

MDF üretiminde Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal kullanımının levha özelliklerine etkisi

The effect of the use of dimethyloldihydroxyethyleneurea (DMDHEU) chemical in MDF production on the properties of the board

Meryem ONDARAL¹

Mustafa USTA²

Sedat ONDARAL²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin
Melek Yüksekokulu, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Meryem ONDARAL
mondaral@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

13.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Ondaral, M. , Usta, M. & Ondaral, S. (2022). MDF üretiminde dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal kullanımının levha özelliklerine etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 329-335 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094949



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Özet

Odun esaslı levhaların hidrofilik malzeme olmalarından dolayı üretimleri sırasında hidrofob özellik kazandıran kimyasal maddeler ile muamele edilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, orta yoğunluklu lif levha üretiminde çapraz bağlayıcı su itici reçine kimyasalı olan Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasalı kullanılarak, levha yoğunluğunun ve levha üretim sırasında kimyasalın life farklı ilave edilme şeklinin, levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Levha üretiminde Melamin Üre Formaldehit tutkalı (1,16 mol, %5 melamin katkılı), sertleştirici olarak amonyum klorür ve %2,2 oranında DMDHEU kimyasalı kullanılmıştır. DMDHEU kimyasalı lifin tutkallama işleminde life tutkallama öncesi (TÖ), tutkallama sonrası (TS) ve tutkal ile birlikte (TB) olmak üzere üç farklı şekilde ilave edilmiştir. DMDHEU kimyasalının ilavesi ile üretilen levhaların su alma ve şişme değerleri kontrol levhasına göre daha düşük olarak bulunmuştur. Üretilen levhaların yoğunluk değerlerinin artması ile su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Levhaların mekanik özelliklerinde levha yoğunluğunun artması ile iyileşmeler elde edilmekle birlikte kimyasalın TS ilavesinde ise özellikle eğilme (43,78 N/mm²) ve çekme direnci (1,78 N/mm²) değerlerinde en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MDF, su iticilik, DMDHEU, mekanik özellikler, su alma, kalınlığına şişme

Abstract

Since wood-based boards are hydrophilic materials, they should be treated with chemical substances that give hydrophobic properties during production. In this study, it was aimed to investigate the effects of board density and different ways of adding the chemical on the mechanical and physical properties of the board during board production by using dimethyloldihydroxyethyleneurea (DMDHEU), which is a cross-linking water-repellent resin chemical. Melamine urea formaldehyde resin (1.16 mol, 5% melamine added), ammonium chloride as a hardener, and 2.2% DMDHEU chemical were used in the production of the board. The DMDHEU chemical was added to the fiber in three different ways during the gluing process: before resin (BR), after resin (AR) and together with resin (TR). It was determined that the water absorption and thickness swelling values of the boards produced with the addition of the DMDHEU chemical were lower than the control board. It has been determined that the water absorption and thickness swelling values tend to decrease with the increase in the density values of the produced boards. Although improvements were obtained in the mechanical properties of the boards with the increase of the board density, the best results have been obtained in the addition of the chemical to TS, especially in the bending (43.78 N/mm²) and tensile strength values (1.78 N/mm²).

Keywords: MDF, water-repellency, DMDHEU, mechanic properties, water absorption, thickness swelling

1. Giriş

Odun esaslı levha endüstrisi artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte gelişmiş, odun esaslı levha endüstrisi içerisinde önemli bir yeri olan lif levha endüstrisi ise artan üretim kapasitesi ile birinci sırada yer almıştır. Lif levhaya olan talep endüstriyel kullanım alanının fazla olması, dayanıklı ve istenilen özelliklerde üretilebilen bir malzeme olması nedeniyle talep her geçen gün artmaktadır. Ancak, higroskopik özellikte olan liflerden üretilen lif levhalar su-nem etkisiyle fiziksel ve mekanik direnç özellikleri değişen malzemelerdir (Carll ve Widenhoeft, 2009). Dolayısıyla lif levhaların su ve neme karşı dirençli hale getirilmeleri için su itici kimyasal madde ilavesi ile üretilmeleri önemli bir konu olmuştur (Torkaman, 2008).

Su molekülleri liflerin yüzeyinde bulunan serbest hidroksil grupları ile bağ yapmakta ve levhanın şişmesine neden olmaktadır. Su, selülozun amorf kısımlarında bulunan bütün hidroksil grupları ile bağ yapmakta, kristalen bölgede ise lif yüzeyindeki -OH grupları ile bağ yapabilmektedir. Lifin kristalen yapısındaki -OH grupları daha düzenli ve birbirlerine daha yakın olarak bulduklarından bu kısma su girişi daha az olmaktadır. Şişme amorf bölgede olmakta ve amorf bölgenin fazla olması şişmenin daha fazla olmasını ifade etmektedir (Şahin, 2013). Lif içerisindeki amorf bölgenin su itici kimyasal veya tutkal ile güçlü bağ kurması levhanın su alma- şişme değerlerinin azaltılmasında önemli olacaktır.

