

**Odun Karışımı ve Tutkal Mol Oranının Lif Levhanın Fiziksel,
Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi****Effect of Wood Mix and Glue Mole Ratio on the Variation of Physical,
Mechanical and Chemical Properties of Fiberboard****İsmail AKIN¹, Hasan ÖZDEMİR¹****Öz**

Ahşap malzemenin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak sektörde büyümektedir. Artan çevre bilinci ve üretimde kullanılan hammadde fiyatlarında ki artış, sektörü farklı odun türlerinin kullanılmasına, kullanılan diğer malzeme ve kimyasalların çeşitliliğinin artmasına yol açmıştır. Üretimde kullanılan ağaç türü ve tutkal özelliklerinin levha mukavemet değerleri ve formaldehit emisyonunu etkilemektedir. Bu çalışmada ağaç türü ve tutkal mol oranının levha üzerinde ki etkisinin ne derece olduğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Odun karışımı, mol oranı, ÜF, MDF

Abstract

The usage areas of wood materials are increasing day by day. Accordingly, the wood sector is growing. Increasing environmental awareness and the increase in the prices of raw materials used in the production have led to the use of different types of wood and the variety of other materials and chemicals used in the sector. The wood type and glue properties used in the production affect the sheet strength values and the formaldehyde emission. In this study, the effect of the mole ratio and the amount of glue on the board were investigated.

Keywords: Wood mixture, molar ratio, UF, MDF

1. Giriş

Kolay kullanımı ve ucuz olması nedeniyle formaldehit esaslı termoset tutkallar başta kompozit panel levha üretiminde çapraz bağlayıcı olarak, kâğıt endüstrisinde ise sayfaların ıslak direnç özelliğinin yükseltilmesi amaçlı olmak üzere ağaç malzeme ile üretim yapılan her alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. (Şahin, 2011).

Odun esaslı ürünlerin imalatında genellikle sentetik tutkallardan yararlanılmaktadır. Sentetik tutkallar içerisinde üre formaldehit ucuz, renginin beyaz ve sertleşme süresinin kısa olmasından dolayı en çok tercih edilen tutkal türüdür. Ancak üre formaldehit tutkalının kullanılması durumunda gerek üretim sırasında ve gerekse üretilen ürünlerde insan sağlığına

Received: 12.06.2019, Revised: 02.08.2019, Accepted: 07.08.2019

Address: ¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

E-mail: hozdemir@duzce.edu.tr

gerek üretim sırasında ve gerekse üretilen ürünlerde insan sağlığına zararlı olan formaldehit açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan formaldehit miktarı, tutkalın üretimi sırasında üretilen formaldehite oranına bağlı olarak değiştiğinden açığa çıkan formaldehit miktarını düşürmek için tepkimeye giren formaldehit oranının azaltılması gerekmektedir (Akbulut ve ark., 2001). Fakat kullanılan yapıştırıcının özelliklerinin değiştirilmesinin üretilen malzemenin özelliklerini olumsuz yönde etkilememesi gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı yapılan bu çalışmanın amacı; ağaç türü karışımı ve farklı tutkal mol oranlarının üretilen levhaların bazı özelliklerine etkisini belirlemektir. Kullanım yerinin ihtiyaçlarını göz önüne alarak, yapılacak üretimlerin daha verimli ve maliyetleri minimize edebilecek değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Üretim süreci benzerliği bulunan üreticilere ve benzer hususta çalışma yapacak araştırmacılar için yardımcı kaynak olması hedeflenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Yapılan araştırmada kullanılan lifsel hammadde, tutkal, parafin, sertleştirici ve makinalar ile ilgili bilgiler aşağıda açıklanmıştır. Levha üretiminde kullanılacak lifsel hammadde ÇAMSAN A.Ş.'den temin edilen Kayın, meşe, dişbudak, çam ve göknar odunundan elde edilen liflerden oluşan 4 farklı karışım kullanılmıştır

1. % 100 kayın
2. % 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam
3. % 70 akçaağaç, % 30 çam
4. % 25 meşe, % 75 çam

Levha üretiminde tam kuru lif ağırlığına oranla %10-15 tutkal kullanılmıştır. ÇAMSAN Kimyadan temin edilen ÜF tutkalı kullanılmıştır.

Sertleştirici adı altında birçok madde bulunmaktadır (Bozkurt ve ark., 2000). Gerek yonga levha gerek lif levha üretiminde yapıştırıcı çözeltilisinin, tutkallanmamış lif ve yongaların dayanma sürelerinin olabildiğince uzun olması istenir. Bunun yanında kapasitenin azami miktarda gerçekleşebilmesi için tutkalın sıcak presleme esnasında olabildiğince hızlı sertleşmesi istenir. Tüm bu isteklerin gerçekleşebilmesi için genellikle sertleştirici madde kullanılır (Akbulut, 1991). Sertleştirici türü tutkal türüne bağlı olarak değişebilir, üretim sırasında Amonyum klorür kullanılmıştır.

