

Nişasta Katkı Maddesinin Lif Levha (MDF) Üretiminde Kullanımı**Using Starch as an Additive in Medium Density Fiber Production****Cengiz GÜLER¹, A. Kemal YÜKSEK², Barış ALTINTA²****Özet**

Bu çalışmada; nişasta içerikli katkı maddesi olan ve Glucidex ticari adıyla bilinen (nişasta), üre formaldehit tutkal katı maddesine % 0, % 3, % 5, % 8, % 11 ve % 15 oranlarında ilave edilerek, üretilen orta yoğunluktaki MDF levhaların çeşitli teknolojik özellikleri, boyutsal stabilite ile formaldehit salımına etkisi incelenmiş ve kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Glucidex kullanılarak üretilen levhalarda boyutsal stabilite sağlanamamıştır. Ancak nişasta kullanım oranı arttıkça mekanik özelliklerde kısmi bir azalma ile birlikte formaldehit salımında % 18.83 oranda bir azalma eğilimi görölmütür.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik özellikler, formaldehit salımı, lif levha, niasta.

Abstract

In this study, a starch-based additive (Glucidex (starch)) is added to UF glue at 0 %, 3 %, 5 %, 8 %, 11 % and 15 %. Effects of these additives on various technological properties, dimensional stability and formaldehyde emission properties of Medium Density Fiberboards (MDF) were analyzed and compared to the control specimens. Using Glucidex did not improve the dimensional stabilities of the boards produced. However, adding more starch to UF glue caused a partial reduction in mechanical properties and a decrease (18.83 %) in the formaldehyde emission.

Keywords: Technological properties, formaldehyde emission, fiberboard, starch.

1. Giri

Kompozit levha üretimine olan ihtiyaç, dünya nüfusunun artmasına paralel olarak, her geçen gün artmaktadır. Orman ürünleri sektöründe ikinci en büyük endüstriyel ürün orta yoğunluktaki lif levha (MDF-Medium Density Fiberboard) olarak yer almaktadır.

Received:01 November 2016, Revised: 21 April 2017, Accepted: 16 June 2017

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

²Yıldız Sunta MDF Entegre A, Uzunbey Mah, Kartepe-Kocaeli

E-mail: cengizguler@duzce.edu.tr

Avrupa’da odun kökenli levha üretimi 2013 yılı itibariyle yaklaşık 68 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir. Bunun % 52’sini yongalevha ve % 31’ini liflevha oluşturmaktadır (Güler ve Çakmakçı, 2016).

MDF; odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden termomekanik yöntemler sonucu elde edilen liflerin, belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra sentetik yapıştırıcı ilavesiyle oluşturulan levha taslağının sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilen bir ürün olarak tanımlanmaktadır.

MDF üretiminde bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit gibi sentetik kimyasalların kullanılmasının sağlık sorunlarına yol açması sonucu özellikle kapalı ortamda, formaldehit miktarını sınırlandırmak için standartlar getirilmiştir.

MDF sektöründe kullanılan üre formaldehit tutkalı üretiminde formaldehitin ve ürenin reaksiyona girmesi belirli koşullarda gerçekleşmektedir. Mol oranına bağlı olarak reaksiyona girmeyen formaldehit serbest halde kalmaktadır. MDF üretimi sırasında pres aşamasında oluşan ikinci bir kondenzasyon reaksiyonu sırasında bağ oluşumu nedeniyle de bir miktar formaldehit serbest kalmaktadır. Bu iki nedenle üretilen MDF’lerin yapısında serbest halde bir miktar formaldehit kalmaktadır. MDF’lerde çıkan serbest formaldehitin insan ve canlı sağlığına etkisini azaltmak için Avrupa Birliği ülkeleri serbest formaldehit miktarını 2-8 mg formaldehit 100⁻¹ gr levha olarak sınırlandırmıştır. Hatta E₀ tip üre formaldehit olarak kabul edilen 2 mg formaldehit 100⁻¹ g levha üretmek için çalışmalar yapmaktadırlar.

