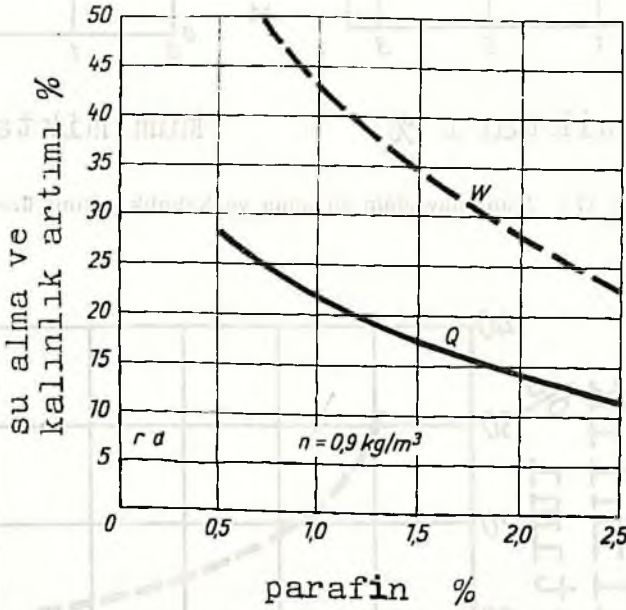
Şekil 14 : Presin kapanma süresinin kalınlık artımı üzerine etkisi (VEB Faserplattenwerk)

4. Presin kapanma süresi

Presin kapanma süresi uzadıkça kalınlık artımı artar. Presin kapanma süresi başka özellikleri de etkilediği için kapanma süresi çok kısa olan presler tercih edilir.

5. Hidrofobik maddelerin ilavesi

Hidrofobik madde olarak lif levha üretiminde parafin ve mum çeşitleri kullanılır. Her ikisinin de ilavesiyle hem kuru hem de yağ sistemde üretilmiş levhaların kalınlık artımları ve su almaları azalır (şekil 15, 16 ve 17).



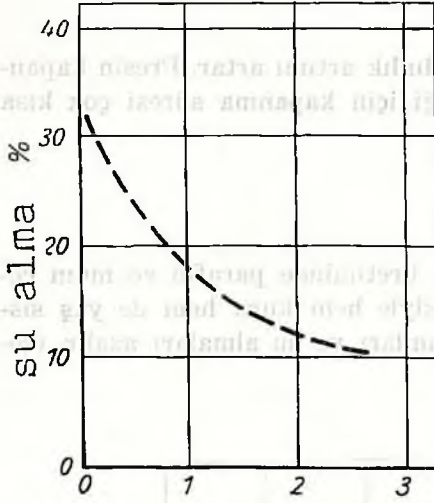
Şekil 15 : Parafin ilavesinin su alma ve kalınlık artımı üzerine etkisi (Lampert)

6. Yapıştırıcı madde

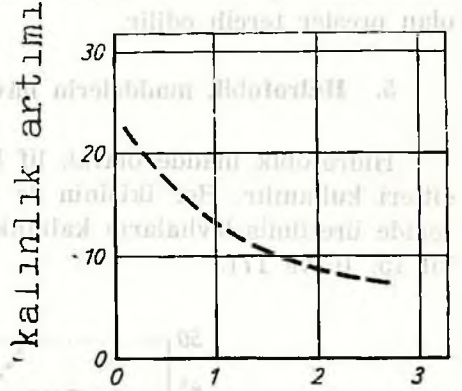
Hem kuru hem de yağ sistemde sentetik tutkal ilavesiyle kalınlık artımı azalır (şekil 18).

7. Suyun sıcaklığı

Levhaların daldırıldığı suyun sıcaklığı arttıkça, su alma kalınlık artımı ve adsorpsiyon ile desorpsiyon arasındaki fark artar.

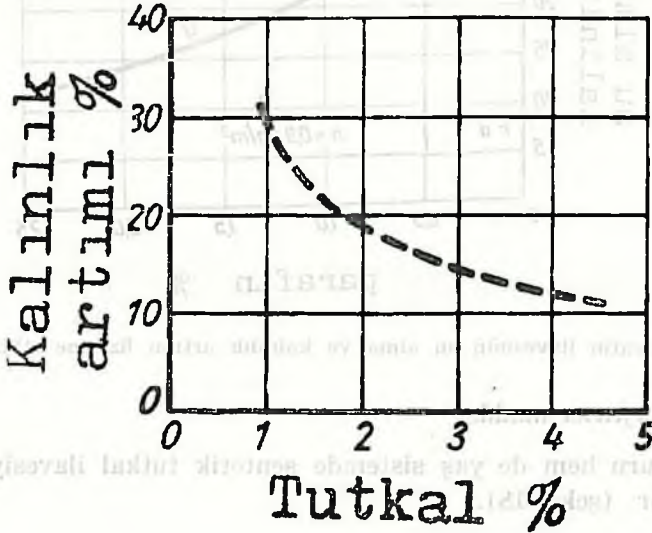


Mum miktarı %

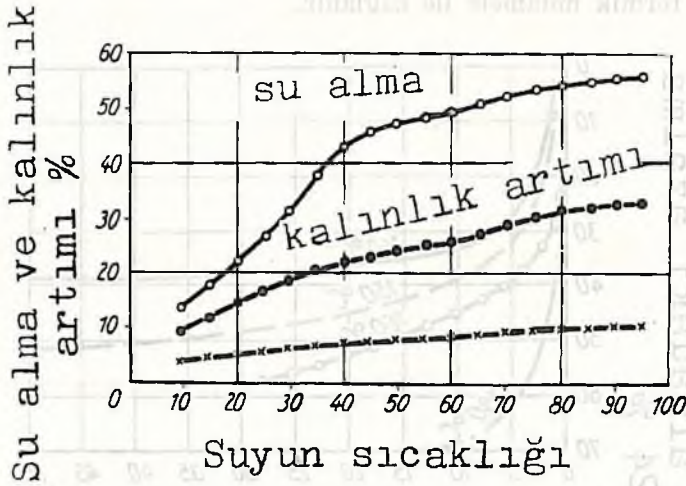


Mum miktarı %

Şekil 16 ve 17 : Mum ilavesinin su alma ve kalınlık artımı üzerine etkisi



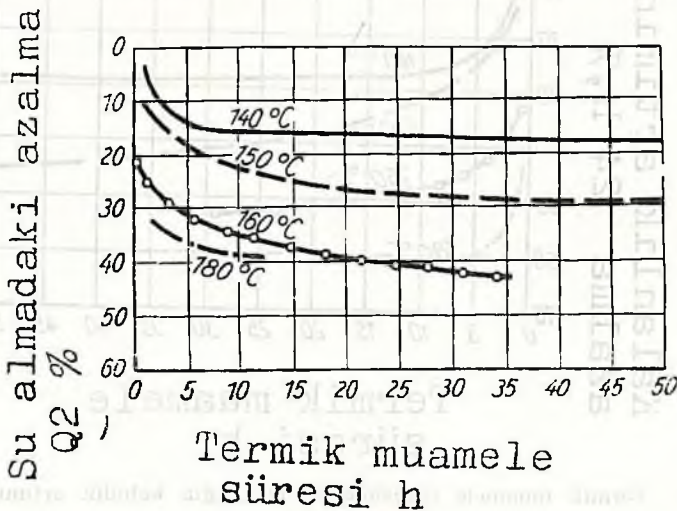
Şekil 18 : Sentetik tutkal ilavesinin kalınlık artımına yaptığı etki (American Marietta Company - kuru sistem)