Üretimde parafin kullanımının amacı levhanın suya karşı direnç kazanmasını sağlamaktır. Genel itibariyle ham petrolün rafinasyonundan yan ürün olarak çıkan parafin;

kullanıma hazır hale getirilmek için saflaştırılması, içerisinde bulunan yağ oranı, erime sıcaklığı, görünümü ve kokusunun iyileştirilebilmesi için özel teknikler kullanılmaktadır (Anonim, 2018). Ağaç esaslı malzemeler ortam rutubetine sıcaklığa bağlı olarak çalışmaya devam etmektedir, parafin ise çalışmasının azalmasını sağlayan polar yapı göstermeyen yağlı özellikte bir maddedir. Tam kuru lifin kütle ağırlığı baz alındığında % 1–2 değerinde pişirme kazanından sonra alt şinekeden yongaya karıştırılır. Farklı bir seçenek olarak pişirme kazanından önce yongayla beraber verilebilmektedir (Bulut, 2018). Üretim sırasında Mercan marka parafin kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Levha Yoğunluk Dağılımının Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçasının en, boy, kalınlık ve ağırlıkları ölçülür. Her numunenin ayrı ayrı yoğunluğu hesaplanır. Numune boyu ve eni 100 mm'dir. Yoğunluğun tespiti TS EN 310 'a göre yapılmıştır (TS EN 310, 1999). Yoğunluk hesaplanırken; Ağırlık/hacim formülü kullanılır.

Levha Yoğunluk Dağılım Grafiği Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalarının tek tek en, boy, kalınlık ve ağırlıkları ölçülür. Numune parçaları cihazın ölçüm haznesine yerleştirilir. Numuneler arasına makinaya ait alüminyum parçalar konarak parçalar birbirinden ayrı tutulur.

Kalınlığına Şişme ve Su Alma Yüzdesi Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalarının ağırlıkları ve kalınlıkları ölçülür. Levha parçaları birbirinden ayrı olmalıdır. Parça tamamen su içerisinde olmalı, üst yüzeyinde minimum 25±15 mm su olmalıdır. Şişme havuzu TS EN 317'de belirtilen özelliklere sahip olmalıdır. Parçalar havuz içerisinde yatay pozisyonda olmalıdır (TS EN 317, 1999). Ölçümün yapılabilmesi için numunelerin 24 saat ± 15 dakika şişme havuzunda bekletilmelidir. Süre dolduktan sonra havuzdan çıkarılan parçalar öncelikle silinir ve laboratuvar koşullarında kurutulmaya bırakılır. Şişme oranının hesaplanabilmesi için kalınlık ve ağırlıkları ölçülür. Ölçüm TS 64 – 5 EN 622 – 5 (1999)'a göre azami %12 olmalıdır (TS 64 – 5 EN 622 – 5, 1999). Kalınlığına şişme miktarının belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Gt = \{(t2-t1)/t1\} \times 100$$

Y Formülde t1 numunenin kuru hali, t2 numunenin sudan çıkarılmış halidir.

Yüzey Porozitesi Testi; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalar, TS EN 382–1 standardın da belirtilen porozite sehpasına konur (TS EN 382-1 1999). Ölçüm tolüen kimyasalı ile yapılmaktadır. 10 ml pipet içerisine 1 ml tolüen kimyasalı

doldurulur. Numunenin üst yüzeyine dik 1 ml tolüen serbest bırakılır. Aynı işlem her iki yüzeye de uygulanır. Yüzeylerde kimyasalın akma miktarı ölçülür. Porozite miktarı Standarda göre 250 mm'den büyük olmalıdır.

Yüzey Sağlamlığı Testi; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalarının en, boy, ağırlık ve kalınlıkları ölçülür. Levha parçası matkap yardımıyla orta kısmına oyuk açılır. Oyuğun iç çapı $35,7 \pm 0,2$ mm ve derinliği $0,3 \pm 0,1$ mm olmalıdır. TS EN 311 standardına bakıldığında yüzey sağlamlığının 1 N/mm^2 'den büyük olması gerekmektedir (TS EN 311 2002).

