

# METİL METAKRİLAT İLE MUAMELE EDİLEN BAZI AĞAÇ TÜRLERİNİN BOYUT STABİLİZASYONUNUN ARTIRILMASI

Ayben KILIÇ, Harzemşah HAFIZOĞLU  
ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, BARTIN

## ÖZET

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus slyvestris* L.), batı karadeniz göknarı (*Abies bormülleriana* M.), kızılğaç (*Alnus glutinosa*) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odun örnekleri metil metakrilat (MMA) ile muamele edilerek katalizör ısı tekniği ile polimerleştirilmiştir. Odun örneklerine ait özgül kütle, su alma oranı, su itici etkinlik ve boyuna yönde hacimsel daralma-genişleme değerleri incelenmiştir. Genel olarak polimerleşme sonrası bütün değerlerde bir artış gözlenmiştir. Özgül kütle ve su itici etkinlik değerleri en yüksek sarıçam ve kızılğaç'ta tespit edilmiştir. Su alma oranı ise göknar ve kavak'ta yüksek bulunurken, uzun süreli uygulamalar daha etkin olmuştur. Boyuna yönde hacimsel daralma-genişleme en yüksek kızılğaç'ta belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sarıçam, B.Karadeniz Göknarı, Kızılğaç, Titrek Kavak, Metil metakrilat, Boyut stabilite

## ENRICHMENT OF DIMENSIONAL STABILITY IN SOME WOOD SPECIES TREATED WITH METHYL METHACRYLATE

### ABSTRACT

In this study, *Pinus slyvestris* L., *Abies bormülleriana* M., *Alnus glutinosa* and *Populus tremula* L. samples were treated with methyl methacrylate and polymerized by using catalyst-heating technique. Specific gravity, water-repellent effectiveness, antishrink efficiency and axial shrinkage-swelling values were investigated. Generally, an increase was observed in all values after the polymerization. The specific gravity and water-repellent effectiveness were determined higher in pine and alder species. Longer procedures were more effective in water repellent effectiveness. Axial shrinkage and swelling were observed higher in alder species.

**Keywords:** *P.slyvestris* L., *A. bormülleriana* M., *A. glutinosa*, *P. tremula* L., MMA, dimensional stabilite

### 1. GİRİŞ

Higroskopik bir madde olan ağaç malzeme, ortamın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak su alıp vererek çalışmaktadır. Anizotropik yapıda olması ağaç malzemenin farklı yönlerde farklı çalışmasına neden olur (Kollmann and Cote, 1968). İstenmeyen bu çalışma özelliğini azaltmak ve boyutsal stabilizasyonu sağlamak amacıyla ağaç malzeme çeşitli işlemlere tabi tutulur. Bu işlemleri iki kategoriye ayırabiliriz; su iticilerle muamele ve boyutsal stabilizasyon. Genelde aynı anlamda kullanılırsalar da bu iki terim odundaki rutubet kontrolüne tamamen farklı yaklaşımlardır. Su iticilik, dereceli bir fiziksel olayı tanımlarken, boyutsal kararlılık ise dengeli bir fiziksel olaydır. Su itici işlemlerin etkileri, odunun sıvı alabilme derecesini kontrol etme ya da önleme kabiliyeti şeklinde tanımlanabilir. Buna karşın, boyutsal stabilite ise rutubet alımı ile sonuçlanan odunun şişmesini ve daralmasını önlemek yada azaltmaktır (Rowell and Banks, 1985).

