

Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri

Water absorption and mechanical properties of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples treated with alkyl ketene dimer / boric acid combinations

Gaye KÖSE DEMİREL¹

Ali TEMİZ¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Gaye KÖSE DEMİREL

gkose@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

28.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

21.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL

sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Köse Demirel, G. & Temiz, A. (2022). Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 142-147 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094444

Öz

Alkil Keten Dimer (AKD); ıslak mukavemet ve kâğıdın basılabilirlik özelliklerini değiştirdiği için çoğunlukla kağıt endüstrisinde kullanılır. AKD, odunun hidroksil gruplarıyla reaksiyona girer ve hidrokarbon zincirlerinin etkili bir şekilde esterleşmesine katkıda bulunur. Oduna AKD ilavesi ile boyutsal kararlılığın artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca çevre dostu olan bor bileşikleri ahşabın biyolojik zararlılara karşı korunmasında oldukça etkilidir. Ancak bor bileşikleri odundan kolayca yıkanabilmektedir. AKD/BA sinerjik etkisi ile birlikte bu olumsuz özellik giderilmeye çalışılıp odunun boyutsal kararlılığı artırılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada AKD (%5, %10, %18) ve borik asit (%3 BA) kombinasyonları ile emprenye edilmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin su alma ve boyutsal kararlılıkları ile mekanik özellikleri belirlenmiştir. Su alma ve boyutsal kararlılık testi için AWWPA E4, liflere paralel basınç direnci için TS 2471 standartları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre AKD/BA kombinasyonunun daha düşük su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Mekanik testte AKD ve BA sinerjik etkisi ile birlikte örneklerin mekanik özellikleri bir miktar iyileşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alkil Keten Dimer, mekanik özellikler, boyutsal kararlılık. *Pinus sylvestris* L.

Abstract

In order to build resistance against liquids, alkyl ketene dimer (AKD) is mostly employed in paper industry because it modified some properties of the paper such as wet strength and printability. AKD gets into a reaction with wood hydroxyl groups and the subsequent orientation of hydrocarbon chains effectively contributes to esterification. Thus, the dimensional stability of wood is improved with AKD addition. Additionally, boron compounds are quite useful in wood protection as environmentally friendly chemicals and they are effective as insecticides and fungicides. On the other hand, they have negative sides such as higher water solubility and leaching. These can be prevented by combining boron compounds with AKD.

In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples were impregnated with AKD (5%, 10%, 18%) and boric acid (3% BA) combinations. AWWPA E4 standards were used for water absorption and dimensional stability test, and TS 2471 standards were used for compression strength parallel to the grain of the wood. The results indicated that AKD/BA combination had lower water absorption. In the mechanical test, the mechanical properties of the samples improved somewhat with the synergistic effect of AKD and BA.

Keywords: Alkyl ketene dimer, mechanical properties, dimensional stability, *Pinus sylvestris* L.



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Son yıllarda çevresel bilinçlilikteki artış nedeniyle, çevreye zararlı emprenye maddelerinin kullanımında gittikçe artan şekilde kısıtlamalar meydana gelmiştir. Bu kısıtlamalar ahşap malzemenin korunmasında çevre dostu yeni yöntemlerin geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu alternatif yöntemler arasında odun yapısını genişletici kimyasal ve su itici maddeler ile odunun muamelesi ya da odun tahripçisi mantarlara karşı odunu mükemmel ölçüde koruyan, morötesi (Ultraviyole-UV) ışınlarına karşı dayanıklılık ve boyut stabilizasyonu sağlayan ayrıca zehirlilik etkisi göstermeyen odun modifikasyonu yöntemleri bulunmaktadır. Bu nedenle, odun modifikasyonu bir gelecek vaat etmekte ve son zamanlarda bazı yöntemler de ticarileşmektedir (Kumar ve Morrell, 1993). Ayrıca, modifiye edilmiş örnekler atıl hale geldiklerinde çevreye ve insan sağlığına karşı ciddi bir problem yaratmamaktadırlar. Kullanım ömrünü tamamlamış odun, modifiye edilmemiş odun gibi değerlendirilebilmektedir (Suttie ve Thompson, 2001; Hill, 2006; Köse, 2012; Temiz ve ark, 2013).