Levha Rutubeti Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçaları darası alınmış olan alüminyum kaba konulur. 0,01 gram hassasiyete sahip elektronik tartı aleti yardımıyla 30 ± 1 g ölçülür. Etüv sıcaklığı standartta belirtildiği gibi 103 ± 2 °C'ye ayarlanır. Levha parçalarının ağırlığı sabit kütleye gelinceye kadar etüvde kurutma işlemi devam eder. Etüvden alınan numunenin 10 dk desikatör içerisinde soğuması beklenir. Levha rutubeti aşağıda ki formül ile hesaplanır;

$$\text{Levha Rutubeti} = ((\text{İlk Ağırlık} - \text{Son Ağırlık}) \div \text{Son Ağırlık}) \times 100$$

TS EN 322 standardına göre rutubet miktarı 5-7 arasında olmalıdır (TS EN 322, 1993).

Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalarının en, boy, ağırlık ve kalınlıkları ölçülür. Destekler arası açıklık Numune Boyu –50 mm olacak şekilde ayarlanır. Lif levhanın eğilme direncinin belirlenmesi,

TS EN 310'a göre yapılmıştır (TS EN 310, 1999). Standarda göre eğilme direnci 32 Nmm^{-2} 'den büyük, elastikiyet modülü ise 2500 N mm^{-2} 'den büyük olmalıdır. Eğilme direnci aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$f_m = \{(3 \times F_{\text{max}}(\text{max. Kuvvet}) \times M(\text{mesnetler arası uzaklık}) / (2 \times b(\text{genişlik}) \times t^2(\text{numune kalınlığı}))\}$$

Çekme Direnci Kontrolü; Önceden belirlenmiş kesim şablonuna uygun kesilen levha parçalarının en, boy, ağırlık ve kalınlıkları ölçülür. TS EN 319'da belirtilen metal aparatlar numunenin altına ve üstüne yapıştırılır. Metal parçaların birbirine çaprazlaması gerekmektedir (TS EN 319, 1999). Standarda göre çekme direnci 1 ile $1,8 \text{ N mm}^{-2}$ aralığında olmalıdır. Yapışma işlemi tamamlanmadan test yapıldığı takdirde levha metal aparattan ayrılır ve doğru sonuç alınamaz.

Serbest Formaldehit Miktarının Belirlenmesi; Lif levhada serbest formaldehit miktarının tayini TS 4894-EN 120 standardına göre perforatör metodu ile belirlenmiştir (TS 4894-EN 120, 1999). Standarda göre E1 ≤ 8 mg 100 g⁻¹ olmalıdır. E2 ise 8 ile 30 mg 100 g⁻¹ aralığında olmalıdır. Yöntemin prensibi; formaldehit, kaynayan toluen yoluyla Test numunelerinden ekstrakte edilir ve sonra destile su içerisinde aktarılır. Bu sulu çözeltinin formaldehit miktarı asetil aseton metodu ile fotometrik olarak tayin edilir.

3. Bulgular

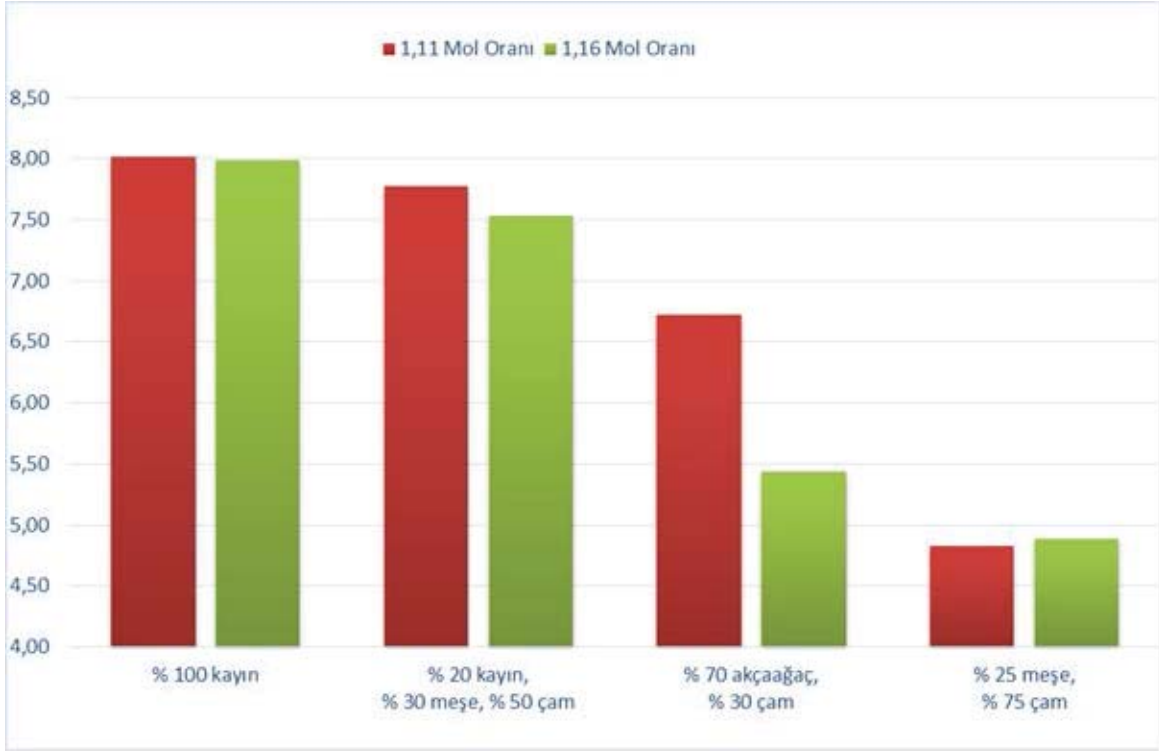
MDF üretiminde maliyetlerin büyük bir kısmını hammadde, enerji ve işçilik oluşturmaktadır. Bu çalışmayla; kullanılan en uygun hammaddeyi bulmak amaçlanmıştır. 4 farklı odun karışımı ve 2 farklı mol oranına sahip tutkal kullanılmıştır. Yapılan testler ve test sonuçları aşağıdaki gibidir;

