

50097

KONTRPLAKLARDA DOLGU MADDESİ ORANININ EĞİLME
MUKAVEMETİ VE FORMALDEHİT AYRIŞMASINA ETKİSİ

Murat ÖZALP

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü yönetmenliği uyarınca
Mobiya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

Eylül 1996

Murat ÖZALP'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Kontrplaklarda Dolgu Maddesi Oranının Eğilme Mukavemeti ve Formaldehit Ayırışmasına Etkisi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeler uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.../.../1996

Üye : Prof. Dr. Hasan VURDU

İMZA

Üye : Doç. Dr. Abdullah SÖNMEZ

İMZA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

İMZA

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .27../.12../1996 gün ve .../16..... sayılı karar ile onaylanmıştır.

İMZA

Doç. Dr. İ. Göktaş EDİZ.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KONTRPLAKLARDA DOLGU MADESİ ORANININ EĞİLME MUKAVEMETİ VE
FORMALDEHİT AYRIŞMASINA ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat ÖZALP

DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

1996

ÖZET

Bu çalışmada, üre formaldehit tutkalıyla üretilen okume kontrplaklarda dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine ve formaldehit ayrışmasına etkisi incelenmiştir.

Üre formaldehit tutkalına dolgu maddesi olarak pet şişe tozları katılarak okume kaplamalardan kontrplak üretilmiştir. Tutkal çözeltisine, tutkal kuru madde miktarının % 0-10-20-30 oranlarında dolgu maddesi ilave edilmesiyle 4 çeşit kontrplak üretilmiştir.

Üretilen kontrplaklarda, TS 47'ye göre eğilme mukavemeti ve TS 4894'e göre formaldehit ayrışması deneyleri yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Deneyler sonucunda, dolgu maddesi miktarının artmasıyla eğilme mukavemetinde artma, formaldehit emisyonunda azalma görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Eğilme mukavemeti, Kontrplak, Formaldehit, Tutkal.

THE EFFECT OF THE RATE OF ADULTERANT TO THE BENDING
STRENGTH AND TO THE DECOMPOSITION OF FORMALDEHYDE
IN PLYWOODS

(M. Sc. Thesis.)

Murat ÖZALP

DUMLUPINAR UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

1996

SUMMARY

In this study, the effect of the rate of adulterant to the bending strength and to the decomposition of formaldehyde in okoume plywoods which are produced with urea formaldehyde adhesive is examined.

As adulterant, powder of PET bottle is added to the formaldehyde adhesive and plywood is produced from okoume Veneer. With the addition of the adulterant to the rate of % 0-10-20-30 the quantity of adhesive dry material into the adhesive solution, 4 kinds of adhesive is prepared.

In these produced plywoods, the bending strength for TS 47 and the decomposition of formaldehyde experiments for TS 4894 have done and the results have been compared.

As a result the bending strength has increased and decomposition of formaldehyde has decreased, with the increase of the quantity of adulterant.

Key Words: Bending strength, Formaldehyde, Plywood, Adhesive

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardımını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa ALTINOK'a teşekkür ederim. Ayrıca deney numunelerimin üretimi ve deneylerimin yapımı sırasında fabrika imkanlarından yararlanma imkanı veren Setaş A.ő. Genel Müdürü őemsi ERDOęAN'a teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Çalışmanın Amacı.....	3
1. 2. Literatür Özeti.....	3
2. MATERYAL VE METOD.....	10
2.1. Materyal	10
2.1.1. Kontrplak kaplamasının hazırlanması	10
2.1.2. Tutkalın hazırlanması	11
2.1.3. Kontrplak üretimi	14
2.1.4. Eğilme mukavemeti numunelerinin hazırlanması	20
2.1.5. Formaldehit ayrışması numunelerinin hazırlanması.....	20
2.2. Metod	21
2.2.1. Eğilme mukavemeti tayini	21
2.2.2. Formaldehit ayrışması tayini.....	23
2.3. İstatistik Metod.....	26
3. BULGULAR VE ANALİZİ.....	28

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1. Eğilme Mukavemeti	28
3.1.1. Dolgu maddesi oranına göre levhaların karşılaştırılması.....	29
3.2. Formaldehit Ayrışması	33
3.2.1. Levhaların karşılaştırılması	34
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Katkı maddesi % artış miktarının açık süre, kullanım süresi ve pres süresine etkisi.....	13
2.2. Tutkallama makinesinin şematik gösterimi.....	17
2.3. Uygulanan tutkallama yöntemi.....	17
2.4. Kalınlık ve genişlik ölçüm yeri.....	21
2.5. Eğilme mukavemeti deney düzeneği.....	22
2.6. Perforatör metodu deney düzeneği.....	25
3.1. Dolgu maddesi miktarının eğilme mukavemetine etkisi.....	33
3.2. Dolgu maddesi miktarının formaldehit emisyonuna etkisi.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Dolgu maddesi oranının eğilme Mukavemetine etkisi (kg/cm^2)	4
Çizelge 1.2. Levha kalınlığının eğilme mukavemetine etkisi (N/mm^2)	4
Çizelge 1.3. Pres sıcaklığının formaldehit emisyonuna etkisi ($\text{mg}/100\text{gr}$)	5
Çizelge 1.4. Yonga levhalarda formaldehit ayrışması ($\text{mg}/100 \text{ gr.}$)	5
Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan tutkal karışımı oranları (gr)	16
Çizelge 2.2. Deney kontrplaklarının üretim şartları	19
Çizelge 3.1. Eğilme mukavemeti deney sonuçları (N/mm^2) ...	28
Çizelge 3.2. Varyans analizi toplu sonuçları	30
Çizelge 3.3. Standardize edilmiş değişim aralıkları	31
Çizelge 3.4. Formaldehit emisyonu deney sonuçları ($\text{mg}/100 \text{ gr}$)	34
Çizelge 3.5. Varyans analizi tablosu toplu sonuçları	36
Çizelge 3.6. Standardize edilmiş değişim aralıkları	37

SİMGELELER DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
a	Eğilme mukavemeti deney numunesi kalınlığı
f	Ekstrakte edilebilen formaldehit (%)
FF	Fenol Formaldehit
g	Eğilme mukavemeti deney numunesi genişliği
GAKT	Gruplar arası kareler toplamı
GİKT	Gruplar içi kareler toplamı
l	Eğilme mukavemeti deney numunesi uzunluğu
Ls	Mesnet açıklığı
LSR	En az signifikant değişim aralığı
MF	Melamin Formaldehit
Mo	Deney numunesinin tam kuru ağırlığı
Mr	Deney numunesinin rutubetli ağırlığı
n	Numune sayısı
P_{max}	Eğilme mukavemetinde numunenin kırıldığı anda ki max. kuvvet
r	% olarak rutubet
RF	Resorsin Formaldehit
S	Gruplar içi kareler ortalaması
Sx	En az signifikant değişim aralığı katsayısı
ÜF	Üre Formaldehit
σ_e	Eğilme mukavemeti
\bar{x}	Aritmetik ortalama
Σx	Genel toplam
Σx^2	Kareler toplamı
δx	Standart sapma

1.GİRİŞ

İnsanlar çeşitli ihtiyaçlarını karşılamada eskiden beri orman varlıklarını kullanmışlardır. Önceleri, ısınma ve barınma ihtiyacının karşılanması amacıyla ormanlara başvurulurken, bugün kullanılan birçok eşyanın ve malzemenin hammaddesini ağaç malzeme teşkil etmektedir.

Ağaç malzemenin bu kadar yoğun kullanımı sonucu dünyada ve ülkemizde orman varlıkları hızla azalmaktadır. Bu ise bizi orman varlıklarını daha etkin kullanmaya, bu varlıkları daha bilinçli tüketmeye ve dolayısıyla ormanları korumaya yöneltmektedir. Ağaç malzemenin yakacak olarak kullanılması büyük bir israftır. Öte yandan, çeşitli mamullerin üretiminde sadece masif malzeme kullanılması da çok verimsiz bir uygulamadır. Oysa, bir çok ürünün üretiminde masif ağaç malzemeye bağımlılığın azaltılmasına çalışılmalıdır. Daha önce kullanılmayan ağaç malzeme artıklarının da değerlendirilmesi ve yeni hammadde kaynaklarının araştırılması gerekmektedir.

