

Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra*) Ekstraktı ve Sıvıcam Karışımı ile Boyanan Bazı Odun Türlerinin Yanma Özellikleri*

Mehmet YENİOCAK¹, Osman GÖKTAŞ¹, Ertan ÖZEN¹, Mehmet ÇOLAK¹, Mehmet UĞURLU²

ÖZET: Bu çalışmanın amacı; Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinden elde edilen ekstraktlar ve sıvıcam karışımı ile ağaç malzemenin boyanması ve yangın geciktiricilik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda; deneylerde üç odun türü sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve maun (*Khaya ivorensis*) kullanılmıştır. Meyan kökü ekstraksiyonu kaynatma metoduyla elde edilmiş, mordan maddeleri; alüminyum sülfat ($KAl_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$) ve üzüm sirkesi ile sırasıyla 5%, 3% ve 10% oranında karıştırılmış ve %20 oranında sıvıcam maddesi ilave edilmiştir. Elde edilen çözeltiler, ahşap örnekler daldırma metoduyla uygulanmıştır. Yanma testleri ASTM-E 69-02 (2002) standardına uygun olarak yapılmıştır. Deneyler sonucunda yanmada ağırlık kaybı, CO, O₂ ve sıcaklık °C verileri elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde meyan kökü ekstraktı, mordan ve hatta sıvıcam katkısının yanmada ağırlık kaybı değerlerine herhangi bir etkisinin olmadığını, fakat sentetik boyaya yakın sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Bu sebeple sentetik boyaların kullanılabilirdiği yangın riskinin bulunmadığı yerlerde doğal boyaların kullanılabileceği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: Doğal boya, meyan kökü, sıvıcam, yanma.

Combustion Characteristics of Some Wood Species Dyed by Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extraction and Liquid Glass (SiO₂) Mixture

ABSTRACT: The scope of this study was to determine flame retardation on wood material dyed by eco-friendly Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) and liquid glass mixture. Three species of wood material have been used; scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), chesnut (*Castanea sativa* Mill.) and mahogany (*Khaya ivorensis*). Boiling method were used for extraction of Liquorice and then extract were mixed with mordant agents; Aluminum sulphate ($KAl_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), Iron sulphate ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), and grape vinegar respectively in ratio 5%, 3% and 10% afterwards liquid glass added in ratio 20%. The solution applied to wood materials by using deeping method. The combustion test was realized according to ASTM-E 69-02 (2002) standard. The mass losses release of gasses (CO, O₂) and the temperature °C differences of samples were detected for each 30 seconds during combustion. The results exhibited that the liquorice extract, mordant agents and even liquid glass had not played operative role against fire effect. However the results of synthetic paint were similar, therefore eco-friendly natural colorants could use instead of synthetic dyes where fire resistance is not desired.

Keywords: Combustion, liquorice, liquid glass, natural colorant.

¹ Mehmet YENİOCAK (0000-0002-8757-5688), Osman GÖKTAŞ (0000-0001-7459-1104), Ertan ÖZEN (0000-0002-2593-0146), Mehmet ÇOLAK (0000-0003-4780-587X), Muğla Sıtkı Koçman Ünv., Teknoloji Fakültesi, Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye

² Mehmet UĞURLU (0000-0002-8757-5688), Muğla Sıtkı Koçman Ünv., Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Muğla, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Mehmet YENİOCAK, myeniocak@mu.edu.tr

* Bu çalışma 19-21 Ekim 2017 tarihinde düzenlenen 4.Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuştur.

