
SERİ

B

CİLT

51

SAYI

2

2001

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



MDF ÜRETİMİNDE DİKKATE ALINMASI GEREKEN HUSUSLAR

Doç. Dr. Turgay AKBULUT¹⁾
Ar. Gör. Nadir AYRILMIŞ¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada, mobilya endüstrisi başta olmak üzere birçok kullanım yerinde önemi giderek artan odun esaslı levha ürünlerinden biri olan MDF'nin üstün teknolojik özelliklere sahip olarak üretilebilmesi için hammadde ve üretim teknolojisinde dikkate alınması gereken hususlar ele alınmıştır.

1. GİRİŞ

MDF, orta sertlikte bir liflevha olup, termomekanik olarak odun veya diğer ligno-selülozik hammaddelerden elde edilen liflerin belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra yaklaşık %9-11 oranında sıcakta sertleşen bir tutkal ile karıştırılarak sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle oluşan homojen yapıda levhadır. MDF'nin kalınlığı 1.80-60 mm, yoğunluğu ise genelde 0.55-0.80 g/cm³ arasında değişmekte olup, çoğunlukla 0.70-0.80 g/cm³ arasında üretilmektedir. (AKBULUT 1999).

Odun kökenli levha ürünleri arasında MDF üretimi, endüstriyel bakımından ilk olarak 1965 yılında başlamış olmasına rağmen, hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Bu hızlı gelişmede, ince çaplı ve düşük nitelikli odun hammaddesi ile diğer ağaç işleyen endüstrilerin artıklarına rasyonel bir kullanım alanı sağlamış olmasının yanı sıra, elde edilen ürünlerin üstün özelliklere sahip olması önemli rol oynamaktadır.

Üreticilerin belirlenen sınırlar içerisinde arzu edilen levhayı üretebilmesi için levhanın özelliklerine tesir eden bütün faktörleri bilmesi ve bunları amaca uygun olarak kombine edebilmesi şarttır. MDF'nin teknolojik özelliklerini etkileyen gerek hammadde ve gerekse üretim

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 15.03.2002

parametreleri ile ilgili önemli faktörler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır. Bu makalede kuru yöntem esas alınmıştır.

2. MDF ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELERLE İLGİLİ HUSUSLAR

2.1 Ağaç Türü

MDF'nin yaklaşık %90'ından fazlasını odun oluşturmaktadır. Bu yüzden ağaç türü, levha özellikleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Liflevha endüstrisinde uzun lifli ve nispeten hafif olmaları, pH değerlerinin levha üretimi için uygun bulunmaları ve kolay sıkıştırılabilirlerinden dolayı iğne yapraklı ağaçlar daha fazla tercih edilir.

Kuru yöntemle liflevha üretiminde yapraklı ağaçlar da büyük oranda değerlendirilmektedir. Yapraklı ağaçlar ekonomik olmaları ve fazla miktarlarda bulunmaları dolayısıyla levha üretiminde tercih edilmektedirler. Reçine ve tanen, boyar maddeler gibi ekstraktif madde oranı yüksek ağaç türleri liflevha üretiminde tercih edilmemektedir.

AYRILMIŞ (2000) diğer üretim şartları aynı kalmak şartıyla Karaçam (*Pinus nigra* var. *pallasiana*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Saplı Meşe (*Quercus robur*) ve bu üç türün karışımlarından üretilen (%40 Kayın + %40 Meşe + %20 Çam) MDF'lerin teknolojik özelliklerini tespit ettiği çalışmada Çam liflerinden yapılan levhaların janka sertlik değeri hariç diğer fiziksel ve mekanik özellikleri Meşe, Kayın ve bu üç türün karışımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Kayın odunu liflerinden yapılan MDF'lerin teknolojik özellikleri Meşe liflerinden yapılan MDF'lerden yüksek çıkmıştır.

HIZIROĞLU/KAMDEM (1995) Yalancı Akasya (*Robina pseudoacacia*) odunundan yapılan liflevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmişler ve elde edilen sonuçlar ışığında liflevha üretimi için uygun bir lif kaynağı olduğunu sonucuna varmışlardır. Akasya odununun içerdiği yüksek ekstraktif madde oranı dolayısıyla liflevhaların düşük kalınlığına şişme oranı gösterdiği görülmüştür.

Meşe odununun levha üretiminde karışıma katkı oranı ne kadar fazla olursa, hem yüzey pürüzlülüğü hem de yüzey emiciliği kötüleşmektedir. Kayının artması yüzey pürüzlülüğü açısından, Çamın artması ise levhanın direnç değerleri ve yüzey emiciliği açısından faydalı bulunmaktadır.

Plantasyonda yetişmiş Kavak odunları farklı miktarda reaksiyon odunu içerdiğinden dolayı bazı problemler oluşturabilir. Çünkü reaksiyon odunu normal oduna göre çok daha fazla çalışmakta, farklı anatomik yapısı dolayısıyla bıçakla kesilirken tüylenmelere neden olmaktadır. Ancak, Kavak tek başına kullanılırsa üretim değişkenleri Kavağa göre ayarlanarak kaliteli levha üretilebilir.

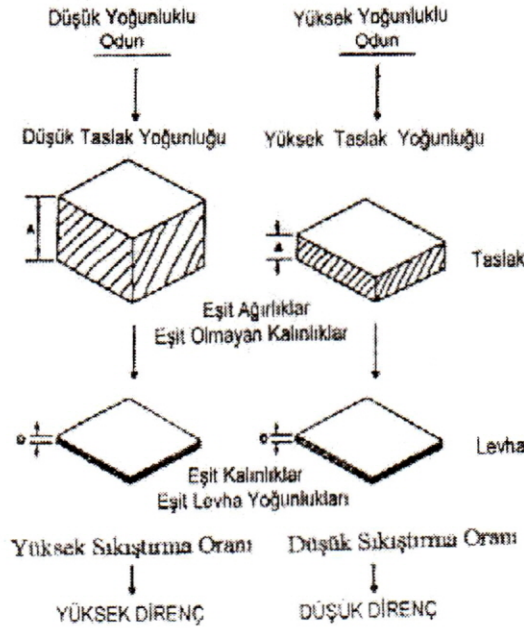
Çeşitli ağaç işleyen endüstri artıklarının da MDF üretiminde değerlendirilmesi mümkündür. Ancak bu artıklardan elde edilen yongalar ve dolayısıyla lifler çok kaliteli olmamaktadır.

2.2 Odunun Yoğunluğu

Bir ağaç türünün MDF üretimine uygunluğunu belirleyen en önemli özelliği yoğunluğudur. Genel bir kural olarak; yoğunluğu düşük olan türler tercih edilir, orta yoğunluktaki türler kolaylıkla ve ucuz fiyata bulunabiliyorsa kullanılır, fakat çok yüksek yoğunluğa sahip olan

türlerden sakınılır. Herhangi bir ağaç türünden MDF elde etmek teknik olarak mümkün olmasına rağmen, çok yüksek yoğunluğa sahip türlerden üretilen levhalar çok ağırdır, bunların işlenmesi zordur ve taşıma masrafları yüksektir. Aynı zamanda bu tür odunların yongalanmasında bıçaklar daha kısa sürede aşınmaktadır. Bu yüzden düşük ve orta yoğunluğa sahip türler tercih edilmektedir. Yoğunluğu 0.35-0.65 g/cm³ arasında olan ağaç türleri MDF üretimi için uygundur.

