

Bazı Odun Türlerinde Bitki Ekstrakt Boyasının Eğilme Direnci/Elastiklik Modülüne Etkisi

Abdi ATILGAN¹, Hatice ULUSOY^{2*}, Hüseyin PEKER³

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon MYO Malzeme ve Malz. İşl. Tekn. Bölümü, Afyon

²Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz MYO, Ormancılık Bölümü, Muğla

³Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin

*Sorumlu Yazar:

E-posta:hatice.tirasulusoy@gmail.com

Geliş Tarihi: 04 Mart 2017

Kabul Tarihi: 25 Mayıs 2017

Özet

Araştırmada, çevreyle dost ahşap doğal boyası üretilmesi hedeflenmiştir. Çay boyası ISO 1574 -TS 1563 'göre hazırlanmış; ASTM D 1413-76 (1976)'na bağlı kalınarak emprenye muamelesi yapılmıştır. Bu amaçla sarıçam ve doğu kayını odununa doğal çay boyası/ su bazlı vernik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Eğilme direnci ve elastiklik modülünde oluşan değerler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında; en yüksek eğilme direnci çay boyası+ALSO4+ S. bazlı vernikte (79.61 N/mm2) sarıçam odunu uygulamasında, en düşük eğilme direnci değeri kontrol örneğinde (68.23 N/mm2) sarıçam odunu uygulamasında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emprenye, Bitki boyası, Mobilya, Eğilme direnci

Effects on Bending Strength and Modulus of Elasticity of Plant Extracts Dye on some Wood Species

Abstract

This study was designed to develop an environmentally friendly wood stain derived . The tea plant extract is obtained in compliance with ISO 1574 -TS 1563 and impregnated in compliance with ASTM D 1413-76. For this purpose, developed the tea dye and waterborne varnish were applied on the wood surfaces such as pine and east beech wood bending strength-elastic modules changes values are calculated. According to experimental results, the highest value of bending strength change tea dye + ALSO4+water based varnish (79.61 N/mm2) pine wood is obtained, at least the value of bending strength change control sample (68.23 N/mm2) was pine wood.

Keywords: Impregnation, Plant dye, Furniture, Bending strength

GİRİŞ

Türkiye, coğrafi özellikleri ve çok çeşitli iklim çeşitlerinin olması dolayısıyla dünyada bitki zengini olan bir ülke olup takson sayısı 12.000'e varmıştır. Yeni türlerin belirlenmesi ve teşhisi zamana göre artış göstermektedir [1,2]. Ahşap malzemenin artıları varsa da hava etkilerine karşı muhafazası ve estetik olabilmesi için üst yüzey işlem maddeleriyle işlem görmesi gerekmektedir. Kimyasal yöntemlerle ahşap malzemenin muhafazası ve renklendirilmesiyle iç alanlarda kirlenme, insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu çalışma konusu insan topluluklarının özellikle de mamul alan müşterilerin, idari yapıların, sanayi çalışanlarını ve araştırmacıların izlediği konu olarak ortaya çıkmıştır [3]. Canlı ve cansız faktörlere karşı ahşap ürünlerin muhafazası için kullanılan kimyasal mamullerin insan/ çevreye etkileri nedeniyle, yalnız ana organizmaya hasar verecek çeşitli emprenye ürünlerinin üretilmesi/geliştirilmesi ve çeşitli emprenye metotları çevreyi olumsuz etkilemeyecek biçimde yapılandırılmalıdır [4]. Juglans regia'nın kabuğundan üretilen organik koruyucu/renklendirici ağaç ürünlerinde uygulanmış ve çürüklük testleri ve UV altında renk değişimi belirlenmiştir [5].

Doğal yöntemle elde edilen boyalar, M.Ö.3000 yıllarına kadar uzamakta olduğu bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir. Eski tarihlerdeki bir Çin eserinde, doğal boyaların varlığından bahsedilmekte, Mısır Orta Krallığı periyodunda doğal boyaların üretimi yanında, çeşitli mordan materyallerinin varlığı kaydedilmiştir [6]. Zehirli yapılarından dolayı sıkça kullanılan odun koruyucu materyaller artan toplumsal

baskı-yasaklar, çevreyle barışık materyallerin kullanılmasını aynı zamanda kullanılan materyallerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır [7]. Dünya ülkelerine bakıldığında üretim yapısı itibarıyla kaliteli çay olan Türk çayı ülkemiz ekonomi sektörüne stratejik bir yapı kazandırmıştır. Çay fabrikalarında yaklaşık olarak her yıl tahmini 40.000 ton çay atığı meydana gelmektedir [8].

Gerek Dünya'da ve gerekse ülkemizde doğal yapıya dönüş başlamıştır [9]. Doğal boyaların mamul yapıya olumlu özellikler kazandırmasıyla, doğal yapı hammaddeye (ip-liklere) arz artmıştır. Doğal yapıya geri dönüş ile çeşitli bölgelerde tüm zorluğa karşı çalışan araştırmacıların gayretiyle okullar kurulmuş olup; planlı bir biçimde araştırmalar devam etmektedir. Çalışmada doğal bir mamul ve ülkemiz tarım ana kaynaklarından biri olan çay atığından doğal boya elde edilmesi yoluyla doğaya/canlı sağlığına yan tesiri olmayan su kökenli koruyucu/renklendirici elde edilmesi ve bu boyanın ahşabın mekanik özelliklerinden biri olan eğilme direnci-elastiklik modülü üzerinde değişimi belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Ahşap Malzeme ve Boya Maddesi

Ülkemiz odun türlerinden ve ahşap endüstrisinde kullanım yeri geniş olan sarıçam ve Doğu kayını odunları kullanılmıştır. Atık çay Rize (Fındıklı) 'den alınmış ve atıkların biyotik-abiotik-rutubet maruz kalmamasına özen gösterilmiştir [10].