GİRİŞ

Ağaç malzemenin çok önemli avantajları yanında, zamanla renk değiştirme, şekil değiştirme, yanma, çürüme gibi dezavantajları da vardır. Biyotik ve abiyotik zararlılara karşı, ağaç malzemenin korunması hakkında literatürde çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Sönmez, 1989; Feist, 1990; Hafizoğlu ve ark., 1994; Baysal and Yalınkılıç, 2005; Kartal et al., 2006). Bu dezavantajların önüne geçmek amacıyla ağaç malzemeye uygulanan koruyucu ve renklendiriciler çeşitli problemleri beraberinde getirmektedir. Bunlardan bazıları; kullanılan maddelerin canlılar üzerinde sitotoksik ve kanserojen etkileri sonucu, karaciğerlerde ur oluşumu, solunum yolları tahribatına neden olmaları (Sinha et al., 2012), suda yıkanabilmeleri ve zamanla renk değişimine uğramaları şeklinde sıralanabilir (Furuno, 2001; Kartal et al., 2006). Koruyucu ve renklendiricilerin yukarıda belirtilen dezavantajlarının ortadan kaldırılması veya azaltılması adına çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak, canlılara zararlı, uçucu organik bileşikler içeren boyar maddelerin yerine, bitki ekstraktlarından ağaç malzeme renklendirici ve koruyucuları geliştirilme çalışmaları verilebilir (Özen, E., 2005; Göktaş et al., 2008a; Göktaş et al., 2008b; Atılgan, 2009; Salmi ve Özdemir, 2012; Peker et al., 2012; Göktaş, 2013; Yeniocak, 2013).

Bu çalışmada meyan kökünden elde edilen doğal ekstraktlara, sıvıcam materyali eklenerek kullanılmıştır. Sıvıcamın sırrı, 15 ila 30 molekül kalınlığındaki yani, insan saçından 500 kat daha ince olan filmde gizlidir. Sıvıcamı yegâne yapan özelliğinin sırrı, kaplanacak malzeme tipine bağlı olarak, su ve alkol solüsyonu şeklinde satılabilmesidir (Ecocorpasia, 2012). Sıvıcam malzemeye uygulandığında, esnek, son derece ince bir tabaka haline gelmekte ve çok güçlü elektrostatik kuvvetlerle yüzeyde bağlar kurmakta, aynı zamanda bir su itici gibi suya maruz kalan bölgelerde malzemeyi sudan korumaktadır.

Bu amaçla; çalışmada ahşap malzemenin renklendirilmesinde kullanılan doğal boyanın, yanmaya karşı dayanımının artırılması için boyanın sıvıcam ile karışımı şeklinde ağaç malzeme üzerine uygulanması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda,

yenilik değeri yüksek, çevre ve insan sağlığına zararsız, uygulandığı yüzeylerde çok ince bir katman yapma özelliğine sahip, çıplak gözle görünmeyen ve son yılların önemli bir buluşu olan sıvıcamın, ahşap malzemelerde, yanmayı geciktirici bir koruyucu gibi kullanılabilirliği araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, ağaç malzeme olarak sarıçam, kestane, maun kerestelerinden elde edilen örnekler kullanılmıştır. Deney örnekleri budaksız, ardaksız, düzgün lifli, çatlaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından elde edilmiştir. Bitki boyası elde etmek için meyan kökü bitkisi (*Glycyrrhiza glabra* L.) satın alınmıştır. Kıyaslama yapmak amacıyla da sanayi ortamında kullanılan bir sentetik ahşap renklendirici ile boyanan örneklerde teste tabi tutulmuştur. Çalışmada mordan olarak; demir sülfat ($Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$), alüminyum sülfat ($KAl_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) ve üzüm sirkesi kullanılmıştır.

Boya Eldesi ve Uygulanması

Yanma deneylerinde kullanılan deney örnekleri, TS 2470'e göre, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve maun (*Khaya ivorensis*) odunlarından hazırlanmıştır. Örnekler 9.5x19x1016 mm olacak şekilde kesilmiş ve $20 \pm 2^\circ C$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem ortamında yaklaşık $\%12$ rutubet derecesine gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Meyan kökü bitkisi küçük parçalar halinde kesildikten sonra 20/1 (saf su(gr)/bitki (gr)) oranında ısı ayarlı bir kazana konularak $45^\circ C$ sıcaklık altında 180 dk boyunca ekstrakte edilmiştir. En sonunda elde edilen boyalı su süzgeç kâğıdı ile süzülerek katı kısımlar ayrılmış boyar maddeler elde edilmiştir. Ekstraktlar içerisine $\%3$ oranında demir sülfat, $\%5$ oranında alüminyum sülfat ve $\%10$ oranında üzüm sirkesi eklenmiştir. Sıvıcam (SiO_2) maddesi ise ağırlıkça $\%20$ oranında, elde edilen boyar maddelerin içine ilave edilmiştir. Elde edilen renklendirici maddeler ısı ayarlı bir kazan içerisinde $45^\circ C$ sıcaklık ve 60 dakika süre ile ağaç malzemeye daldırma yöntemiyle uygulanmıştır. Uygulama sonrası deney örneklerinin retensiyon oranı (R, %) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R(\%) = \frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} \times 100 \quad (1)$$

Burada:

M_{oes} :Boyama öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g),

$M_{oeö}$:Boyama sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g) ifade etmektedir.