Lif levhaların su ve nem almasını engellemek amacıyla çeşitli kimyasallar denenmiştir. Su itici kimyasalların levhanın su absorpsiyonu ve şişme değerlerini iyileştirirken mekanik özelliklerini de bozmaması önemli bir konudur. Levha endüstrisinde vaks ve kolofan gibi su itici kimyasalların kullanımını denemiş fakat vaks kullanımının %1 oranından fazla olması durumunda levhaların mekanik özelliklerinin bozulduğu belirtilmiştir (Nazerian ve ark., 2015).

Çapraz bağlayıcı reçineler selüloz moleküllerinin arasında bulunan zayıf hidrojen bağlarının arasına girerek, daha güçlü olan kovalent bağ oluşumunu sağlarlar. Kırışmayı önleyen kimyasallar selüloz moleküllerinin hareket etmesini önlemekte ve liflerin ölçülerinin değişmemesinde etkili olmaktadır (İlter, 2017).

DMDHEU kimyasalı lignin ve hemiselülozun hidroksil grupları ile reaksiyon verebilmesinin yanı sıra kendi arasında da çapraz bağ oluşturabilmektedir (Yasuda ve ark., 1994). DMDHEU kimyasalı selüloz molekülleri ile bağlanabileceği dört noktası

aracılıkla çapraz bağ yapabilmektedir. Bunlar metilol grupları (iki N-metilol) ve hidroksil (iki ikincil) gruplarıdır (Mamin'ski ve ark., 2013; Ibrahim ve ark., 2008; Padzil ve ark., 2018). Lewis asit katalizöründe, kondenzasyon oluşumunda ilk önce metilol daha sonra hidroksil grupları selüloz molekülünün hidroksil grupları ile ester bağları kurar. Oluşan bu yeni yapılar selülozun içerisindeki hidrojen bağlarının yerine geçer ve güçlü kovalent bağ oluştururlar (Zinetbaş, 2015; Homan ve Jorissen, 2004; Kong ve ark., 2016). Oluşan bu kovalent bağlar su ve nem geçişini engellemektedir. DMDHEU kimyasalının lif hücre duvarı polimerlerindeki hidroksil grupları kapatarak, hücre duvarı içindeki polimerlerin çapraz bağlanması ile küçük mikro ölçüde boşluklar oluşturarak su ve nem geçişini engelleyebileceği belirtilmiştir (Xie ve ark., 2015).

Son zamanlarda özellikle tekstil endüstrisinde buruşmazlık önleyici olarak çapraz bağlayıcı reçine grubunda yer alan DMDHEU kimyasalı kullanılmaktadır (Yang ve ark., 2009; Hsiung ve ark., 2004). Bu kimyasalın levha endüstrisinde odun özelliklerini ve dayanıklılığını geliştirmede, su direncini artırmada, odun dokusu içerisinde mantar penetrasyonunu (içine girme) ve bozunumunu önlemede etkili olduğu belirtilmiştir (Dieste ve ark., 2009; Xie ve ark., 2013; Maminski ve ark., 2016). DMDHEU buruşmazlık kimyasalı tekstil endüstrisinde kullanılmakla birlikte bu maddeyle odun koruma alanında da yapılan çalışmalarda mevcuttur. Literatürde DMDHEU çapraz bağlayıcı reçinenin ahşap yapıştırma teknolojisinde kullanılması hakkında çeşitli raporlar bulunmaktadır. Ayrıca, ahşap teknoloji alanında başarıyla kullanılmasının yanında ahşap ve kaplama modifikasyonlarında kullanıldığına dair raporlar bulunmaktadır (Militz, 1993; Sudiyanı ve ark., 1996; Krause ve ark., 2003; Wepner ve ark., 2006; Dieste ve ark., 2009). Pfeffer ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada ince kaplama şeritlerinin DMDHEU kimyasalı ile işleme sonucunda bu kimyasalın ahşabın içerisinde bulunan lignin ve selülozun bozulmasını kısmen azalttığını ve yapay hava koşullarında ahşap hücre duvarlarını stabilize ettiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada çapraz bağlayıcı su itici kimyasal madde olan DMDHEU ile üretilen levhaların fiziksel (su alma- kalınlığına şişme) ve mekanik özellikleri üzerinde, kimyasalın life verilme şeklinin ve levha yoğunluğunun etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada hammadde olarak Çamsan A.Ş.'den (Sakarya) temin edilen %50 iğne yapraklı ve %50