1985'lere kadar ağaç malzemeye uygulanan su iticiler çoğunlukla basit, kimyasal bağları olmayan genelde parafin mumu esaslı maddelerdi. Yapılarında fungusit, hidrofobik, reçineli bazen de insektisit maddeler

bulunmaktadır. Tür ve geometri seçimi (düşük rutubet genişleme katsayısı-aynala keşiş), çapraz laminasyon (kontrplak üretim), higroskopiteyi azaltma (ısı stabilizasyonu, staybwood) ve kimyasal metodlar (kimyasal çapraz bağlanma, hacimlendirme,asetillendirme,metillendirme) da boyutsal stabilizasyonu sağlamak için uygulanan yöntemlerdir (Rowell and Banks, 1985). Vinil monomerler, kimyasal metodlar için en uygun monomer grubudur. Stiren, vinil klorür, metil metakrilat, akrilonitril ve t-bütül stiren kullanılan vinil monomerlerden bazılarıdır. Bu monomerler, hücre çeperindeki hidroksil gruplarıyla bağ yapmadan sadece hücre boşluklarını doldurarak bu noktalarda polimerleşirler. Kullanılan bazı monomer ve önpolimerler ile bunlara ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Monomerlerin polimerleşmesi için 2 yöntem uygulanır; radyasyon ve katalizör-ısı tekniği (Küsefoğlu , 1988; Yıldız 1992).

Tablo 1. Bazı monomer ve önpolimerlere ait özellikler (Schneider, M., 1994).

Monomerler	Özellikleri
Vinil ve benzeri monomerler (Metil metakrilat, Stiren),diallilfitalat, Poliester-stiren.	Genellikle şeffaf malzemelerdir ve renklendiricilerle kullanılabilirler. Hücre çeperini şişirmezler sadece hücre lümenini doldururlar.
Su-alkolde çözülebilen önpolimerler (Fenol-,üre- ve melamin formaldehit)	Kaplamalarla kullanılırlar, Kompreg ve Impreg gibi malzemeler elde edilir
Düşük viskoziteli epoksi reçineleri	Polariteye göre formüle edilmiştir.
Polar monomerler (Furfural alkol)	Hücre çeperini şişirerek su içerisinde kimyasal direnç ve boyutsal stabilite sağlar.
Modifiye edilmiş monomerler	Hücre çeperini şişirmek için polar gruplarla modifiye olmuş monomerler.
İzosiyanatlar	Odonla reaktiflerdir. Koruyucu maddeler ilave edilebilir.

Odon polimer kompozitleri (OPK) bugün birçok ülkede endüstriyel olarak üretilerek kullanılmaktadır. Sertlik ve aşınma direncinin artması OPK'ların ilk olarak parke döşemelerinde kullanılmasını sağlamıştır. Parkeden başka, merdiven trambuzu, bıçak sapı, ok yayı, otomobil aksamı, merdiven döşeme tahtası, pencere denizliği, golf sopası, bobin ve mekik yapımında da kullanılmaktadır. Akustik özellikleri artırdığı için müzik aletleri yapımında da uygulanmıştır. Gayda, peryot flüt, gitar, davul ekipmanı kullanım yerlerinden bir kaçıdır (Cho, et.all. 1975, Rowell, 1984, Yano et all.1993).

OPK üretimi için kullanılan monomerler ve önpolimerler pahalı olduklarından maliyetleri artırmaktadırlar. En ucuz olan ve bu nedenle de endüstride yaygın kullanımı olan monomerler stiren ve metil metakrilattır. 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlayan MMA'nın ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi çeşitli çalışmalarla incelenmiştir (Alma ve ark.1992, Yap et.all. 1990, Mahmoud et all. 2003 Moustafa et all. 2003). Rutubet alımı ve buna bağlı olarak ağaç malzemenin şişmesi belki de en çok üzerinde durulan nokta olmuştur.

Bu çalışmada Batıkaradeniz bölgesinde yaygın olarak yetişen ve endüstriyel kullanımı olan 4 farklı ağaç türü MMA ile muamele edilerek katalizör-ısı tekniği yöntemi ile polimerleştirilerek fiziksel özelliklerindeki (özgül kütle, hacimsel daralma ve genişleme, su alma ve su iticilik etkinlik değerleri) değişim incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

Deney materyali olarak Bartın Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ardiç Bölge Şefliğinden temin edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), batı karadeniz göknarı (*Abies bormülleriana* M.), kızılbaş (*Alnus glutinosa*) ve titrek kavak (*Populus tremula* L.) odun örnekleri kullanılmıştır. Her tür için üçer örnek alınmıştır ve çalışmada toplam 400 adet deney numunesi kullanılmıştır. Polimerleştirme için Merck firmasından temin edilen MMA monomeri ve katalizör madde olarak benzol peroksit kullanılmıştır. Kimyasallara ait özellikler aşağıda verilmiştir.