Yanma Testi

Doğal boya-sıvıcam ile boyanan örneklerinin yanma deneyleri, ASTM-E-69'a göre, ilk 4 dakika alev kaynaklı yanma olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüleri 9.5x19x1016 mm olan test örnekleri, daha sonra alev kaynağı ateş borusundan uzaklaştırılarak 6 dakika da kendi kendine yanması beklendikten sonra, yanma sonucu açığa çıkan kimyasal gazlar ve ağırlık kaybı her 30 sn.'de ölçülerek kaydedilmiştir. Deney sonunda yanmamış parça ve kül miktarı toplanıp tartılarak her yöntem ve boyar madde çeşidinin yanma olayına etkisi ve yanma esnasında açığa çıkan zehirli gaz ve ortalama sıcaklık değerleri Testo 350 M and XL model baca gaz analiz cihazıyla belirlenmiştir.

İstatiksel Analiz

Çalışma kapsamında elde edilen veriler, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) istatistiksel paket programı kullanılarak ve %95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilerek bunlar arasındaki istatistiksel

farklılık varyans analizi ile ortaya konulmuştur. Elde edilen farklılıkların hangi faktörler arasında olduğunu belirlemek üzere Duncan testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Boyaçözeltilerinin retensiyon oranları hesaplanarak Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde en yüksek retensiyon oranları; sarıçamda sirke çözeltilisinin sıvıcamsız grubunda %2.96, kestane'de sıvıcamsız kontrol grubunda (%22.95) ve maun odununda sıvıcamlı sirke (%3.34) karışımında elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında sıvıcamsız grupların retensiyon oranları sıvıcamlı gruplara göre daha fazladır. Bunun sebebinin sıvıcamın ağaç malzemenin yüzeylerinde gözeneklerin kapanmasına ve içeri daha fazla sıvı alımının engellenmesi olarak düşünülmektedir. Sentetik boya ile bir kıyaslama söz konusu olursa sarıçam grupları hariç genel olarak diğer grupların bazılarında daha yüksek bir retensiyon oranı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Retensiyon oranları

Mordan tipi	Karışım	Retensiyon Oranları (%)		
		Sarıçam	Kestane	Maun
Kontrol (mordansız)	Sıvıcamsız	1.00	2.95	3.12
	Sıvıcamlı	0.95	0.61	0.97
Demir sülfat	Sıvıcamsız	1.53	2.33	3.20
	Sıvıcamlı	1.28	0.91	1.12
Alüminyum Sülfat	Sıvıcamsız	2.17	1.61	2.99
	Sıvıcamlı	1.63	0.79	1.29
Sirke	Sıvıcamsız	2.96	2.21	2.98
	Sıvıcamlı	1.09	0.86	3.34
Sentetik boya		5.25	1.25	1.42

Meyan kökü boyası ve karışımları ile renklendirilen örneklerin, ölçülen sıcaklık (°C), CO (ppm), O₂ (%) ve yanma sonucu ağırlık kaybı (%) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Meyan kökü boyası ve karışımları ile renklendirilen örneklerin genel verileri