Yüksek yoğunluğa sahip ağaç türlerinden daha dirençli levhaların üretilebileceği zannedilebilir. Halbuki; aynı yoğunluğa sahip levha üretildiği takdirde, düşük yoğunluğa sahip türler yüksek direnç özellikleri verecektir. Şekil 1'de görüldüğü gibi düşük yoğunluklu odundan elde edilen lifler, yüksek yoğunluklu odundan elde edilen liflerden daha hacimli bir taslak oluşturmaktadır. Bu iki taslaktan eşit kalınlıkta ve yoğunlukta liflevha yapılmak istediğinde yoğunluğu düşük olan taslağa daha yüksek sıkıştırma oranı (levha yoğunluğu/odunun yoğunluğu), yoğunluğu yüksek olan taslağa ise düşük sıkıştırma oranı uygulanacaktır. Uygulanan farklı sıkıştırma oranlarına bağlı olarak elde edilen bu iki levhanın direnç özellikleri birbirinden farklı olacaktır. Çünkü düşük yoğunluklu odunun liflerinden hazırlanan taslaktaki lif miktarının ve taslak kalınlığının, yüksek yoğunluklu oduna oranla fazla olmasından dolayı eşit kalınlığa ulaşabilmek için daha yüksek basınç uygulanması gerekmektedir ve böylece lifler arası temas da artmaktadır. Bunun sonucu olarak düşük yoğunluklu odundan yapılan liflevhanın fiziksel özellikleri ve mekanik direnç değerleri, yüksek yoğunluklu odundan yapılan liflevhadan daha iyi olacaktır. (SUCHLAND/WOODSON 1991).



Şekil 1: Odunun yoğunluğunun direnç özellikleri üzerine etkisi (SUCHLAND/WOODSON 1991).

Yoğunluğu yüksek olan türlerin (örnek olarak meşe 0.69 g/cm³ ve gürgen 0.83 g/cm³) sıkıştırılma oranları düşük olduğu için yeterli dirençte levha elde edilemez. Sıkıştırılma oranının 750-800 kg/m³ yoğunluklardaki levhalar için yaklaşık 1.4-1.5 olması uygun bulunmaktadır.

MDF endüstrisinde genel olarak amaç, düzgün yüzeyli, fiziksel özellikleri iyi, mekanik özellikleri yüksek ve yoğunluğu düşük bir levha üretmektir. Bu bakımdan hammadde kullanımı olarak, en ekonomik çare, düşük yoğunluktaki türleri (iğne yapraklılar ve bazı yapraklılar) ile yüksek yoğunluğa sahip türlerin uygun oranlarda karışımını sağlamaktır.

Yoğunlukları birbirinden çok farklı olan ağaç türlerinin (Örnek olarak Gürgen ile Kavak) birlikte pişirme kazanına konulması uygun bulunmamaktadır. Çünkü yoğunluk ile pişirme süresi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Odunun yoğunluğu ne kadar fazla ise yongaları yumuşatmak için gerekli olan pişirme süresi de o kadar az olmaktadır (SUCHLAND/WOODSON 1991).

2.3 Odunun pH Değeri (Asidite)

Odun kökenli levha üretiminde kullanılan Üre-formaldehit veya resol tipi Fenol-formaldehit sentetik tutkalları, belli bir seviyenin üzerindeki pH değerine karşı duyarlı olduklarından MDF üretiminde kullanılacak odunun pH değeri çok önemlidir. Üre tutkalları, odunun pH değerine karşı fenolik tutkallardan daha hassastır. Yapraklı ağaçlar bu yönden büyük farklılık gösterirken genelde iğne yapraklı ağaç türleri uygun pH değerine sahiptir (AKBULUT 1991).

Genellikle hammadde olarak odunun asiditesi düşük ise o odundan elde edilen levhanın yapışma direnci yüksektir. Asiditesi yüksek olan odunlardan elde olunan liflerle sentetik tutkallar genellikle iyi bir yapışma sağlamamaktadır. Ancak Üre tutkallarında sertleştirici-tutkal oranında yapılan değişikliklerle yüksek pH'lı odunlarda yapışma direnci istenilen düzeyde liflevha yapılabilmektedir. Bir ağaç türünün pH değeri ve tamponlama kapasitesi, tutkalın sertleşmesini etkiler. Bundan dolayı fabrikalarda kullanılan tutkal reçetesi, ağaç türlerinin bu özelliklerine göre ayarlanmaktadır. İyi bir sertleşme, odunun pH değeri 4-5 olduğu takdirde gerçekleşir. Bununla birlikte odunun pH değeri yüksek (asiditesi düşük) ise sertleşmeyi sağlamak için sertleştirici ilave edilebilir. Odunun tamponlama kapasitesi, pH değerini istenen seviyeye düşürmek için ne kadar sertleştirici katılması gerektiğini belirlediğinden önemli bulunmaktadır. Eğer bir türün tamponlama kapasitesi yüksek ise pH değerini düşürmek için daha fazla sertleştirici ilave edilmelidir (AKBULUT 1991). Ayrıca asiditesi yüksek olan yongalar fabrikasyon esnasında makinelerin demir kısımlarında ve özellikle eleklerde paslanmalara neden olmaktadır. Çeşitli ağaç türlerine ait pH değerleri Tablo 1'de verilmiştir (BOZKURT/ERDİN 1989).

Tablo 1: Çeşitli Ağaç Türlerine Ait pH Değerleri (BOZKURT/ERDİN 1989)

Ağaç Türü	pH
Avrupa Göknarı	5.5-6.1
Dağ Akçaağacı	5.3
Siğilli Huş	4.8
Avrupa Kayını	5.1-5.4
Adi Dişbudak	5.8
Avrupa Ladini	4.0-5.3
Sarıçam	5.1
Kara Kavak	5.8
Saplı ve Sapsız Meşe	3.9
Ova ve Dağ Karaağacı	6.3

Eğer üretim içerisinde aynı ağaç türü veya aynı pH değerine sahip türler kullanılıyorsa, odunun asiditesinin levha özellikleri üzerine etkisi yoktur. Bu durumda odunun asiditesi sıcak preste tutkalın sertleşme süresini etkilese bile, sertleştirici miktarının ayarlanması ile sertleşme süresi istenilen seviyeye getirilecektir. Değişik pH değerine sahip odunlar karışık olarak kullanıldığı zaman durum farklıdır. Sertleştirici normal olarak en yüksek pH değerine sahip oduna göre ayarlanacaktır, bunun sonucunda düşük pH değerine sahip liflerin sertleşmesi daha hızlı olacaktır. Bu durum üretimin ilk safhalarında lif bunkerinde depolanmış tutkallı liflerde ön sertleşme olarak bilinen sonucu doğurabilir. Önceden sertleşmeye başlamış tutkalla sıvanan lifler preslemede birbirlerine yeterli miktarda yapışmaz ve böylece levhada özellikle yüzeyde direnç azalması meydana gelir. Böyle gevşek yapılı levha yüzeyleri zımparalama veya kaplama yapışturmaya elverişli değildir.

Ağaç türünün asiditesi liflendirmede problem oluşturabilir. Liflendirme ünitesindeki pişirme kazanında buhar, sıcaklık ve basınç şartları altında değişik miktarlarda zayıf veya güçlü asitler meydana gelmektedir. Bu asit miktarı kullanılan ağaç türünün asiditesine bağlı olmaktadır. Pişirme kazanındaki yongaların pH'sı asidik karakterde olup pH'ları 4-5 arasında dengelemektedir. Yongaların pişirilmesi üzerine yapılan araştırmalarda, belirli bir buhar basıncında aynı tam kuru yoğunluğa sahip türler arasında titre edilebilir asit miktarı büyük değişiklik gösterebilmektedir. Herhangi bir ağaç türü yongası için pişirme kazanındaki basınç, diğer değişkenler aynı kalmak şartıyla 3.4 atm.'den 8.5 atm.'e çıkarıldığında açığa çıkan toplam asit miktarı iki kat artmaktadır. Asit miktarı arttığında, selüloz ve ligninin kimyasal asit hidrolizi de artmaktadır (MALONEY 1993).