Şekil 19 : Levhaların daldırıldığı suyun sıcaklığının su alma ve kalınlık artımı üzerine etkisi (Dosoudil)

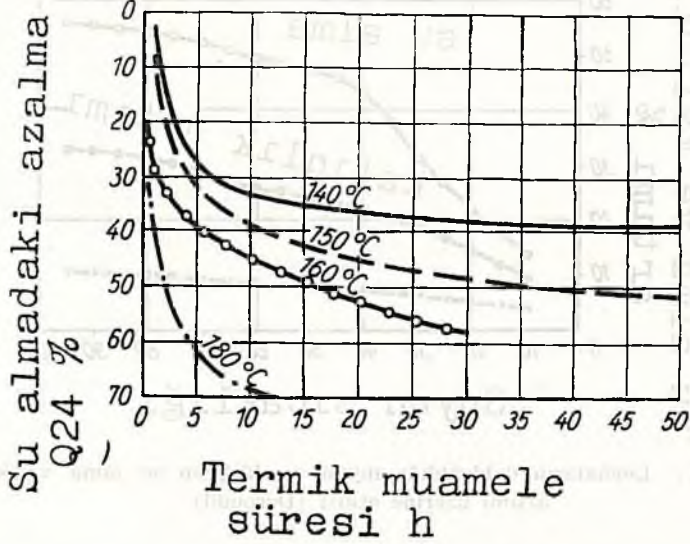
8. Termik muamele

Termik muamele görmüş levhaların su alma ve kalınlık artımlarında belirgin azalmalar görülür. Şekil 20, 21, 22 ve 23'ün tetkikinden anlaşılacağı gibi hava sıcaklığı artıkc ve muamele süresi uzadıkça lev-

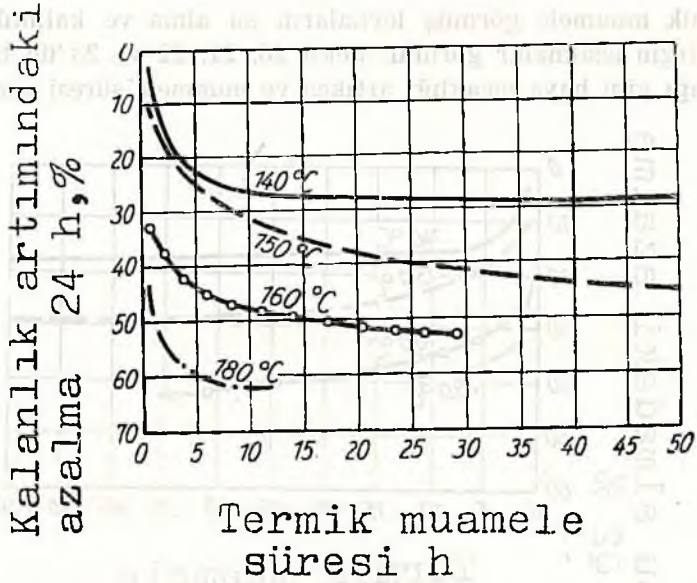


Şekil 20 : Termik muamelenin su alma üzerine yaptığı etki — 2 saat — (Voss)

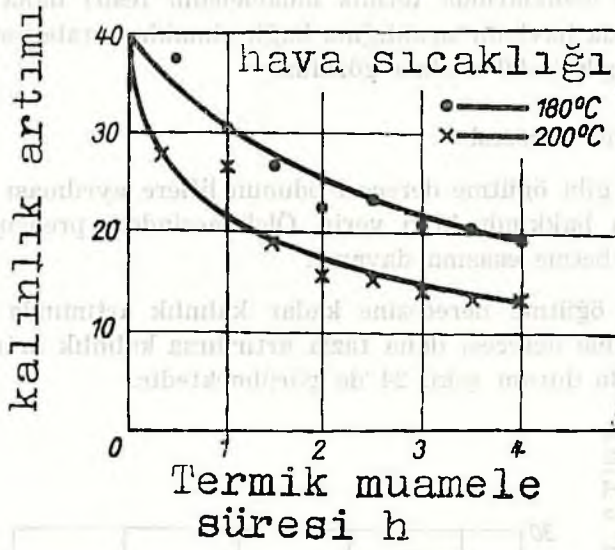
hanın her iki özelliğinin düzeldiği görülür. Azalmaların büyük kısmı ilk on saatlik termik muamele ile sağlanır.



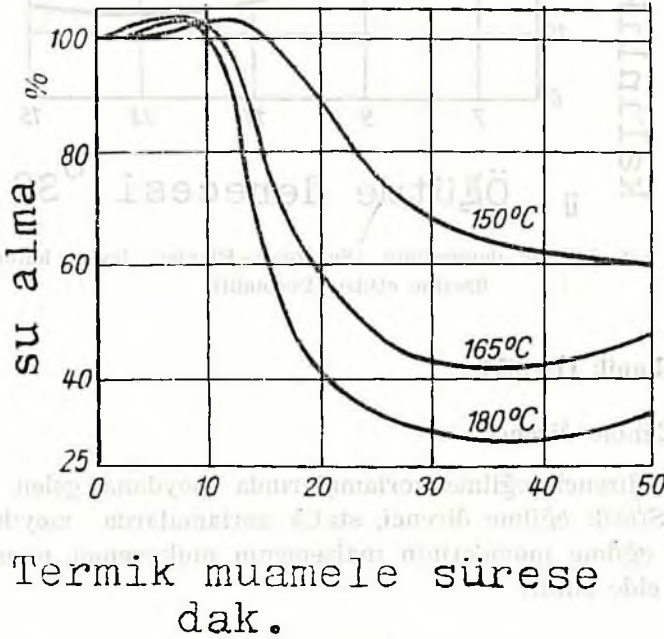
Şekil 21 : Termik muamelenin su alma (24 saat) üzerine etkisi (Voss)



Şekil 22 : Termik muamele süresinin ve sıcaklığın kalınlık artımına yaptığı etki (Voss)



Şekil 23 : Termik muamele süresinin kalınlık artımına yaptığı etki (Lampert)



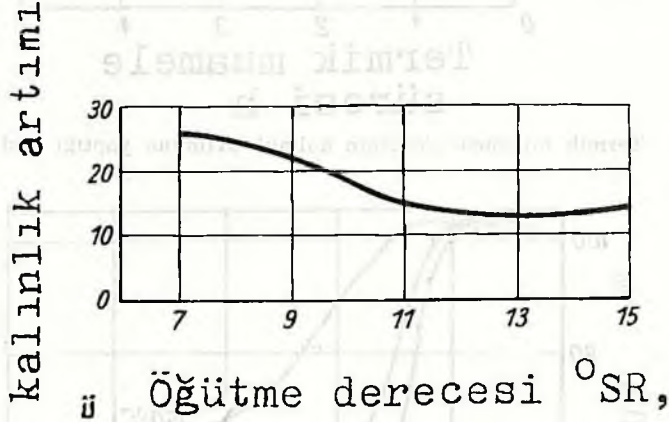
Şekil 24 : İzolasyon levhalarında termik muamele süresinin su alma üzerine etkisi (Engelsted)

İzolasyon levhalarında termik muamelenin tesiri daha belirgindir. İlk 20 dakikada havanın sıcaklığına bağlı olmakla beraber su alma miktarında yaklaşık % 50 azalma görülür.

9. Öğütme derecesi

Bilindiği gibi öğütme derecesi odunun liflere ayrılması ve lif yüzeyinin durumu hakkında bilgi verir. Ölçülmesindeki prensip lif fraksiyonunun su kaybetme esasına dayanır.