Kontrplak üretimi de orman varlıklarının etkin ve verimli kullanılması gayretlerinin bir sonucudur. Kontrplak üretimi ile, bir taraftan ağaç malzeme daha verimli kullanılırken diğer taraftan da direnç özellikleri yüksek, çalışması az, çeşitli kusurlardan arındırılmış, geniş yüzeyli malzemeler elde edilmektedir. Kontrplak günümüzde çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Kontrplak endüstrisindeki gelişmeler diğer endüstrilerdeki gelişmelere bağlı olarak artmaktadır. Önceleri çok ilkel yöntemlerle ve yeterli dayanım sağlayamayan hayvansal ve bitkisel yapıştırıcılarla kontrplak üretilmekte idi.

1890 yılında soyma kaplama üretim tekniğinin keşfedilmesi ve 1930 yılında sentetik reçinelerin bulunmasıyla kontrplak üretiminde önemli mesafeler katedilmiştir. Özellikle tutkal sanayiindeki gelişmeler kontrplak üretimine yeni boyutlar kazandırmıştır. Artık, yeni tutkallar kullanılmakta ve bu tutkallara çeşitli maddeler ilave edilerek daha dirençli, daha kaliteli ve özel amaçlara uygun kontrplak üretilmeye çalışılmaktadır.

Bütün bu gelişmeler bir taraftan orman varlıklarının etkin kullanılmasını ve insanlara yeni ürünler sunulmasını sağlarken diğer taraftan da çeşitli çevre sorunlarını ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ağaç malzeme sanayilerinde pek çok kimyasal madde kullanılmakta ve bu maddelerin bazıları da insan sağlığına zarar vermekte, çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Örneğin, kontrplak üretiminde kullanılan sentetik reçineler insan ve çevre sağlığına zararlı maddelerdir. Bu maddeler, kontrplak üretim aşamalarında çalışanlara zarar verdiği gibi kontrplağın kullanıldığı yerlerde de bazı zararlı etkilere sebep olmaktadır. Sentetik reçinelerin önemli bir bileşeni olan formaldehit kullanım yerinde malzemenin ayrışarak havaya karışmakta ve olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Zira, formaldehitin göz ve burun mukozasını tahriş edici etkisi vardır. Nefes darlığı ve alerjik deri rahatsızlıklarına yol açabilir (Coplugil, 1993).

İnsanlar yeni ve fonksiyonel ürünler meydana getirirken bu ürünlerin çevreye verdiği zararı da önlemek zorundadır. Bilimsel ve teknik gelişmeler ışığında hem kaliteli ve istenilen nitelikte ürünler üretilmeli hem de insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen yöntemler araştırılmalıdır. Bu bağlamda, kontrplak üretiminde de malzemenin direnç ve

kullanım özelliklerini iyileştiren yeni teknikler ve yeni tutkal karışımları geliştirilmeli, bu ürünlerin çevreye olan zararı en aza indirilmelidir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, kontrplaklarda dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine ve formaldehit ayrışmasına etkilerinin tespit edilmesidir. Dolgu maddesi olarak, hem artıkların değerlendirilmesine hem de çevre sağlığına faydalı olacağı düşüncesiyle pet şişe tozu kullanılmıştır.

Araştırmada pet şişe tozu kullanılarak hazırlanan kontrplağın mukavemet özelliklerindeki farklılaşmalar ve formaldehit ayrışmasına etkileri incelenmiştir.

1.2. Literatür Özeti

Kontrplağın üretiminde dolgu maddesinin eğilme mukavemetine etkisi Özen, R. (1981)'de araştırılmıştır. Bu çalışmada, A, B, C ve D tipinde 4 çeşit kontrplak üretilmiştir. Kontrplakların birbirinden farkı tutkal çözeltisine ilave edilen dolgu maddesi miktarıdır. Bunlardan B tipine % 25, C tipine % 50, D tipine % 75 dolgu maddesi ilave edilmiş, A tipine ise hiç dolgu maddesi ilave edilmemiştir.

Dolgu maddesi olarak buğday unu kullanmış ve miktarı, toz halindeki tutkalın %'si olarak katılmıştır. Adı geçen kontrplak tiplerinden 20'şer adet numune hazırlanarak liflere dik ve paralel yönde eğilme mukavemeti değerleri incelenmiştir. elde edilen sonuçların ortalama eğilme dirençleri çizelge 1.1'de verilmiştir (Özen, 1981).

Çizelge 1.1. Dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine etkisi (kg/cm^2)

levha tipi	levha kalınlığı (mm)	n	liflere paralel eğ. mukavemeti	liflere dik eğ. mukavemeti
A	4	20	1239	200
B	4	20	1068	153
C	4	20	1056	150
D	4	20	1030	140

Üstündağ E. (1994), yaptığı çalışmada kontrplak kalınlığının eğilme mukavemetine ve pres sıcaklığının da formaldehit ayrışmasına etkisini incelemiştir.

Kontrplak kalınlığının eğilme mukavemetine etkisini incelemek amacıyla levha kalınlıkları 3.17 mm ve 4.07 mm olan 20'şer adet kontrplak numunesinde deneme yapmış olup elde edilen değerler çizelge 1.2'de verilmiştir (Üstündağ, 1994).

Çizelge 1.2. Levha kalınlığının eğilme mukavemetine etkisi (N/mm^2)

Levha tipi	n	δ_x	Kaplama kalınlığı (mm)	Levha kalınlığı (mm)	Eğilme mukavemeti (N/mm^2)
A	20	5,59	dış tabaka=1.1 orta tabaka=1.1	3,17	107,66
B	20	6,24	dış tabaka=1.1 orta tabaka=2.4	4,07	78,99

Pres sıcaklığının formaldehit ayrışmasına etkisini incelemek amacıyla, pres sıcaklığı 120 °C ve 140 °C olan 2 tip kontrplak üretilmiş elde edilen sonuçlar Çizelge 1.3'de verilmiştir (Üstündağ, 1994).

Çizelge 1.3. Pres sıcaklığının formaldehit emisyonuna etkisi (mg/100 gr.)

levha tipi	pres sıcaklığı (°C)	n	formaldehit emisyonu	δ_x
C	120	3	40,19	2,69
D	140	3	29,20	1,26

Uygan L. (1994), yaptığı çalışmada SETAŞ A.Ş.'nin ürettiği yonga levhalarda formaldehit ayrışması değerlerini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlar Çizelge 1.4'de verilmiştir (Uygan, 1994).

Çizelge 1.4. Yonga levhalarda formaldehit ayrışması (mg/100 gr.)

levha tipi	n	δ_x	formaldehit emisyonu
yonga levha	20	2,378	11,32

Formaldehit ve formaldehit emisyonu, Hoffman tarafından bulunan, formülü $CH_2=O$ olan formaldehit (=formol veya metanal) aldehitlerin en yalınıdır. Susuz durumda, tahriş

edici keskin kokulu bir gazdır; suda çözünür ve -21 °C 'de sıvılaşır.

Formaldehit çok tepkin bir maddedir; bilinen tüm nükleofillerle (siyanür, amino alkoller, su, hidrojen, sülfür, bisülfid) birleşerek bu maddelerin uygun türevlerini oluşturur. Ayrıca, güçlü bir indirgendir. Tepkinliğinden, sanayide poliformaldehit ve termo-plastik polimerlerin yanı sıra Fenol formaldehit reçineleri gibi sıcaklıkla sertleşen yapıştırıcı maddelerin (polikondensatlar) elde edilmesinde de yararlanılır. Ayrıca boyacılık, dericilik ve eczacılıkta kullanılan bir çok maddenin yapısına girer. Formaldehit, az zehirli bir antiseptiktir; gaz halinde konutların dezanfeksiyonunda, çözelti halinde ise ot ve böcek öldürücülerde kullanılır (Coplugil, 1993).

Yaygın olarak kullanılan formaldehitin insan sağlığına olumsuz bazı etkileri vardır. Kullanıldığı pek çok üründen havaya formaldehit karışmaktadır. Tabakalı ağaç malzemelerde kullanılan tutkallarda bulunan formaldehit de, bu levhaların üretimi ve kullanımı sırasında açığa çıkarak ortamın havasına karışmaktadır. Böylece, insan ve çevre sağlığı olumsuz etkilenmektedir. İnsanların çoğu 0.4 ppm'den daha yüksek formaldehit konsantrasyonundan rahatsız olmaktadır. Düşük konsantrasyonlarda gözlerde hafif bir tahrişe neden olmakta, artan konsantrasyonlarda göz yaşarması ile boğazlarda yanma ve tahriş oluşumu artmaktadır. 3,5 ppm üzerindeki konsantrasyonlarda ise öksürük, nefes darlığı gibi rahatsızlıklar meydana gelmektedir. 6 ppm düzeyindeki konsantrasyonların ise kanserojen etki yapabileceği belirtilmektedir (Gürel, 1987).