Yongaların yumuşatıldığı pişirme kazanına pH değeri birbirlerine yakın olan ağaç türlerinin yongaları birlikte verilmelidir. Örneğin Kayın odunundan elde edilen lifler ile Kestane odunundan elde edilen lifler pişirme kazanına birlikte verilmemelidir. Çünkü, Kestane odunu Kayın odununa göre daha asidik (pH değeri düşük) olduğundan pişirme kazanındaki şartlar pH değeri düşük olan ağaç türüne göre belirlenmekte ve Kayın lifleri bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Böylece liflerin kalitesi düşmekte bu da levhaya yansımaktadır.

2.4 Hammadde Odun ve Yongaların Rutubet Miktarı

Özellikle yuvarlak odunlarda %30'un altındaki rutubet miktarlarında yongalama için güç ihtiyacı artmakta, yonga kalitesi bozulmakta ve odunun bir kısmı fazla ufalanarak toz haline gelmektedir. Rutubet %30'dan düşük olduğu takdirde kesmeden ziyade kırma ve ezme etkisiyle yonga ve dolayısıyla lif kalitesi azalacak, enerji tüketimi artacak ayrıca pişirmeye uygun olmayan ince yonga ve toz oranı artacaktır. Böylece birim odundan elde edilen yonga miktarı azalmakta ve yonga verimi düşmektedir. Ayrıca rutubet oranı düşük yongalar, pişirme kazanında buhardan yeteri kadar nem alıp dokular arasındaki bağı gevşemesini sağlayamaz. Bu şekilde defibratöre giren yongalar diskler arasında ufalanarak liflerin kararmasına, liflendirme segmentlerinin fazla ısınmalarına sebep olur. Bu nedenle, rutubeti %40'dan az olan odunlar, ya depoda iken ya da yonga halinde siloya gidiş esnasında veya silo içerisinde su püskürtülmek suretiyle pişirme kazanı silosundan önce ıslatılmalıdır. Rutubeti %60'ın üzerindeki odunlardan elde edilen liflerin kurutulmasında ısı ve enerji giderleri artmaktadır. Yongalama sırasında enerji sarfiyatını önlemek, düzgün yüzeyli yongalar elde etmek ve hammadde kayıplarını asgariye indirmek için %40-60 arasında rutubette odun kullanmak idealdir.

2.5 Ekstraktif Maddeler

Ekstraktif maddeler, tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine önemli rol oynamaktadır. Odundaki ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkiler. Özellikle bazı iğne yapraklı ağaç ekstraktifleri, üretilen levhanın suya karşı direnç özellikleri için önemlidir. Ekstraktif madde oranı yüksek olan odunlardan elde edilen yongaların pişirme kazanı içerisinde kalma süreleri, ekstraktif madde oranı düşük yongalardan daha uzundur. Örneğin Kestane ve Meşe odununda bulunan taneni uzaklaştırmak için yongaların pişirme kazanında kalma süreleri normal pişirme süresinden daha uzun olmaktadır. Bu ise enerji sarfiyatına neden olmaktadır.

2.6 Kabuk

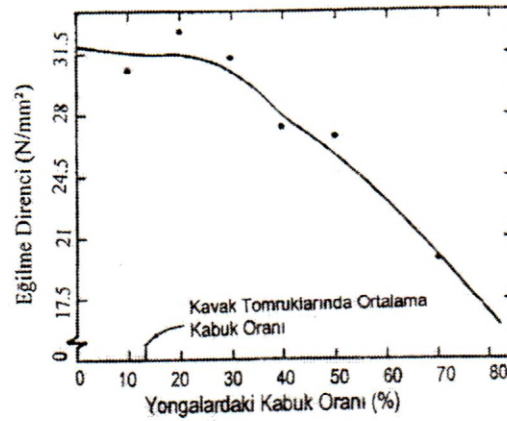
Kabuk düşük yoğunluklu, kısa lifli ve düşük direnç özellikleri nedeniyle MDF üretiminde bir miktar kalite düşüklüğüne neden olmaktadır. Lifler içerisinde bulunan kabuk genel olarak aşağıdaki nedenlerden dolayı zararlı olmaktadır.

1. Levhanın direnç özelliklerinin azalmasına neden olur.
2. Defibratörlerde pH'yı düşürür. Çünkü, liflerin pH'sı genellikle 4'ün altında olup, metal aksamalarda paslanmaya neden olmaktadır. Katkı maddelerini ilave etmeden önce uygun pH kontrolü daha fazla kimyasal ilavesi gerekmektedir.
3. Kabuk liflevhanın yüzey kalitesine zarar vermektedir. Küçük mantarımı dış kabuk parçaları sıcak preslemeden sonra bulunduğu yerden çıkıvermektedir. Bir kısım kabuklar daralarak yüzeyde yer yer çukurluklar oluşturmakta, bazılarının rengi preste kararmakta ve bazıları pres platenlerine yapışabilmektedir.
4. Kabuk kum, taş parçaları gibi yongalama bıçaklarını, defibratör segmentlerini ve şinekeleri aşındıran maddeler içermektedir. Eğer bu maddeler levha içerisinde kalırsa ağaç işleme makinalarında işlenirken testere dişlerinin aşınmasına veya kırılmasına neden olabilmektedir.
5. Levha yüzeyi sıvı yüzey işlem malzemeleriyle kaplanacaksa kabuksuz odun kullanmak gerekmektedir. Çünkü levha yüzeyindeki kabuk, odun lifleri gibi sıvı yüzey

işlem malzemelerini tam olarak absorbe edemez. Bu yüzden yüzeylerine sıvı yüzey işlem malzemeleri uygulanacak MDF'lerin kabukları soyulmuş odunlardan üretilmesi gerekmektedir.

6. Pişirme kazanında büyük bir hacim kaplayarak ısı ve buhar enerjisi israfına yol açmaktadır.

Kabuğun soyulması halinde hammaddede hacmen yaklaşık %15, ağırlık olarak ise %7-10 kadar kayıp olur. MDF üretiminde kabuk oranı %15-20 oranını aştığı takdirde levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinde düşme olmaktadır (SUCHLAND/WOODSON 1991). MDF içeriğindeki kabuk miktarı bu oranın altında olduğu takdirde, direnç özellikleri üzerine fazla olumsuz etki yapmadığı belirtilmektedir. Şekil 2'de yongalardaki kabuk oranının liflevhanın eğilme direnci üzerine etkisi görülmektedir.

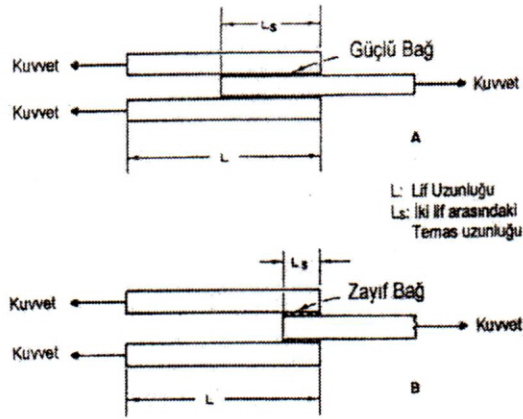


Şekil 2: Yongalardaki kabuk oranının eğilme direnci üzerine etkisi (SUCHLAND/WOODSON 1991).