Abbott ve ark. (2012) üre formaldehit yerine termoplastik nişasta kullanarak ürettikleri MDF levhaların mekanik özelliklerinin kabul edilebilir seviyede ve çevre dostu bir ürün olduğunu ifade etmektedirler. Kowaluk ve ark. (2013) ise termoplastik nişasta kullanarak üretilmiş MDF panellerin eğilme direnci, elastikiyet modülü ve kalınlık artımı gibi özellikleri incelenmiş ve üre formaldehit ile üretilen levhalara göre % 10 direnç özelliklerinin düşük olduğu, kalınlık artımının ise % 90 daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Jarusombuti ve ark. (2012) % 3 ve % 10 oranında nişasta kullanarak üretilmiş levhaların teknolojik özelliklerini incelemişler ve sonuçta nişasta kullanılmış levhalarda formaldehit emisyonunun daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ulbrich ve ark. (2012)’da patates nişastasını selüloz liflerinde kullanarak kağıdın katyonik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Yine termoplastik nişastanın ahşap kompozit malzeme üretiminde kullanıldığına dair araştırmalar yapılmıştır (Müller ve ark., 2014).

Bu çalışmanın amacı MDF üretiminde kullanılan liflere % 0, % 3, % 5, % 8, % 11 ve % 15 oranında nişasta katarak üretilen levhaların bazı teknolojik özelliklerinin karşılaştırılmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada % 60 haker sert (kayın, dış budak, meşe, kızılağaç) % 40 karaçam ve kızılçam ağaçlarının yongalama ve liflendirme ünitelerinden elde edilen lif karışımı kullanılmıştır (Yıldız Sunta MDF A.Ş.). Levhaların üretimi için 1:1.12 mol oranlı üre formaldehit tam kuru lif ağırlığına oranla set değeri 8.5 olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Üre formaldehit tutkalının özellikleri

Üretim Tarihi	07.02.2015
Mol Kesri	1.12
Katı Madde (%)	49.63
Dansite (20°C'de g cm ⁻³)	1.205
Viskozite (sn)	13.8
pH (20°C)	8.11
Jell – Time (100°C'de sn)	70
Su Toleransı	50/190

Her bir grupta ikişer adet levha üretilmiştir. A grubu levhalar kontrol örnekleridir. Dene levhalarının üretiminde daha önce fabrikada liflendirme yöntemi ile elde edilen lifler kullanılmıştır, Lifler % 3 rutubete kadar fabrikada kurutulmuştur. Levhalar laboratuvar ortamında 0.70 g cm⁻³ yoğunlukta ve 18 mm kalınlıkta her bir gruptan ikişer adet üretilmiş olup üretim koşulları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Her bir grup levha üretiminde hidrofobik madde olarak tam kuru lif ağırlığına oranla % 0.75 oranında eritilmiş en fazla % 8 yağ içeren katı parafin kullanılmıştır. Test örnekleri fiziksel özelliklerde 20, mekanik özelliklerde 10'ar adet olmak üzere TS-EN 326-1 (1999)'da belirlenen esaslara göre hazırlanmıştır. Kalınlık artımı belirlenmesi TS-EN 317 (1999), birim hacim ağırlığı tayini TS-EN 323 (1999), rutubet miktarının belirlenmesi TS-EN 322 (1999), eğilme direnci deneyleri TS-EN 310 (1999), eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 (1999), yüzeye dik çekme direnci deneyleri TS-EN 319 (1999) ve yüzey sağlamlığı TS-EN 311 (2005)'e göre belirlenmiştir. Formaldehit emisyonu fabrikada perforatör yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (TS 4894 EN 120, 1999).

Çizelge 2. MDF üretiminde karşılaştırılan levha grupları

Levha Grupları	Tutkal Türü	Nişasta oranı (%)	Pasta Kalınlığı (mm)	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Süresi (dk)	Pres Basıncı (N mm ⁻²)
A	ÜF	0	18	150	7	0.22-0.24
B	ÜF	3	18	150	7	0.22-0.24
C	ÜF	5	18	150	7	0.22-0.24
D	ÜF	8	18	150	7	0.22-0.24
E	ÜF	11	18	150	7	0.22-0.24
F	ÜF	15	18	150	7	0.22-0.24

Beyaz toz halindeki nişasta levha üretiminde tam kuru tutkal ağırlığına oranla, % 0, % 3, % 5, % 8, % 11 ve % 15 ilave edilerek life karıştırılmıştır (Çizelge 3; Glucidex, Roquette Tarım ve Gıda Ltd. Şti).