Kontrplaklarda formaldehit ayrışması, insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle önemli ve miktarının bilinmesi gereken bir kriterdir.

Kontrplaklardan ayrılan formaldehitin miktarını etkileyen faktörler şunlardır (Çolakoğlu, 1993).

- Ağaç türü,
- Tutkallardaki formaldehit miktarı,
- Sertleştiricilerin etkisi,
- Pres şartları,
- Tutkal miktarı,
- Formaldehit tutucuların etkisi,
- Levhaların depolanma süresi.

Avrupa normlarındaki (EN 120, 1992) kabul edilebilir serbest formaldehit miktarları aşağıdaki gibidir.

- I. Sınıf kontrplaklarda ≤ 8 mg/100 gr,
- II. Sınıf kontrplaklarda > 8 mg/100 ≤ 10 mg/100 gr,
- III. Sınıf kontrplaklarda > 10 mg/100 gr ≤ 30 mg/100gr dır.

Formaldehitin insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle bazı ülkelerde 1980 yılından itibaren bu tür maddelerden ayrılan formaldehit miktarlarını sınırlayıcı tedbirler alınmıştır. Örneğin, Almanya'da havadaki formaldehit konsantrasyonunun 0,1 ppm'den yüksek olmayacağı kararlaştırılmıştır (Çolakoğlu, 1993).

Polietilentereftalat (PET), Aromatik polyesterler içinde en önemlisi, piyasada tergal (veya prilen) adı altında satılan PET'tir. Pet, etilen glikolun tereftalik asitle esterleşmesiyle veya dimetil teraftalatın etilen

glikolle tepkimesiyle üretilir. Genellikle 265 °C 'de erir.150 °C 'ye kadar ısıya mukavemetini korur. Pet, organik çözücülerin çoğunda çözünmez. Biyolojik etkenlere karşı kusursuz direnç gösterir. Elektronik, makine ve tekstil sanayiinde, ambalaj malzemesi ve şişe yapımında kullanılır (Larousse, 1993).

Oldukça yaygın kullanılan pet ürünleri, görüldüğü gibi oldukça dirençlidir ve doğada çok zor yok edilmektedir. Bu yüzden pet artıkları yeniden değerlendirilerek çevre kirlenmesi önlenmelidir.

Katkı maddeleri nispeten az miktarda yapışma özelliğine sahip maddelerdir (Örs, 1992). Kontrplak üretiminde tutkal içerisine katılan katkı maddeleri proteinli ve nişastalı maddelerdir.

Tutkala katkı maddesi ilave edilmesinin bazı faydaları vardır. Bunlar (Çolakoğlu,1993):

- Katkı maddesi ilavesiyle tutkal viskozitesi ayarlanabilir.
- Katkı malzemesinin fazlalığı ıslatabilme oranını azaltır,
- Kaplama içerisine tutkalın kontrollü geçişi sağlanır,
- Yoğunluğu yüksek olan odunlarda daha güçlü adhezyon, tutkallanmış kaplamalara presleme öncesi daha uzun bekleme toleransı (açık bekleme süresi) ve preste odun ile tutkal arasında daha kuvvetli bağ oluşumu sağlar,

-Ayrıca, sertleşmiş üre reçinesinin gevrekliğini ve tutkal hattında oluşabilecek gerilimleri önemli oranda azaltarak elastiklik kazandırmakta ve sıcak preste tutkalın viskozitesinin azalmasını engellemektedir.



2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada, kontrplak üretimi için,

-Hammadde olarak: Okume kaplama

-Yardımcı maddeler olarak;

-Tutkal :Üre formaldehit reçinesi (% 55'lik),

-Katkı maddesi: Buğday unu,

-Dolgu maddesi: Pet şişe tozu,

-Sertleştirici: Amonyum klorür (% 15'lik çözelti)

kullanılmıştır.

2.1.1. Kontrplak kaplamasının hazırlanması

Kontrplak endüstrisinin hammaddesi ağaç malzemedir. Ağaç malzemeden soyularak elde edilen kaplama levhaları kontrplağın asıl maddesini oluşturur. Bu nedenle, ağaç malzemenin özellikleri elde edilecek kontrplağın özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmada, kontrplak üretimi için 60 cm X 60 cm X 0.4 cm ebatında okume soyma kaplamaları kullanılmıştır. Üzerinde doğal kusur (çürüklük, budak v.b.) ve üretim hatası (pürüzlü yüzey, kalınlık farklılığı v.b.) bulunmayan kaplamalar büyük bir titizlikle seçilmiştir.

Üretilen numune kontrplakların dış tabakalarında 1,0 mm, orta tabakalarda ise 2,0 mm kalınlığında okume kaplamalar kullanılmıştır. Kaplamalar; Simav'da bulunan yonga levha ve kontrplak fabrikası olan SETAŞ A.Ş.'den temin edilmiştir. Fabrika, okumeleri Kamerun ve Batı Afrika gibi tropik ülkelerden ithal etmektedir.

çözelti nötrleştirilerek reaksiyon durdurulur. Yarıda kesilen reaksiyon, tutkalın kullanımı sırasında sertleştirici ve sıcaklık yardımıyla yeniden başlatılarak sonuna kadar devam ettirilir. Tutkal bir müddet sonra katılaşır. Böylece yapışma sağlanmış olur (Göker, 1990).

Hazırlanan tutkal çözeltisinin kullanılmadan önce uzun süre bozulmadan durabilmesi için nötrleştirici olarak Amonyak (NH_3) kullanılır. Tutkalın kullanılacağı zaman ise sertleştirici olarak Amonyum klorür ilave edilir. Preste amonyak buharlaşır ve sertleştirici ortamı asitlendirerek kondenzasyon tamamlanır (Göker, 1990).

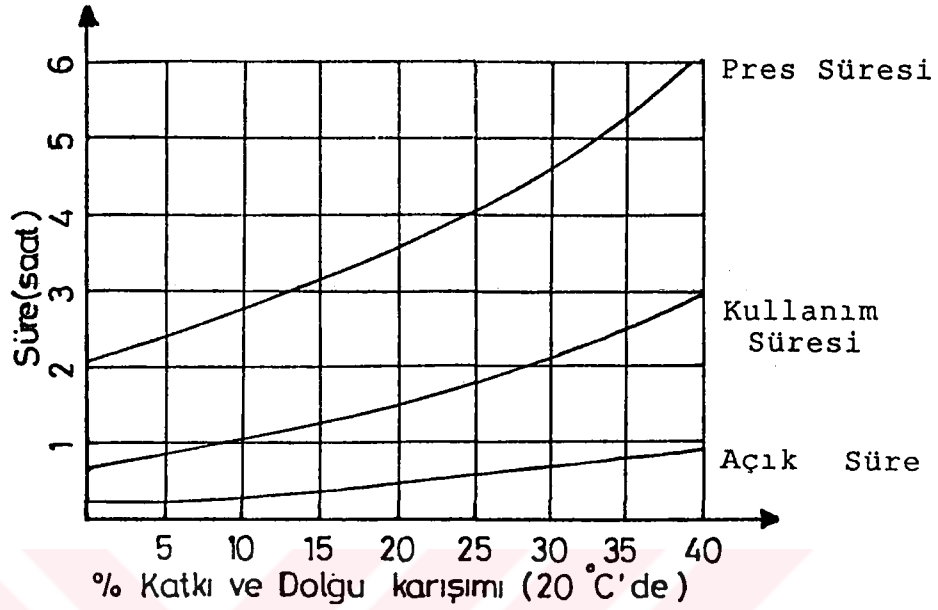
Üre formaldehit oduna, selüloz zincirlerinin hidroksil (OH^-) grupları ile bağlanır. Tutkal beyaz renktedir. Genel amaçlı kontrplak üretimine uygundur. Diğer tutkallardan daha ucuzdur.

Bu çalışmada kullanılan ÜF tutkalının özellikleri:

- Kuru madde yüzdesi.....% 55,
- Üre formaldehit mol oranı.....1/1,74,
- Özgül ağırlık.....1,23 gr/cm³,
- Viskozite (20 ° C'de).....200-350 cp,
- Depolama süresi (20 °C'de).....2 (Ay).

Bu çalışmada, katkı maddesi olarak buğday unu kullanılmıştır. Tutkal çözeltisine, tutkal kuru madde miktarının % 55'i oranında katkı maddesi ilave edilmiştir.