2.7 Lif Karakteristiklerinin Önemi

2.7.1 Lif Direnci

Tek tek liflerin çekme direnci, liflevhada direncin iyileştirilmesinde büyük öneme sahiptir. Her ne kadar tek bir lifin boyuna yönde çekme direnci çok yüksek ise de, liflevhanın direnç değerleri açısından lif uzunluğunun sadece bir bölümünden faydalanılır. Şekil 3'de görüldüğü gibi iki lif arasındaki üst üste binme uzunluğu (LS) kısalsın, bağ kalitesi azalacak ve uygulanan çekme kuvvetleri sonucu meydana gelen kopma lif direncinden bağımsız olarak liflerden ziyade meydana gelen bağdan olacaktır. Düşük ve orta yoğunlukta liflevhalarda büyük çoğunlukla kopma, yapışma alanından olmaktadır. Yüksek yoğunlukta liflevhalarda ise kopma liflerde meydana gelmektedir. Bu durum hem yüksek yoğunluklarda lifler arasında daha yakın temas sağlandığını hem de ağır pres şartları altında lif karakteristiklerindeki muhtemel değişimleri ifade etmektedir (SUCHLAND/WOODSON 1991).

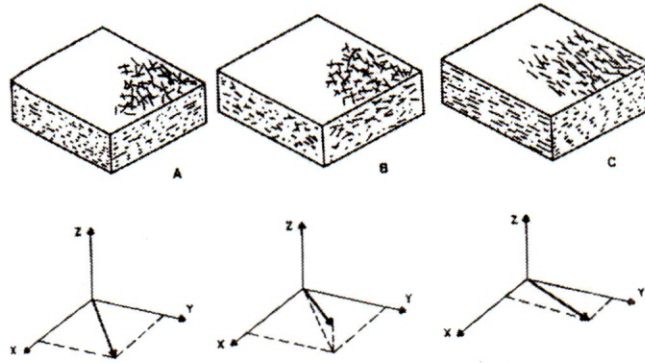


Şekil 3: Çekme gerilimi altında lif bağları (Şematik) A: Maksimum direnç
B: Düşük direnç (SUCHLAND/WOODSON 1991).

2.7.2 Lif Morfolojisi

Lif morfolojisi bir lifin şeklini ve yapısını (boyutsal özellikleri) ifade etmektedir. Lif morfolojisi lifin mekanik özelliklerinden çok taslağın özelliklerinin geliştirilmesinde büyük öneme sahiptir.

Lif morfolojisi levhanın direnç özellikleri ve homojen yapıda bir taslak oluşumu bakımından önemlidir. Uzun lifler daha açık yapılı ve daha hacimli bir taslak oluşturmaya eğilimlidir. Lif uzunluğu aynı zamanda liflevha içerisindeki liflerin yönelmesini de etkilemektedir. Kısa lifler uzun liflere göre daha fazla dikey ya da Z bileşeni istikametine yönelmektedirler (Şekil 4). Uzun lifler liflevhanın elektrik veya mekanik araçlarla yönlendirilmesinde kısa liflerden daha iyi sonuçlar vermektedir.



Şekil 4: Liflevha içerisinde liflerin yöneliş şekilleri (SUCHLAND/WOODSON 1991).

Hücre çeperi kalınlığı taslak özelliklerini endirekt olarak etkiler. Eğer hücre çeperleri ince ise, liflerde kollaps oluşabilir ve bu kollaps ince çeperli liflerin yüksek elastikiyetleri ile birleşince lifler arasında daha fazla temas oluşacak ve böylece lifler arasında iyi bir yapışma sağlanacaktır. Eğer hücre çeperleri iğne yapraklı ağaçların yaz odununda olduğu gibi kalın olursa hücrelerde kollaps oluşmamakta ve lif esnekliği de azalacağından daha zayıf bir bağlanma olacaktır.

2.7.3 Lif Boyutları

Lif boyutları direnç ve yüzey düzgünlüğü açısından önemli bulunmaktadır. Liflevha üretiminde lif boyutlarının ölçülmesi pratik bakımdan pek uygun değildir. Lif boyları ağaç türü, yonga boyutları, pişirme şartları ve disk açıklığı gibi pek çok faktöre bağlıdır. Ayrıca arzu edilen lif boyutları fabrikadan fabrikaya değişiklik göstermektedir.

Lif boyutlarının ölçülmesi yerine pratikte elek analizleri yapılmaktadır. Elek analizleri sonucunda 0.5 mm'den geçen ve 0.3 mm elek üzerinde kalan lifler ile 0.3 mm elekten geçip 0.1 mm elek üzerinde kalan liflerin büyük çoğunluğu (yaklaşık %75) oluşturması hem direnç değerleri ve özellikle profillik ve boyalık MDF'lerde yüzey düzgünlüğü açısından uygun bulunmaktadır. Uzunluk olarak 0.5-2 mm arasında olan liflerin toplam ağırlık içerisinde en az %65-75 oranında bulunması uygundur.

3. ÜRETİM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ HUSUSLAR

3.1 Yongalama

Lif veriminin yüksek olması ve kaliteli lif üretimi için odunun düzenli bir şekilde ve uygun boyutlarda yongalanması önemli bir husustur. Bunun için yongalama sırasında liflerin ezilmemesi, zedelenmemesi, özellikle yonga kalınlığının düzenli olması gereklidir. Yongalama işleminin iyi yapılması yalnız yonga boyutlarının düzenli olmasını değil, liflerin kalitesini de etkiler. Yongalama sırasında bıçakların keskin ve odun rutubetinin en az %30 olması gerekir. Daha öncede belirtildiği gibi rutubet düşük olduğu takdirde kesmeden ziyade kırma ve ezme etkisiyle lif kalitesi azalacak, enerji tüketimi artacak ayrıca pişirmeye uygun olmayan ince yonga ve toz oranı artacaktır.

Arzu edilen yonga boyutları 4-5 mm kalınlık, 15-20 mm genişlik ve 20-25 mm uzunluktur. Kısaca, elemek suretiyle 4 mm'nin altı ve 40 mm'nin üzeri uzaklaştırılmalıdır.

Yongalamada dikkate edilecek en önemli husus, yongaların eşit büyüklükte olmasıdır. Boyutları birbirinden farklı yongaların kazanda pişirme dereceleri farklı olur. Küçük yongalar fazla pişmelerinden dolayı hemen liflenirken, büyük boyutlu yongalar yeteri kadar pişirilemediğinden liflenmeye karşı direnç gösterir.

Kuru ve donmuş odunlar ince materyal oranını artırır. Kabuklarından iyi bir şekilde soyulmuş ince tomruklardan düzenli bir şekilde bakım yapılan bir yongalama makinesi ile eleme yapmaksızın üretimde kullanılabilir yüksek kalitede yonga üretilmektedir.

3.2 Yonga Yıkama

Elenen yongalar, aralarında bulunabilecek kum, ufak taş parçaları gibi istenmeyen inorganik maddelerden temizlenmek için yıkanmalıdır. Yongalar yıkanmadığı takdirde, liflendirme sırasında diskler üzerindeki segmentler bu maddelerden dolayı aşınabilmekte ve çalışma süreleri

kısalmakta, defibratör besleme şinekisi gibi üretimde kullanılan makineleri aşındırmakta ve üretilen levhalar ağaç işleme makinelerinde işlenirken kesicilerin kısa sürede körelmesine ve dışlarının kırılmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu maddeler levha içerisinde özgül ağırlık farklılığına neden olacak ve prese zarar verecektir. Yongaların yıkanması sayesinde levha içerisindeki kum oranı azaltılabilmektedir. EMB (Avrupa MDF Birliği) endüstri standardına göre levha içerisinde ağırlık olarak maksimum %0.05 oranında kum bulunmalıdır.

Ayrıca kış mevsiminde donmuş olan yongalar defibratör pişirme kazanında bekleme süresini artırarak ısı enerjisi kayıplarına neden olduğundan yonga yıkama makinelerinde buzun çözülmesi sağlanır. Bundan başka şayet kuru odunlardan yonga elde edilmişse, bu yongalar defibratörden önce yonga yıkama makinesi ile rutubetlendirilerek daha kaliteli bir liflendirme yapılması sağlanır.