Çizelge 3. MDF üretiminde kullanılan nişastanın özellikleri

Fiziksel Durumu	Katı
Form	Toz
Renk	Beyaz
Koku	Kokusuz
pH (% 50 Konsantrasyonda)	4.7
Bağıl yoğunluk	~ 0.40
Suda Çözünürlük (20 ° C'de g l ⁻¹)	~ 600
Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı (° C)	~ 420
Asgari ateşleme enerjisi mJ	> 1.200
MRP (Basınç Maksimum Hızı sn'de) (N mm ⁻²)	~ 280
MaxP (Maksimum Basınç) (N mm ⁻²)	~ 6.5
Toz Patlama Sınırı K _{st} * (bar m s ⁻¹)	~ 76
Patlama Sınıfı (St)	1
Nem (%)	~ 4.9
Partikül Boyutu (µm)	~ 121

* K_{st}: Toz Patlama Sabiti (*Dust explosion constant*)

3. Bulgular ve Tartışma

Levhaların rutubet miktarları % 2.5 ile % 5 arasında değişmektedir. TS-64 622-1 de % 4-11 arasında olabileceği belirtilmiş, elde edilen değerler genel olarak bu sınırlar içerisinde (Çizelge 4).

Hedeflenen yoğunluk 0.70 g cm⁻³'tür. Levha grupları arasında istatistik anlamda önemli bir fark bulunmamıştır. TS-64 622-1 de levha içerisindeki yoğunluk farkı en fazla %7 olabileceği belirtilmiştir. Bu durumda standart değerler içerisinde olduğu kabul edilebilir.

Çizelge 4. Üretilen levhalarının fiziksel özellikleri (ortalama \pm standart sapma)

Levha	Yoğunluk (g cm ⁻³)	Su Alma (%)		Kalınlık Artımı (%)		Yüzey Ağırlığı (Kg m ⁻²)	Rutubet (%)
		2 Saat	24 Saat	2 Saat	24 Saat		
A	0.69 \pm 0.02	8.41 \pm 1.01	28.3 \pm 1.91	3.44 \pm 0.52	10.88 \pm 0.91	10.13 \pm 1.03	2.53 \pm 0.27
B	0.70 \pm 0.02	7.59 \pm 1.41	28.0 \pm 5.15	3.62 \pm 0.40	10.93 \pm 0.63	10.88 \pm 0.62	2.92 \pm 0.46
C	0.70 \pm 0.01	7.14 \pm 0.35	28.1 \pm 2.06	3.05 \pm 0.35	12.04 \pm 0.41	9.96 \pm 0.11	2.99 \pm 0.41
D	0.70 \pm 0.02	7.35 \pm 1.67	27.8 \pm 3.61	3.24 \pm 0.44	10.99 \pm 0.78	10.01 \pm 0.61	4.63 \pm 1.25
E	0.70 \pm 0.03	7.34 \pm 0.79	26.9 \pm 2.74	2.75 \pm 0.32	10.52 \pm 0.85	10.79 \pm 0.48	2.33 \pm 0.21
F	0.69 \pm 0.02	7.99 \pm 0.88	28.6 \pm 3.39	3.21 \pm 0.34	11.29 \pm 0.78	9.99 \pm 0.73	2.38 \pm 0.21

Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek B grubu levhalarda (% 3.62), en düşük E grubu levhalarda (% 2.75) olarak gerçekleşmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda ise en yüksek C grubu levhalarda (% 12.04), en düşük E grubu levhalarda (%10.52) olarak gerçekleşmiştir. Buna göre nişasta katılım oranı arttıkça levhalarda daha iyi boyutsal stabilite elde edildiği söylenemez. Kalınlık artımı için nişastanın olumlu bir etkisi yoktur. Levhalar arasında istatistiksel anlamda değişim önemsizdir. TS 64-5 622-5 (2005)'de nemli şartlarda kullanılacak hafif MDF levhalar için gerekli şartlarda 24 saat süre ile kalınlığına şişme 12 ila 19 mm kalınlıklar arasındaki levhalar için en fazla % 13 olarak belirtilmiştir. Bu durumda elde edilen sonuçlar tüm gruplarda standartlara uygun bulunmuştur.