Boya tipi	Odun Tipi	Karışım	Sıcaklık (°C)	CO (ppm)	O ₂ (%)	Ağırlık kaybı (%)
Kontrol (mordansız)	Sarıçam	SıvıcaMSız	384.15 (65.92)	1854.37 (91.52)	15.89 (3.35)	86.24 (0.98)
		SıvıcaMlı	295.88 (62.58)	1187.58 (83.12)	15.67 (3.01)	85.54 (1.12)
	Kestane	SıvıcaMSız	370.21 (45.02)	975.45 (18.18)	15.74 (0.85)	75.36 (2.52)
		SıvıcaMlı	272.67 (74.59)	994.75 (84.49)	15.48 (3.43)	73.04 (2.59)
	Maun	SıvıcaMSız	310.49 (70.60)	870.65 (73.03)	18.18 (3.34)	75.16 (1.47)
		SıvıcaMlı	256.08 (68.88)	1310.95 (81.52)	15.40 (3.94)	75.37 (1.96)
Meyan kökü + Demir sülfat	Sarıçam	SıvıcaMSız	352.04 (62.41)	1682.55 (54.46)	15.39 (3.63)	86.95 (1.02)
		SıvıcaMlı	265.76 (41.02)	1028.93 (77.67)	15.80 (2.82)	85.38 (1.95)
	Kestane	SıvıcaMSız	360.78 (10.76)	823.18 (88.90)	16.13 (3.17)	74.68 (1.85)
		SıvıcaMlı	330.88 (56.40)	879.03 (29.32)	16.56 (2.17)	74.29 (3.14)
	Maun	SıvıcaMSız	329.51 (62.62)	1024.93 (77.83)	17.88 (3.12)	76.34 (0.86)
		SıvıcaMlı	217.01 (75.98)	978.35 (74.12)	17.07 (1.91)	66.60 (1.77)
Meyan kökü + Alüminyum sülfat	Sarıçam	SıvıcaMSız	369.06 (53.13)	599.22 (26.84)	16.31 (3.34)	80.86 (2.04)
		SıvıcaMlı	368.42 (63.12)	1617.30 (20.00)	15.76 (3.62)	80.99 (0.39)
	Kestane	SıvıcaMSız	383.79 (15.69)	1777.32 (55.82)	15.90 (3.56)	72.80 (1.13)
		SıvıcaMlı	315.94 (85.63)	1253.03 (60.34)	16.38 (2.52)	71.92 (2.50)
	Maun	SıvıcaMSız	327.35 (58.61)	825.26 (48.65)	18.13 (3.26)	73.02 (2.10)
		SıvıcaMlı	313.43 (70.41)	752.50 (27.41)	16.53 (3.25)	71.79 (1.22)
Meyan kökü + Sirke	Sarıçam	SıvıcaMSız	337.94 (61.97)	1281.23 (32.47)	16.63 (2.79)	85.31 (1.92)
		SıvıcaMlı	372.63 (58.95)	995.30 (41.46)	15.48 (4.03)	85.77 (1.99)
	Kestane	SıvıcaMSız	350.30 (34.72)	872.36 (60.58)	15.87 (3.72)	75.66 (2.02)
		SıvıcaMlı	348.48 (59.66)	820.54 (22.70)	15.91 (1.94)	75.26 (0.86)
	Maun	SıvıcaMSız	355.55 (72.20)	1066.91 (28.90)	15.81 (3.36)	76.55 (1.04)
		SıvıcaMlı	359.23 (70.83)	1204.08 (34.83)	15.78 (3.60)	77.96 (0.92)
Sentetik boya	Sarıçam	-	381.58 (48.08)	918.33 (28.80)	16.41 (3.55)	84.99 (1.04)
	Kestane	-	380.00 (42.99)	389.72 (16.50)	16.73 (2.76)	73.41 (0.63)
	Maun	-	353.28 (61.01)	1039.90 (39.61)	15.56 (3.75)	74.25 (1.27)

Sonuçlar incelendiğinde, en düşük ağırlık kaybı değeri % 66.60 ile demir sülfat ve sıvıcam karışımı uygulanan maun odununda, en yüksek değer ise sarıçam odununun, meyan kökü + demir sülfat uygulanan grubunda %86.95 olarak ölçülmüştür.

Mordan maddeleri ve sıvıcam karışımlarının yanmaya karşı korumada olumlu performans gösteremediği görülmüştür. Çalışmada kullanılan sentetik boya ile boyanan örneklerinde diğer gruplara yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu değerler Yeniocak et al, (2015) çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2'ye göre sıcaklık değerleri incelendiğinde; yanma esnasında en düşük sıcaklık değeri meyan kökü demir sülfat ve sıvıcam karışımı uygulanan maun odununda 217.01 °C olarak ölçülürken, en yüksek sıcaklık değeri ise sıvıcamsız kontrol grubunda sarıçam türünde 384.15 °C ölçülmüştür.