Belli bir öğütme derecesine kadar kalınlık artımında bir azalma görülür. Öğütme derecesi daha fazla artırılırsa kalınlık artımı yaklaşık sabit kalır. Bu durum şekil 24 'de görülmektedir.



Şekil 24 : Lif öğütme derecesinin (Schopper - Riegler) levha kalınlık artımı üzerine etkisi (Dosoudil)

3. Mekanik Özellikler

3.1. Eğilme direnci

Eğilme direnci, eğilme zorlamalarında meydana gelen maksimum eğilmedir. Statik eğilme direnci, statik zorlamalarda meydana gelen maksimum eğilme momentinin malzemenin mukavemet momentine bölünmesiyle elde edilir.

$$\sigma_{BL} = \frac{M_{max}}{W} \text{ [kp/cm}^2\text{]}$$

Bu formülde : σ_{bb} Eğilme direncini

M_{max} Max. Eğilme momentini

W Mukavemet momentini

ifade eder.

Mukavemet momenti örneğin enine kesitine göre belirlenir. Tabakalı ağaç malzemelerin eğilme dirençlerinin saptanmasında kullanılan örneklerin enine kesiti dikdörtgen şeklindedir. Bu kesitler için mukavemet momenti

$$W = \frac{1}{6} bh^2 \quad [\text{cm}^3] \text{ d\u00fcr.}$$

Ortadan y\u00fcklemelerde max. eğilme momenti ise

$$M = \frac{1}{4} PL_s \quad [\text{kp} \cdot \text{cm}] \text{ dir.}$$

Form\u00fcllerdeki değerler yerine konduęunda

$$\sigma_{bb} = \frac{3 PL_s}{2 bh^2} \quad [\text{kp/cm}^2] \text{ bulunur.}$$

bulunur.

Bu form\u00fcllerde : P Kırılma anındaki kuvvet

L_s Destek noktaları arasındaki a\u00e7ıklık

b \u00f6rneęin geniřlięi

h \u00f6rneęin y\u00fckseklięi

3.2. \u00c7ekme direnci

\u00c7ekme zorlamalarında meydana gelen en y\u00fcksek gerilmedir. \u00c7ekme direnci kırılmaya neden olan maksimum kuvvetin \u00f6rneğin başlangıçtaki enine kesitine b\u00f6l\u00fcnmesiyle bulunur.

$$\sigma_{zB} = \frac{P_{max}}{F_0} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

Bu form\u00fclde : σ_{zB} \u00c7ekme direncini

P_{max} Kırılma anındaki kuvveti

F_0 \u00d6rneęin bařlangıçtaki enine kesitini

ifade eder.

Eğilme direnci bazı durumlarda malzemenin özelliklerini tam olarak yansıtmaz. Bu bakımdan çekme direnci daha iyidir; fakat burada deformasyon değişiklikleri sıhhatli bir şekilde saptanmalıdır. Kolaylığı nedeniyle pratikte daha ziyade eğilme denemeleri yapılır.

3.2.1 Yüzeye dik yöndeki çekme direnci

Yüzeye dik yönde uygulanan zorlamalara karşı levhanın gösterdiği dirençtir. Tabakalı ağaç malzemeler için çok önemlidir. Keylwerth'e göre lif levhanın direnç özellikleri strüktür elemanlarına değil, bunların kenetlenmesine bağlıdır. İşte lif levhada kenetlenme, yonga levhada tutkallama ve kaplanmış levhalarda kaplama tekniği hakkında en geçerli bilgi bu direnç sayesinde sağlanır.

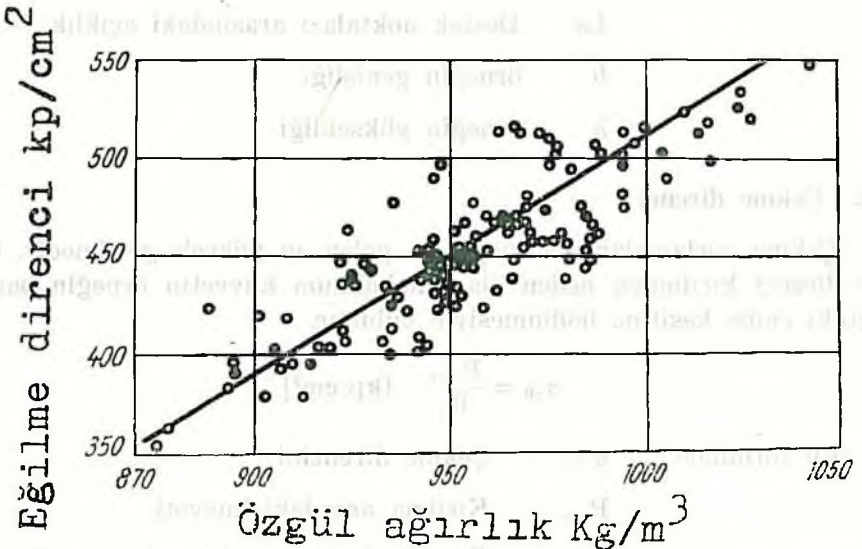
Sert lif levhanın dirençleri masif ağacinkinden daha azdır.

Diğer dirençlerin, örneğin basınç, burulma vb., lif levha için pratik önemi yoktur.

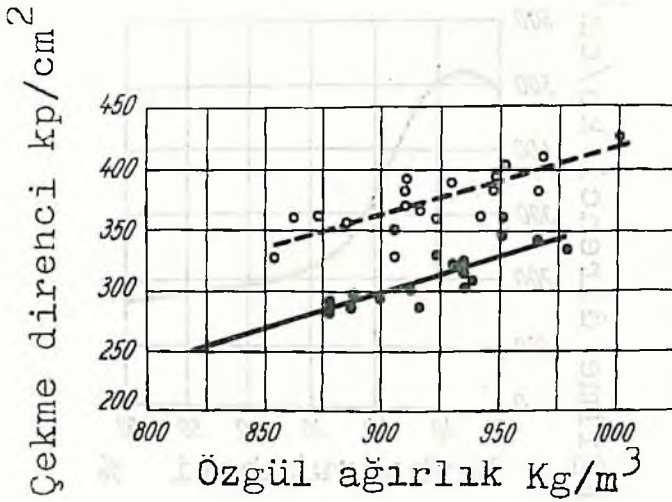
3.3. Eğilme ve çekme direncine tesir eden faktörler

1. Özgül ağırlık

Özgül ağırlık artıka hem eğilme hemde çekme direnci artar. Şekil 25 ve 26 'da görüldüğü gibi her iki özellik arasında doğrusal bir ilişki vardır.



Şekil 25 : Özgül ağırlığın eğilme direncine etkisi (Lampert)



Şekil 26 : Özgül ağırlığın çekme direncine etkisi (Poniatowski, Wierzbicki, Wygonewski)

2. Rutubet

Levha rutubeti arttıkça eğilme direnci önce artar ve rutubetin % 6-7 olması halinde max. olur ve daha sonra azalır. Lif doygunluğundan sonra rutubetin eğilme direnci üzerine etkisi yoktur. Rutubetle direnç ilişkileri aynı masif odundaki gibidir. Şekil 27 de bu ilişkiler görülmektedir.