Hidrofobik modifikasyon sadece ahşap yüzeyin ıslanabilirliğini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda yapılarını da önemli ölçüde etkiler. Alkil keten dimer (AKD), ahşap yüzeyleri hidrofobik yapmak için de kullanılabilir (Yan ve ark., 2016) ve kâğıt endüstrisinde (Hubbe, 2007) yaygın olarak kullanılan bir hidrofobikleştirme kimyasalıdır. Diğer kimyasal bileşiklerle karşılaştırıldığında, düşük toksisite (zehirlilik) sergiler, özel ekipman gerektirmez ve içerdiği solventler geri dönüştürülebilir. Her AKD molekülü, iki alkil zincirinden ve β -ketoester bağlarını bağlamak için hidroksil gruplarına tepki veren bir hetero dört üyeli halkadan oluşur (Seppänen, 2007; Yoshida ve Isogai, 2007)

AKD ile selüloz maddeleri arasında gerçekleşen reaksiyon mekanizmasına ait üç farklı hipotez vardır. İlk hipotez; maddenin C2 veya C3 üzerindeki hidroksil grubuyla karşılaştırıldığında doğrudan selüloz hidroksil ile (esas olarak C6 hidroksil) reaksiyona girebileceğini belirtir (Yoshida ve Isogai, 2007; Yoshida ve ark., 2012; Song ve ark., 2012; Yang ve ark., 2014). İkinci hipotez; AKD ve su moleküllerinin reaksiyon mekanizmasının, kararsız bir β -keto asit üretme bile selülozdan daha hızlı olduğunu gösterir (Roberts ve Garner, 1985; Seo ve Cho, 2005). Üçüncü hipotez, reaksiyonun bir oligomer oluşturan AKD molekülleri arasında gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini hesaba katar (Bottorff ve Sullivan, 1993). Diğer yazarlar (Kumar ve ark., 2012; Shi ve ark., 2012) selülozdaki hidroksil grupları ile AKD arasındaki reaksiyonun suyu it-

mek için gerekli olduğunu tartışmışlardır. Odunun hidroksil grupları ile AKD arasındaki esterifikasyon reaksiyonu ile odunun hidrofobik özellikleri iyileştirilmektedir.

Dünya bor rezervlerinin %70-75 gibi çok büyük bir kısmına sahip olan ülkemiz için borun odun koruma sektöründe değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Borlu bileşiklerin kullanımını sınırlayan en önemli faktör yıkanabilme özellikleridir. Bundan dolayı çok uzun süreden beri, borlu bileşiklerin ağaç malzemenin kısa sürede yıkanarak uzaklaşmasının önüne geçilmesi amacı ile çok önemli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda borun ağaç malzemenin yıkanarak uzaklaşmasının belli derecede önüne geçilmesine rağmen, uygulanan yöntemlerin maliyetlerinin yüksek oluşu ve yöntemlerin pratik/uygulanabilirliğinde sorunlar olmasından dolayı, borun odundan yıkanması sorunu halen çözülebilmemiş değildir. Bu amaçla, yıkanmaya dirençli borlu bileşiklerin geliştirilmesi son zamanlarda daha fazla güncellik kazanmış durumdadır (Köse, 2012). Bu çalışma kapsamında alkil keten dimer ile bor bileşiklerin ikili sinerjik etkisi ile emprenye maddesinde iyileştirme sağlanabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada AKD ve borik asitin (BA) farklı varyasyonlarıyla emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri test edilmiştir. Emprenyelerde üç farklı konsantrasyonda (%5, %10 ve %18) AKD ve %3 BA kullanılmıştır. Sonuçlara göre AKD / BA kombinasyonunun daha düşük su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Mekanik testte AKD ve BA sinerjik etkisi ile birlikte örneklerin mekanik özellikleri iyileşmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç türü ve emprenye yöntemi