yapraklı odun liflerinden oluşan karışık lifler kullanılmıştır. Tutkal ve tutkal sertleştirici Çamsan A.Ş.'den (Sakarya) temin edilmiştir. Kullanılan tutkal (F/Ü) 1,16 mol oranında %5 melamin katkılı Melamin üre formaldehit (MÜF) tutkalı olup tutkal sertleştirici olarak ise amonyum klorür kullanılmıştır. Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal maddesi Setaş Kimya Sanayi A.Ş. den (Tekirdağ) temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Fabrikadan temin edilen lifler ıslak olduğu için laboratuvarda serilerek kurutulmuş, ve sonrasında oluşan lif toprakları açılmıştır. Bu lifler daha sonra deneme levhalarının üretimi öncesi istenen rutubet derecesine kadar kurutma fırınında kurutulmuştur. Deneme levhalarının yapımında kullanılan tutkal tam kuru lif miktarına göre %20, sertleştirici miktarı ise tam kuru tutkala göre %2 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan kimyasal miktarı tam kuru life göre %2,2 olarak hesaplanmıştır. DMDHEU kimyasalının life tutkal ilave edilmesinden önce (TÖ), tutkal ile birlikte (TB) ve life tutkal ilavesinden sonra (TS) püskürtülmesi olarak üç farklı şekilde uygulanması ile levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan levha taslağı (300*300*10 mm) tek katlı preste 180° C'de 45-30 kg/cm² basınç altında 210 saniye süre ile preslenerek levha haline getirilmiştir. Üretilen levhalar oda sıcaklığında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Denge rutubetine ulaşan levhalar testler için hazırlanmıştır.

2.2.1 Levha testleri

Su alma ve kalınlığına şişme oranlarının belirlenmesi: Su alma ve kalınlığına şişme oranları EN 317 (1999) standardına göre örneklerin 24 saat suda bekletilmesi sonucunda belirlenmiştir.

Yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi: Örneklerin yüzeye dik yöndeki çekme direnci EN 319'da (1999) belirlenen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiş ve yüzeye dik çekme dirençleri hesaplanmıştır.

Eğilme direnci ve elastikiyet modülünün belirlenmesi: Deney örnekleri EN 310 (1999) standardına göre hazırlanmış, elastikiyet modülü ve eğilme dirençleri hesaplanmıştır.

Yoğunluk değerinin belirlenmesi: Örneklerin yoğunluk değerleri EN 323 (1999) standardında belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

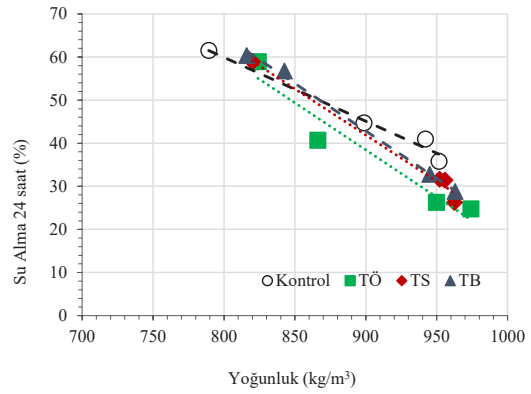
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri

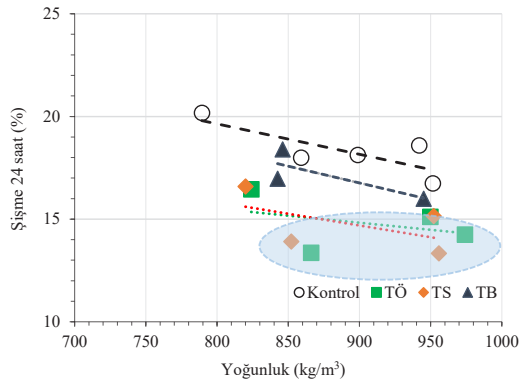
Farklı yoğunluk değerlerine sahip deneme ve kontrol grubu levhaların su alma ve şişme değerlerindeki değişimler Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

DMDHEU (%2,2) kimyasalı ile üretilen levhaların yoğunluk değerlerinin artışı ile birlikte su alma oranlarında azalma olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, levha üretiminde kimyasalın liflere uygulanma şeklinin (TÖ,TB,TB) farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Levha yoğunluğunun 940-960 kg/m³ olduğu alan incelendiğinde kontrol grubu levhaların daha fazla şiştiği ve ölçülen değerlerin %38 civarında olduğu tespit edilmiştir. En düşük su alma değeri kimyasalın TÖ ve TS life ilave edilmesi ile üretilen levhalardan elde edilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde yoğunluk artışı ve DMDHEU kimyasalının life verilme sırasına göre kalınlığına şişme oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, levha yoğunluğu arttıkça levhaların şişme yüzde değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Levha örneklerinin su alma (%) değerlerindeki değişim
Figure 1. Change in water absorption (%) of board samples