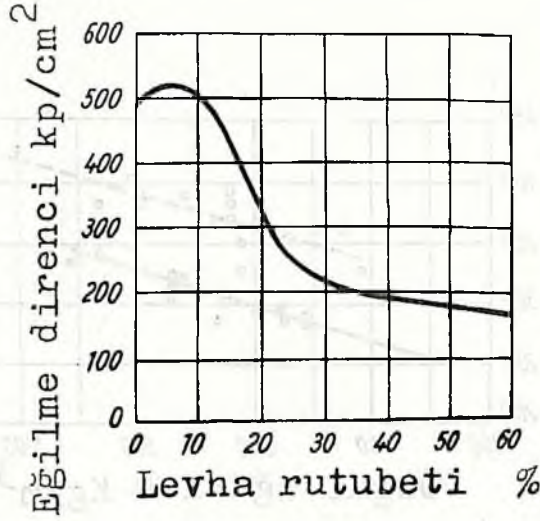
3. Levha kalınlığı

Ön görülen kalınlıktan daha ince olarak üretilmiş levhaların eğilme dirençleri fazla, diğerlerinininki azdır. Diğer bir ifadeyle, şekil 28 de görüldüğü gibi, levha inceldikçe eğilme direnci artar.

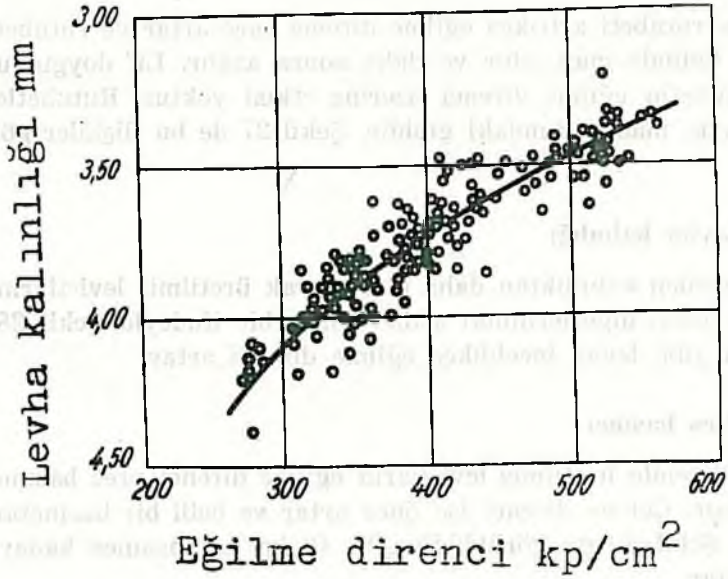
4. Pres basıncı

Yaş sistemle üretilmiş levhaların eğilme direnci pres basıncı arttıkça fazlaşır. Çekme direnci ise önce artar ve belli bir basınçtan sonra değişmez. Şekil 29 da görüldüğü gibi 40 kp/cm² basınca kadar çekme direnci artar.

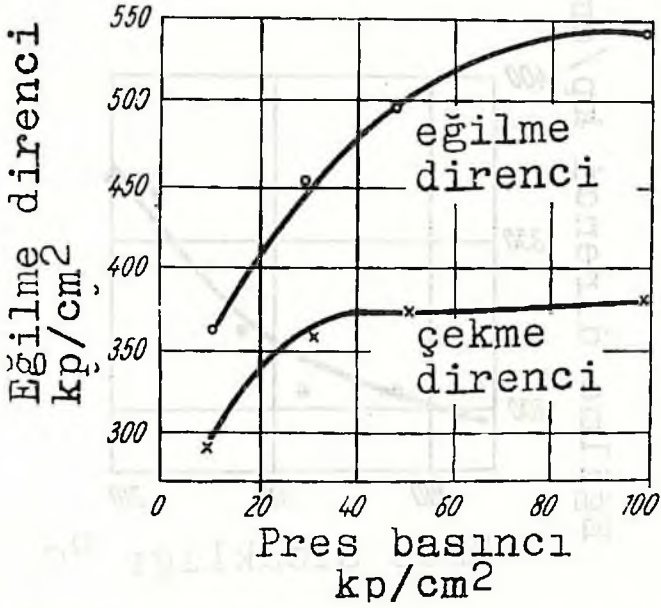
Kuru sistemde ise basıncın artmasıyla eğilme direnci önce artar, sonra değişmez. Önemsiz ölçüde azalmada görülür.



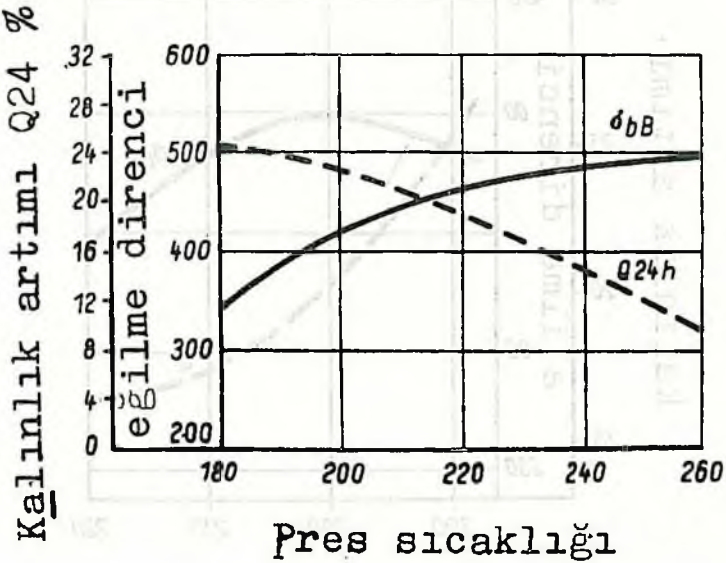
Şekil 27 : Levha rutubetinin eğilme direncine yaptığı etki (Nebdal)



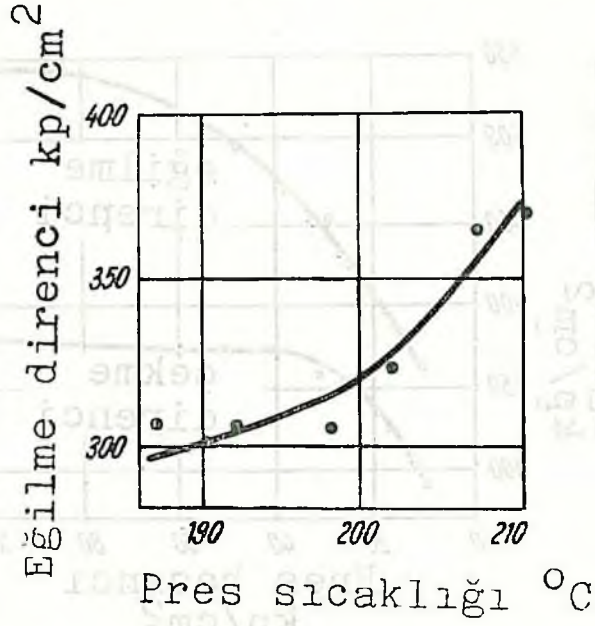
Şekil 28 : Levha kalınlığının eğilme direncine etkisi (Kumar)



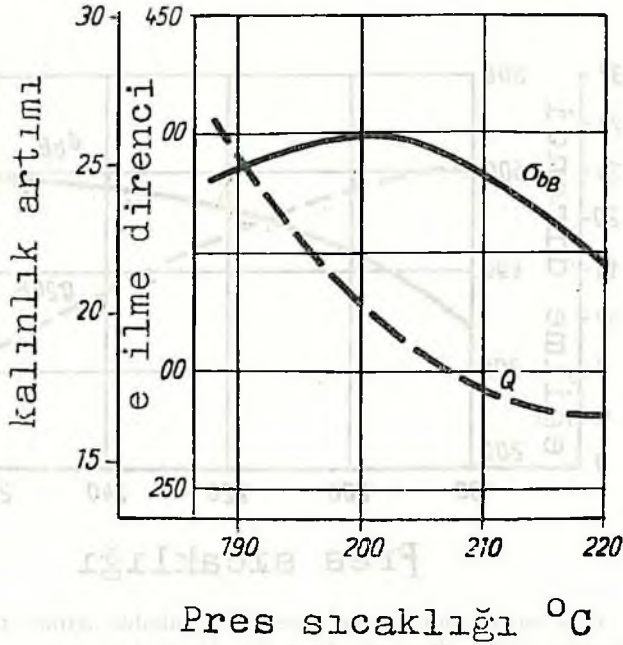
Şekil 29 : Pres basıncının çekme ve eğilme direncine etkisi (Carlsson)