CO değerleri incelendiğinde; yanma esnasında en düşük CO değerinin sıvıcamsız meyan kökü + alüminyum sülfatın karışımının sarıçam türüne uygulanmasında 599.22 ppm, en yüksek değer ise

sıvıcamsız kontrol grubunda ve yine sarıçam türünde 1854.37 ppm olarak ölçülmüştür.

Yanmada O₂ konsantrasyonu değerleri %15.39 ile %17.88 arasında kaydedilmiştir. Normal koşullarda atmosferde %21 oranında oksijen bulunduğu bilinmektedir. Ölçülen oksijen değerlerinin yanma esnasında ortaya çıkan duman yoğunluğundan kaynaklandığı, korumaya katkı yapan herhangi bir gaz çıkışının olmadığı düşünülmektedir.

Meyan kökü ve karışımları ile renklendirilen örneklerin genel karşılaştırma sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Sonuçlara göre mordan tipi düzeyinde en iyi sonuçlar; ağırlık kaybında alüminyum sülfat (%75.22), sıcaklık ortalamasında demir sülfat (308.36 °C), CO konsantrasyonunda sentetik ve O₂ değerlerinde ise sentetik ve sirke gruplarında tespit edilmiştir. Veriler odun türü düzeyinde incelendiğinde en iyi sonuçlar; kestane ve maun türlerinde, Sıcaklık ve CO konsantrasyonunda maun türünde sırasıyla 305.65 ppm ve 994.47 ppm, O₂ oranları ise sarıçam ve kestane türlerinde sırasıyla %15.73 ve %15.80 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3. Meyan kökü ve karışımları ile renklendirilen örneklerin genel karşılaştırma sonuçları

Karşılaştırma Kaynağı	Sıcaklık. (°C)		CO (ppm)		O ₂ (%)		Ağırlık kaybı (%)		
	Ort.	HG	Ort.	HG	Ort.	HG	Ort.	HG	
Mordan tipi düzeyinde	Kontrol	312.97	b	1311.09	b	16.21	b	78.45	b
	Meyan kökü + Demir Sülfat	308.36	a	1069.14	b	16.48	c	77.37	b
	Meyan kökü + Alüminyum Sülfat	347.26	b	1194.87	b	16.22	b	75.22	a
	Meyan kökü + Sirke	354.95	c	1113.71	b	15.71	a	79.41	b
Sentetik	373.59	d	762.70	a	15.69	a	77.55	b	
Odun tipi düzeyinde	Sarıçam	343.87	b	1358.24	b	15.73	a	84.63	b
	Kestane	340.87	b	1158.20	ab	15.80	a	74.12	a
	Maun	312.06	a	994.47	a	16.84	b	74.09	a
Karışım düzeyinde	Sıvıcamlı	307.95	a	1158.48	a	15.94	a	76.99	a
	Sıvıcamsız	353.65	b	1187.24	a	16.25	a	78.24	a

Değerler karışım düzeyinde incelendiğinde yalnızca sıcaklık ortalamasında sıvıcamlı grubun daha üstün olduğu fakat CO, O₂ ve ağırlık kaybı gibi değerlerde karışımın etkisiz olduğu görülmüştür. Çizelge 4'te meyan kökü örneklerinin yanmada ağırlık

kayıplarına ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge incelendiğinde odun türü ve mordan faktörlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu diğer faktörlerin ise beklentileri karşılamadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4. Meyan kökü örneklerinin yanmada ağırlık kayıplarına ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	Önem Düzeyi (P)
A: Odun türü	2950.33	2	1475.16	100.15	0.00
B: Mordan	291.12	3	97.04	6.58	0.00
C: Karışım	47.02	1	47.02	3.19	0.07
A*B	155.26	6	25.87	1.75	0.11
A*C	19.44	2	9.72	0.66	0.51
B*C	78.99	3	26.33	1.78	0.15
A*B*C	125.03	6	20.83	1.41	0.21
Hata	1413.95	96	14.72		
Toplam	728043.58	120			