Şekil 2. Levha örneklerinin kalınlığına şişme (%) değerlerindeki değişim

Figure 2. Change in thickness swelling values (%) of board samples

Doğrusal eğilim çizgisi dikkate alındığında, levha yoğunluğunun yaklaşık 850 kg/m^3 olduğu uygulamalarda kontrol grubunun %18; TB uygulamasının %18,4; TÖ uygulamasında %13,4 ve TS uygulamasında ise %13,9 şişme yüzdesi olduğu görülmektedir. Levha yoğunluk değeri 950 kg/m^3 olan uygulamalarda ise en düşük şişme değeri kimyasalın TS uygulamasında görülmektedir. Levhaların su alma ve şişme oranlarının azaltılması lifde bulunan serbest -OH gruplarının güçlü bağ oluşturmasına ve bu bağların bozulmamasına bağlıdır. Liflerin bu tür güçlü bağ oluşturmasının çapraz bağlayıcı kimyasallar ile sağlanabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Mamiński, 2018). Çalışmamızda kullanılan DMDHEU kimyasalı bu gruba örnek bir kimyasaldır. Lif ve kimyasal arasında kurulan bağ, kimyasalın metilol grupları ile lifin -OH grupları arasında kurularak oluşmaktadır. DMDHEU kimyasalı ısı uygulaması ile çapraz bağ kurabilen ve sertleşen, sertleştiği yüzeyi kapatma özelliğine sahip bir kimyasal maddedir (Yasuda ve ark., 1994). Ayrıca, DMDHEU kimyasalı düşük sıcaklıkta hızlı sertleşme verebilen bir kimyasaldır (US 4442257, 1984).

DMDHEU kimyasalının kullanılması ile levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin kontrol grubu levhaya göre azaldığı tespit edilmiştir. Levhalardaki su alma ve şişme oranlarının azalması DMDHEU kimyasalının, lifin serbest -OH grupları ile kurduğu çapraz bağ yapısına, bağ sayısına ve oluşan bu çapraz bağlar sayesinde lifler üzerinde bağ yapabilecek -OH gruplarının sayısının azalmasına, bununla birlikte; suyun lifler arasına girme ve lif-kimyasal madde arasındaki çapraz bağı etkilememesine bağlanmıştır. Suyun girişinin bu yapıların varlığı ile engellenmiş olduğu ve levhaların su alma değerlerinin bu şekilde azaldığı sonucuna varılmıştır (Maminski ve ark., 2018; Baishya ve Maji, 2014).

Levhaların su alma ve şişme değerlerinin azaltılmasında kullanılan kimyasalın yanı sıra tutkal çeşidi de önemli olmaktadır. Levhanın iç mekân veya dış mekân kullanımında tutkal kullanımı farklılık arz etmektedir. Dış mekân uygulamalarında melamin içerikli ve fenolik tutkal kullanımı tercih edilmektedir. Melaminin su itici özelliğinin olması melamin içerikli tutkallara da bu özelliği kazandırmaktadır. Melamin üre formaldehit tutkalı kullanımının levhanın su alma ve şişme değerlerinde iyileştirme (azalma) yönünde etkili olacağı bilinmektedir (Pizzi, 2003).

Çalışmada melamin üre formaldehit tutkalı kullanımı ve çapraz bağlayıcı kimyasal kullanımı levha-