<u>MMA</u>		<u>Benzol peroksit</u>	
Kapalı formül	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	Özgül kütle	0.53 g/cm <sup>3</sup>
Özgül kütle	0.94 (g/cm <sup>3</sup> )	Erime sıcaklığı	100-105 °C
Molekül ağırlığı	99	Su miktarı	% 25

## 2.2 Yöntem

### Odun Örneklerinin Hazırlanması

Bir süre doğal kurutmaya bırakılan ağaç örneklerinin diri odun kısımlarından hazırlanan deney ve kontrol örnekleri öncelikle 103±2°C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş tam kuru ağırlıkları (Mo) ve hacimleri (Vo) belirlenmiştir. % 8-9 rutubete getirilen odun örnekleri, vakum uygulanabilen bir desikatör içerisine yerleştirilerek 30 dakika süre ile vakum pompası yardımı ile 760 mm Hg'ya eşit bir vakuma tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda vakum devam ederken % 99 'luk MMA ve % 1'lik benzol peroksit karışımı ile hazırlanan monomer çözeltisinin bulunduğu armudi cam balonun musluğu açılarak desikatör içerisine verilmesi sağlanmıştır. Deney örnekleri tamamen monomer çözeltisi ile kaplandıktan sonra vakum işlemine son verilmiştir. 1 saat süre ile desikatör içerisinde bekletilen örnekler daha sonra monomer dolu başka bir kap içerisine alınarak üzerine ağırlık konulup 24 saat süre ile batırma yöntemine göre muamele edilmiştir. 24 saatin sonunda ahşap maşa yardımı ile monomer çözeltisi içinden alınan odun örnekleri kağıt peçeteler üzerine konularak odun örnekleri üzerindeki fazla miktardaki monomer çözeltisi alınmıştır. Alüminyum folyolara sarılan örnekler 80°C'deki etüvde 3 saat süre ile bekletilerek sıcaklık etkisi ile polimerleşme sağlanmıştır. Etüvden çıkarılan ve folyeleri açılan örnekler tartıldıktan sonra tekrar 103±2 °C'deki etüvde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulurak polimerleşme sonrası tam kuru ağırlıkları ve hacimleri tespit edilmiştir.

### Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Hazırlanan odun örneklerine ait özgül kütle, su alma oranı ve su itici etkinlik değerleri, boyuna yönde daralma ve genişleme değerleri belirlenmiştir. Tam kuru özgül kütle deneyleri TS 2472 ve boyuna yönde daralma ve genişleme deneyleri de TS 4083'ye göre gerçekleştirilmiştir. Tam kuru özgül kütle değerleri kullanılarak türlere ait boşluk miktarları (B) ve MMA'nın tutunma miktarı hesaplanmıştır (1 ve 2 nolu eşitlikler). Su alma oranı (SAO) ve su itici etkinlik (SİE) değerleri de 30x30x15 mm boyutlarında hazırlanan odun örneklerinin 20±1°C'de su içerisinde 2, 4, 8, 24 ve 48 saat süre ile bekletilerek 3 ve 4 no'lu eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Bozkurt ve ark. 1993, Rowell and Banks, 1985).

$$B = 1 - 0,667 \times \rho_o \quad (1)$$

B: Boşluk miktarı (%)  
 $\rho_o$  : Tam kuru özgül kütle

$$\text{Tutunma Miktarı: } (M_p - M_o) \times 100 \quad (2)$$

$M_p$ : Polimerleşme sonrası tam kuru ağırlık (g)  
 $M_o$ : Başlangıçtaki tam kuru ağırlık (g).