Bu çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) diri odun örnekleri kullanılmıştır. Katı miktarı %18 konsantrasyondaki Alkil Keten Dimer (AKD) dispersiyonu, SETAŞ Kimya (Tekirdağ)'dan temin edilmiştir. Sarıçam örnekleri AKD ve Borik Asit (BA)'in farklı varyasyonları ile emprenye edilmiştir. Emprenye maddesi varyasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

AKD ile emprenyede 3 farklı konsantrasyon (%18, %10, %5) denenmiştir. Borik asit ile emprenye yönteminde önce 30 dakika boyunca 650 mmHg vakum uygulanmış, ardından örnekler 20 dakika boyunca çözelti içerisinde bekletilmiştir. AKD ile emprenye işleminde dolu hücre yöntemi kullanılmış olup, önce 15 dk boyunca 650 mmHg vakum

ardından 30 dk boyunca 3 bar basınç uygulanmıştır. Emrenye sonrası örnekler fiksasyonun sağlanması için kapalı bir beher içerisinde 130 °C etüvde 6 saat bekletilmiştir.

Tablo 1. Empenye için varyasyonlar
Table 1. Variations for impregnation

| Varyasyonlar | Açıklama |
|--------------|--|
| 18AKD | %18 AKD ile empenye |
| 10AKD | %10 AKD ile empenye |
| 5AKD | %5 AKD ile empenye |
| BA | %3 BA ile empenye |
| BA+18AKD | Önce %3BA ile 1. empenye ardından %18 AKD ile 2. empenye |
| BA+10AKD | Önce %3BA ile 1. empenye ardından %10 AKD ile 2. empenye |
| BA+5 AKD | Önce %3BA ile 1. empenye ardından %5 AKD ile 2. empenye |

Tablo 1'de görüldüğü üzere 7 farklı empenye varyasyonu kullanılmıştır. İkili empenye varyasyonlarında ise birinci empenye işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında kurutulmuş ardından ikinci empenye işlemine tabi tutulmuşlardır.

2.2. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Su Alma (SA), Su İtici Etkinlik (SİE) ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (GÖE) testleri Amerika Odun Korumacılar Birliği-AWPA E4 (2003) standardına göre yapılmıştır. Deney öncesi test ve kontrol örnekleri (20 x 20 x 30 mm (Radyal x Teğet x Lifler yönü)) %12 rutubete gelinceye kadar kondisyonlanmıştır. Her bir varyasyon için 10 tekrar yapılmıştır. Örnekler beher içerisine yerleştirilip üzerlerine saf su eklenmiştir. Sular; 0.5 saat, 1 sa, 2 sa, 3 sa, 24 sa, 48 sa. ve her 2 günde bir olmak üzere toplamda 2 hafta boyunca yenisiyle değiştirilmiştir. Her değişim sonunda örneklerin ağırlıkları ve boyutları ölçülerek kaydedilmiştir. SA, SİE and GÖE değerleri sırasıyla aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 1, 2, 3) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$SA = ((M_2 - M_1) / W_1) \times 100 \quad (1)$$

$$SİE = ((SA_K - SA_T) / SA_K) \times 100 \quad (2)$$

$$GÖE = ((V_K - V_T) / V_K) \times 100 \quad (3)$$

Formüllerde;

M_1 ve M_2 sırasıyla örneklerin test öncesi ve sonrası ağırlıkları; SA_K ve SA_T kontrol ve test örneklerinin su alma oranları; V_K ve V_T kontrol ve test örneklerinin hacimsel genişleme katsayısını ifade etmektedir.