3.1. Kalınlığına Şişme

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın su havuzlarında bekletilme sonucunda kalınlığındaki şişme miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Bütün denemelere ait 24 saat kalınlığına şişme miktarları Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kalınlığına şişme Oranları

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Kalınlığına Şişme oranı (%)
% 100 kayın	1,11	8,02
	1,16	7,99
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	7,78
	1,16	7,53
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	6,72
	1,16	5,44
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	4,83
	1,16	4,88



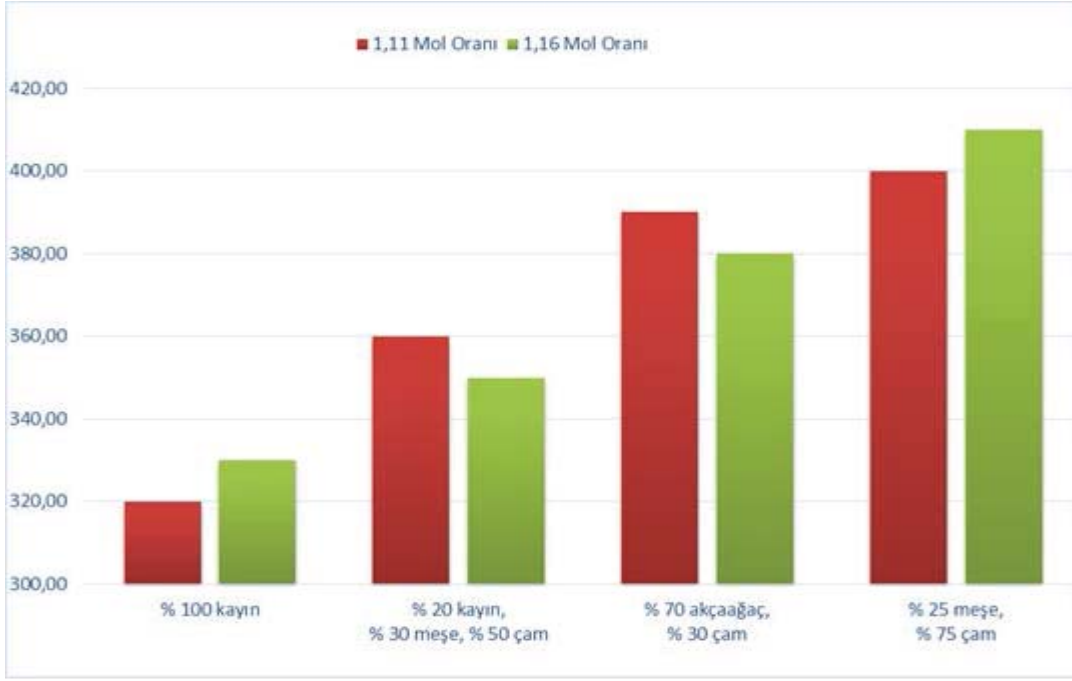
Şekil 1. Levhalarda kalınlığına şişme değerlerinin karşılaştırılması

3.2. Yüzey Absorpsiyonu (Yüzey Emiciliği)

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın yüzey emiciliği miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Bütün denemelere ait değerler Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Yüzey absorpsiyon değerleri

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Yüzey Absorpsiyonu Değerleri (mm)
% 100 kayın	1,11	320
	1,16	330
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	360
	1,16	350
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	390
	1,16	380
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	400
	1,16	410