Tutkallamada katkı maddesi % miktarının artmasının açık süre, kullanım süresi ve pres süresine etkisi Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Katkı maddesi % artış miktarının açık süre, kullanım süresi ve pres süresine etkisi.

Bu çalışmada, dolgu maddesi olarak Pet tozu kullanılmıştır. Pet tozları, kullanılıp atılmış pet şişelerin çevreden toplanarak doğramacılıkta kullanılan diskli zımparaya sürtülmesiyle elde edilmiştir. Oluşan parçacıklar (50-200 mikrometrelik) elekten geçirildikten sonra değerlendirilmiştir. Elde edilen pet şişe tozları, tutkala değişen oranlarda (tutkal kuru madde miktarının % 0-10-20-30'u oranında) ilave edilmiştir.

Dolgu maddeleri, kaplamalarda hücre boşluklarını, kaplama çatlaklarını ve diğer pürüzlüklerini doldurarak geçirgenliği azaltır. Böylece tutkal çözeltisi; dolgu maddesi üzerinde yayılarak, odun tarafından absorbe edilmeden tutkal hattı üzerinde kalmaktadır. Ayrıca, dolgu maddesi ilavesiyle tutkalın homojen dağılımı sağlanır.

Dolgu maddesi miktarı, kaplama geçirgenliğine ve dolgu maddesi inceliğine bağlıdır. Yeterince inceltilmiş ve belirli miktarlardaki dolgu maddesi yapışma mukavemetini fazla etkilemez. Miktar arttıkça tutkalın sürülmesi ve püskürtülmesi zorlaşmakta ve yapışma zayıflamaktadır.

Bu çalışmada, üre formaldehit tutkalına sertleştirici olarak % 15'lik amonyum klorür çözeltisi tutkal çözeltisinin % 10'u oranında katılarak kullanılmıştır.

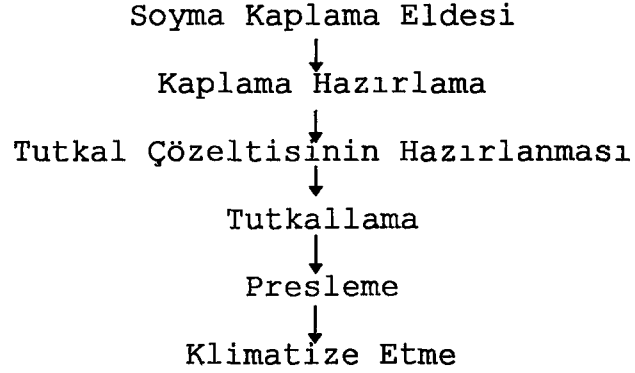
Tutkal çözeltisinin presleme öncesinde geç (açık bekleme süresi), pres sırasında ise çabuk sertleşmesi istenir. Sertleştiriciler tutkalın preste çabuk sertleşmesini sağlarlar.

Sertleştiriciler asit ihtiva eden maddelerdir. Görevleri; tutkal çözeltisinin P^H değerini, reaksiyon devamını veya hızlanmasını sağlayacak şekilde ayarlamaktır. Bu maksatla özellikle üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum klorür (Nişadır (NH_4Cl)) kullanılır. Presleme esnasında amonyum klorür, formaldehit ile reaksiyona girerek hidroklorik asit oluşturur ve tutkalın sertleşmesini sağlar.

2.1.3. Kontrplak üretimi

Bu çalışmada. Direnç, özellikleri ve formaldehit ayrışması değerlerinin incelenmesi için dolgu maddesi miktarları farklı olan dört tip tutkal çözeltisi kullanılarak, birbirinden farklı dört çeşit kontrplak üretilmiştir.

Kontrplak üretiminde iş akışı



Bu çalışmada, hazır kaplamalar kullanıldığı için soyma işlemi yapılmamıştır.

Kaplamalar içerisinden kusursuz ve düzgün lifli olanları seçilerek tutkallama öncesi kondüsyonlama yapılmıştır. Hazır olarak satın alınan kurutulmuş levhalar, klimatize odasında 20°C 'de ve % 65 bağıl nem şartlarında iki hafta bekletilerek % 12 rutubet değerine ulaşmaları sağlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılmak üzere dört farklı tutkal çözeltisi hazırlanmıştır. Bunların birbirinden farkı sadece tutkala ilave edilen dolgu maddesi miktarlarıdır. Çizelge 2.1'de kullanılan tutkal karışım oranları verilmiştir.

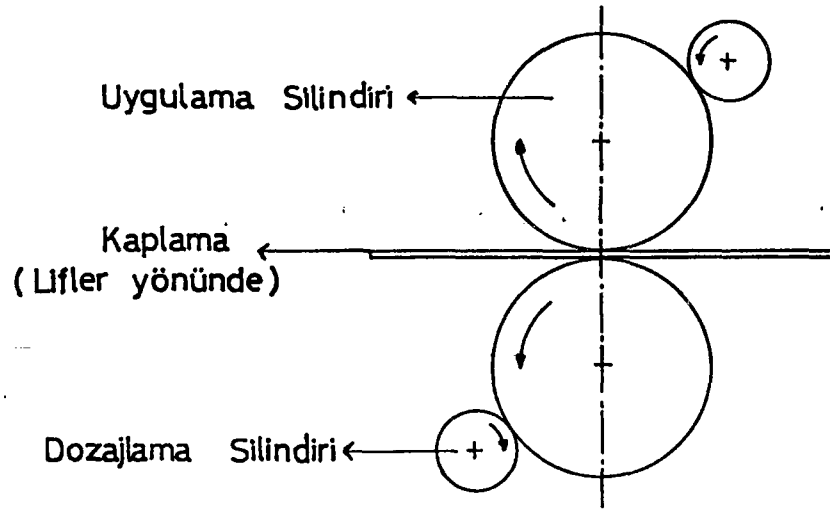
Çözelti hazırlanırken; önce sıvı tutkal alınmış ve üzerine dolgu ve katkı maddeleri ilave edilmiştir. Bu karışıma en son olarak sertleştirici ilave edilerek iyice karıştırılmıştır.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan tutkal karışımı oranları (gr).

Karışım No	ÜF (%55)	Amonyum (%15'lik)	Buğda Unu	Pet Şişe Tozu	
				Yüzde(%)	Miktar
1	100	10	30.25	0	0.0
2	100	10	30.25	10	5.5
3	100	10	30.25	20	11.0
4	100	10	30.25	30	16.5

Tutkallama işlemi SETAŞ A.Ş.'de yapılmıştır. Bu çalışmada çift dozajlama silindirli tutkallama makinesi kullanılmıştır. Makinede, iki adet tutkal sürme (uygulama) silindiri ve iki adet dozajlama silindiri mevcuttur. Uygulama silindirlerinin yüzeyi yivli kauçuk kaplıdır ve görevi tutkal çözeltisini kaplama yüzeyine eşit şekilde sürmektir. Dozajlama silindirleri ise düzgün yüzeylidir ve sürülecek tutkal miktarını ayarlar.

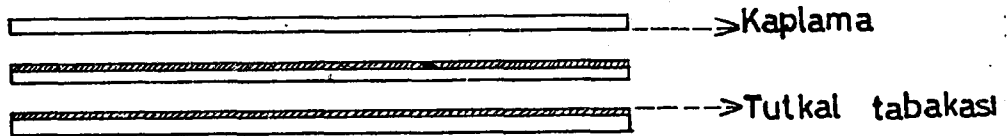
Tutkal çözeltisi makinenin haznesine doldurulmuş ve silindirler arası açıklık ayarlanarak dozajlama yapılmıştır. Tutkallama makinesinin şematik gösterimi Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Tutkallama makinesinin şematik gösterimi.

Hazırlanan tutkal çözeltisi, tutkallama makinesinin haznesine boşaltılmış ve makine bir müddet boştta çalıştırılmıştır. Tutkalın homojen olarak silindirler üzerine yayılması sağlanmıştır. Tutkallanacak kaplama levhaları makineye lifler yönünde verilmiştir.

3 tabakalı kontrplak üretimi için uygulanan tutkallama yöntemi Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Uygulanan tutkallama yöntemi.

İki levhanın bir yüzü tutkallanmış ve diğer üçüncü levha bunların üzerine kapatılmıştır. Tutkal levhanın açık yüzüne sürülerek kaplama sıkı yüzeyi kontrplağın dış yüz-

yinde kalması sağlanmıştır. Levha, lif yönleri birbirine dik olacak şekilde üst üste kapatılarak taslak daha sonra prese verilmiştir.