2.3. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direnci (LPBD), Zwick universal test makinesi kullanılarak TS 2472 (TS 2472, 2005) standardına göre gerçekleştirilmiştir. $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında hazırlanan örnekler

20 ± 2 °C sıcaklıktaki ve $\%65 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Her varyasyon için

10 tekrar yapılmıştır. LPBD değerleri Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LPBD = (F_{max} / a \times b) \quad N/mm^2 \quad (4)$$

Formülde;

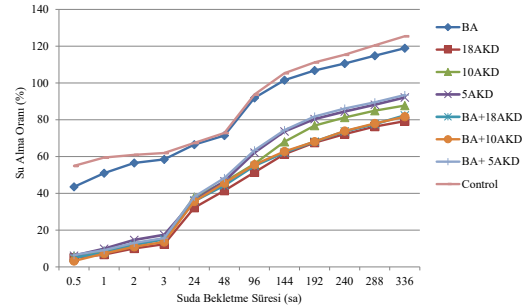
F_{max} ; kırılma noktasındaki max güç (N),

a, b örneğin enine boyutları (mm).

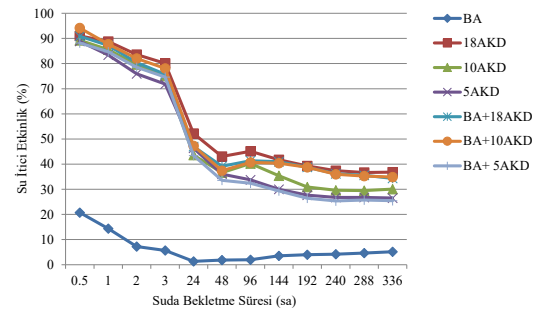
3. Bulgular

3.1. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Su alma oranlarına ait elde edilen veriler Tablo 2'de gösterilmiştir. Örneklerin su alma oranları ile varyasyonlar arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir.

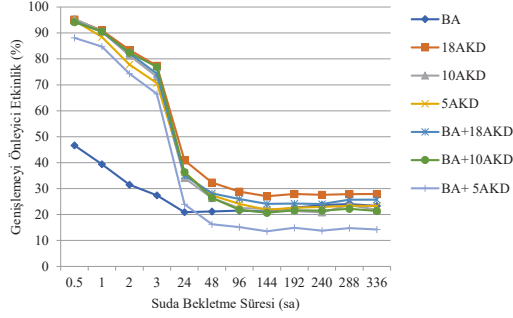


Şekil 1. Su alma oranlarının süreye bağlı değişimi (%)
Figure 1. The change of water absorption rates based on time (%)



Şekil 2. Su itici etkinlik değerlerinin süreye bağlı değişimi (%)
Figure 2. The change of water repellent efficiencies based on time (%)

Su itici etkinlik değerlerine ait veriler Tablo 3'te; varyasyonlar arasındaki ilişki ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait veriler Tablo 4'te, varyasyonlar arası ilişki Şekil 3'te gösterilmiştir.

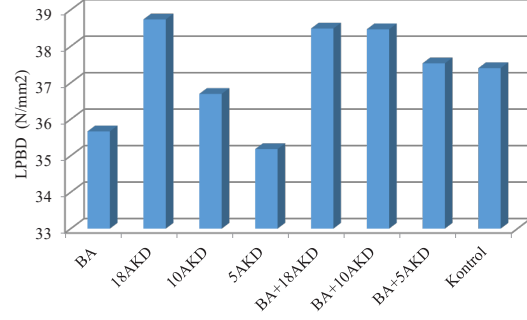


Şekil 3. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin süreye bağlı değişimi (%)

Figure. 3 The change of anti-swelling efficiencies based on time (%)

3.2. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direncine ait veriler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Örneklerin liflere paralel basınç direnci (N/mm²)

Figure 4. Compression strength parallel to grain of samples (N/mm²)