$$SAO = [(M_r - M_o) / M_o] \times 100 \quad (3)$$

SAO: Su alma oranı (%).  
 $M_r$ : Su alımından sonraki ağırlık (g).  
 $M_o$ : Başlangıçtaki tam kuru ağırlık (g).

$$SİE = [(D_k - D_t) / D_k] \times 100 \quad (4)$$

SİE: Su itici etkinlik (%).  
 $D_k$ : Normal odunun hacimsel genişleme miktarı (mm)  
 $D_t$ : Emprenye edilmiş odunun hacimsel genişleme miktarı (mm).

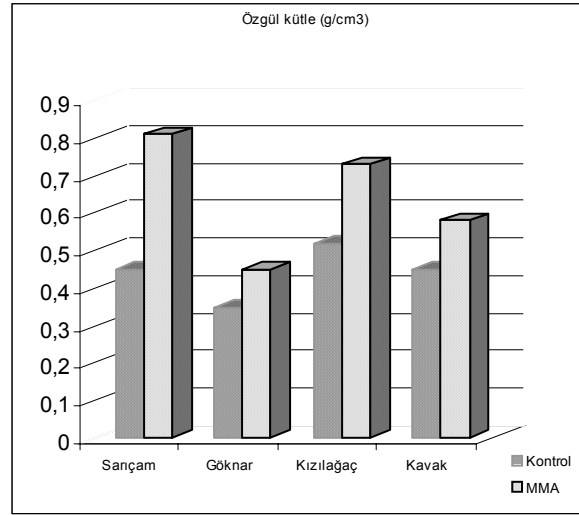
Elde edilen veriler statgraft istatistik programında Annova ve Tukey testi ile değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR

MMA ile muamele edilerek polimerleştirilen odun örneklerine ait özgül kütle, su alma oranı, su itici etkinlik değeri, boyuna yönde daralma ve genişleme değerleri incelenerek kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

#### Özgül Kütle

Polimerleşme sonrası yapılan özgül kütle deneylerinde genel olarak tüm türlerde kontrol örneklerine oranla bir artış tespit edilmiştir. MMA ile muamele edilen deney örnekleri ve kontrol örneklerine ait tam kuru özgül kütle değerleri Şekil 1’de gösterilmiştir. En belirgin artışın sarıçam odun örneklerinde ( $0.45-0.81 \text{ g/cm}^3$ ) gerçekleştiği bunu da sırası ile kızılğaç ( $0.52-0.73 \text{ g/cm}^3$ ), kavak ( $0.46-0.58 \text{ g/cm}^3$ ) ve göknar ( $0.35-0.45 \text{ g/cm}^3$ ) örneklerinin izlediği görülmüştür. Deneyler öncesi % 7-8 rutubette olan örneklere ait boşluk miktarı göknarda % 77, sarıçamda % 70, kavakta % 69 ve kızılğaçta % 66 olarak hesaplanmıştır. Yine özgül kütle değerlerinden yararlanılarak MMA’ya ait tutunma oranları da sarıçamda % 80, göknarda % 28.6, kavakta % 20 ve kızılğaçta % 40.3 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Kontrol ve MMA ile muamele edilen örneklere ait Özgül kütle değerleri ( $\text{g/cm}^3$ ).

#### Su itici Etkinlik-Su Alma Oranı

Su içerisinde 2, 4, 8, 24 ve 48 saat süre ile bekletilen kontrol ve MMA’lı odun örneklerine ait su alma oranı (%) değerleri belirlenmiş ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kontrol ve MMA örneklerine ait ortalama SAO değerleri (%).