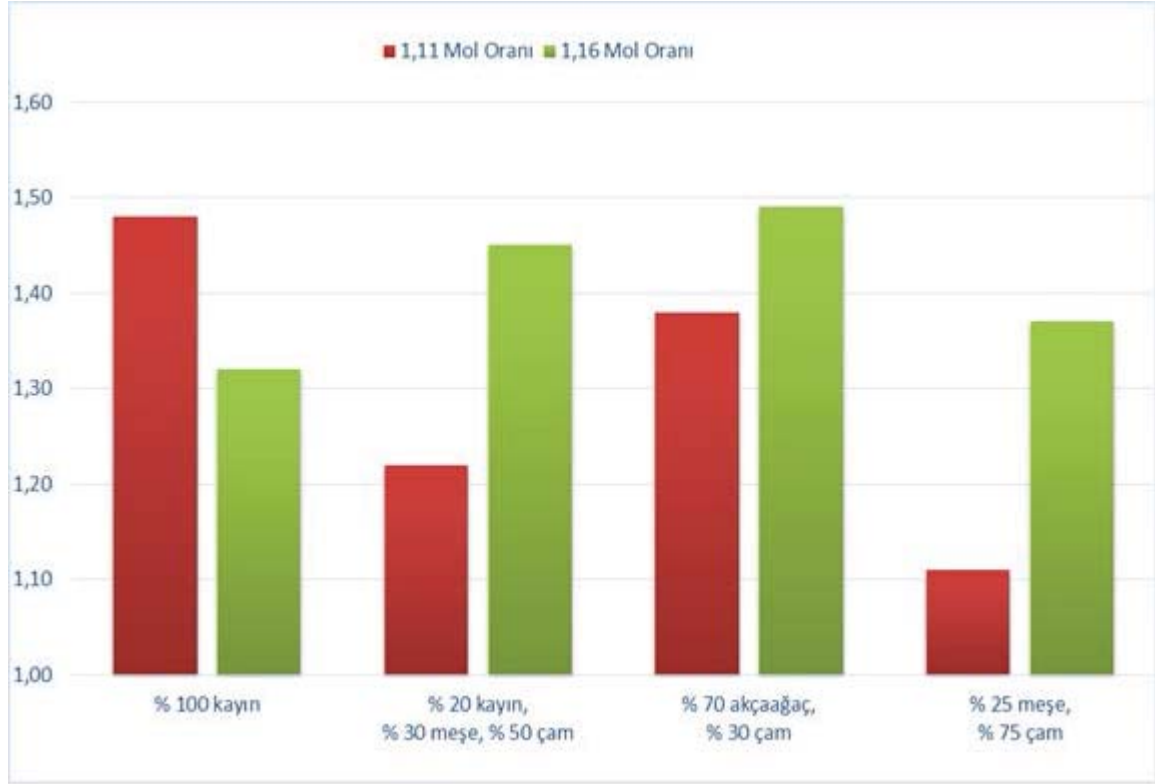
Şekil 2. Levhalarda yüzey absorpsiyon değerlerinin karşılaştırılması

3.3. Yüzey Sağlamlığı Testi

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın yüzey sağlamlığı üzerine etkisi incelenmiştir. Bütün denemelere ait değerler Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. Yüzey sağlamlığı değerleri

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Yüzey Sağlamlığı (N mm ⁻²)
% 100 kayın	1,11	1,48
	1,16	1,32
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	1,22
	1,16	1,45
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	1,38
	1,16	1,49
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	1,11
	1,16	1,37



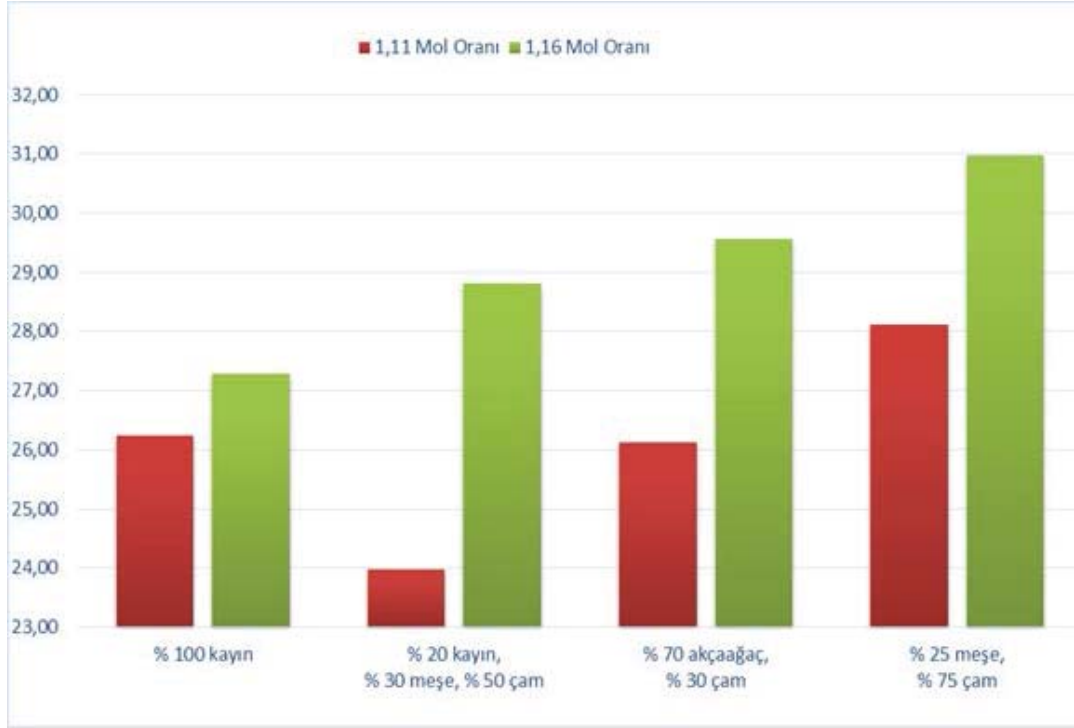
Şekil 3. Levhalarda yüzey sağlamlığı değerlerinin karşılaştırılması