Tablo 2. Örneklerin su alma oranları(%)
Table 2. Water absorption rate of samples (%)

| | Su Alma Oranı (%) | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0,5 sa | 1sa | 2sa | 3sa | 24sa | 48sa | 96sa | 144sa | 192sa | 240sa | 288sa | 336sa |
| 18AKD | 4,94 (0,49)* | 6,69 (0,52) | 9,99 (0,61) | 12,34 (0,69) | 32,21 (1,67) | 41,47 (1,82) | 51,46 (2,53) | 61,31 (3,00) | 67,53 (3,15) | 72,23 (3,30) | 76,29 (3,33) | 79,25 (3,71) |
| 10AKD | 5,90 (0,44) | 8,61 (0,41) | 12,40 (1,47) | 15,46 (0,78) | 37,99 (1,88) | 46,15 (2,17) | 56,03 (1,87) | 67,99 (1,91) | 76,84 (2,35) | 81,24 (2,55) | 84,95 (2,88) | 87,72 (3,25) |
| 5AKD | 6,13 (0,24) | 9,87 (0,55) | 14,64 (0,70) | 17,44 (0,76) | 36,16 (1,44) | 46,55 (1,23) | 62,12 (2,38) | 73,67 (2,42) | 80,41 (1,99) | 84,49 (2,11) | 88,19 (2,71) | 92,14 (2,97) |
| BA | 43,52 (14,88) | 50,94 (14,7) | 56,50 (12,92) | 58,42 (11,25) | 66,51 (7,02) | 71,44 (6,74) | 91,93 (7,35) | 101,53 (7,12) | 106,77 (7,17) | 110,55 (7,07) | 114,86 (7,69) | 118,92 (7,43) |
| BA+18AKD | 5,02 (0,21) | 7,62 (0,39) | 11,92 (0,45) | 15,02 (0,48) | 35,73 (0,67) | 44,30 (0,94) | 54,98 (1,99) | 62,12 (2,66) | 68,13 (3,34) | 73,63 (4,02) | 77,61 (3,50) | 82,37 (3,25) |
| BA+10AKD | 3,22 (5,39) | 7,28 (0,45) | 10,95 (0,55) | 13,57 (0,69) | 35,58 (2,97) | 45,58 (3,98) | 55,59 (4,53) | 62,76 (4,80) | 68,10 (4,46) | 73,89 (5,05) | 77,96 (5,32) | 81,67 (5,51) |
| BA+ 5AKD | 6,48 (0,67) | 9,11 (0,84) | 13,08 (0,74) | 15,69 (0,97) | 38,14 (2,20) | 48,34 (2,64) | 63,40 (3,04) | 74,39 (3,02) | 81,80 (3,39) | 86,11 (4,08) | 89,51 (3,98) | 93,47 (4,17) |
| Kontrol | 54,92 (2,99) | 59,48 (1,70) | 60,93 (1,70) | 61,93 (1,64) | 67,42 (1,73) | 72,79 (1,43) | 93,78 (2,19) | 105,30 (3,05) | 111,21 (3,22) | 115,38 (3,41) | 120,48 (3,79) | 125,43 (3,85) |

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Test ve kontrol örneklerinin su alma oranları incelendiğinde; en yüksek su alma oranları kontrol örneklerinde ve borik asit ile emprenye edilen gruplarda görülmüştür. AKD ile emprenye edilen sarıçam kontrol örneklerinin su alma değerleri dikkate değer şekilde azalmıştır. AKD'nin konsantrasyonu arttıkça, örneklerin su alma değerleri azalmıştır. Önce borik asit ardından AKD ile

emprenye etme işlemi ile sadece AKD ile emprenye etme işlemi arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Bazı araştırmacılar, esterleşme reaksiyonu ile AKD'nin bir sonraki oryantasyonunun kombinasyonunun boyutlandırma üzerinde kritik bir rol aldığı bildirmişlerdir (Neimo ve ark., 1999; Hubbe, 2006; Hundhausen ve ark., 2009; Demirel ve ark., 2018). β -keto ester bağlanması, selüloz ve AKD arasındaki birincil mekanizmadır. β -keto ester bağları AKD'deki dört üyeli gergin lakton halkası ile selüloz hidroksil grupları arasında meydana ge-