	Sarıçam		Göknar		Kızılğaç		Kavak	
	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA
2 saat	78,91	5,04	108,78	16,88	28,94	2,11	31,66	12,68
4 saat	81,37	6,79	114,41	21,64	39,02	3,17	40,07	19,09
8 saat	82,60	10,56	116,89	26,55	45,36	4,04	46,15	21,0
24 saat	88,57	21,94	127,25	34,19	68,61	11,25	72,63	32,47
48 saat	100	27,18	139,19	42,28	81,30	18,46	95,53	40,79

Tablo 2’de görüldüğü gibi SAO zamanla artış göstermiştir. Kontrol ve MMA örnekleri arasındaki fark açıkça görülmektedir. Ağaç türleri arasında da en yüksek su alma oranı göknar ve kavak’ta görülürken bunu sarıçam ve kızılğaç izlemiştir. Bu farkların istatistiksel anlamda değerlendirilmesi varyans analizi ve Tukey testleriyle ortaya konmuştur. SAO deneylerinde işlemler, deney süreleri ve türlerin kendi aralarında ve gruplar arası

karşılaştırma da işlem-ağaç türü arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür (Tablo 3 ve Tablo 4).

Tablo 3. SAO ait Varyans Analizi Değerleri

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
A:İşlem	183204	1	183204,0	567,56	0,000
B: Süreler	28323	4	7080,74	21,94	0,000
C: Türler	56564,6	3	18854,9	58,41	0,000
AB	2294,1	4	573,52	1,78	0,136
AC	28148,3	3	9382,76	29,04	0,000
BC	2290,17	12	190,84	0,59	0,847
ABC	2452,58	12	204,38	0,63	0,811

Tablo 4. SAO ait Tukey testi sonuçları (P&lt;0,05)

İşlem	Örnek sayısı	LS değeri	Homojen Gruplar
MMA	100	19,28	X
Kontrol	100	79,81	X
<b>Süreler</b>			
2 saat	40	35,89	X
4 saat	40	41,06	X
8 saat	40	44,67	X
24 saat	40	57,54	X
48 saat	40	68,57	X
<b>Türler</b>			
Kızılağaç	50	30,24	X
Kavak	50	41,51	X
Sarıçam	50	50,56	X
Gökmar	50	75,87	X

SİE değerleri (Tablo 5) 2 saatlik suda bekletme sonunda en yüksek sarıçam ve kızılğaç örneklerinde tespit edilmiştir (% 93.61 ve % 92.71). En düşük değer ise % 59.95 ile kavak'ta belirlenmiştir. 8,24 ve 48 saat sonunda su itici etkinlik değerlerinde bir azalma görülmüştür. SİE değerlerine ait istatistik değerlendirme de deney süreleri ve türler içerisinde % 5 güven aralığında bir fark olduğu ancak süre-tür arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir (Tablo 6 ve Tablo 7).

Tablo 5. Kontrol ve MMA ile muamele edilmiş odun örneklerine ait ortalama SİE değerleri (%).

	Sarıçam	Gökmar	Kızılağaç	Kavak
<b>2 saat</b>	93,61	84,48	92,71	59,95
<b>4 saat</b>	91,65	81,08	91,87	52,36
<b>8 saat</b>	87,21	76,52	91,09	54,49
<b>24 saat</b>	75,22	73,13	83,60	55,29
<b>48 saat</b>	72,82	69,62	77,29	57,30

Tablo 6. SİE ait Varyans Analizi Değerleri

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	P-Değeri
B: Süreler	7272,26	4	1818,06	38,17	0,000
C: Türler	7687,15	3	2562,38	53,79	0,000
BC	390,33	12	32,527	0,68	0,763

Tablo 7. SİE ait Tukey testi sonuçları (P&lt;0,05)

Süreler	Örnek sayısı	LS değeri	Homojen Gruplar
2 saat	20	9,42	X
4 saat	20	12,93	XX
8 saat	20	16,05	X
24 saat	20	25,36	X
48 saat	20	32,64	X
Türler			
Kızılağaç	25	7,78	X
Sarıçam	25	14,05	X
Kavak	25	25,66	X
Gökmar	25	29,63	X

#### Hacimsel genişleme

Sarıçam için kontrol ve MMA örneklerinde boyuna yönde hacimsel daralma da herhangi bir farklılık görülmemiştir (Tablo 8). Gökmar ve kavak örnekleri birbirine yakın değerler vermiştir (%10.99 - 8.58 ve %10.83 -8.87). En yüksek daralma miktarı da kızılağaçta belirlenmiştir. Hacimsel genişleme değerleri de hacimsel daralma ile benzerlik göstermiştir. MMA ile muamele edilen örneklerde de aynı şekilde boyuna yönde genişleme en yüksek (% 12.84) kızılağaç odun örneklerinde olmuştur. En düşük değerde gökmar'da (% 9.39) belirlenmiştir.