Meyan kökü örneklerinin yanmada CO değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre odun türü-mordan-karışım etkileşiminin

istatistiksel olarak önemli olduğu diğer faktörlerin etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 5. Meyan kökü örneklerinin yanmada CO değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	Önem Düzeyi (P)
A: Odun türü	24229934.30	2	12114967.15	2.51	0.08
B: Mordan	10112659.97	3	3370886.65	0.70	0.55
C: Karışım	5602.06	1	5602.06	0.00	0.97
A*B	46794098.28	6	7799016.38	1.61	0.13
A*C	9271401.38	2	4635700.69	0.96	0.38
B*C	15011781.91	3	5003927.30	1.03	0.37
A*B*C	72322544.01	6	12053757.33	2.50	0.02
Hata	5115490959.61	1062	4816846.47		
Toplam	8905484289.00	1347			

Meyan kökü örneklerinin yanmada sıcaklık değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 6'da verilmiştir. Bu değerlere göre odun türü, mordan, karışım, odun türü-mordan etkileşimi, mordan-karışım

etkileşimi ve odun türü-mordan-karışım etkileşiminin sıcaklık değerlerinin ortalamasında önemli olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 6. Meyan kökü örneklerinin yanmada sıcaklık değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	Önem Düzeyi (P)
A: Odun türü	282580.065	2	141290.032	47.319	.000
B: Mordan	489173.341	3	163057.780	54.609	.000
C: Karışım	563421.288	1	563421.288	188.693	.000
A*B	239823.322	6	39970.554	13.386	.000
A*C	6913.946	2	3456.973	1.158	.315
B*C	415209.472	3	138403.157	46.352	.000
A*B*C	258484.733	6	43080.789	14.428	.000
Hata	3177018.570	1064	2985.920		
Toplam	159584778.320	1349			

Çizelge 7’de meyan kökü örneklerinin yanmada O₂ değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; odun türü, mordan, karışım, odun türü-mordan etkileşimi ve odun türü-karışım

etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı mordan-karışım etkileşimi ile odun türü-mordan-karışım etkileşiminin ise anlamsız olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 7. Meyan kökü örneklerinin yanmada O₂ değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	Önem Düzeyi (P)
A: Odun türü	249.314	2	124.657	65.189	.000
B: Mordan	36.890	3	12.297	6.431	.000
C: Karışım	44.894	1	44.894	23.477	.000
A*B	163.942	6	27.324	14.289	.000
A*C	40.665	2	20.332	10.633	.000
B*C	.469	2	.234	.123	.885
A*B*C	22.317	3	7.439	3.890	.009
Hata	1648.357	862	1.912		
Toplam	299312.355	1099			

SONUÇ

Meyan kökü boyası ve mordan karışımlarının sıvıcamlı ve sıvıcamsız konsantrasyonları ile renklendirilen örneklerin ağırlık kaybı değerleri herhangi bir işlem görmemiş odun örnekleri verileri ile kıyaslandığında yanmaya karşı direnci performanslarına önemli bir katkı yapmadığı gözlenmiştir. Fakat sentetik boya ile renklendirilen örneklerin ağırlık kaybı sonuçları

kullanılan sentetik boyanın da yanmaya karşı bir direnç sağlayamadığını göstermiştir.

Meyan kökünden elde edilen doğal boya ve karışımları sentetik boyalara alternatif olabilir. Bu sonuçlara göre doğal boya ve karışımlarının yanmaya karşı direnç özelliği beklenen yerlerden çok yanma direnci istenmeyen dâhili alanlarda kullanımının daha doğru olacağı sonucuna varılabilir. Günümüzde

sağlık ve çevreye olan duyarlılığın artması ile doğal boyalara olan talebin azımsanmayacak oranda artacağı düşünülmektedir. Bu sebeple daha sonraki çalışmalarda

doğal boyaların içerisine yine kendileri gibi sağlığa zarsız olan maddeler katılarak bu zayıf özelliklerinin iyileştirilmesi kaçınılmazdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan veriler TÜBİTAK tarafından desteklenen “*Bitki Ekstraktları ve Sivicam (Suda Çözünmüş SiO₂) Karışımı İle Ahşap Malzeme Üstüzeyleri İçin Dayanıklı Doğal Boyaların Geliştirilmesi ve Hızlı Yaşlandırma, Yıkanma, Tuzlu*