Levhalara 160 gr/m² tutkal sürülecek şekilde dozajlama yapılmıştır. Dozajlamanın istenilen seviyede olup olmadığının kontrolü amacıyla levhalar tutkallama öncesi ve sonrası tartılarak sürülen tutkal miktarına bakılmıştır.

Preslemenin amacı üst üste konmuş levhaların tam olarak temas etmesini sağlamaktır. Böylece, levhalar birbirleri ile yapışırken sıcaklıkla tutkal sertleştirilmiş olur. Kusurlu kaplamalar numune hazırlamada kullanılmamıştır.

Pres basıncı ve sıcaklığı, ağaç türüne ve tutkal cinsine göre değişip üretilecek kontrplağın kalitesini etkileyeceğinden ve pres süresi, tutkalın presteki sertleşme süresi ve uygulanan sıcaklığın orta tabakaya ulaşma zamanının toplamı kadar olacağından bu çalışmada, okume kaplamalarında 3 tabakalı ve ortalama 4 mm kalınlığındaki kontrplak için,

-Pres basıncı.....12 kg/cm²

-Pres sıcaklığı.....120°C.

-Pres süresi.....4 dakika olarak alınmıştır.

Presten çıkan kontrplak oldukça sıcaktır. Ortam sıcaklığı ise düşüktür. Dış tabaka, iç tabakadan daha hızlı soğuyacağı için, iç ve dış tabakalarda sıcaklık farkından ileri gelen bir gerilim oluşur. Kontrplak formu bozulabilir. Bunu önlemek için presten çıkan kontrplaklar hemen iki yonga levha arasına konulmuş ve geçici olarak

soğumaları sağlanmıştır. Kontrplaklar iki hafta süreyle bu şekilde bekletilmiştir.

Klimatize işleminin amacı, levhaların istenilen seviyede ve homojen olarak dağılmış rutubet değerine ulaşmasını sağlamaktır.

Bu süre sonunda 60 cm x 60 cm x 0.4 cm boyutlarında üretimi yapılmış levhaların kenarlarından 2,5 cm alınarak 55 cm x 55 cm x 0.4 cm boyutlarında levhalar elde edilmiştir. Bu levhalar istiflenmiş ve % 12 denge rutubetine ulaşınca kadar bekletilmiştir.

Klimatize işlemi sonunda bu levhalardan deney örnekleri hazırlanarak direnç özellikleri ve formaldehit ayrışması miktarları incelenmiştir.

Üretilen dört çeşit kontrplağın üretim bilgileri Çizelge 2.2'de kısaca özetlenmiştir.

Çizelge 2.2. Deney kontrplaklarının üretim şartları

Levha Türü	Kaplama Kalınlığı		Tutkal Karışım No	Sürülen Tutkal (gr/m ²)	Pres Şartları		
	Dış tabaka (mm)	Orta tabaka (mm)			Basınç (Kg/cm ²)	sıcaklık (°C)	Süre (dk)
A1	1.0	2.0	1	160	12	120	4
A2	1.0	2.0	2	160	12	120	4
A3	1.0	2.0	3	160	12	120	4
A4	1.1	2.0	4	160	12	120	4

2.1.4. Eğilme mukavemeti numunelerinin hazırlanması

Deney numuneleri TS 3969 (1983)'e göre hazırlanmıştır. Deney numunelerinin alınacağı levhalarda çatlak ve budak bulunmamasına dikkat edilmiştir. Levhalardan deney numuneleri daire testerede kesilmiştir.

Deney numuneleri prizma şeklinde olup, her bir kontrplak türünden 20 adet alınmıştır.

Deney örneklerinin boyutları:

- Kalınlık (a): 4 mm (ortalama kontrplak kalınlığı)
- Genişlik (g): 50 mm
- Uzunluk (l):150 mm (mesnet açıklığından en az 50 mm daha uzun olacak şekilde)
- Mesnet açıklığı (Ls): 100 mm'den daha kısa olmamak şartıyla,
20 a \pm 0.5 mm kadardır.

Üretilen kontrplakların kalınlığı ortalama 4 mm olduğundan dayanak açıklığı 100 mm ve buna bağlı olarak deney numunesinin uzunluğu 150 mm olarak alınmıştır.

Hazırlanan deney numuneleri % 65 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta % 12 rutubete ulaşıncaya kadar klimatize edilmiştir.

2.1.5. Formaldehit ayrışması numunelerin hazırlanması

Kontrplaklardan ayrışan formaldehit miktarının belirlenmesi için birçok metod geliştirilmiştir. Perferatör yön-

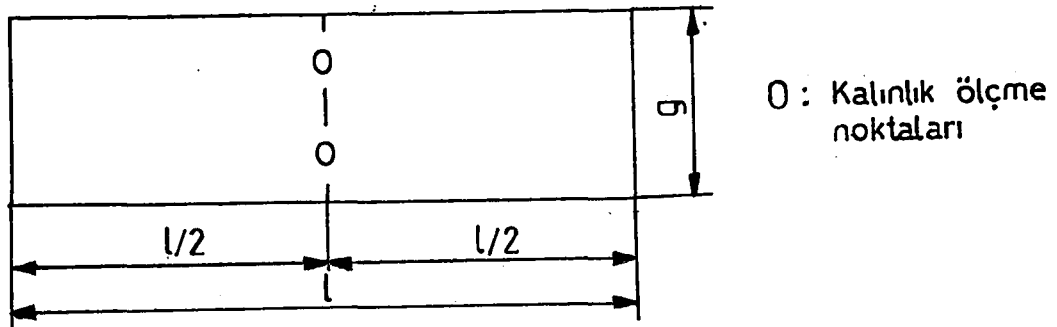
temi, gaz analizi metodu, desikatör yöntemi ve WKI-Şişe metodu bunlardan bazılarıdır.

Deney numuneleri TS 4894 (1986)'ya göre hazırlanmıştır. Deneme kontrplaklarından ayrılan formaldehit miktarı perferatör metodu ile iyodometrik olarak belirlenmiştir. Bunun için, üretimden hemen sonra (24 saat içinde) kenardan 500 mm içerden olmak şartı ile kontrplaklardan 20 mm x 20 mm x 4 mm ebatında 100 gr. olacak şekilde örnekler alınmıştır. Alınan bu örnekler deney yapılincaya kadar hava sızdırmayacak şekilde naylon torbalara konmuştur. Numunelerin kesilmesi sırasında kenarların testere tarafından yakılmamasına ve yüzeylerde çatlak, budak bulunmamasına dikkat edilmiştir.

2.2. Metod

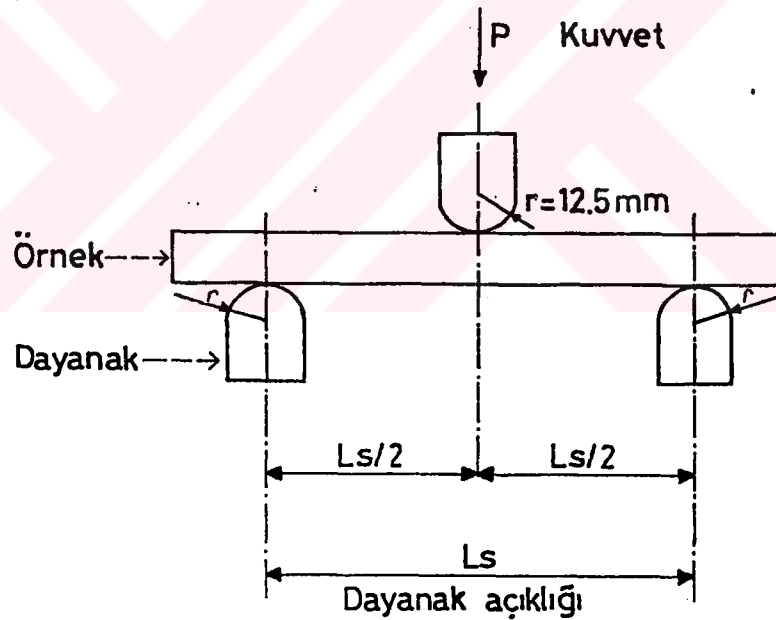
2.2.1. Eğilme mukavemeti tayini

Hazırlanan deney numunelerinin genişlikleri 0.05 mm hassasiyetli kumpasla, kalınlıkları ise 0.01 mm hassasiyetli mikrometre ile ölçülmüştür, ölçümler taslağın tam ortasında iki noktadan yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Şekil 2.4'de kalınlık ve genişlik ölçüm noktaları gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Kalınlık ve genişlik ölçüm yeri

Eğilme mukavemeti deneyi universal deney makinesinde yapılmıştır. Mesnet açıklığı 100 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney parçasının uzunluk eksenini, mesnetleri ekseninin dik ve deney numunesinin ortası mesnet açıklığının ortasına gelecek şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deney numunesi genişliğinin de mesnetlerin ortasına gelmesine dikkat edilmiştir. Böylece, kuvvet uygulama noktası numunenin tam ortasına gelecek şekilde deney düzeneği ayarlanmıştır. Eğilme mukavemeti deney düzeneği Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Eğilme mukavemeti deney düzeneği

Kuvvet uygulamadan önce uygulama başlığı harekete geçirilerek numunenin yerleşip yerleşmediği kontrol edilmiştir. Daha sonra, uygulama başlığının hızı, numune 1-15 dakika içerisinde kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Yükleme yapılarak numunenin kırıldığı andaki maksimum kuvvet % 1 hassasiyetle aletin kadranından okunmuştur.