Tablo 8 Kontrol ve MMA ile muamele edilmiş odun örneklerine ait ortalama boyuna yönde hacimsel daralma- genişleme değerleri (%).

	Sarıçam		Gökmar		Kızılağaç		Kavak	
	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA	Kontrol	MMA
Daralma	10,64	10,94	10,99	8,58	14,02	11,38	10,83	8,87
Genişleme	12,29	11,91	12,35	9,39	16,31	12,84	12,14	9,73

#### 4. TARTIŞMA

Ağaç malzemenin en büyük dezavantajlarından biri olan çalışma özelliğini azaltmak ve boyutsal stabilitesini artırmak için bazı monomerlerle muamele edilerek OPK elde edilir. Bu çalışmada de genel olarak fiziksel özelliklerde bir iyileşme sağlanmıştır.

Özgül kütle değerleri özellikle sarıçam ve kızılağaçta belirgin oranda artmıştır. Gökmar ve kavakta ise daha az bir artış gözlenmiştir. Bilindiği gibi MMA hücre çeperine bağlanmayan sadece lümen boşluklarını doldurarak polimerleşen büyük molekülü bir monomerdur. MMA'nın lümen boşluklarına yerleşebilmesi ağaç malzemenin anatomik yapısına bağlıdır. Sarıçam, kavak ve kızılağaç kolay gökmar ise orta derecede emrenye edilen türlerdir (Bozkurt ve ark. 1993). Bu özellikler göz önüne alındığında gökmar'daki boşluk miktarının yüksek olmasına rağmen gerek güç emrenye edilmesi gerekse MMA'nın büyük molekülü bir monomer olması düşük tutunma miktarını açıklamaktadır. Tutunma miktarının az olması doğrudan özgül kütle değerini de etkilemiştir.

SAO ve SİE, boyuna yönde hacimsel daralma-genişleme değerleri de önemli fiziksel özelliklerdendir. MMA ile muamele edilen ağaç türlerine ait SAO değerleri kontrol örneklerine göre azalmıştır. En etkili SAO 2,4 ve 8 saatlik deney sürelerinde gerçekleşmiştir. Boşluk miktarının fazla olmasına rağmen molekül yapısının büyük olması nedeniyle MMA göknar ve kavak içerisine tam olarak nüfuz edememiştir. Bu boşluklar su alma oranı ve su itici etkinlik deneyleri sırasında daha küçük bir molekül yapısına sahip su tarafından doldurulmuştur. Bu da göknar'da SAO değerinin neden yüksek çıktığının bir ifadesidir. Su alma değerlerinin oranlanması ile elde edilen SİE değerlerinde de süre ve türler arasında bazı farklılıklar belirlenmiştir. Türler bazında kavak ve göknar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kızılağaç ve sarıçam arasında ise belirgin bir fark gözlenmemiştir. Uygulanan deney süreleri bakımından da kısa süreli deneylerde SİE değeri yüksek olmuştur.

Ağaç malzemenin su alıp vermesine bağlı olarak boyutlarında daralma ve genişlemeler meydana gelmektedir. MMA ile muamele edilen odun örneklerinde SAO'nun azalması ve SİE değerinin artması doğrudan hacimsel daralma ve genişlemeyi etkilemiştir. MMA ile muamele edilen sarıçam, göknar, kavak ve kızılğaç türlerine ait boyuna yöndeki hacimsel genişleme ve daralma oranları azalmıştır.