Su Sisi, Sıcak-Soğuk Şoku, Yanma ve Çürüklük Mantarlarına Karşı Dirençlerinin Araştırılması” isimli ve 2130185 no’lu proje kapsamında elde edilmiştir. TÜBİTAK’a katkı ve desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışma Düzce Üniversitesi tarafından düzenlenen 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon kongresinde sözlü olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- ASTM-E-69, 2007. Standart Test Method for Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus.
- Atılğan A, 2009. Bitki Boyaları ile Boyanan Ahşap Malzemenin Hızlandırılmış Yaşlandırma Ortamında Renk Değişim Değerlerinin Belirlenmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Baysal E, Yalınkılıç MK, 2005. Comparative Study on Stability and Decay Resistance of Some Environmentally-Friendly Fire Retardant Boron Compounds. *Wood Science and Technology*, 39(5): 169-186.
- Ecocorpasia 2012. <http://www.ecocorpasia.com/products/nanopool.html>, (Erişim tarihi 18.12.2012).
- Feist WC, 1990. Weathering Performance of Finishing Wood Pretreated Water Repellent Preservatives. *Forest Products Journal*, 40(3): 21-22.
- Furuno T, 2001. Histochemical Study on Wood Deterioration by UV Irradiation and Prevention of Deterioration Using Poly PEGMA. High Performance Utilization of Wood for Outdoor Uses. Report on Research Project, Grant-in-Aid for Scientific Research, 71-84.
- Göktaş O, 2013. Malzemenin Yıkanma Performansları (Boya Tutunma) ve UV-Hızlı Yaşlandırma Şartları Altındaki Renk Değişim Değerlerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK-TOVAG 110 O 141 nolu Proje.
- Göktaş O, Baysal E, Ozen E, Mammadov R, Duru E.M, 2008b. Decay Resistance and Color Stability of Wood Treated With Juglans Regia Extract. *Wood Research*, 53(3): 27-36.
- Göktaş O, Duru EM, Yeniocak M, Ozen E, 2008a. Determination of the Color Stability of an Environmentally Friendly Wood Stain Derived from Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaf Extracts Under UV Exposure. *Forest Products Journal*, 58 (1/2): 77-80.
- Hafizoğlu H, Yalınkılıç MK, Yıldız ÜC, Baysal E., Demirci Z., Peker H, 1994. Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkanları. TÜBİTAK-TOVAG-875 Nolu Proje.
- Kartal SN, Hwang WJ, Shinoda K, Imamura Y, 2006. Laboratory Evaluation of Boron-Containing Quaternary Ammonia Compound, Didecyl Dimethyl Ammonium Tetrafluoroborate (DBF) for Control of Decay and Termite Attack and Fungal Staining of Wood. *Holz Als Roh Und Werkstoff*, 64 (1): 62-67.
- Özen E, 2005. Zehirli bitki geofit ekstraktları ile ağaç malzemenin mantar çürüklüklerine karşı korunmasına ilişkin bir araştırma. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Peker H, Atılğan A, Ulusoy H, Göktaş O, 2012. Usage Opportunities of the Natural Dye Extracted from Acorn (*Quercus ithaburensis Decaisne*) in the Furniture Industry Upper Surface Treatment. *International Journal of Physical Sciences*, 7(40): 5552-5558.
- Salmi B, Özdemir Z, 2012. Doğal Boyar Madde Üretimi Ve Uygulamaları. TÜBİTAK – BİDEB Kimya Lisans Öğrencileri – Kimyagerlik, Kimya Öğretmenliği, Kimya Mühendisliği – Biyomühendislik – Araştırma Projesi Kimya – 3 (Çalıştay).
- Sinha K, Saha PD, Datta S, 2012. Extraction of Natural Dye from Petals of Flame of Forest (*Butea monosperma*) Flower, Process Optimization Using Response Surface Methodology (RSM). *Dyes and Pigments*, 94: 212-216.
- Sönmez A, 1989. Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler.
- Yeniocak M, Göktaş O, Çolak M, Özen E, Uğurlu M, 2015. Natural coloration of wood material by red beetroot (*Beta vulgaris*) and determination color stability under UV exposure. *Maderas. Ciencia y tecnologia*, 17(4): 711-722., Doi: 10.4067/S0718-221X2015005000062.
- Yeniocak M, 2013. Ultrasonik Yöntem İle Elde Edilen Çeşitli Doğal Boyar Maddelerle Ahşap Malzemenin Boyanabilirliğinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 330s.