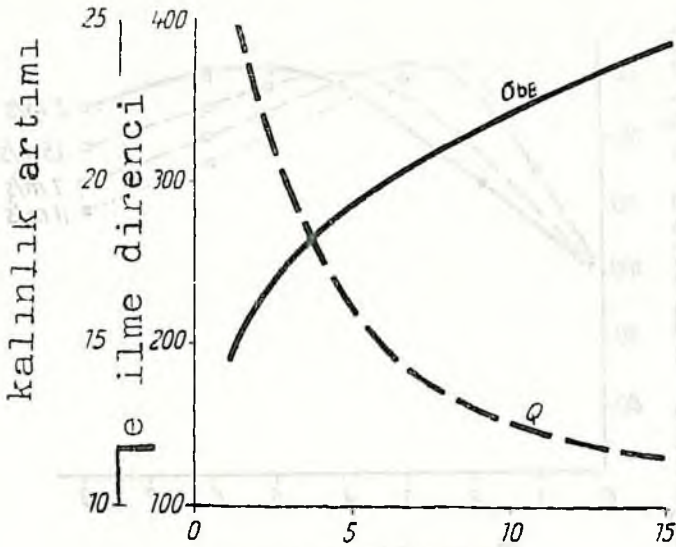
Şekil 30 : Pres sıcaklığının eğilme direnci ve kalınlık artımı (Q 24h) üzerine etkisi (Zentralinstitut für Holztechnologie)



Şekil 31 : Pres sıcaklığının eğilme direnci üzerine etkisi (Carlsson)

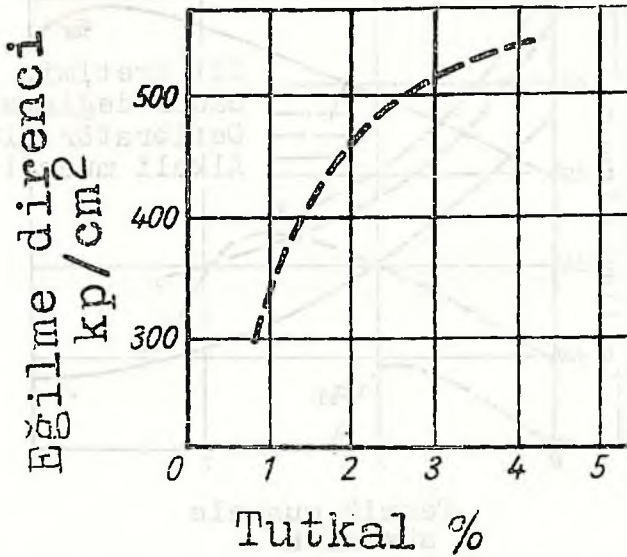


Şekil 32 : Pres sıcaklığının eğilme direnci ve kalınlık artımı üzerine etkisi (Levha kozla samanından üretilmiştir. VEB Faserplattenwerk)

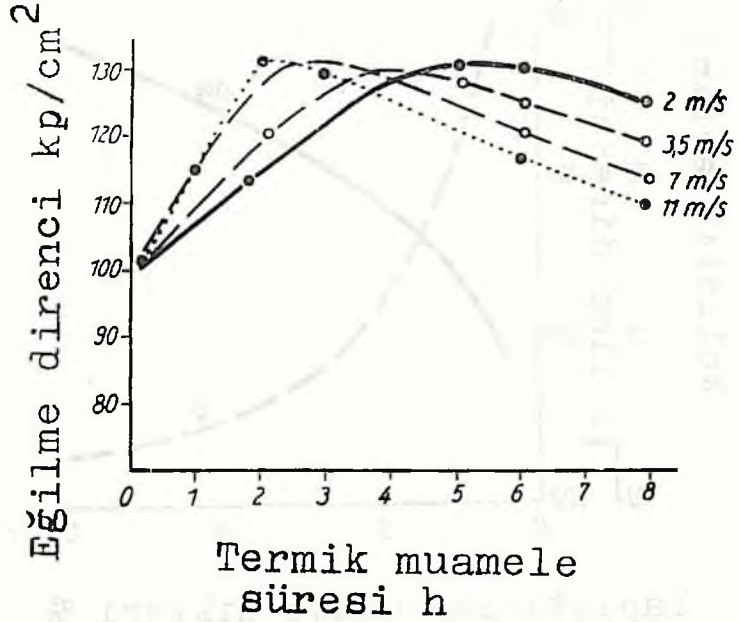


Yapıştırıcı madde miktarı %

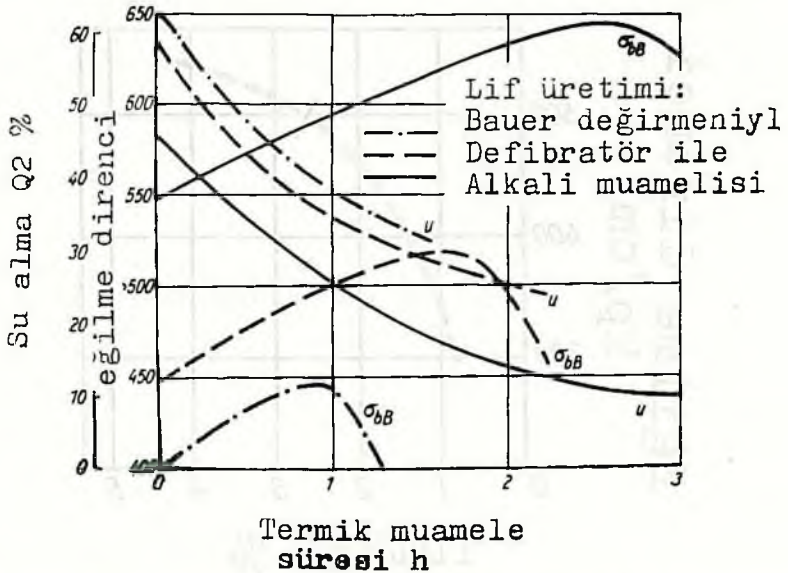
Şekil 33: Yaş sistemle üretilmiş levhalarda yapıştırıcı madde miktarının eğilme direnci ve kalınlık artımına yaptığı etki (Lampert)



Şekil 34: Kuru sistemle üretilmiş levhalarda yapıştırıcı maddenin eğilme direncine etkisi (American Marietta Company)



Şekil 35: Termik muamele süresinin ve hava hızının eğilme direncine etkisi (O. Brauns, A. Strand)



Şekil 36. Çeşitli üretim sistemlerinde termik muamele süresinin eğilme direnci ve su almaya etkisi (Nowak)

5. Pres sıcaklığı

Genellikle artan pres sıcaklığı ile eğilme direnci de artar; fakat samandan üretilmiş olan levhanın eğilme direnci artan sıcaklıkla önce artar, yaklaşık 200°C de max. olur ve daha sonra azalır (Şekil 30, 31 ve 32).

6. Sentetik tutkal ilavesi

Hem yaş hem de kuru sistemde ilave edilen sentetik tutkal miktarı arttıkça eğilme direnci de artar. (şekil 33 ve 34).