3.4. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü Testi

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın eğilme direnci üzerine etkisi incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Eğilme Direnci (N mm ⁻²)	Elastikiyet Modülü (N mm ⁻²)
% 100 kayın	1,11	26,23	1921
	1,16	27,29	2055
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	23,97	1912
	1,16	28,81	2190
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	26,13	2332
	1,16	29,57	2209
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	28,11	2215
	1,16	30,97	2562



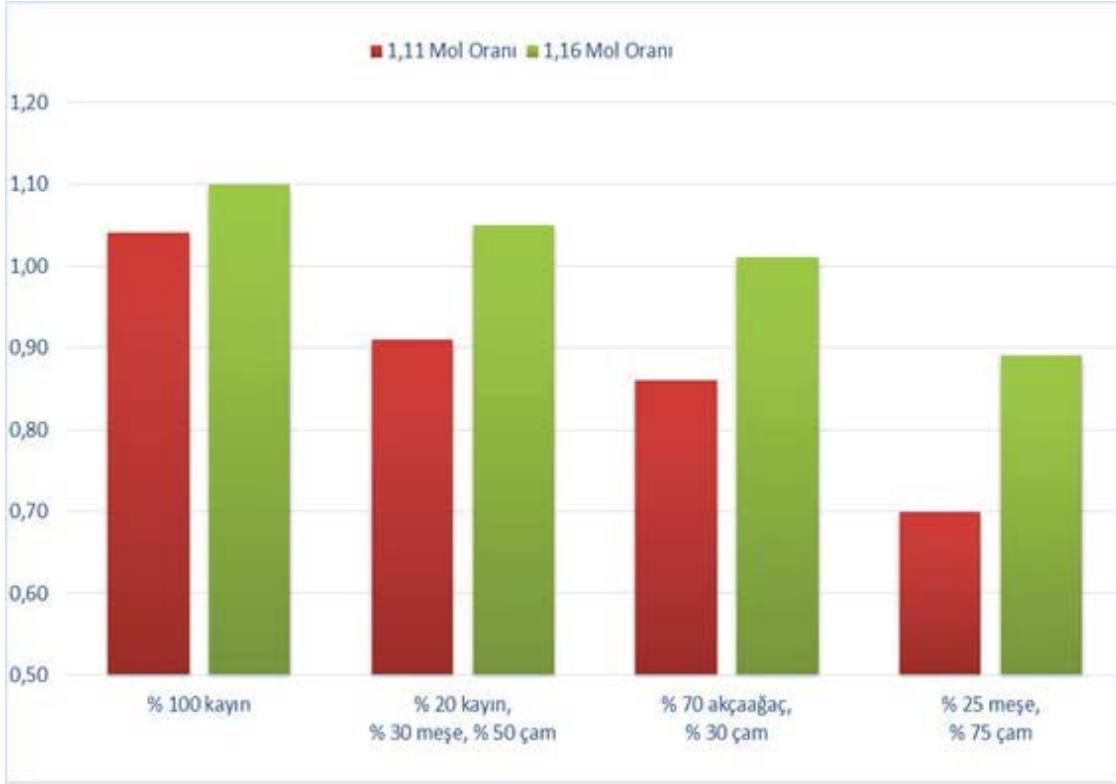
Şekil 4. Levhalarda yüzey sağlamlığı değerlerinin karşılaştırılması