Su alma miktarı tutkal türü ve sertleştirici türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek A grubu levhalarda (% 8.41), en düşük C grubu levhalarda (% 7.14) olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 28.6), en düşük E grubu levhalarda (% 26.9) olarak tespit edilmiştir. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir bilgi yoktur. Diğer yandan su alma miktarı levhalar arasında önemli bir fark olmayıp, nişasta kullanımının bir etkisi saptanmamıştır. Nişasta selülozik bir yapıya sahip olması nedeniyle su tutma kabiliyetinin yüksek olduğunu söylemek gerekir.

Yüzey ağırlığı deneyinde en yüksek B grubu levhalarda 10.88 kg m⁻², en düşük C grubu levhalarda 9.96 kg m⁻² olarak bulunmuştur. Levha grupları arasında önemli bir fark yoktur.

Çizelge 5. Deneme levhalarına ait mekanik özellikler (ortalama ± standart sapma)

Levha Tipi	Eğilme Direnci (N mm ⁻²)	Elastikiyet Modülü (N mm ⁻²)	Yüze Dik Çekme Direnci (N mm ⁻²)
A	15.53±1.78	2670.3±548.79	0.64±0.04
B	13.78±2.69	2182.1±375.99	0.62±0.09
C	13.73±2.13	2218.9±442.58	0.59±0.12
D	13.53±1.70	2259.4±605.43	0.73±0.13
E	13.54±1.41	2192.2±214.13	0.57±0.05
F	12.57±2.18	2154.5±458.75	0.55±0.08

Eğilme direnci en yüksek A grubu levhalarda 15.53 N mm⁻², en düşük F grubu levhalarda 12.57 N mm⁻² olarak tespit edilmiş olmakla beraber levhalar arasında önemli bir fark yoktur. Eğilme direncini en çok levha yoğunluğu etkilemektedir. Levha yoğunluğu arttıkça eğilme mukavemeti artar. Ancak hammadde gereksinimi de artar. Bu nedenle optimal eğilme direncine sahip levha üretiminin gerçekleştirilmesi ana hedeftir. Kullanılan tutkal oranının artırılması da eğilme direncini artırır (Güler, 2001). Kuru yöntemle üretilen lif levhaların eğilme direnci kullanım yerine göre değişiklik gösterir. Kuru veya nemli şartlarda kullanılan lif levhaların genel özellikleri TS 64-5 622 (2005)'te belirtilmiştir. Kuru şartlarda hafif MDF levhalar için istenen gereken şartlarda 12 mm'den büyük 19 mm'ye kadar olan lif levhalar için en az 13 N mm⁻² olarak belirtilmiştir. Genel olarak bütün levha grupları buna uygundur. Nişasta kullanım oranı arttıkça eğilme direncinde belirgin olmayan bir düşüş söz konusudur. 700 kg m⁻³ yoğunlukta üretilebilecek MDF levhalar için nişasta içerikli katkı maddesi % 15'e kadar rahat bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir.

Elastikiyet modülü eğilme direncine paralel olarak en yüksek A grubu levhalarda 2670 N mm⁻², en düşük F grubu levhalarda 2154 N mm⁻² olarak tespit edilmiştir. Kuru veya nemli şartlarda kullanılan lif levhaların genel özellikleri TS 64-5 622 (2005)'te belirtilmiştir. Kuru şartlarda genel amaçlı levhalar için (MDF-H tip) istenen gereken şartlarda 12 mm'den büyük 19 mm'ye kadar olan lif levhalar için en az 2400 N mm⁻², hafif MDF levhalar için min 1600 N mm⁻² olarak belirtilmiştir. Bu durumda genel olarak standartlara uygun bulunmuştur. Eğilme direncinde olduğu gibi nişasta kullanımı arttıkça elastikiyet modülünde kısmen bir düşme meydana gelmektedir.

Yüze dik çekme direnci en yüksek D grubu levhalarda 0.73 N mm⁻² en düşük F grubu levhalarda 0.55 N mm⁻² olarak bulunmuştur. TS 64-5 622 (2005)'te belirtilmiştir. Kuru şartlarda genel amaçlı MDF tip levhalar için istenen gereken şartlarda 12 mm'den büyük 19 mm'ye kadar olan lif levhalar için en az 0.55 N mm⁻², hafif MDF levhalar için min

0,45 N mm⁻² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda bu değerden yüksek bulunmuş olup standartlara uygundur. Nişasta kullanım oranı arttıkça kısmi bir düşüş olmuştur ancak bu fark çok önemli olarak kabul edilmez. Genel amaçlı üretimler için % 15'e kadar nişasta kullanımını mümkündür.