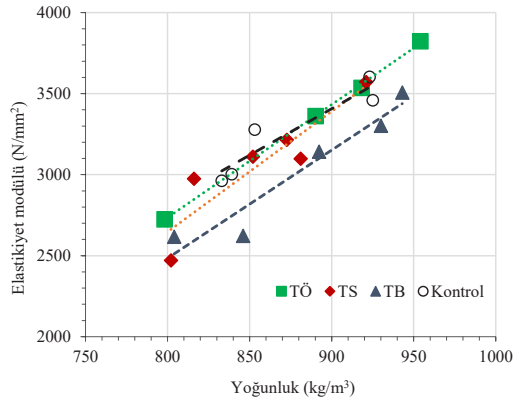
ların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde beklenildiği gibi iyileştirmeler yapmıştır. İlave edilen kimyasalların sadece lif ile bağ kurması sağlanamamakta, tutkal ve kimyasalın reaksiyona girmesi de söz konusu olabilmektedir. Bu durumu gözlemek ve değerlendirmek amacı ile çalışmada farklı şekillerde life kimyasal ilavesi yapılmıştır. Şekil 1 ve Şekil 2'de görüldüğü üzere kimyasalın farklı ilave şekillerine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Tutkal ve kimyasalın birlikte karıştırılarak levha üretiminde kullanılması durumunda elde edilen sonuçlarda kontrol levhasının sonuçlarına göre iyileşme kaydedilmiş; fakat tutkal öncesi ve tutkal sonrası kimyasal ilave edilen levha sonuçlarına göre ise daha yüksek su alma ve kalınlığına şişme değerleri elde edilmiştir. Bu durum tutkal ile birlikte kimyasalın karıştırılarak life ilave edilmesi esnasında, tutkal ve kimyasalın birlikte etkileşime girmesi sebebiyle lif ile oluşturulan bağ sayısında azalma olduğunu düşündürmüştür. Tutkal sonrası kimyasalın ilave edilmesi ile elde edilen kalınlığına şişme oranının daha düşük olması şu şekilde yorumlanmıştır. MÜF tutkalının ilk olarak liflere verilmesi ile liflerin serbest -OH grupları ile tutkal arasında bağ kurulmaktadır. Lifin bağ kuramamış -OH grupları ile DMDHEU kimyasalı arasında kurulan çapraz bağların levhanın suya maruz kalması durumunda levhanın şişme yüzde değerinin azalmasında etken olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Wascher ve ark., 2017). Tutkal sonrası DMDHEU ilave edilmesi ile DMDHEU ve MÜF tutkalının olumsuz etkileşimide önlenmiş olmaktadır.

Levha yoğunluk değeri, levhanın su ve nem alması durumunda su alma-şişme değerlerini etkileyen önemli bir parametredir. Levha yoğunluk değerinin artması ile levhanın su alma ve şişme değerlerinin arttığı bilinmektedir (Hong ve ark., 2017). Levhanın yoğunluk değerinin artması ile levhada daha fazla miktarda lif bulunması dolayısıyla, levhanın daha fazla su alması anlamına gelmektedir. Çalışmada üretilen levhalarda tersi bir durum oluşmuştur. Levha yoğunluk değerlerinin artışı ile beraber levhaların su alma değerlerinin düzenli azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu durum, lif miktarının artması ile kimyasal ve lif arasında daha fazla çapraz bağ sayısı elde edilebildiğini ve basınç altında oluşturulan levha içerisinde ki lifler arasındaki boşlukların azaldığını ve levha içerisinde suyun penetre (içine girme) olabileceği boşluklarda azalma olduğunu düşündürmüştür. Şekil 1 ve Şekil 2'de elde edilen sonuçlarda bu durumu desteklemektedir.

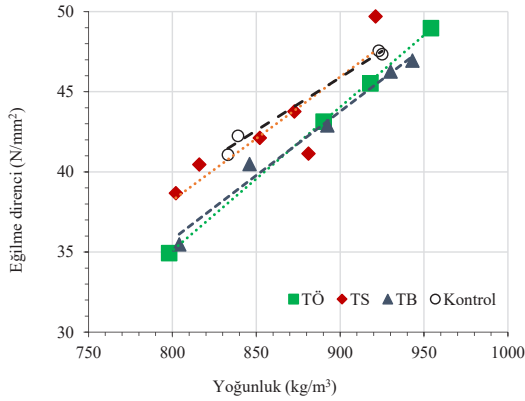
3.2. Levhaların Direnç Özellikleri

Farklı yoğunluk değerlerine sahip levhaların me-

kanik özelliklerindeki değişim Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te görülmektedir. Levhaların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde, DMDHEU kimyasalının TÖ ve TS life ilave edilmesi ile üretilen levhalarda kontrol grubuna yakın bir değişim gözlenirken, kimyasalın TB ilavesi ile üretilen levhalarda daha düşük elastikiyet modülü değeri elde edilmiştir. Liflevhaların yoğunluk artışı ile elastikiyet modülü değerlerindeki artış DMDHEU kimyasalının life farklı ilave edilme şekillerinin hepsinde görülmüştür.