7. Termik muamele

Bütün üretim sistemlerinde, termik muamele görmüş levhaların eğilme dirençleri önce artar, max. olur ve sonra tekrar azalır. Max. olma süresi üzerine kurutucu havanın hızının tesiri vardır. Bu hususlar şekil 35 ve 36 görülmektedir.

8. Üretim sistemleri

Üretim sistemlerinin eğilme direnci üzerine tesiri vardır. Ham maddeyi alkali ile muamele etmek eğilme direncini artırır. Bauer değirmeni ile soğuk lif üretimi eğilme direncini azaltır. (Şekl i36)

9. Buharlama süresi

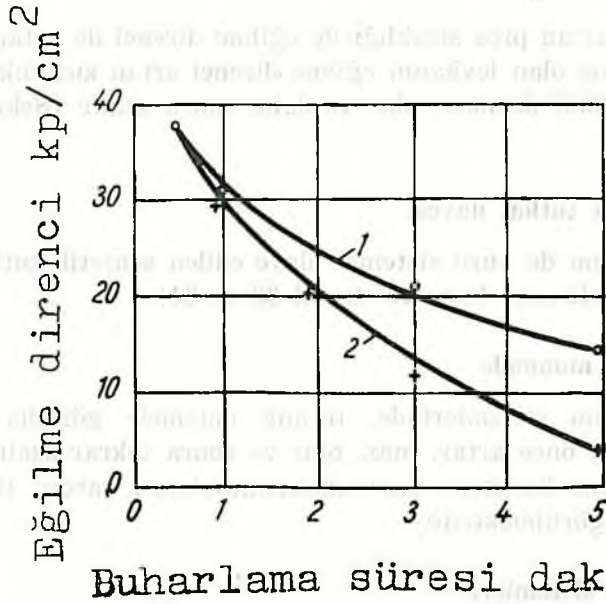
Ham madde odunun buharlaşma süresi arttıkça eğilme direnci azalır. (Şekil 37).

10. Ham maddenin depolama süresi

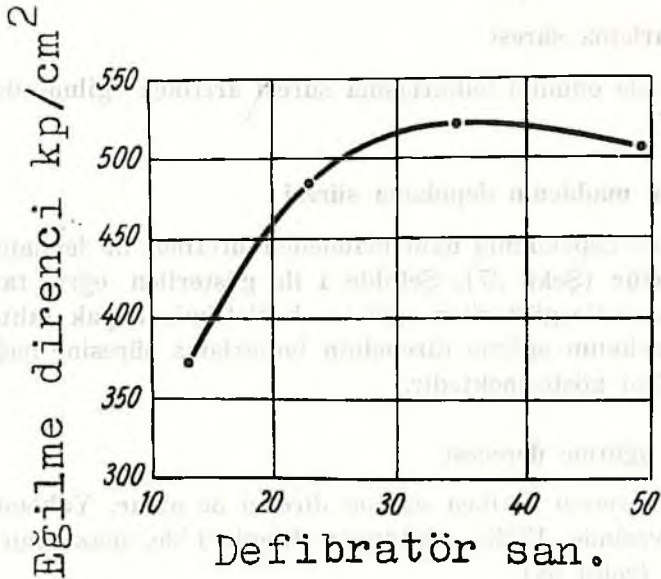
Uzun süre depolanmış ham maddeden üretilen lif levhanın eğilme direnci düşüktür (Şekil 37). Şekilde 1 ile gösterilen eğri, taze kapak tahtalarından, 2 ile gösterilen eğri ise bekletilmiş kapak tahtalarından üretilen lif levhanın eğilme direncinin buharlama süresine bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermektedir.

11. Lif öğütme derecesi

Öğütme derecesi arttıkça eğilme direnci de artar. Yaklaşık 35 defibratör saniyesinde, 13°SR (Schopper - Riegler) 'de, max. olur ve daha sonra azalır. (şekil 38).



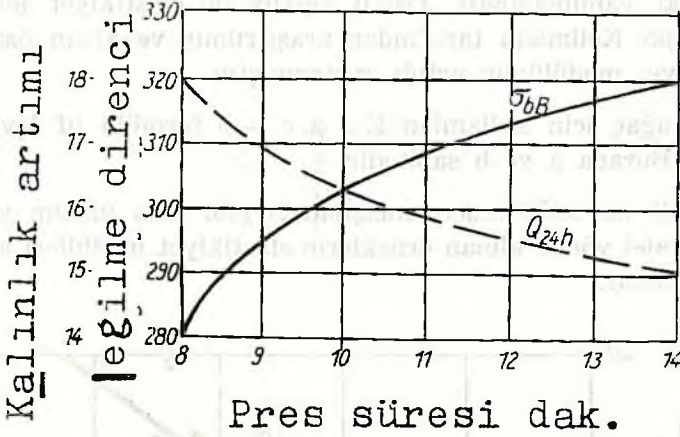
Şekil 37: Buharlama süresinin taze (1) ve depoda bekletilmiş (2) kapak tahtalarından üretilmiş lif levhanın eğilme direncine yaptığı etki (Helge).



Şekil 38: Lif öğütme derecesinin eğilme direncine yaptığı etki (Carlsson)

12. Pres süresi

Pres süresinin artmasıyla eğilme direnci artar, kalınlık artımı azalır (şekil 39).



Şekil 39. : Pres süresinin eğilme direnci ve kalınlık artımı üzerine etkisi (Lampert)

4. Elastikiyet modülü

Bir malzeme dış zorlamalar nedeniyle deforme olur ve kuvvet kalkınca eski şeklini alırsa, o malzeme elastiktir. Elastikiyet modülü birim uzunluğunda bir cismin uzunluğunun iki katı olması için uygulanması gereken teorik bir kuvveti ifade eder.

Lif levhanın elastikiyet modülü eğilme denemeleriyle saptanır. Kesiti dikdörtgen olan ve ortadan yüklenen bir örneğin elastikiyet modülü aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$E_b = \frac{1}{4} \frac{\Delta P \cdot L_s}{b h^2 \Delta f} \quad [\text{kp/cm}^2]$$

- Bu formülde :
- E_b Elastikiyet modülünü
 - ΔP Elastikiyet sınırı içerisindeki her hangi iki kuvvet arasındaki farkı
 - Δf ΔP nedeniyle ortaya çıkan deformasyonu
 - L_s Destek noktaları arasındaki açıklığı
 - b Örneğin genişliğini
 - h Örneğin kalınlığını

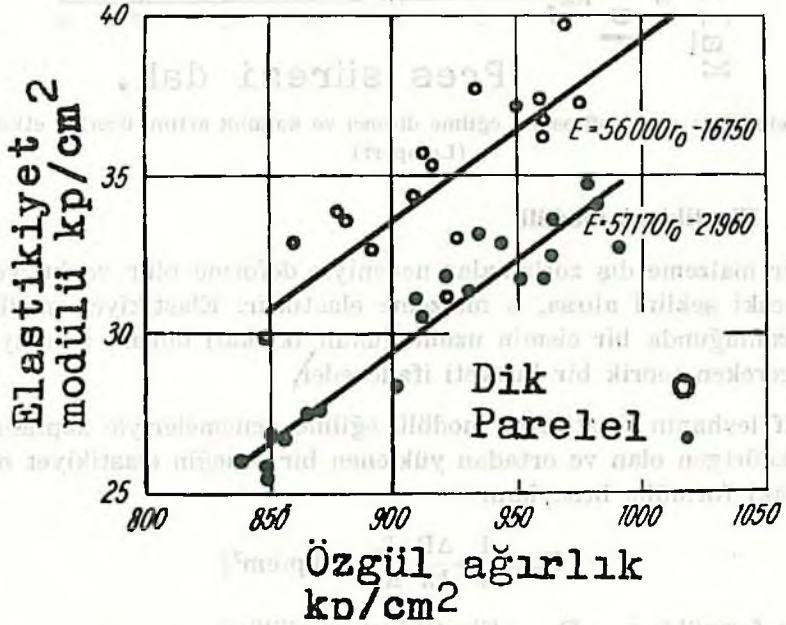
ifade eder.