3.5. Çekme Direnci Testi

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın çekme direnci üzerine etkisi incelenmiştir. Bütün denemelere ait değerler Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. Çekme direnci değerleri

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Çekme Direnci (N mm ⁻²)
% 100 kayın	1,11	1,04
	1,16	1,10
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	0,91
	1,16	1,05
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	0,86
	1,16	1,01
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	0,70
	1,16	0,89



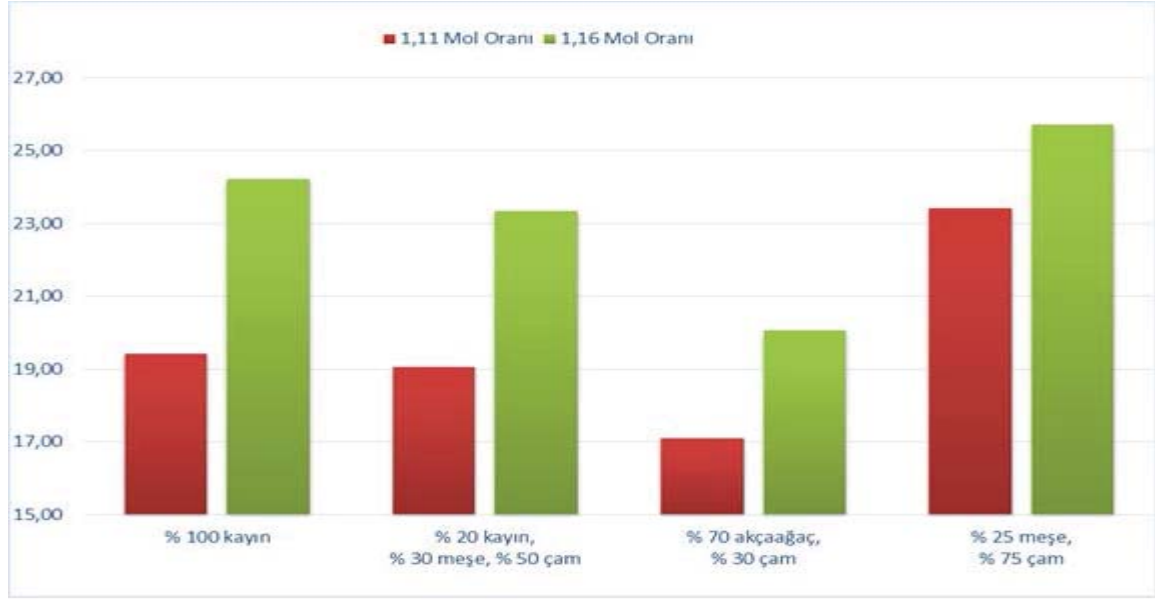
Şekil 5. Levhalarda çekme direnci değerlerinin karşılaştırılması

3.6. Formaldehit Emisyonu Testi

Yapılan çalışmada ağaç türleri ve tutkal mol oranının lif levhanın formaldehit emisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Bütün denemelere ait değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Formaldehit emisyonu değerleri

Odun Karışımı	Tutkal Mol Oranı	Formaldehit Emisyonu Ölçümü (mg100 g ⁻¹)	Rutubet %6,5'e göre
% 100 kayın	1,11	18,88	19,43
	1,16	23,35	24,21
% 20 kayın, % 30 meşe, % 50 çam	1,11	20,29	19,07
	1,16	25,64	23,33
% 70 akçaağaç, % 30 çam	1,11	18,53	17,11
	1,16	22,98	20,06
% 25 meşe, % 75 çam	1,11	22,22	23,42
	1,16	27,48	25,72



Şekil 6. Levhalarda formaldehit emisyonu değerlerinin karşılaştırılması

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan testlerde çekme direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzey dayanıklılığı ve formaldehit emisyonunun mol oranıyla doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Şişme ve su alma testlerinde ise farklılıklar gözlemlenmiş olup kesin bir sonuca varılamamıştır.

Karışımlara ait test sonuçları tek tek incelendiğinde %75 çam odunu bulunduran karışımda şişme oranlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Büyük bir oranı akçaağaçtan oluşan karışımın şişmesi ise diğer iki karışımın şişme değerlerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. %100 kayın ve kayın, meşe, çamdan oluşan karışım arasında ciddi bir fark görülmemiştir.

Günümüz teknolojisinde yaklaşık 5 dakikalık bir süre içerisinde güven düzeyi oldukça yüksek ölçüm sonucu alındığı göz önüne alınırsa kontrol sayısını arttırmak faydalı olacaktır. Çam oranı en yüksek olan karışımın yüzey sağlamlık değeri en düşüktür. Diğer karışımlarda ciddi bir fark görülmemiştir. Tutkal mol oranının düşmesiyle birlikte bütün karışımlarda yüzey sağlamlık değeri düşmüştür.