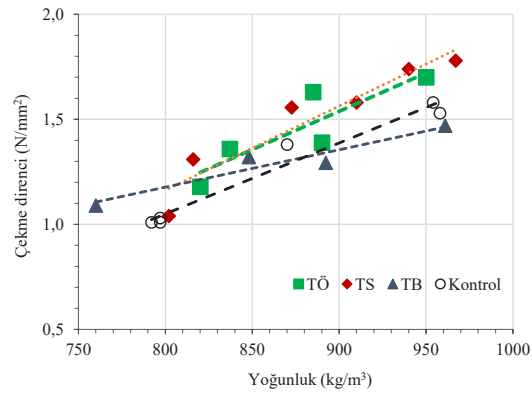
Şekil 3 Levha örneklerinin elastikiyet modülü (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 3. Change in modulus of elasticity (N/mm²) of board samples



Şekil 4. Levha örneklerinin eğilme direnci (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 4. The change in the bending strength (N/mm²) values of the board samples

Levhaların eğilme direnci değerleri incelendiğinde, kontrol grubuna en yakın uygulamanın tutkallamadan sonra DMDHEU kimyasalının life verilmesi ile gerçekleştirilen levha üretim yöntemi olduğu görülmektedir. DMDHEU kimyasalının %2,2 oranında ilavesi ile gerçekleştirilen üretimlerde kimyasalın TB ve TÖ uygulamalarında daha

düşük performans verdiği tespit edilmiştir. Levha yoğunluk değerlerinin artması ile eğilme direnci değerleri artmış, en yüksek eğilme direnci TS kimyasal ilave edilen levha örneklerinden elde edilmiştir. Levhaların çekme direnci değerlerinin levha yoğunluğunun artışı ile birlikte arttığı tespit edilmiştir. Şekil 5'ten görüleceği üzere TS ve TÖ uygulanan DMDHEU kimyasalı TB uygulamasına göre levhaların çekme direncini daha etkili şekilde iyileştirmiştir. Şekil 5'ten diğer iki grafiğin aksine TB kimyasal ilavesi ile üretilen levhaların çekme direnci değerlerinin kontrol grubu levhalara daha yakın değerler olduğu görülmüştür.



Şekil 5. Levha örneklerinin çekme direnci (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 5. The change in the tensile strength (N/mm²) values of the board samples

Levhaların yoğunluk değerlerinin artışı ile birlikte mekanik özelliklerinin iyileşmesi beklenen bir sonuçtur (Akbulut ve Ayrılmış, 2001). Bu durumun nedeni, Hong ve ark. (2017) göre levha yoğunluğunun artması levhanın yüksek sıkıştırma mekanizmasına bağlı olarak lifler arası mesafenin azalmasına, lifler arası temas alanının artmasına ve lifler arasındaki boşlukların azalmasına bağlı olarak levhaların mekanik özelliklerinin iyileşmesine bağlanmıştır. Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü üzere levhaların mekanik özelliklerinin levha yoğunluğu değerinin artışı ile arttığının görülmesi ile birlikte burada asıl vurgulanmak istenilen durum kimyasalın life ilave edilme şeklinde mekanik özelliklerin nasıl etkileneceğidir.

Bu çalışmada, kullanılan DMDHEU kimyasalı ve tutkal etkileşimi ile bunların lif ile bağ yapma durumlarının mekanik özelliklere etkisi değerlendirilmiştir. Üretilen levhaların mekanik özelliklerinde, kimyasalın tutkal sonrası ve tutkal öncesi life ilavesinin, tutkal ile birlikte kimyasalın life ilave edilmesine göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum, DMDHEU kimyasalının

tutkal ile karıştırılmadan tek başına verilmesi ve aynı zamanda tutkalında tek başına verilmesinin lif ile daha çok bağ yapmayı sağlamış olması ile açıklanmaktadır.

Liflevhaların mekanik özelliklerini belirlemede Özen'e (1975) göre eğilme direnci tam olarak doğruyu yansıtmamaktadır. Çekme direnci ve Elastikiyet modülü levha özelliklerini belirlemede daha doğru karar verme yöntemidir. Levhaların çekme direnç değerlerinde lifler arasındaki bağ kuvvetinin etkili bir parametre olduğu bilinmektedir. Kimyasalın tutkal öncesi veya tutkal sonrası ilavesi ile lif- kimyasal bağının daha kuvvetli olduğu elde edilen çekme direnci sonuçları ile de desteklenmektedir. Levhaların elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesinde lif uzunluğu etkili bir parametredir. Hammadde olarak uzun liflerden üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri daha yüksek olmaktadır. Çalışmamızda %50 uzun lif ve %50 kısa lif kullanılması, yüksek elastikiyet modülü değerleri elde edilmesinde etken olmuştur. Ayrıca, kullanılan kimyasalın, lif-tutkal karışımıyla güçlü bağ oluşturulmasının ve hammadde özelliğinin de bu değerlerin yüksek bulunmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, DMDHEU kimyasalının kullanılması ile üretilen levhaların, levha yoğunluğunun ve kimyasalın life farklı ilave (TÖ, TB, TS) edilme şeklinin levha özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kimyasalın bütün ilave şekillerinde uygulanması ile levha yoğunluğunun artmasına da bağlı olarak bu levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde iyileşme (azalma) sağladığı görülmüştür. Bu iyileşme levhaların su ve neme karşı direncinin arttığı anlamına gelmektedir. Levhaların su alma ve şişme değerlerindeki en fazla iyileşme kimyasalın tutkal sonrası ilavesi ile üretilen levhalardan elde edilmiştir.