Bu çalışma sonucunda, MMA ile muamele edilen odun örneklerinin fiziksel özelliklerinde kontrol örneklerine oranla bir iyileşme tespit edilmiştir. Benzer şekilde Yıldız (1994) ve KuoJung (1996)'da MMA ile muamele ettikleri farklı ağaç türlerinin fiziksel özelliklerinde belirgin artışlar belirlemişlerdir.

Ağaç malzemenin sakıncalarından biri olan çalışma özelliği MMA gibi çeşitli monomerler kullanılarak gerçekleştirilen polimerleştirme işlemleriyle giderilebilir. Ancak, kullanılan monomerlerin pahalı olması nedeni ile üretim maliyetlerinin artırılması ne yazık ki OPK'nın yaygın bir uygulama alanı bulmasını engellemiştir. Ancak, golf sopası, bilardo istakası gibi küçük boyutlu malzemelerde kullanılmıştır. Yapılacak yeni çalışmalarla maliyeti daha düşük monomerler kullanılarak OPK kullanım alanları artırılabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- o Alma, H., Küçük M., Yalınkılıç, M.K., 1992 Kokarağaç'ın polietilen glikol PEG-1000 ile emprenye edilerek boyutsal stabilizasyonunun artırılması, ORENKO Cilt I. Trabzon.
- o Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993 Emprenye Tekniği, İstanbul, İ.Ü. Yayın No: 3779, O.F. Yayın No: 425.
- o Cho, NS., Jo, J., Ahn, WY., 1975 On the manufacturing of WPC with heat-catalyst polymerization. (II) on the characteristics of composites from monomer styrene and MMA and several commercial woods in Korea, Research reports of the Forest Research Institute, No. 22, pp.85-95;35, , Korea.
- o Kollmann, F., Cote W., 1968 Principles of Wood Science and Technology, , Springer-Verlag, New York Inc.
- o KuoJung, H., 1996 Manufacture and improved properties of dyed wood-plastic combinations. Treated with MMA and styrene, Forest Product Industries, 15(1), pp.77-96.,
- o Küsefoğlu, S., 1988 "Ahşap-polimetilmetakrilat kompozit malzemeleri:Üretimi ve fiziksel özellikler" MPM Yayınları 338.
- o Mahmoud A.A. Eissa A.M.F. Omar M.S. El-Sawy A.A. Shaaban A.F. 2003, Improvement of white pine wood properties by impregnation with mixtures of methyl methacrylate and phthalimide monomers, subsequent in situ copolymerization, Pigment and Resin Technology Vol. 32, no. 1, pp. 24-29(6)
- o Moustafa, A.B., Kandil E.E., Hady B.A., Ghanem N.A., 2003, Some wood polymer composites, Angewandte Makromolekulare Chemie, Vol 65, (1), pp.121-132.
- o Rowell, R., 1984 The Chemistry of Solid Wood, American Chemical Society, Washington D.C
- o Rowell, R., Banks W., 1985, Water Repellency and Dimensional Stability of Wood, FPL, General Technical Report.

- Schneider, M., 1994 Wood Polymer Composites, Wood and Fiber Science, 26(1), pp.142-151.
- Yano, H., Norimoto, M., Rowell, R. 1993 Stabilization of Acoustical Properties of Wooden Musical Instruments by Acetylation Wood and Fiber Science, 25(4), pp.395-403.
- Yap, M.G.S., Chia L.H.L. and Teoh, S.H., 1990 Wood-Polymer Composites from Tropical Hardwoods I. WPC properties, Journal of Wood Chemistry and Technology, 10 (1), 1-19.
- Yıldız, Ü.C., 1992 “ Ağaç malzemenin yapısında meydana getirilen değişikliklerle bazı teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi” ORENKO 92,1.Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Cilt 1. Trabzon.
- Yıldız, Ü.C., 1994 Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun-Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, K.T.Ü Fen Bilimleri, Doktora Tezi, Trabzon.