3.3 Liflendirme Şartları

Defibratörde elde edilecek liflerin kalitesi, ağaç türüne, yonga boyutlarına ve dağılımına, ön buhar basıncına, pişirme kazanındaki bekleme süresine, uygulanan sıcaklığa, defibratör segmentlerinin profiline, diskler arasındaki açıklığa, disk hızına ve diskler arasındaki bekleme süresine göre değişmektedir.

Düşük odun rutubeti, çok farklı boyutlardaki yongaların birlikte bulunmaları, yonga boyutlarının sık sık değişmesi, odunlardaki kabuk, yongaların çok kalın veya çok ince olmaları, pişirme sırasında buhar basıncının değişmesi gibi faktörler liflendirme kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Diskler arası açıklık 0.05 -0.4 mm arasında olması uygundur. Ayrıca defibratör içindeki basınç azalması 0.2-0.35 atm.'den fazla olmamalıdır.

Kestane ve Meşe odunu gibi asiditesi (pH değeri düşük) yüksek olan ağaç türlerinin yongaları pişirme kazanına Kayın, Kavak gibi pH değeri biraz daha yüksek olan (4-6 civarında) olan ağaç türlerinin yongaları ile birlikte verilmemelidir. Aksi takdirde, pişirme kazanına farklı pH değerlerine sahip yongalar alındığı için liflerinin pH değerleri de farklı olacak ve özellikle sıcak preste istenmeyen problemler çıkacaktır. Kestane yongalarının ve buna bağlı olarak liflerinin pH değeri Kayın ve Kavak liflerinden daha düşük olduğundan taslakta kestane liflerinin olduğu yerler sıcak preste daha erken sertleşecek ve levhanın bazı yerlerinde fiziksel ve mekanik özellikler değişecektir.

3.4 Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı

Fenolik tutkallar ile İzosiyanat tutkalı rutubete ve suya karşı dayanıklıdır. Dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılacak MDF'ler için bu tutkallar uygundur. Ayrıca Üre-formaldehit tutkalına Melamin-formaldehit tutkalı katılarak rutubete dayanıklılık artırılabilir. Üre-formaldehit tutkalı açık hava şartlarına dayanıklı değildir. Bu yüzden iç kısımlarda ve kapalı yerlerde kullanılacak MDF'lerde tercih edilmektedir. Levhanın özelliklerini etkileyen diğer faktörler sabit tutulduğu takdirde, kullanılan tutkal miktarının artması ile levhanın bütün direnç özellikleri ve boyut stabilitesi iyileşmektedir. Fakat, levhada uygun direnç özellikleri elde etmek için gerekli olan miktardan fazla tutkal kullanılması ekonomik nedenlerden dolayı arzu edilmemektedir. Tutkalın lifler üzerine uygulanma şekli de levhanın direnç özelliklerini etkileyen bir diğer faktördür. Tutkal zerrelere büyüklüğü ve lifler üzerine uniform bir şekilde dağılması lifler arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük zerreler daha iyi yapışma alanı oluştururlar ve böylece levhanın direnç özellikleri artar (AKBULUT 1991).

3.5 Katkı Maddeleri

MDF'ye hidrofobik özellik kazandırmak için kullanılan parafin, belli bir oranın, yaklaşık %1'in, üzerinde kullanıldığında levhanın bazı direnç özelliklerini düşürebilir. Bu konuda yapılan araştırmalara göre, kullanılan parafin miktarı %1-2'den az ise levhanın direnç özelliklerini etkilemez. Daha yüksek oranda kullanılırsa direnç değerleri azalır. Çünkü Parafin lifler arasındaki yapışma alanını azaltarak yapışma direncini düşürmektedir. Dirençteki bu azalma, levha yoğunluğunun veya tutkal miktarının artırılmasıyla telafi edilmelidir.

3.6 Serme

Liflerin yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması MDF üretiminin en önemli kısmını teşkil etmektedir. Bu safhada yapılan hatalar sadece fiziksel ve mekanik özellikler ile yoğunluğun değişmesini etkilemekle kalmayacak, levhada farklı çalışma sonucu şekil değişmelerine de neden olacaktır. Sermeden maksat, mümkün olduğu kadar uniform yoğunlukta bir taslak elde etmektir. Taslağın enine yönde yoğunluğu kontrol edilmeli ve ortalama yoğunluktan sapmalar %2.5'i aşmamalıdır.

3.7 Taslak Rutubeti

Sıcak presleme işleminden hemen önce levha taslağının içerdiği rutubet levha özelliklerini etkileyen faktörlerden birisidir. Taslak rutubeti, levhanın yüzey düzgünlüğü ve sıklığı, tutkal sarfiyatı, presleme sırasında levha yüzeyinde kabarcıkların oluşup oluşmaması ve üretim maliyeti üzerine etkilidir. Lif rutubetinin çok az olması halinde levhanın yüzey tabakaları yeterince sıkıştırılmaz ve bunun sonucunda gevşek ve zayıf levha yüzeyleri elde edilir. Yüksek lif rutubeti ise presleme sırasında veya preslemeden sonra levhanın patlamasına sebep olabilir. Taslaktaki sudan ayrı olarak pres süresini kısaltmak, preste bazı durumlarda ön sertleşmeyi önlemek, levhanın direnç, görünüş ve yüzey yapısını iyileştirmek için bazen yüzeylerine su püskürtülür. Taslağın fazla rutubet içermesi halinde levha gizli ve açık buhar kabarcıkları içerir, bunun sonucunda ise yüzeye paralel makaslama direnci düşer, yüzey pürüzlü olur ve gereksiz yere levhanın sonuç rutubeti yüksek bulunur. Bu durumları engellemek veya en aza indirmek için daha uzun bir presleme süresine ihtiyaç vardır (AKBULUT 1991).

Yüzey tabakalarının yüksek rutubetli, orta tabakanın ise düşük rutubetli olması durumunda, yüzey tabakaları orta tabakadan fazla sıkışır ve bunun sonucunda eğilme direnci ve elastik özellikler üniform rutubetteki taslaklara göre artar, fakat yüzeye dik çekme direnci azalır. Bu yüzden ortalama taslak rutubeti, levhaların presten çıktıktan sonra patlamaması için kabul edilebilir sınırlar içerisinde tutulmalıdır. Bu ise ortalama olarak %10'dur.

3.8 Presleme Şartları

Sıcak preslemenin temel fonksiyonu, levha taslağını ısıtmak, lifler arasında yapışmayı sağlamak ve taslağı toleranslar içerisinde levha kalınlığına kadar sıkıştırmaktır. Preslemede levha özelliklerini etkileyen en önemli faktörler; pres sıcaklığı, pres kapanma süresi, spesifik pres basıncı, taslak rutubeti ve presleme süresidir (AKBULUT 1991).

Tek katlı preslerde presleme süresi kısadır. Bunun sonucu olarak levha yüzeyine dik çekme direnci, çok katlı preslerde üretilen levhalardan düşük olmaktadır.

Taslağın her iki yüzeyine sıcak presten hemen önce enjektörler vasıtasıyla su püskürtülmesi yüzey yoğunluğunun artmasına ve dolayısıyla daha sıkı ve az pürüzlü yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadır. Bu durum boyalık ve kaplamalık MDF'ler açısından uygundur. Ancak yüzey tabakalarının rutubetinin nisbeten yüksek olması ve pres kapanma süresinin kısa olması MDF'de büyük bir yoğunluk profiline sebep olur ki; böyle bir durum profillik MDF'lerde istenmez.