Kimyasalın bütün ilave şekillerinde levha yoğunluğunun artışı ile levhaların elastikiyet modülü, eğilme direnci ve çekme direnci değerlerinde de artışlar elde edilmiştir. Eğilme ve çekme direnci değerlerindeki en fazla artış kimyasalın tutkallama sonrası (TS) ilave edilmesi ile üretilen levhalarda tespit edilmiştir. Çalışma sonucu olarak, kullanılan bu kimyasal maddenin uygulama miktarının endüstriyel ölçekli üretimde maliyet hesabı ve levhanın kullanım yeri özellikleri de dikkate alınarak hesaplanması önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan tutkal, sertleştirici ve lifin

teminini sağladıkları için Çamsan A.Ş. (Sakarya) firmasına ve DMDHEU kimyasalının temini için Setaş Kimya Sanayi A. Ş. (Tekirdağ) firmasına teşekkür ederiz.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akbulut, T., Ayrılmış, N., 2001. MDF üretiminde dikkate alınması gereken hususlar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 52, 2.

Baishya, P., Maji, T. K., 2014. Studies on effects of different cross-linkers on the properties of starch-Based Wood Composites. American Chemical Society, 2, 1760-1768. <https://doi.org/10.1021/sc5002325>

Carll, C., Widenhoeft, A.C., 2009. Moisture-related properties of wood and the effects of moisture on wood and wood products. IN: Moisture control in buildings: the key factor in mold preventions / Heinz R. Trechsel and Mark T. Bomberg, editors. 2nd ed. West Conshohocken, PA: ASTM International, 4, 54-79.

Dieste, A., Krause, A., Bollmus, S., Militz, H., 2009. Gluing ability of plywood produced with DMDHEU-modified veneers of *Fagus sp.*, *Betula sp.*, and *Picea sp.* *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 29:206-209. doi:10.1016/j.ijadhadh.2008.05.001

EN 310, 1999. Particleboards and fiberboards, determination of modulus elasticity in bending and bending strength, European Committee for Standardization, CEN, Brussels.

EN 317, 1999. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion in water. CEN, Brussels.

EN 319, 1999. Particleboards and fibreboards. determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board, CEN, Brussels.

EN 323, 1999. Wood based panels, determination, of density, CEN, Brussels.

Homan, W. J. Jorissen, A. J. M., 2004. Wood modification developments. *Heron*, 49(4), 361-385

Hong, M.-K., Lubis, M. A. R., Park, B.-D., 2017. Effect of panel density and resin content on properties of Medium Density Fiberboard. *Journal Korean Wood Science Technology* 2017, 45(4): 444~455, pISSN: 1017-0715 eISSN: 2233-7180 <https://doi.org/10.5658/WOOD.2017.45.4.444>

Hsiung, -H. H., Huang, H. Y., Wang, Y. H., Wang, C., Chen, J. C., Cheng, C. C., 2004. Physical properties and reaction kinetics of cotton cellulose crosslinked with Di-