Hesaplama:

Deneylerde elde edilen kuvvetler aşağıdaki formülde yerine konularak eğilme mukavemeti hesaplanmıştır.

$$\text{Eğilme mukavemeti: } \sigma_e = \frac{3Ls}{2ga^2} P_{\max} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.1)$$

- P_{\max} : Numunenin kırıldığı anda okunan maximum kuvvet..(N)
 Ls : Dayanak açıklığı..... (mm)
 g : Deney parçasının genişliği..... (mm)
 a : Deney parçasının kalınlığı..... (mm)

2.2.2. Formaldehit ayrışması tayini

- Ekstraktör tüpünün altındaki musluk kapatıldı ve 1 litre damıtık su bu tüpe, 100 ml damıtık su da absorpsiyon kısmındaki erlene konuldu.

- Cam balona damıtılmış 600 ml toluen ve ağırlığı ± 0.01 gr hassasiyetle tartılan 105-110 gr deney numunesinin ağırlığı (m_r) kaydedildi.

- Damıtmaya başlanıldığında soğutucudan ilk toluen damlasının düştüğü görüldükten sonra damıtmaya 30 ml/dk sabit hızla 2 saat devam edildi. Bu işlem esnasında erlen içerisindeki suyun ekstraktöre doğru geri alınmamasına dikkat edildi.

- Damıtma süresi sonunda ısıtmaya son verildi ve cihaz soğumaya bırakıldı. Erlendeki suyun soğutucuya doğru, cihazın üst kısmını yıkayacak şekilde geri sifonlanması sağlandı.

- Erlene 200 ml damıtık su ilave edilerek cihazın denge basıncına ulaşması sağlandı.

- Ekstraktörün üst kısmındaki musluk açılarak bütün sıvıların yukarıdaki ölçülü balonda toplanması sağlandı. Bu işlem esnasında absorpsiyon erlenine tekrar 200 ml damıtık su ilave edilerek bu suyun ekstraktörden geçecek şekilde geri sülfonlanması sağlandı.

- Ölçülü balon ve içindeki muhtevası 20 °C'e kadar soğutulduktan sonra damıtık su ilave edilerek 2 litreye tamamlandı. Ekstraktörün boşaltılması esnasında herhangi bir şekilde gelen toluen pipet ile ayrıldı.

- Pipet ile ölçülü balondaki ekstraksiyon sıvısından 100 ml alınarak 500 ml'lik titrasyon cihazına kondu. 50 ml iyot çözeltisi ve 20 ml 1.0 mol/l olan sodyum hidroksit çözeltisi ilave edildi ve karanlık ortamda 15 dk bekletildi.

- 10 ml seyreltik sülfirik asit çözeltisi ilave edildi ve sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk soluk kahverengiden açık saman rengine dönüşüncüye kadar titre edildi. Birkaç damla % 1'lik nişasta çözeltisi ilave edildi ve titrasyona çözeltinin rengi renksiz veya mat mavi oluncaya kadar devam edildi. Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfatın hacmi (V_1) kaydedildi.

nan tiyosülfat miktarına göre ayrıışan formaldehit miktarı aşığıdaki formülle belirlenmiştir.

$$f = \frac{(V_0 - V_1) 0.3}{M_0} 100 \quad (2.2)$$

Burada;

f :Ekstrakte edilebilen formaldehit (%),

V_0 :Referans titrasyonunda harcanan 0.01 mol/l'lik sodyum tiyosülfat hacmi (ml),

V_1 :Ekstrakte edilebilen formaldehit tayini deneyi titrasyonunda harcanan 0.01 mol/l'lik sodyum tiyosülfat hacmi (ml),

M_0 :Formaldehit numunesinin tam kuru ağırlığı (gr)'dir.

NOT: 0.01 mol/l sodyum tiyosülfat çözeltisinin 1 mililitresi, 0.005 mol/l iyot çözeltisinin 1 mililitresine ve 0.15 gr formaldehite eşdeğerdir.

2.3.İstatistik Metod

Dolgu maddesi oranının, eğılme mukavemeti ve formaldehit ayrıışması değerlerine etkisini incelemek için istatistik analizler yapılmıştır. Dörtlü karşılaştırmalarda f testi uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda belirlenen değerler arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile tespit edilmiş, Duncan testiyle de hangi değerlerin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır (Ural, 1979).

Dolgu maddesi miktarının eğilme mukavemetine etkisinin saptanması amacıyla A_1 - A_2 - A_3 - A_4 levhalarının eğilme mukavemeti sonuçları karşılaştırılmıştır.

Formaldehit ayrışması değerlerinde ise yine dolgu maddesi miktarına ilişkin A_1 - A_2 - A_3 - A_4 levhalarının karşılaştırmaları yapılmıştır.



3.BULGULAR VE ANALİZİ

3.1. Eğilme Mukavemeti

Eğilme mukavemeti deneyinde elde edilen sonuçlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Eğilme mukavemeti deney sonuçları (N/mm²)

Levha tipi	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Dolgu maddesi oranı (%)	0	10	20	30
Deney numunesi				
1	75.873	75.781	75.098	99.391
2	78.931	77.631	76.051	97.483
3	79.032	76.813	74.057	98.381
4	78.868	77.831	77.061	99.137
5	83.831	75.857	75.291	97.018
6	79.101	77.01	76.089	100.171
7	77.871	75.535	78.217	98.219
8	78.827	76.771	75.583	98.83
9	78.921	76.467	76.821	99.679
10	78.921	78.68	76.117	98.891
11	77.948	76.671	77.038	99.072
12	79.839	77.619	76.071	98.452
13	78.861	77.933	76.932	96.983
14	76.823	75.985	75.001	98.376
15	79.78	76.755	76.123	99.393
16	78.632	75.911	76.012	98.423
17	78.901	75.890	76.783	96.619
18	76.903	78.831	75.129	98.963
19	80.865	76.835	76.091	100.013
20	80.919	78.89	76.783	98.681
n	20	20	20	20
\bar{x}	78,982	76.984	76,117	98,608
Σx	1579,647	1539.696	1522,348	1972,175
Σx^2	124817,574	118554,227	115893,858	194491,966
δx	1,633	1,025	0,913	0,955

3.1.1. Dolgu maddesi oranına göre levhaların karşılaştırılması

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine etkileri araştırılmıştır. Bunun için: Dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine etkisinin irdelenmesi amacıyla A1- A2- A3- A4 levhalarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

Varyans Analizi:

C : Düzeltme faktörü

$$C = \frac{(\sum \sum x)^2}{\sum n} = \frac{(6613,866)^2}{80} = 546790,293$$

GAKT : Gruplar arası kareler toplamı

$$GAKT = \frac{\sum \sum x^2}{n} - C \quad (3.1)$$

$$GAKT = 553648,304 - 546790,293$$

$$GAKT = 6858,011$$

Serbestlik derecesi $\rightarrow N-1=80-1=79$

GİKT : Gruplar içi kareler toplamı

$$GİKT = \sum x^2 - \frac{\sum \sum x^2}{n} \quad (3.2)$$

$$GİKT = 553757,625 - 553648,304$$

$$GİKT = 109,321$$

$$\text{Gruplar arası serbestlik derecesi} = k-1=4-1=3$$

$$\text{Gruplar içi serbestlik derecesi} = N-k=80-4=76$$

Bu hesaplamalara göre Çizelge 3.2 düzenlenmiştir.