4.1. Elastikiyet modülüne tesir eden faktörler

Çekme ve eğilme direncine tesir eden bütün faktörler levhanın elastikiyet modülüne de tesir ederler. Tesir yönü aynıdır. Bu konuda yeterli araştırmalar yapılmamıştır. Özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki Kollmann tarafından araştırılmış ve artan özgül ağırlık ile elastikiyet modülünün arttığı saptanmıştır.

Masif ağaç için kullanılan $E = a \cdot r_0 - b$ formülü lif levha için de geçerlidir. Burada a ve b sabitedir.

Şekil 39'un tetkikinden anlaşılacağı gibi hem üretim yönüne dik hem de paralel yönde alınan örneklerin elastikiyet modülleri artan özgül ağırlık ile artar.



Şekil 40 : Özgül ağırlığın elastikiyet modülüne etkisi (Kollmann ve Dosoudil)

5. Sürekli yüklemelere karşı direnc

Pratikte malzeme devamlı yüklemelere maruzdur. Bu nedenle, özellikle inşaat sektöründe kullanılacak levhaların sürekli yüklemelere karşı direncinin bilinmesi şarttır.

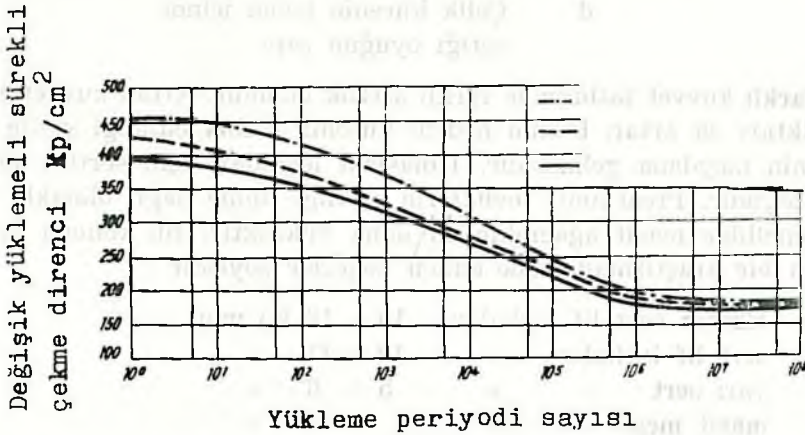
Sürekli yüklemelere karşı malzemenin gösterdiği direnç statik dirençlerin muayyen bir yüzdesidir. Masif ağaç için sabit yüklemeli sürekli direnç statik dirençlerin yaklaşık % 60 şı kadardır.

Sert lif levhalarda yapılan denemelerde zamanın daha etkili olduğu görülmüştür.

Değişik yüklemeli sürekli denemelerde, yükleme periyodunun sayısı arttıkça direnç azalır. Belli bir periyod sayısından sonra malzemenin yorulduğu ve direncinin değişmediği görülür. Buna sınır yük değişim sayısı denir.

Elastikiyet sınırı içerisinde yükleme periyodunun sayısı sonsuz dahi olsa malzeme kırılmaz.

Yapıştırıcı madde miktarları farklı olan lif levhaların değişik yüklemeli sürekli çekme zorlamalarına karşı gösterdiği direnç Kollmann ve Dosoudil tarafından araştırılmıştır. Yapıştırıcı maddenin sınır yük değişim sayısından önce tesirli, sonra tesirsiz olduğu saptanmıştır. Pratikte sınır yük değişim sayısındaki direnç önemli olduğuna göre yapıştırıcı maddenin bu direnç üzerine etkisi yoktur (şekil 41).



Şekil 41: % 20, % 12 ve % 6 yapıştırıcı madde ilave edilerek üretilmiş lif levhalarda yüklemeli periyod sayısına bağlı olarak, değişik yüklemeli sürekli çekme direncinin değişimi (Kollmann ve Dosoudil)

Lif levhaların sabit yüklemeli sürekli çekme direnci yaklaşık 125 - 130 kp/cm² dir. Bu kısa süreli statik çekme direncinin yaklaşık %35 - 40 'ı kadardır.

Lif levhaların değişik yüklemeli sürekli eğilme direnci ise statik eğilme direncinin yaklaşık % 23 'üdür.

6. Sertlik

Sertlik, bir cismin içerisine girmeye çalışan başka bir cisme karşı gösterdiği dirençtir. Bir çok sertlik ölçme metodları geliştirilmiştir. Bunlar arasından masif ve tabakalı ağaç malzeme için genellikle Brinell metodu tercih edilir.

Bilindiği gibi Brinell esası şöyledir : 10 mm çapında bir çelik küre, belli bir kuvvetle (10, 50 ve 100 kp) levha yüzeyine tesir ettirilir. Ön görülen max. kuvvete 15 saniyede ulaşılır. Kuvvet 30 saniye sabit tutulur ve 15 saniye içinde tekrar 0 'a indirilir. Çelik kürenin levha yüzeyinde açtığı çukurun çapı ölçülerek aşağıdaki formüle göre Brinell sertliği hesaplanır.

$$H_B = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ [kp/mm}^2\text{]}$$

Bu formülde : H_B Brinell sertliğini kp/mm²
 P Tatbik edilen kuvveti
 D Çelik kürenin çapını
 d Çelik kürenin levha içinde açtığı oyğun çapı

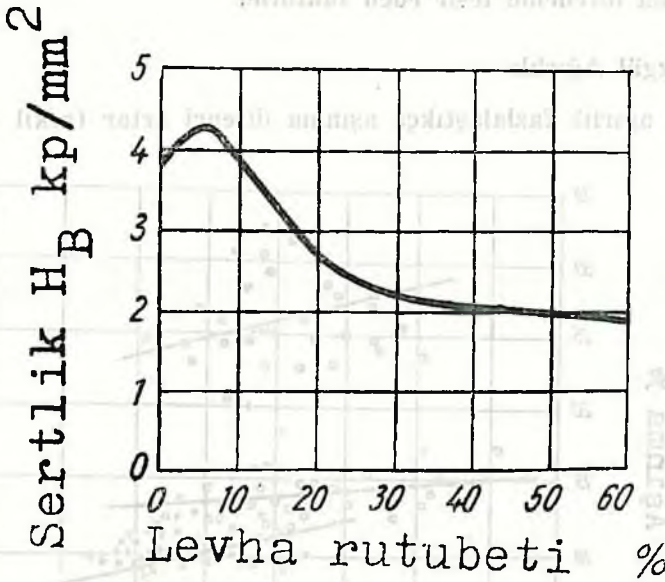
Farklı kuvvet tatbikinde farklı sertlik bulunur. Artan kuvvetle sertlik miktarı da artar. Bunun nedeni kürenin tatbik edildiği yerde preslenmenin meydana gelmesidir. İzolasyon levhaları için sertlik söz konusu değildir. Preslenmiş levhaların sertliği tipine bağlı olmakla beraber genellikle masif ağacinkinden daha yüksektir. Bu konuda İsveç'te yapılan bir araştırmada elde edilen değerler şöyledir :

Ekstra sert lif levhalar	15 ... 16	kp/mm ²
sert lif levhalar	»	10 ... 11 »
yarı sert	»	» 5 ... 6 »
masif meşe	»	» 7 »
masif ladin	»	» 3 »

6.1 Sertliğe tesir eden faktörler

1. Rutubet

Levha rutubeti arttıkça sertlik önce artar, max. olur. ve sonra tekrar azalır. Yaklaşık lif doygunluğu noktasından sonra değişmez. Max. olma zamanı kemosorpsiyon bitimine raslar. Bu husus şekil 42 'de görülmektedir.