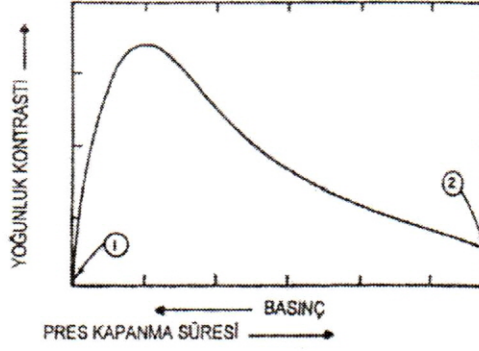
Presleme süresi tutkalın sertleşme süresine, uygulanan sıcaklığa, levha yoğunluğuna, taslak rutubetine ve üretilecek levha kalınlığına göre değişmektedir. Tutkalın levha orta kısmında sertleşmesi mutlaka sağlanmalıdır. Aksi takdirde levhalarda ayrılma ve patlak oluşacak ya da yüzeye dik yönde çekme direnci düşük olacaktır.

Uygulanan sıcaklık ise tutkalın sertleşme sıcaklığının (Üre-formaldehit için 100°C) üzerinde olmalı, levha orta kısmının bu sıcaklığa ulaşabilmesi ve toplam presleme süresinin kısaltılabilmesi için genelde 180-220°C arasında uygulanmaktadır.

Levhalar presi terk ettiğinde yüzey ve orta tabakaları arasında, hem sıcaklık hem de rutubet bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar levha içerisinde gerilmelere neden olmaktadır. Bu gerilmelerin giderilebilmesi için levhaların klimatize edilerek iyice soğutulmaları ve dinlendirilmeleri gerekir. Bu işlem yapılmadan levhalar işlendiği takdirde, oluklaşma ve kılıcına eğilme gibi çarpılmalar oluşabilmektedir (HOUTS ve ARKADAŞLARI 2000).

Pres kapanma süresi, pres plakalarının taslağa ilk basınç uygulamasından sonuç levha kalınlığı elde edilinceye kadar sıkıştırılması için geçen süredir. Pres kapanma süresi preste uygulanan basıncın bir fonksiyonudur. Basınç yüksek olduğu takdirde sonuç levha kalınlığına daha hızlı ulaşılabileceğinden buna bağlı olarak pres kapanma süresi kısa olmaktadır. Şekil 5'de MDF'nin yoğunluk kontrastı üzerine pres kapanma süresi ve pres basıncının etkisini görülmektedir. Yüksek basınçta ulaşılan kısa pres kapanma süresinde maksimum yoğunluk kontrastı (yüzey ve orta tabaka arasında büyük yoğunluk farkı) elde edilmektedir. Pres basıncını, sıcaklığa ve tutkalın sertleşmesine göre belirlenen pres süresinin sonunda nihai levha kalınlığının elde edilmesini sağlayan basınca kadar azaltmak yoğunluk kontrastının daha düşük olmasına sebebiyet vermektedir (Şekil 5, 2. Nokta). Pres plakalarının taslağa aniden en yüksek basıncı uygulaması pres kapanma süresinin bir anda gerçekleşmesine neden olur ki bu şekilde elde edilen levhada yoğunluk kontrastı oluşmamaktadır (Şekil 5, 1. Nokta) (SUCHLAND/WOODSON 1991). Taslak yüzeyi, aniden yüksek basınç uygulanmasından dolayı adeta kabuklaşmaktadır. Bu aşamada, taslağın yüzeyinden orta bölgeye doğru ısı transferi olamadığından taslağın tamamı yoğunlaşmamaktadır. Levha, taslağın ön preslemeden çıktıktan sonraki halinde sıcak prestenden çıkar. Bu yüzden, henüz tam anlamıyla levha haline gelemeyen taslakta yoğunluk kontrastı oluşmamaktadır. Uygun bir pres kapanma süresi sağlayabilmek için (30-90 sn arası), 3.5-5 N/mm² basınç uygulanması yeterli olmaktadır.

Pres kapanma süresinin kısa olmasıyla veya yüzey tabakalarının rutubetinin yüksek olmasıyla levhanın yüzey tabakalarında yoğunluk yüksek, orta tabakasında ise düşük olacaktır. Böylece yüksek yüzey yoğunluğundan dolayı eğilme direnci ve elastikiyet özellikleri iyileşirken, levha yüzeyine dik yönde çekme direnci, levha yüzeyine paralel yönde makaslama direnci orta tabaka yoğunluğundan doğrudan etkilendiğinden azalmakta ve levhada ayrılmalar olabilmektedir. Pres kapanma süresinin uzun olması halinde bu özelliklerin tersi bir durum gerçekleşir. Yoğunluk kontrastı nispeten kısa pres kapanma süresinde en yüksek olmaktadır ki bu durum yüksek basınçta elde edilmektedir (SUCHLAND/WOODSON 1991).



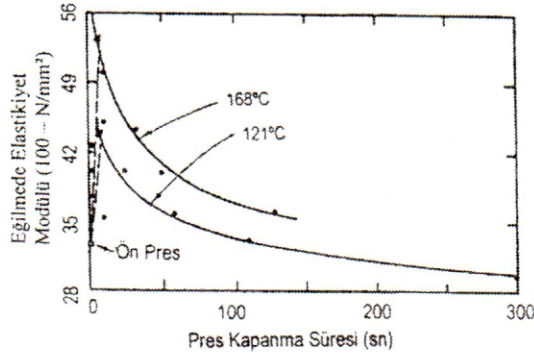
Şekil 5: Pres kapanma süresi ve basıncın yoğunluk kontrastı üzerine etkisi (SUCHLAND/WOODSON 1991).

Pres kapanma süresi uzun olduğunda taslağın yüzey ve orta tabakaları uygulanan basınçla orantılı olarak ısınacağından taslağın daha uniform yoğunlaşması ve daha homojen yoğunluk kontrastına sahip olmaktadır. (SUCHLAND/WOODSON 1991).

Yüksek pres sıcaklığı, pratikte orta tabaka yoğunluğunu arttırdığından yüzey tabakaları ile arasındaki yoğunluk farkı azalmaktadır. Çünkü, sıcaklığının yükselmesi durumunda taslak yüzeyinden orta tabakaya doğru sıcaklık transferi hızlanacağından orta tabaka yoğunluğu artacaktır. Pres sıcaklığının, presleme süresinin, basınç miktarının veya tutkal miktarının yeterli olmaması halinde levhada ayrılmalar olabilir.

Levhanın üst yüzeyi, presleme işleminin sonunda istenilen levha kalınlığına ulaşmadan önce tutkalın erken sertleşmesi yüzünden düşük yüzey yoğunluğuna sahip olmaktadır. Düşük yoğunluklu (yumuşak) olan bu kısım zımparalama işlemi ile uzaklaştırılır. Bu durum sıcak pres plakalarının taslak yüzeyine temas ettiği anda tutkalın ön sertleşmesi olarak ifade edilir.

Pres kapanma süresi ile eğilmede elastikiyet modülü arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir. Pres kapanma süresi arttığı takdirde levhanın yüzeyi ile orta bölgesi arasındaki yoğunluk farkı azalacak ve buna bağlı olarak da eğilmede elastikiyet modülü düşecektir.



Şekil 6: Pres kapanma süresi ile eğilmede elastikiyet modülü arasındaki ilişki (SUCHLAND/WOODSON 1991).