- methyloldihydroxyethyleneurea–Maleic Acid. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 92, 3886–3893. <https://doi.org/10.1002/app.20417>
- Ibrahim N. A., Allam, E. A., El-Hossamy, M. B., El-Zairy, W. M., 2008. Options for enhancing performance properties of easy-care finished cellulose/wool blended fabrics. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 47:3, 281-292. <https://doi.org/10.1080/03602550701869943>
- İlter, M., 2017. Ütülenin kimyası http://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/92ae65eb0bcea33_ek.pdf, (Ziyaret tarihi: 07.07.2021)
- Kong, M. T., Lim, T. W., Król, P., Auriga, R., Mamiński, M. Ł., 2016. 1,3-Dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea as a potential alternative binder for Plywood. *The Journal of Adhesion*, 92:908-915. DOI:10.1080/00218464.2015.1057338 <https://doi.org/10.1080/00218464.2015.1057338>
- Krause, A., Jones, D., Zee van der M, Militz, H., 2003. Interlace treatment—wood modification with N-methylol compounds. In: Proceedings of 1st european conference on wood modification. Ghent, Belgium pp 317–327.
- Mamiński, M. Ł., Witek, S., Szymona, K., Parzuchowski, P., 2013. Novel adhesive system based on 1,3-Dimethylol-4,5-Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU) and hyperbranched polyglycerols. *European Journal of Wood and Wood Product* 71:267–275. <https://doi.org/10.1007/s00107-013-0680-9>
- Mamiński, M., Kozakiewicz, P., Jaskolowski, W., Chin, K. L., H'ing, P. S., ve Toczyłowska- Mamińska, R., 2016. Enhancement of technical value of oil palm (*Elaeis guineensis Jacq.*) waste trunk through modification with 1,3-Dimethylol-4,5-Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU). *European Journal of Wood and Wood Product*, 74:837-844, DOI 10.1007/s00107-016-1086-2,
- Maminski, M. L., Trzepalka, A., Auriga R., H'Ng P. S., Chin K. L., 2018. Physical and mechanical properties of thin high density fiberboard bonded with 1,3-Dimethylol-4,5Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU). *The Journal of Adhesion*, 1545-5823. <https://doi.org/10.1080/00218464.2018.1500280>
- Militz, H., 1993. Treatment of timber with water soluble dimethylol resins to improve their dimensional stability and durability. *Wood Science Technology*, 27:347–355.
- Nazerian, M., Dalirzadeh, A., Farrokhpayam, S. R., 2015. Use of almond shell powder in modification of the physical and mechanical properties of medium density fiberboard. *BioResources*, 10 (1): 169-181
- Özen, R., 1975. Lif levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, XXV, II.
- Padzil, F. N. M., Ariffin, H., Zakaria, S., Boruszewski, P., Krajewski, K. J., Mamiński, M. Ł., 2018. Effect of Poplar cultivar “Hybrid 275” fiber impregnation with 1,3-dimethylol-4,5dihydroxyethyleneurea on the properties of high density fiberboards. *Bioresources*, 13(4), 7470-7480. DOI 10.15376/biores.13.4.7470-7480
- Pfeffer, A., Mai, C., Militz, H., 2012. Weathering characteristics of wood treated with water glass, Siloxane or DMDHEU. *European Journal Wood Products*, 70:165–176, DOI 10.1007/s00107-011-0520-8
- Pizzi, A., 2003. Melamin Formaldehyde Adhesives, Copyright by Taylor and Francis Group, LLC. France.
- Sudiyanni, Y., Imamura, Y., Takahashi, M., 1996. Weathering effects on several properties of chemically modified wood. Wood Research Institute, Kyoto University, 83: 55-58.
- Şahin, H. T., 2013. Suyun kağıt yapısının oluşumuna etkisi üzerine bir inceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 152-155.
- Torkaman, J., 2008. Reduction of water absorption and swelling of fiberboard. 11DBMC International Conference on Duability of Building Materials and Components, İstanbul, 11-14 May, Turkey, 642-646.
- US 4442257, 1984. Borovicka D. A., Sr., Parma; Hahn K. G.; Tupa J. T., Low temperature cure latexes, SCM Corporation, New York, N.Y.
- Wascher, R., Kühn, C., Avramidis G., Bicke, S., Militz, H., Ohms, G., Viöl, W., 2017. Plywood made from Plasma-Treated Veneers: Melamine uptake, dimensional stability and mechanical properties. *Journal Wood Science* 63, 338-349, <https://doi.org/10.1007/s.10086-017-1632-5>
- Wepner, F., Krause, A., Militz, H., 2006. Weathering resistance of N– Methylol-Treated Plywood Panels. in: Proceedings of 2nd International Symposium on Veneer Processing and Products. Vancouver, Canada pp 305–314.
- Xie, Y., Fu, Q., Wang, Q., Xiao, Z., Militz, H., 2013. Effect of chemical modification on the mechanical properties of wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 71(4), 401-416, <https://10.1007/s00107-013-0693-4>
- Xie, Y., Xiao, Z., Mai, C., 2015. Degradation of chemically modified Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) with Fenton reagent. *Holzforchung*, 69(2), 153-161, DOI 10.1515/hf.2014-0067
- Yang, H., Yang, C. Q. He, Q., 2009. The bonding of a Hydroxy-Functional organophosphorus oligomer to nylon fabric using The formaldehyde derivatives of urea and melamine as the bonding agents. *Polymer Degradation and Stability* 94 1023-1031. DOI 10.1016/polymdegradstab.2009.02.008
- Yasuda, R., Minato, K., Norimoto, M., 1994. Chemical modification of Wood by non Formaldehyde cross-linking reagents. Part 2. moisture adsorption and creep properties, *Wood Science and Technology*, 28, 209-218.
- Zinetbaş, G., 2015. Farklı tip buruşmazlık etkisi sağlayan kimyasalların boyanmış viskon dokuma kumaşın özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.