Lif levhaların yoğunluk artışına paralel olarak eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Sert ağaç lifleri preslenme esnasında daha büyük ve uzun yumuşak ağaç lifleri temas yüzeyini arttırdığı için, bağ yapma kabiliyetini arttırarak daha fazla yapışma alanı oluşturup lif taslağının daha fazla direnç

kazanmasına sağlar. Yapraklı ağaç ve iğne yapraklı ağaç karışım lifinden yapılan MDF'lerin eğilme direnci tek ağaç türünden üretilen levhalara göre daha yüksek bulunmuştur.

%75 çam odunu bulunan karışımın eğilme direnci ve elastikiyet modülü daha yüksek gelmiştir. Mol oranının 1,16 olan tüm testler mol oranı 1,11 olan testlerden daha yüksek değerlere sahiptir.

Çizelge 5'den de anlaşıldığı üzere %100 kayın ile üretilen levhaların çekme direnci değerleri en yüksektir. %75 çam bulunan karışımın çekme direnci değerleri diğer testlere göre daha düşüktür. Diğer karışımlarda önemli düzeyde farklar görülmezken, mol oranının 1,16 olan tüm testler mol oranı 1,11 olan testlerden daha yüksek değerlere sahiptir.

Yapılan araştırmalarda üretim şartlarında bir değişiklik yapılmadan meşe ile üretilen yonga levhalardan ayrılan formaldehit gazı miktarı, çam odunu ile üretilen yonga levhalardan ayrılan formaldehit gazına göre daha az olduğu saptanmıştır. Başka bir araştırmada ise ladin odununda yapılmış yonga levhalardan ayrılan formaldehit gazı miktarının, kayın odunundan üretilen yonga levhalardan ayrılan formaldehit gazı miktarından daha fazla olduğu görülmüştür. Kayın odunundan üretilmiş kontrplaklardan ayrılan gaz miktarının ise okume odununda üretilen kontrplaklardan ayrılan gaz miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Formaldehit emisyon miktarının daha aşağı seviyelere indiriminin en kolay ve en etkili yollarından biri serbest formaldehit miktarı düşük olan birleştiriciler kullanmaktır. Mol oranı düşük reçineler (Üre/Formaldehit) kullanılmalıdır. Formaldehit emisyon sınıfı E0 olan levhalar elde etmek için Ü/F oranı 1'in altında olmalıdır. E1 için mol oranı 1-1,1 aralığında olmalıdır. E2 sınıfı için mol oranı 1,2 civarında olmalıdır.

Çizelge 6 incelendiğinde mol oranı arttıkça gaz salınımının arttığı açık bir şekilde belli olmaktadır. Odun türüne bakıldığında %75 çam bulunduran karışım en yüksek formaldehit emisyonuna sahipken, asgari formaldehit emisyon değeri ise %70 akçaağaç bulunduran karışımda görülmüştür. %100 kayın odunu kullanılan teste bakıldığında ise formaldehit emisyonunun %70 akçaağaç kullanılan teste yakın ancak biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kaynaklar

- Şahin, H.T., Filiz, M., Kaya, A.İ., Sütçü, A., Usta, P., Çiçekler, M. 2011. Ahşap Esaslı Malzemelerden Formaldehit Emisyonu ve Etkileri. LAMİNArT,73: 116-119.
- Akbulut, T., Ayrılmış, N. 2001. Mdf Üretiminde Dikkate Alınması Gereken Hususlar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 51(2): 26–42.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. 2000. Odun Anatomisi, 1. Baskı. İstanbul, Türkiye İstanbul Üniversitesi Maatbası.
- Akbulut, T. 1991. Vezirköprü Fabrikasında Üretilen Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye.
- Anonim. 2018. Parafın. Erişim: <http://www.mercankimya.com.tr/parafin>. Erişim Tarihi: (31.11.2018).
- Bulut, Ö. 2018. Mdf Üretiminde Bazı Faktörlerin Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye, 2018.
- TS EN 310. 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317. 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 64 – 5 EN 622 – 5. 1999. Lif levhalar- Özellikler Bölüm: 5 Kuru İşlem Levhalarının (mdf) Özellikleri, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 382-1. 1999. Lif Levhalar, Yüzey Absorpsiyonu Tayini; Bölüm 1: Kuru Metoda Üretilen Lif Levhalarda Deney Metodu, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 311. 2002. Ahşap Esaslı Levhalar-Yüzey Sağlamlığının Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 322. 1993. Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 310. 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319. 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 4894-EN 120. 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Formaldehit Miktarının Tayini-Ekstraksiyon Metodu İle Ayırma, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.