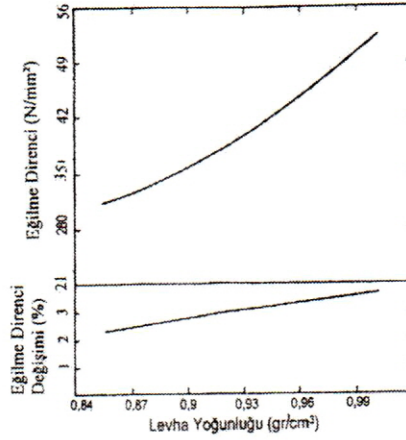
4. LEVHA ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ HUSUSLAR

4.1 Levha Yoğunluğu

Levha yoğunluğu, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini, makinelerle işleme özelliklerini, transportunu, yüzey ve kenar işlemlerini etkilemektedir. MDF'nin yoğunluğunun artması ile kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere, diğer bütün özellikler iyileşmektedir. Yüksek yoğunluğa sahip levhalarda daha fazla odun bulunduğu için rutubet absorpsiyonundan sonra kalınlığına şişme ve boyutlardaki artma daha fazla olacaktır. Pratikte, levha özelliklerini iyileştirmenin en kolay yolu yoğunluğu arttırmaktır. Yoğunluğun artması sonucu lifler arasındaki temas çok daha iyi olur. Ayrıca, yoğunluğun artmasıyla hem tutkal etkili bir şekilde kullanılır hem de mekanik özellikler artırılmış olur. Ancak yoğunluğun fazla miktarda artırılması, işlenmeyi zorlaştırır ve taşıma masraflarını yükseltir.

Aynı üretim şartları altında, yoğunluktaki artış levhanın kısa süreli suya veya nemli havaya maruz kalması halinde rutubet ve su absorbe etme özelliklerinin iyileştirilmesi sonucunu doğuracaktır. Bu durum, 24 saat su içerisinde çok yüksek yoğunluğa sahip levhalar içerisinde suyu nüfuz ettirmenin çok zor olduğunu göstermektedir. Ancak uzun süreli rutubete ve suya maruz kalma durumunda ise, yoğunluğu yüksek olan levhalarda daha fazla odun bulunduğundan şişmeyi gerçekleştirecek daha fazla potansiyel mevcuttur (AKBULUT 1995).

Şekil 7'de levha yoğunluğuna bağlı olarak eğilme direnci ve eğilme direncinde meydana gelen değişim görülmektedir. Levha yoğunluğu arttıkça buna bağlı olarak eğilme direnci de belirgin şekilde artmaktadır. Yoğunluğu 930 kg/m^3 olan bir levhanın yoğunluğunda %1'lik bir değişim olduğunda eğilme direnci ortalama %3 değişim gösterecektir. Levhaların kendi içlerinde veya aralarında ± 7 'lik değişim eğilme direncini ± 21 değiştirecektir. TS EN 323 standardına göre levha içerisindeki maksimum yoğunluk farkının %7'ye kadar olacağı ön görülmektedir (ANONİM 1993). Bu sonuçlara göre levha özelliklerini kontrol etme ile ilgili çabalar levha yoğunluğu üzerinde, daha kesin bir ifade ile taslak yoğunluğu üzerinde toplanmaktadır (SUCHLAND/WOODSON 1991).

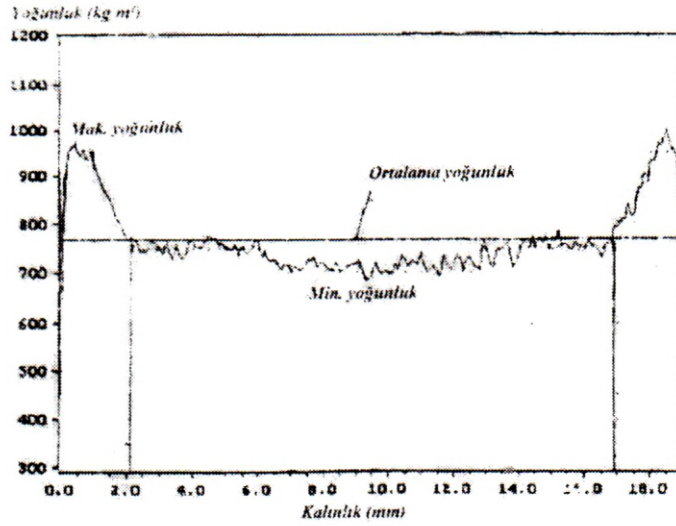


Şekil 7: Levha yoğunluğu ve eğilme direnci arasındaki ilişki ve yoğunluğa bağlı olarak eğilme direncinde meydana gelen değişim (SUCHLAND/WOODSON 1991).

Standart MDF'ler genelde 700-800 kg/m³ yoğunlukta üretilmektedir. Boyalık ve profil-lik MDF'lerin nispeten yüksek yoğunlukta üretilmesi kenar işleme ve yüzey düzgünlüğü açısından daha uygun bulunmaktadır. Levhalar içinde yoğunluk farklılıkları mümkün olduğunca düşük olmalı ve yoğunluk farklılıkları % 2.5'i aşmamalıdır.

4.2 Yoğunluk Profili

Levha kalınlığı içerisinde yoğunlukta değişim, yoğunluk profili olarak adlandırılmaktadır. Yoğunluk profili kompozit levha ürünlerinin teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Yoğunluk profili, sıcak preslemede levha oluşumu aşamasında taslak içerisinde sıkıştırma basıncı, sıcaklık ve kütle transferinin bir etkileşimi sonucunda oluşmaktadır. Günümüzde yoğunluk profili ölçümü için daha yeni ve otomatik olan tahribatsız gamma ışını yoğunluk ölçme cihazları gravimetrik metodun yerini almıştır. (WINISTORFER/XU/WIMMER 1995). MDF'nin yoğunluk profili geleneksel katlı preslerde plaka sıcaklığını ve pres basıncını değiştirmek suretiyle kolayca kontrol edilebilmektedir (SUCHLAND/WOODSON 1974). Homojen yoğunluk profili olan (orta ve yüzey tabakalarının yoğunluğu aynı) levha üretmek çok zordur. Şekil 8'de örnek olarak 18 mm kalınlığındaki bir MDF'nin yoğunluk profili görülmektedir (ANONİM 1999).



Şekil 8: Sürekli preste üretilen 18 mm kalınlığındaki MDF'ye ait yoğunluk profili (AYRILMIŞ 2000).

Şekil 8'de görüldüğü gibi yüzey tabakalarında yoğunluğun yüksek, orta tabakada düşük olmasına sebep olan faktörler genel olarak; pres kapanma süresi, pres sıcaklığı, basıncı ve süresi, pres diyagramı, orta ve yüzey tabakaları arasındaki rutubet farkıdır. Taslağın her iki yüzeyine sıcak presten hemen önce enjektörler vasıtasıyla su püskürtülmesi yüzey yoğunluğunun artması ve dolayısıyla daha sıkı ve pürüzlülüğü az yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadır.

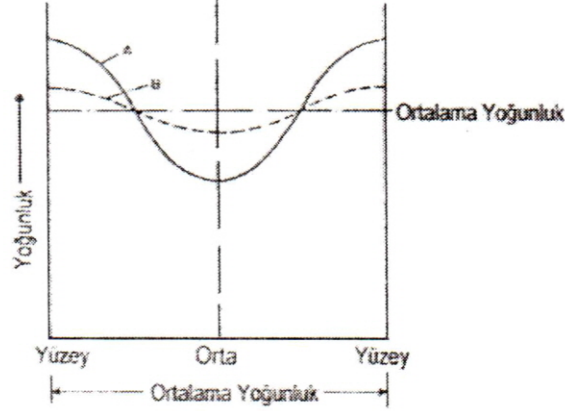
Yüzeyleri kaplanacak MDF'lerde yoğunluk profiline yüksek olması daha uygun olurken, profil üretiminde kullanılacak MDF'lerde nispeten homojen bir profil olması gerekmektedir.

Levha ortalama yoğunluğu $750-780 \text{ kg/m}^3$ olduğunda, levha orta kısmında minimum yoğunluğun $680-700 \text{ kg/m}^3$, levha yüzeylerinde ise yoğunluğun $900-1000 \text{ kg/m}^3$ civarında olması uygundur.