Tablo 3. Örneklerin su itici etkinlik değerleri (%)
Table 3. Water repellent efficiency values of samples (%)

| | Su İtici Etkinlik (%) | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0,5sa | 1sa | 2sa | 3sa | 24sa | 48sa | 96sa | 144sa | 192sa | 240sa | 288sa | 336sa |
| 18AKD | 91,01 (0,90)* | 88,76 (0,87) | 83,60 (1,00) | 80,08 (1,12) | 52,22 (2,47) | 43,04 (2,50) | 45,88 (1,32) | 41,77 (2,85) | 39,28 (2,84) | 37,40 (2,86) | 36,67 (2,76) | 36,82 (2,96) |
| 10AKD | 89,26 (0,80) | 85,52 (0,70) | 79,64 (2,41) | 75,04 (1,26) | 43,66 (2,70) | 36,60 (2,98) | 40,74 (1,33) | 35,43 (1,81) | 30,91 (2,11) | 29,59 (2,21) | 29,49 (2,39) | 30,06 (2,59) |
| 5AKD | 88,84 (0,44) | 83,41 (0,93) | 75,96 (1,15) | 71,84 (1,23) | 46,36 (2,13) | 36,05 (1,68) | 33,76 (2,54) | 30,04 (2,30) | 27,70 (1,79) | 26,77 (1,83) | 26,80 (2,24) | 26,54 (2,37) |
| BA | 20,76 (27,10) | 14,35 (24,84) | 7,26 (21,20) | 5,66 (18,16) | 1,35 (10,41) | 1,85 (9,26) | 1,98 (7,84) | 3,58 (6,76) | 3,99 (6,45) | 4,19 (6,12) | 4,66 (6,38) | 5,19 (5,92) |
| BA+18AKD | 90,85 (0,38) | 87,20 (0,66) | 80,43 (0,74) | 75,74 (0,78) | 47,00 (1,00) | 39,15 (1,29) | 41,38 (2,12) | 41,00 (2,53) | 38,74 (3,00) | 36,19 (3,48) | 35,58 (2,90) | 34,33 (2,59) |
| BA+10AKD | 91,05 (0,64) | 87,77 (0,75) | 82,03 (0,90) | 78,09 (1,12) | 47,23 (4,40) | 37,38 (5,47) | 39,55 (3,29) | 39,31 (3,15) | 38,77 (4,01) | 36,87 (3,48) | 35,29 (4,41) | 34,89 (4,39) |
| BA+ 5AKD | 88,20 (1,22) | 84,68 (1,41) | 78,54 (1,21) | 74,67 (1,57) | 43,43 (3,26) | 34,48 (2,38) | 32,40 (3,24) | 29,35 (2,87) | 26,45 (3,05) | 25,37 (3,53) | 25,70 (3,31) | 25,48 (3,32) |

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Tablo 4. Örneklerin genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri (%)
Table 4. Anti-swelling efficiency values of samples (%)

| | Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%) | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0,5sa | 1sa | 2sa | 3sa | 24sa | 48sa | 96sa | 144sa | 192sa | 240sa | 288sa | 336sa |
| 18AKD | 95,05 (1,58) | 90,64 (1,92) | 82,76 (2,67) | 76,50 (2,39) | 39,32 (4,56) | 30,87 (4,76) | 26,95 (4,71) | 25,40 (4,90) | 26,08 (5,68) | 26,01 (5,07) | 25,98 (5,88) | 26,11 (5,61) |
| 10AKD | 95,50 (4,87) | 90,63 (4,94) | 81,32 (4,85) | 73,17 (5,55) | 34,08 (7,68) | 26,38 (7,22) | 22,47 (7,36) | 22,24 (7,81) | 21,38 (5,76) | 20,84 (7,70) | 23,63 (7,63) | 21,85 (7,37) |
| 5AKD | 94,80 (2,32) | 88,44 (1,95) | 77,84 (3,10) | 70,66 (3,22) | 36,16 (3,90) | 27,40 (4,87) | 24,11 (4,80) | 21,83 (4,24) | 22,59 (4,34) | 22,95 (4,45) | 23,37 (4,25) | 23,34 (4,69) |
| BA | 46,67 (20,43)* | 39,39 (14,68) | 31,48 (10,34) | 27,42 (7,28) | 20,91 (5,96) | 21,20 (5,74) | 21,51 (6,22) | 21,21 (6,55) | 22,60 (6,18) | 23,66 (6,19) | 24,05 (5,45) | 23,34 (5,50) |
| BA+18AKD | 94,50 (1,99) | 90,39 (2,13) | 82,22 (2,20) | 74,26 (3,10) | 35,10 (5,24) | 28,21 (3,01) | 25,99 (3,73) | 24,13 (3,82) | 24,24 (3,97) | 24,06 (2,90) | 25,70 (3,74) | 25,72 (4,24) |
| BA+10AKD | 96,47 (2,41) | 93,08 (2,95) | 84,80 (3,99) | 79,36 (4,93) | 39,05 (6,99) | 29,43 (7,32) | 24,64 (6,71) | 23,66 (6,10) | 24,71 (6,99) | 24,60 (6,67) | 25,37 (6,84) | 24,44 (6,80) |
| BA+ 5AKD | 91,08 (4,45) | 87,72 (4,00) | 77,83 (3,73) | 69,82 (5,38) | 27,40 (3,70) | 19,61 (3,89) | 17,82 (5,05) | 16,06 (4,54) | 17,29 (4,92) | 16,17 (5,31) | 17,16 (4,86) | 17,15 (4,33) |

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

lir (Zhang 2014; Demirel ve ark., 2018).

AKD'nin hidrofobikliği, bir esterleşme reaksiyonunun oluşup oluşmadığına bakılmaksızın, alkil zincirlerinin oryantasyonu ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Hundhausen ve ark. 2009; Demirel ve ark., 2018).

4.2. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direnç değerleri incelendiğinde %18 AKD ile emprenye edilen örneklerin basınç dirençleri %5 AKD, %10 AKD ve kontrol örneklerine göre çok daha yüksek çıkmıştır. AKD ve BA sinerjik etkisi ise örneklerin basınç direncini dikkate değer şekilde arttırmıştır.

AKD'nin hidrofobikliği genel olarak benzer uzun-

luktaki alkil zincirleriyle belirlenir. Zincirlerin yönünün sorumlu olduğu farklı bağların olduğu varsayılmaktadır. AKD'nin hidrofobik varlığı esterleşme ilerledikçe yüzeyden çıkar ve daha az bağ oluşumuna neden olur. AKD'nin mikro boşluklarına erişebilirliği sınırlı olabilmektedir (Hundhausen ve ark, 2009). Bu durum Lindström ve Söderberg'in (1986) AKD'nin etki bölgesinin, çapalanmış halde molekülün kendisinin fiilen işgal ettiği alandan çok daha büyük olduğu hipotezi ile açıklanabilir. Bu çalışmada ise borik asit ve AKD sinerjik etkisi ile AKD'nin mikro boşlukları kolaylıkla girebildiği bu yüzden de bu varyasyonlarda liflere paralel basınç direncinin daha yüksek çıkmasının sebebi olarak görülmektedir.

Teşekkür

AKD temini için Setaş Kimya Sanayi A. Ş. 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

AWPA E4, 2003. Standard method of testing water repellency of pressure treated wood, American Wood Protection Association Standard.

Bottorff, K. J., Sullivan, M. J., 1993. New insights into the AKD sizing mechanism. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 8 (1), 86-95.

Demirel, G. K., Gudul, H., Temiz, A., Kustas, S., Aydın, I., 2018. Effect of alkyl ketene dimer on the physical, mechanical, and biological durability of plywood. *BioResources*, 13(1), 147-156.