Şekil 42 : Levha rutubetinin sertlik üzerine etkisi (Nebdal)

2. Özgül ağırlık

Özgül ağırlık fazlaştıkça sertlik artar. Bu husus yukarıda verilen değerlerden anlaşılmaktadır.

3. Yapıştırıcı madde

Lampert'e göre yapıştırıcı madde miktarı da sertliğe tesir eder; fakat ne yönde tesir ettiği açıklanmamıştır.

7. Aşınma direnci

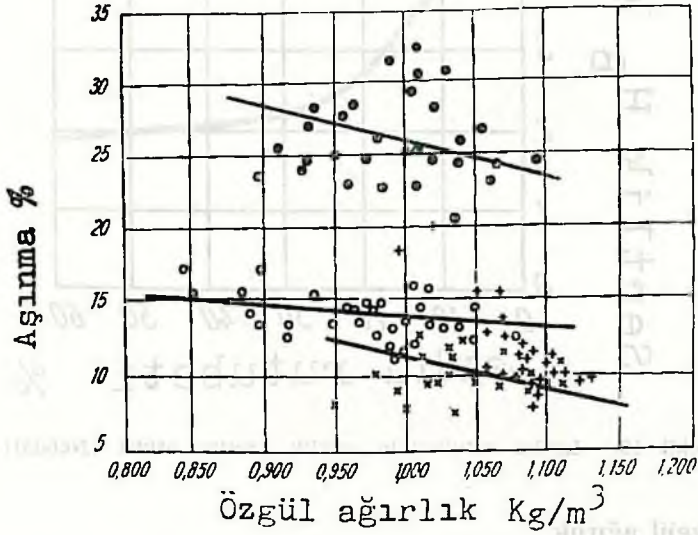
Aşınma direnci malzemenin yüzeyini yavaş yavaş parçalayarak uzaklaştırmak isteyen kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir.

Aşındırma denemeleri için geliştirilmiş bir çok metod vardır. Bunların ortak yanı ucunda zımpara, tel fırça ve benzeri materyaller bulunan makine kısımlarının ileri, geri veya dairevi hareket ederek malzemeyi aşındırmaya zorlamalarıdır. Bu arada ortaya çıkan kalınlık azalması, ağırlık azalması ve kalitatif bozukluklar saptanır. Bunlar aşınma direncinin hesaplanmasında değerlendirilir.

7.1 Aşınma direncine tesir eden faktörler

1. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık fazlaştıkça aşınma direnci artar (şekil 43).



Şekil 43 Çam ●, meşe +, sentetik madde ilave edilmiş çam O ve meşe x levhalarda özgül ağırlığın aşınma direncine etkisi (Kolbylinski)

2. Sert ağaçlardan elde edilmiş lif levhalar, yumuşak ağaçtan elde edilmiş aynı özgül ağırlıktaki lif levhalardan daha fazla aşınma direncine sahiptirler. Örneğin aynı özgül ağırlıktaki meşe lif levha çam lif levhadan 2,5 misli daha fazla aşınma direncine sahiptir.

3. Sentetik madde

Sentetik madde ilavesi aşınma direncini arttırır. Bu özellikle yumuşak ağaç levhalarında belirgindir.

4. Rutubet

Levha rutubeti arttıkça aşınma direnci azalır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Brauns, O. ve Strand, A.

Waermebehandlung von harten Holzfaserplatten Svensk Paperstidning 61(1958) 14, S. 437-444

Carlsson, K. E.

Einwirkung einiger fertigungstechnischer Faktoren auf die Eigenschaften harter Holzfaserplatten
Svensk Paperstidning 61(1958) 5, S. 128-152

Dosoudil, A.

Weitere Untersuchungen über die Wasseraufnahme von Holzfaserplatten, insbesondere Hartplatten
Holz als Roh— und Werkstoff 18(1960) 3, S. 106-111

Engelstad, W. B.

Varmebehandlung overtorking ar Trefiberplater Norks Skogindustri 1(1947) 6, S. 136-137

Helge, K.

Untersuchungen über Ausbeute und Qualitaet bei der Herstellung von Dammplatten aus verschiedenen Holzqualitaeten
Norks Skogindustri 14(1960) S. 333-337

Hinselmann, D. ve Neumüller, J.

Pressdiagramm ohne zweite Hochdruckstufe bei Herstellen harter Holzfaserplatten nach dem Nassverfahren Holzindustrie 18 (1965) 2 S. 49-51

Hinselmann, D. ; Sabel, M. ; Jentsch, S.

Untersuchung zur Prestechnik bei der Herstellung von zweiseitig glatten harten Faserplatten nach dem Trockenverfahren
Holztechnologie 4 (1962) 3, S. 201-208

Voss, K.

Die Waermebehandlung von Holzfaser - Hartplatten
Holz als Roh— und Werkstoff 10 (1952) 8, S. 299-305

Kobylinski, F.

Rohdichte von gewöhlichen und bakelisierten harten Faserplatten aus Kiefern— und Eichenholz
Sylwan 102 (1958) 5/6 S. 172-188, Wargova.

Kollmann, F.

Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe,
Band 11. Springer Verlag 1955, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

Kollmann, F.

Über die mechanische Bewaerung von Holzfaser - Hartplatten und Holzspanplatten bei der Verwendung in Tropen.
Holz als Roh— und Werkstoff 17 (1956) 6, S. 239-245

- Kollmann, F.**
Eigenschaftenstreuung bei Holzfaser-Hartplatten. Holz als Roh- und Werkstoff 15 (1957) 6, S. 247-252
- Kollmann, F.**
Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe Springer Verlag 1951, Berlin.
- Kumar, V. B.**
Untersuchungen über die Dickenschwankungen bei Holzspanplatten Holz als Roh- und Werkstoff 16 (1958) 10, S. 371-377
- Lampert, H.**
Die Herstellung von Faserplatten aus Rapsstroh Holztechnologie (1960) 1, S. 15-22
- Lampert, H.**
Faserplatten
VEB Fachbuchverlag (1967), Leipzig
- Neusser, H.**
Entwicklung und Stand der Faserplattenerzeugung
Holz-Zentralblatt 83 (1957) 9, S. 79-82
- Nebdal, F.**
Einige Eigenschaften der harten Holzfaserplatten
Drevo 9 (1954) 7, S. 155-157 Prag.
- Nowak, A.**
Die Veranderung von lignozellulose bei Waermebehandlung bei pH Kontrolle mit besonderer Berücksichtigung der Herstellung von Faserplatten Holz als Roh- und Werkstoff 12 (1958) 2, S. 99-102
- Ogland, N. J.**
Quellung und Schwinden harter Holzfaserplatten
Svensk Pappers Tidning 52 (1949) 6, S. 138-141
- Poniatowski, S. ; Wierzbicki, A. ; Wyganavski, Z.**
Holzfaserplatten im Bauwesen
VEB Fachbuchverlag 1959, Leipzig
- Rausendorf, D.**
Das Trockenverfahren, eine moderne Methoden zur Herstellung von Hartfaserplatten.
Holz 16 (1962) 9, S. 267-280