Çizelge 3.2. Varyans analizi toplu sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Varyans veya ort.	F
Gruplar arası hata	3	6858,011	A=2286,011	1589,71 > 2,76
Gruplar içi hata	76	109,321	B=1,438	
TOPLAM	79	6967,332	C=88,194	

$$A = 6858,011 / 3 = 2286,011$$

$$B = 109,321 / 76 = 1,438$$

$$C = 6967,332 / 79 = 88,194$$

$$F_{\text{hesap}} = A/B = 1589,71$$

F_{tablo} :

$$n_1 = k-1 = 4-1 = 3$$

$$n_2 = N-k = 80-4 = 76$$

$$F_{\text{tablo}} = 2,76$$

$F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğundan eğilme dirençleri arasında fark vardır. Bu sonuçlardan dolgu maddesi miktarının eğilme mukavemetine etkisi olduğu söylenebilir.

Varyans analizi sonucu belirlenen farkın dolgu maddesi miktarları arasındaki önem derecesi Duncan testi ile araştırılmıştır.

Duncan Testi:

$$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{1,438}{20}} = 0,268 \quad (3.3)$$

Duncan testi tablosundan gruplar içi serbestlik derecesine (76) ve %5 önem düzeyine göre ($\alpha=0,05$) P değerleri belirlenir. Standardize edilmiş değişim aralıkları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Standardize edilmiş değişim aralıkları

P	2	3	4
- Standardize edilmiş (%5 için)*	2,817	2,964	3,062
- LSR (en az signifikant değişim aralığı)**	0,754	0,794	0,820

* P değerleri, tabloda 60 ve 120 serbestlik dereceleri için verilen değerlerden orantılanarak bulunmuştur.

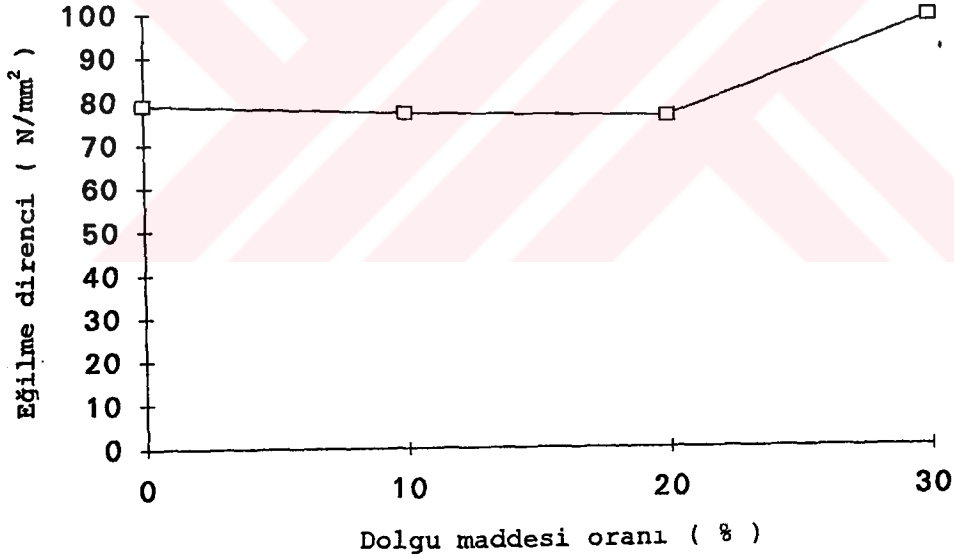
** LSR değerleri, P değerlerinin S_x değeri ile çarpılmasıyla belirlenmiştir.

Grupların eğilme dirençlerinin aritmetik ortalamaları küçükten büyüğe sıralanarak aralıklar belirlenmiştir. Her aralıkta değerler birbirinden çıkarılarak farklar bulunmuştur. Bu sonuçlar LSR değerleri ile karşılaştırılarak aritmetik ortalamalar arasında fark olup olmadığına karar verilmiştir.

A ₃	A ₂	A ₁	A ₄	
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	
76,117	76,984	78,982	98,608	
Aralıklar	Fark	P	LSR	%95 için
$X_4 - X_1 = 98,608 - 76,117$	22,491	4	> 0,820	önemli
$X_4 - X_2 = 98,608 - 76,984$	21,624	3	> 0,794	önemli
$X_4 - X_3 = 98,608 - 78,982$	19,626	3	> 0,754	önemli
$X_3 - X_1 = 78,982 - 76,117$	2,865	3	> 0,794	önemli
$X_3 - X_2 = 78,982 - 76,984$	1,998	2	> 0,754	önemli
$X_2 - X_1 = 76,984 - 76,117$	0,867	2	> 0,754	önemli

Levhalar arasındaki farklar LSR değerinden büyük olduğu için araştırma sonucu bulunan eğilme dirençleri arasındaki fark %95 ihtimalle gerçekte vardır.

Şekil 3.1' de görüldüğü gibi %0, %10, %20 ve %30 oranında dolgu maddesi içeren Üre Formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhaların eğilme dirençleri arasındaki fark önemlidir. En yüksek eğilme mukavemeti değeri tutkal katı madde miktarına oranla %30 oranında dolgu maddesi içeren tutkalla üretilmiş A₄ levhalarında tespit edilmiştir. Dolgu maddesi miktarının eğilme mukavemetine etkisi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Dolgu maddesi miktarının eğilme mukavemetine etkisi.

3.2. Formaldehit Ayırışması

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre dolgu maddesi miktarının formaldehit emisyonuna etkileri araştırılmıştır. Formaldehit emisyonu sonuçları Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Formaldehit emisyonu deney sonuçları
(mg/100 gr)

Levha Tipi	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
Dolgu Daddesi	0	10	20	30
Oranı (%)				
1	85,192	74,921	64,293	40,197
2	89,139	75,169	68,187	42,213
3	86,721	79,321	66,458	39,101
n	3	3	3	3
\bar{x}	87,017	76,47	66,312	40,503
Σx	261,052	229,411	198,938	121,511
Σx^2	22723,970	17555,355	13199,722	4926,624
δx	1,63	2,01	1,6	1,29

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre dolgu maddesi oranının formaldehit emisyonuna etkileri araştırılmıştır. Bunun için: Dolgu maddesi oranının formaldehit emisyonuna etkisinin irdelenmesi amacıyla A₁-A₂-A₃-A₄ levhalarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

3.2.1. Levhaların karşılaştırılması

Farklı oranlarda dolgu maddesi içeren tutkallarla üretilen A₁-A₂-A₃-A₄ levhalarının formaldehit emisyonu sonuçları karşılaştırılmıştır.

Varyans Analizi:

C : Düzeltme faktörü

$$C = \frac{(\sum \sum x)^2}{\sum n} = \frac{(810,912)^2}{12} = 54798,189$$

GAKT : Gruplar arası kareler toplamı

$$GAKT = \frac{\sum \sum x^2}{n} - C$$

$$GAKT = 58372,934 - 54798,189$$

$$GAKT = 3574,745$$

Serbestlik derecesi $\rightarrow N-1=12-1=11$

GİKT : Gruplar içi kareler toplamı

$$GİKT = \sum x^2 - \frac{\sum \sum x^2}{n}$$

$$GİKT = 58405,672 - 58372,934$$

$$GİKT = 32,738$$

Gruplar arası serbestlik derecesi $\rightarrow k-1=4-1=3$

Gruplar içi serbestlik derecesi = $N-k=12-4=8$

Dolgu maddesinin formaldehit emisyonuna etkisi Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Varyans analizi tablosu toplu sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Varyans veya ort. kareler	F
Gruplar arası hata	3	3574,745	A=1191,581	291,197 > 4,07
Gruplar içi hata	8	32,738	B=4,092	
TOPLAM	11	3607,481	C=327,952	

$$A = 3574,745 / 3 = 1191,581$$

$$B = 32,736 / 8 = 4,092$$

$$C = 3607,481 / 11 = 327,952$$

$$F_{\text{hesap}} = A / B = 291,197$$

$$n_1 = k-1 = 4-1, \quad n_2 = N-k = 12-4 = 8 \rightarrow F_{\text{tablo}} = 4,07$$

$F_{\text{hesap}} > F_{\text{tablo}}$ olduğundan formaldehit ayrışması değerleri arasında fark vardır. Bu sonuçlardan dolgu maddesi miktarının formaldehit emisyonuna etkisi olduğu söylenebilir.

Varyans analizi sonucu belirlenen farkın dolgu maddesi miktarları arasındaki önem derecesi Duncan testi ile araştırılmıştır.