Hill, C.A.S., 2006. Wood modification chemical Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-02172-1, England

Hubbe, M.A. 2007. Paper's resistance to wetting—A review of internal sizing chemicals and their effects. *BioResources*, 2, 106–145.

Hundhausen, U., Militz, H., Mai, C., 2009. Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1), 37-45.

Köse, G., 2012. Isıl işlem sırasında açığa çıkan katranın odun koruma maddesi olarak kullanılabilirliği, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kumar S., Morrell J.J., 1993. Wood preservation - the next generation. *Journal of the Timber Development Association of India*, 39-3, 5-22.

Kumar, S.; Chauhan, V.S.; Chakrabarti, S.K., 2012. Separation and analysis techniques for bound and unbound alkyl ketene dimer (AKD) in paper: A review. *Arabian Journal of Chemistry*. 9 (2), 1636 –1642.

Lindström T, Söderberg G., 1986. On the mechanism of sizing with alkyl ketene dimers. Part I: Studies on the amount of alkyl ketene dimer required for sizing different pulps. *Nordic Pulp & Paper Research Journal* 1(1):26

Neimo, L.i Stryker, L. J., Yhdistys, S.P.I., 1999. Paper-making chemistry, TAPPI Press, Atlanta, GA, USA.

Roberts, J.C.; Garner, D.N. 1985., The mechanism of alkyl ketene dimer sizing of paper, part I. *Tappi J.*, 68, 118–121.

Seo,W.S.; Cho, N.S., 2005. Effect of water content on cellulose/AKD reaction. *Appita Journal*, 58 (2), 122-126.

Seppänen, R. 2007. On the internal sizing mechanisms of paper with AKD and ASA related to surface chemistry, wettability and friction. Ph.D. Thesis, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden,

Shi, Z.; Fu, F.;Wang, S.; He, S.; Yang, R., 2012. Modification of Chinese fir with alkyl ketene dimer (AKD): Processing and characterization. *BioResources*. 8, 581–591.

Song, X.; Chen, F.; Liu, F., 2012. Study on the reaction of alkyl ketene dimer (AKD) and cellulose fiber. *BioResources*, 7, 652–662.

Suttie E., Thompson J.H.R., 2001. Opportunites for UK Grown Timber: Wood Modification State of The Art Review. DTI Contruction Industry Directorate and Forestry Commission, Project Report Number 203-343.

Temiz, A., Kose, G., Panov, D., Terziev N., Alma, M.H., Palanti, S., Akbas, S., 2013. Effect of Bio-Oil and Epoxidized Linseed Oil on Physical, Mechanical, and Biological Properties of Treated Wood, *Journal of Applied Polymer Science*, 130, 3, 1562–1569.

TS 2472, 2005. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Yan, Y.; Amer, H.; Rosenau, T.; Zollfrank, C.; Dörrstein, J.; Jobst, C.; Li, J., 2016. Dry, hydrophobic microfibrillated cellulose powder obtained in a simple procedure using alkyl ketene dimer. *Cellulose*, 23, 1189–1197.

Yang, Q.; Takeuchi, M.; Saito, T., Isogai, A., 2014. Formation of Nanosized Islands of Dialkyl β-Ketoester Bonds for Efficient Hydrophobization of a Cellulose Film Surface, *Langmuir*, 30, 8109–8118.

Yoshida, Y.; Heux, L.; Isogai, A., 2012. Heterogeneous reaction between cellulose and alkyl ketene dimer under solvent-free conditions. *Cellulose*, 19, 1667–1676.

Yoshida, Y.; Isogai, A., 2007. Preparation and characterization of cellulose β-ketoesters prepared by homogeneous reaction with alkylketene dimers: Comparison with cellulose/fatty acid esters. *Cellulose*, 14, 481.

Zhang, H., 2014. Effect of a novel coupling agent, alkyl ketene dimer, on the mechanical properties of wood-plastic composites. *Materials & Design*, 59, 130-134.