Çizelge 6. Formaldehit emisyonu ortalama değerleri

Levha Grupları	% nişasta	Perforatör Sonucu (mg formaldehit 100 g levha)
A	0	22.47
B	3	22.12
C	5	21.20
D	8	19.20
E	11	18.92
F	15	18.24

Formaldehit emisyonu değerlerinde her bir grup için 3 adet örnek alınmış olup ortalama değerler Çizelge 6'da belirtilmiştir. Buna göre en yüksek A grubu levhalarda 22.47 (mg formaldehit 100 g levha) en düşük F grubu levhalarda 18.24 (100 g levhada mg formaldehit) olarak tespit edilmiştir. Katı madde oranına göre tutkala katılan nişastanın formaldehit emisyonunu azaltmış olduğu görülmüştür. % 15 oranında nişasta kullanımına karşılık % 18.83 oranında formaldehit emisyonu azalmıştır. Jarusombuti ve ark. (2012)'da benzer sonuçlar bulmuşlardır.

4. Sonuç ve Öneriler

Levha üretiminde tutkala belirli oranda nişasta ilave edilmesi iç mekânlarda kullanılan bu levhalardan formaldehit emisyonunu önemli oranda azaltabilir. Nişasta kullanımının levha boyutunda ve direncinde olumsuz bir etkisi olmamasına rağmen formaldehit emisyonunu önemli oranda düşürmesinden dolayı levha üretiminde nişasta kullanımının yaygınlaştırılması önerilebilir.

Kaynaklar

- Abbott P.A., Conde J.P., Davis S.J., Wise W.R. 2012. Starch as a replacement for urea-formaldehyde in medium density fibreboard. *Green Chem.*, 14: 3067-3070.
- Güler C., Çakmıkcı H.A. 2016. Levha üretiminde alternatif kaynaklar. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 135: 40-50.
- Güler C. 2001. Pamuk saplarından (Cotton stalks) yonga levha üretimi olanaklarının araştırılması. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bartın.

- Jarusombuti S., Bauchongkol P., Hiziroglu S., Fueangvivat V. 2012. Properties of rubberwood medium-density fiberboard bonded with starch and urea-formaldehyde. *Forest Products Journal*, 62(1): 58-62.
- Kowaluk G., Szadkowska S., You L.W., Leng H.C., Grzebyk M. 2013. Thermoplastic starch as a binder in MDF production: a grain size effect. *For. and Wood Technol.* 83: 86-88.
- Müller P., Rennera K., Móczóá J., Feketea E., Pukánszky B. 2014. Thermoplastic starch/wood composites: Interfacial interactions and functional properties. *Carbohydrate Polymers*, 102: 821-829.
- TS 64 622-1. 2005. Lif levhalar - Özellikler - Bölüm 1: Genel özellikler.
- TS 64-5 622-5. 2005. Lif levhalar - Özellikler - Bölüm 5: Kuru işlemler levhalar (MDF) için gerekler.
- TS EN 310. 1999. Ahşap esaslı levhalar - Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini.
- TS EN 311. 2005. Ahşap esaslı levhalar - Yüzey sağlamlığı - Deney metodu.
- TS EN 317. 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.
- TS EN 319. 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar - Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.
- TS EN 322. 1999. Ahşap esaslı levhalar - Rutubet miktarının tayini.
- TS EN 323. 1999. Ahşap esaslı levhalar - Birim hacim ağırlığının tayini.
- TS EN 326-1. 1999. Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene Bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi.
- TS 4894 EN 120. 1999. Ahşap esaslı levhalar-Formaldehit miktarının tayini-Ekstraksiyon metodu ile ayırma.
- Ulbrich M., Radosta S., Kiebler B., Vorverg W. 2012. Interaction of cationic starch derivatives and cellulose fibres in the wet end and its correlation to paper strength with a statistical evaluation. *Strach Journal*, 64 (12): 972-983.