Duncan Testi:

$$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{4,092}{3}} = 1,167$$

Duncan testi tablosundan gruplar içi serbestlik derecesine (8) ve %5 önem düzeyine göre ($\alpha=0,05$) P değerleri belirlenir. Standardize edilmiş değişim aralıkları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Standardize edilmiş değişim aralıkları

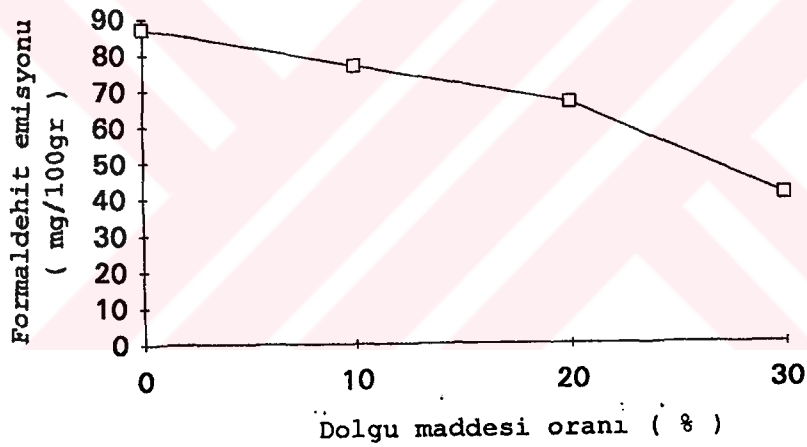
P	2	3	4
- Standardize edilmiş değişim aralıkları (%5 için)	3,26	3,39	3,47
- LSR (en az signifikant değişim aralığı)	3,804	3,956	4,049

A ₄	A ₃	A ₂	A ₁
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
40.503	66.312	76.47	87.017

Aralıklar	Fark	P	LSR	%95 için
X ₄ -X ₁ = 87.017-40.503	46.514	4>	4.049	önemli
X ₄ -X ₂ = 87.017-66.317	23.705	3>	3.956	önemli
X ₄ -X ₃ = 87.017-76.470	10.547	2>	3.804	önemli
X ₃ -X ₁ = 76.470-40.503	35.967	3>	3.956	önemli
X ₃ -X ₂ = 76.470-66.312	10.158	2>	3.804	önemli
X ₂ -X ₁ = 66.312-40.503	25.809	2>	3.804	önemli

Bütün levhalar arasındaki farklar LSR değerinden büyük olduğu için araştırma sonucu bulunan formaldehit değerleri arasındaki fark %95 ihtimalle gerçekte de vardır.

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi dolgu maddesi miktarı arttıkça formaldehit ayrışması azalmaktadır. En düşük formaldehit ayrışması değeri, tutkal katı madde miktarına oranla %30 oranında dolgu maddesi içeren tutkalla üretilmiş A₄ levhalarında tespit edilmiştir. Dolgu maddesi miktarının formaldehit ayrışmasına etkisi Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Dolgu maddesi miktarının formaldehit ayrışmasına etkisi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dolgu maddesi miktarı farklı olan tutkallarla dört çeşit kontrplak üretilmiştir. Bu levhalarda; kullanım yerinde önemli olan direnç özelliklerinden, eğilme mukavemeti ile insan sağlığı açısından önemli bulunan formaldehit emisyonu değerleri incelenmiştir.

Üretilen bütün kontrplakların eğilme mukavemeti değerleri TS 4520'ye göre uygun bulunmuştur. Formaldehit ayrışması değerleri literatür özeti kısmında verilen EN 120 Avrupa standartlarına göre yüksek bulunmuştur.

Farklı oranda dolgu maddesi içeren levhalarda dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine etkisi incelendiğinde; %0, %10 ve % 20 oranında dolgu maddesi içeren tutkallarla üretilmiş levhaların eğilme mukavemeti değerleri birbirine çok yakındır (78,982 , 76,984 ve 76,117 N/mm²). Sadece, %30 oranında dolgu maddesi içeren A₄ levhalarında eğilme mukavemeti diğerlerinden yüksek çıkmıştır (98,608 N/mm²). Dolgu maddesi oranının %0 dan %30' a çıkarılmasıyla levhanın eğilme mukavemeti %25 artmıştır. Bu durum, tutkal içerisinde dolgu maddesi olarak kullanılan pet miktarının fazla olmasının levhanın elastikiyetini arttırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Dolgu maddesi miktarının artması formaldehit emisyonunu azaltmaktadır. Farklı oranlarda dolgu maddesi içeren tutkallarla üretilen tüm levhaların formaldehit emisyonu değerlerinde belirgin bir farklılık vardır. En yüksek değer hiç dolgu maddesi içermeyen A₁ levhalarında (87,017 mg/100

gr), en düşük değer ise %30 oranında dolgu maddesi içeren A₄ levhalarında (40,503 mg/100 gr) tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi oranının:

%0' dan %10' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması %12,
%10' dan %20' ye çıkmasıyla formaldehit ayrışması %13,
~~%20' den %30' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması %39,~~
%0' dan %30' a çıkmasıyla formaldehit ayrışması %54
oranında azalmaktadır.

Dolgu maddesi miktarının artmasıyla formaldehit emisyonunun azalması, dolgu maddesi olarak kullanılan pet tozunun formaldehiti tutucu etki yapmasıyla açıklanabilir. Pet, bir miktar formaldehiti levha içinde tutarak emisyonu azaltmaktadır.

Deney sonuçları topluca değerlendirilecek olursa; %30 oranında dolgu maddesi içeren A₄ levhalarının, hem en yüksek eğilme mukavemetine sahip oluşu hem de ayrışan formaldehit miktarının düşük seviyede olması nedeniyle diğer levhalardan daha iyi nitelikte olduğu söylenebilir.

Levhalarda eğilme mukavemeti değerinin yüksek olması dayanıklılık açısından uygun bulunmakta, formaldehit ayrışmasının düşük olması ise evre kirlenmesinin en aza inmesi bakımından önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda;

Dolgu maddesi olarak kullanılan pet tozunun, eğilme mukavemeti değerini düşürmeden, formaldehit ayrışmasını azalttığı görülmektedir. İnsan ve evre sağlığı açısından kontrplak üretiminde dolgu maddesi olarak pet tozu kulla-

nılmasının uygun olacağı ortaya çıkmaktadır. Böylece, atık pet şişeler de değerlendirilmiş olacaktır.

Bu çalışmada pet şişelerin toz haline getirilmesi sırasında güçlüklerle karşılaşmıştır. Petleri toz haline getirecek bir makina üzerine çalışma yapılabilir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

Akbulut, T., 1992, Yonga Levha ve Kontrplağın özelliklerini etkileyen Faktörler, ORENKO-92 Bildiri Metinleri. Cilt II, 269s.

Bozkurt, Y., 1986, Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Büyük Lorraine Sözlük ve Ansiklopedesi, 1993, Formaldehit, cilt 8, 4198s. Pet, cilt 18, 9493s.

Coplugil, E., 1993, Formaldehit ve formaldehit Reçineleri Orenko- 93 Bildiri Metinleri, 84-92s., Trabzon

Çolakoğlu, G., 1993, Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları (yayınlanmamış), Trabzon.

DIN 68705, 1968, Plywood, Deutsche Normen

Göker, Y., 1978, Kontrplak ve Kontrtablalarda Mikolojik Testler, Orman fakültesi Dergisi Seri A, cilt 28, sayı 1, İstanbul

Göker, Y., 1990, Yonga Levha Endüstrisi, İ.Ü. Orman Fakültesi yayınları, 3614/413, 19-35s., İstanbul

Gürel, O., 1987, Evimizdeki Hava Ne kadar Temiz, Bilim teknik Dergisi, sayı 231, 14-17s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Huş, S., 1962, Ağaç malzeme tutkalları. Orman fakültesi Dergisi Seri A, cilt x11, sayı 2

Malkoçoğlu, A., 1989, Mobilya Tekniği Ders Notları, 29s., Trabzon

Meyer, H.L., 1947, Plywood, Mc Graw- Hill Book Company, New york

Örs, Y., 1993, ÜF tutkalı ile üretilmiş kontrplaklarda formaldehit ayrışmasına odun türünün etkisi, Orenko-93 Bildirim metinleri, 76-83s, Trabzon.

Örs, Y., 1986, Kurutma ve buharlama tekniği K.T.Ü. yayınları, Trabzon.

Özen, R., 1981, Dolgu maddesi oranının eğilme mukavemetine etkisi, Trabzon.

TSE - Atıfda bulunan türk standartları:TSE 1250 (1974), TSE 46 (1971), TSE 3969 (1983), TSE 3111 (1978), TSE 4894 (1986), TSE 47 (1971)

Ural, K., 1979, İstatistik yöntemleri ve uygulamaları, İstanbul.