Yoğunluk profili, MDF için bir standart olmamasına rağmen yüzey karakteristikleri dahil birçok levha özelliği ile direkt olarak ilişkisi vardır. Bu yüzden, MDF'nin yoğunluk profiline sürekli kontrol edilmesi iyi bir proses kontrolü için gereklidir (AKBULUT/HIZIROĞLU/AYRILMIŞ 2000).

Levha yüzeylerinin yoğunluğunun orta tabakadan daha fazla olmasının avantajı, daha yüksek direnç, kaplama ve boyama için daha düzgün yüzey, su alma ve şişmeye karşı daha yüksek karşı koyma ve tutuşmaya karşı daha fazla direnç sağlamasıdır (AYRILMIŞ 1999).

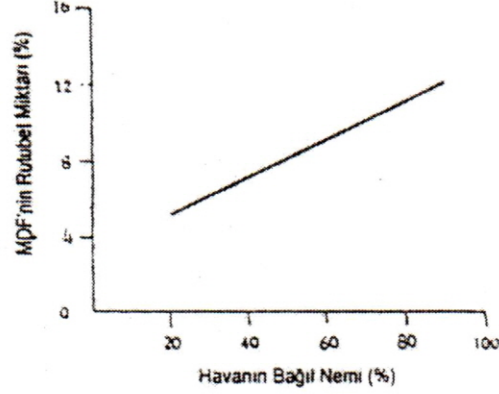
Levha özellikleri bakımından en kesitte yalnız ortalama yoğunluk değil aynı zamanda yoğunluk profili de önemlidir. Örnek olarak, Şekil 9 aynı ortalama yoğunluğa sahip iki levhada yoğunluk dağılımını göstermektedir. Ancak, A levhasında görüldüğü gibi yüzey yoğunluğunun yüksek olması eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünü artırırken levha yüzeyine dik yönde dik çekme direnci düşük olmaktadır. B levhası da A levhası ile aynı ortalama yoğunluğa sahip olmasına karşın yüzey yoğunluğu daha az olduğundan eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü A levhasından daha düşük olacak fakat levha yüzeyine dik çekme direnci daha yüksek bulunacaktır. A levhası profilindeki yoğunluk kontrastı daha poröz bir levha kenarı oluşumuna neden olduğundan makinelerle işlenebilirliği ve vida tutma gücü daha düşük olmaktadır. B levhasında görüldüğü gibi düşük yoğunluk kontrastı levhanın ağaç işleme makinelerinde işlenebilme özelliğini arttırmaktadır (SUCHLAND/WOODSON 1991).



Şekil 9: Aynı ortalama yoğunluğa sahip iki levhada yoğunluk dağılımı (SUCHLAND/WOODSON 1991).

4.3 Levha Rutubeti

Kullanım sırasında levhalar çok çeşitli hava şartlarına maruz kalabilmektedirler. MDF'nin yapısal kullanımında, atmosferik rutubet değişimlerinin levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine olan etkisi çok önemlidir. Bu nedenle çeşitli rutubet ve sıcaklık derecelerinde levha özelliklerinin ne şekilde etkilendiğini tespit etmek için pek çok araştırma yapılmıştır. Şekil 10'da ortamdaki havanın bağıl nemine göre MDF'nin rutubet miktarındaki değişim görülmektedir (ANONİM 1993).



Şekil 10: Havanın bağıl nemine göre MDF'nin rutubet miktarı.

Levha rutubeti arttıkça eğilme direnci önce artar ve rutubetin %6-7 olmasıyla maksimum olur ve daha sonra azalır. Lif doygunluğundan sonra rutubetin eğilme direnci üzerine etkisi yoktur. Levhanın rutubet miktarının artmasıyla lifler arasındaki tutkal bağı zayıflayacağından eğilme direnci, iç yapışma direnci gibi mekanik özellikleri azalma gösterecektir.

MDF, masif odundan daha stabildir. Masif odunla karşılaştırıldığında %1'lik rutubet değişimi sonucunda masif odunun teğet yönünde %0.5 ve radyal yönünde %0.2 olan boyut değişimine karşılık, MDF'nin boyutlarında %0.05, kalınlığında ise %0.35 değişim olmaktadır. Örnek olarak 15 mm kalınlığındaki MDF'den 600 mm genişlikte bir parça kesildiğinde, bağıl nemin %35'den %85'e çıktığında (yaklaşık %5 rutubet artışında) yaklaşık genişliğinde 1.5 mm ve kalınlığından 0.3 mm civarında bir artma meydana gelmektedir.

MDF normalde 8 ± 3 rutubette üretilmektedir. Fakat kullanıcıya teslim edildiği andaki rutubeti transport ve depolama şartlarına bağlıdır. Rutubetli ortamlarda bir miktar rutubet alması veya kuru şartlarda bir miktar rutubet kaybetmesi kaçınılmazdır. Bu değişiklik başlangıçta levha kenarlarını ve istifin yüzey tabakalarını etkiler. Sonuçta bütün istif etkilenir.

MDF serbest olarak atmosfere maruz bırakıldığında 2-3 gün içerisinde denge rutubet miktarına (DRM) ulaşır. İstif olarak ve özellikle istif orta kısımlarının DRM'ye ulaşması için ise 10-15 gün beklemek gerekmektedir.

Son kullanımda rutubet değişimlerinden kaynaklanan problemleri minimuma indirmek için, levha veya parçaların rutubetleri kullanım yerinin rutubetine geldiği zaman işlenmeli ve birleştirme yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

AKBULUT, T., 1991: Orüs-Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AKBULUT, T., 1995: Çeşitli Faktörlerin Yongalevhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

AKBULUT, T., 1999: Dünya'da ve Türkiye'de MDF Endüstrisinin Genel Durumu, LAMİNArT, Mobilya & Dekorasyon & Sanat & Tasarım Dergisi, Ağustos-Eylül, Sayı 3, İstanbul.

AKBULUT, T., 2001: Liflevha Endüstrisi, Lisans Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Basılmamıştır.

ANONİM, 1993: Euro MDF Board: A Users Manuel, Almanya.

AYRILMIŞ, N., 1999: MDF Üretim Teknolojisi, LAMİNArT, Mobilya & Dekorasyon & Sanat & Tasarım Dergisi, Ağustos-Eylül, Sayı 3, İstanbul.

AYRILMIŞ, N., 2000: MDF'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BOZKURT, Y., ERDİN, N. 1989: Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, İ.Ü. Yayın No: 3572, F.B.E Yayın No: 4, İstanbul.

GÖKER, Y., KANTAY, R., KURTOĞLU, A., 1984: Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No: 3243, Orman Fakültesi Yayın No:367, İstanbul.

HIZIROĞLU, S., KAMDEM, D.P., 1995: Physical and Mechanical Properties of Hardboard Made of Black Locust Furnish, Forest Products Journal, Vol: 45 (11/12), page: 66-70.

HOUTS, J.V., BHATTACHARYYA, D., JAYARAMAN, K., 2000: Determination of Residual Stress in Medium Density Fiberboard, Holzforschung, Cilt 54, No:2. Almanya.

MALONEY, T.M., 1993: Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, California, USA.

SUCHLAND, O., WOODSON, G., 1991: Fiberboard Manufacturing Practices in the United States. U.S. Department of Agriculture, Forest Service No: 640, Louisiana, USA

SUCHLAND, O., WOODSON, G., 1974: Effect of Press Cycle Variables on Density Gradient of Medium Density Fiberboard, 8. Washington State University Particleboard Symposium, Pullman, Washington.

WINISTORFER, P.M., XU, W., WIMMER, R., 1995: Application of a Drill Resistance Technique For Density Profile Measurement In Wood Composite Panels, Forest Products Journal Volume 45 (6), Page: 90-93, USA.