Su Bazlı (Çözücülü) Vernik

Çalışma kapsamında su bazlı vernik kullanılmış ASTM D-3023 [11]'e göre işlemler gerçekleştirilmiştir. Su bazlı verniğe ait teknik özellikleri Tablo 1 'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Su Bazlı Vernik

Çözücü	Sıcaklık	pH	Yoğunluk
Saf su	23 °C	8.5	1.020
Viskozite (DİN Cup4mm)	Katı Madde (%)	Uygulanan Miktar (g/m ²)	
18	34	67	

Yöntem

Çay Ekstraktı Hazırlama

Çeşitli kaynaklara göre bitki ekstraktı hazırlama yöntemleri incelendiğinde; etil alkol, aseton, su veya bunların karışımlarından oluşan çözücüler tercih edilmiştir. Bu çalışmada en uygun çözücünün belirlenebilmesi için 1 gr er çay örnekleri üzerine ayrı ayrı 50 ml etil alkol, aseton, su ve alkol aseton karışımı (%50-%50) içinde 1 saat çalkalanarak bekletildi. En iyi renk verme özelliğini su çözücüsünün sağladığı tespit edildi. Ekstraksiyon işlemi için 10 gr çay örnekleri sokhlet aparatı içerisindeki kartuşlara yerleştirildi. Çözücü olarak 150 ml su kullanıldı. 4 saat boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildi. Ekstraksiyon işlemi sonunda balonlarda biriken ekstraktlar evaporatör cihazında 15 ml kalana kadar buharlaştırıldı. Kalan 15 ml ekstraktlar birleştirilerek ahşap malzemeye tatbik edilmek üzere yeterli miktarlarda hazır hale getirildi [10,12,13,14].

$\% \text{ Ekstrakt} = \frac{(m_0 \times w) \times (m_1 \times 100)}{(m_0 \times w)} \times 100$	
m₀ : Başlangıçta alınan numune miktarı (g)	m₁ : Kurutulmuş çözünmeyen kısım, kalıntı (g)
w : Numunenin kütleye yüzde olarak ifade edildiği kuru madde içeriği	

Deney Örneklerinin Hazırlanması

Standartlara uygun olarak % 12 rutubete sahip deney malzemesi toleranslı biçilmiş ve sıcaklık miktarı 20±2 oC ve bağıl nem miktarı % 50±5 olacak ortamda sabit ağırlık miktarına kadar tutulmuştur [15,16].

Doğal Boya ve Emprenye

Doğal boya uygulaması vakumlu emprenye metoduyla gerçekleştirilmiş [17] olup 60 dk. vakum ve 60 dk. difüzyon işlemi yapılmıştır.

Vernik Uygulaması

Verniklenmede [11,18]'e göre ve mamul prospektüsüne uyulmuş, vernik filmi direnci açısından 20±2°C ve %65±3 bağıl nemde 3 hafta tutulmuştur. Tüm numuneler vernikleme işleminden önce 23±2°C ve % 50±5 bağıl nem ortamında 16 saatlik periyotla kondüsyonlanmış; prospektüs şartları doğrultusunda vernik miktarları hesaplanarak uygulama gerçekleştirilmiştir.

Eğilme direnci deneylerinde TS [19] esaslarına uyulmuştur. Testler yapılmadan önce tüm deney örneklerinin kesit yüzey ölçümleri alınmıştır. Buna göre iki mesnet arası

(L) parça kalınlığının (h:20mm) 15-24 katı alınabilmektedir. Örneklerin rutubeti %12'den sapma gösterdiğinde %12 rutubetteki (r) eğilme direnci (σ_e 12); Eğilmede elastiklik modülü TS EN [20] standardına uyularak belirlenmiştir. 20 ± 2 °C bağıl nemi % 65±5'de bekletilen örneklerin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı 0,01mm duyarlılık dijital kompas ile ölçülerek belirlenmiştir. Kırılma anındaki kuvvet, makine göstergesinden 2 kg duyarlılıkla belirlenmiştir. Deneyler Universal Test Makinesinde gerçekleştirilmiştir. Eğilmede elastiklik modülü aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\sigma_e 12 = \sigma_e [1+0,04 (r-12)] \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{Eğilmede elastiklik modülü (E);}$$

$$E = \frac{1}{4} * (F_2 - F_1) L_s^3 / \Delta f_x b x h^3 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Mordan (Alüminyum sülfat)

Doğal boyanın rengini sabitlemek ve güçlü bir bağ oluşturmak için tercih edilmiştir [21].

Veri Analizi

Analizlerde basit varyans analizi (BVA) kullanılmış, odun türü, doğal boya, vernik türünün eğilme direncine/ elastiklik modülü üzerine etkileri tespit edilmiş olup; Duncan testi yapılmak suretiyle de homojenlik yapısı oluşturulmuştur (α=0,05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çay Ekstraktı (Çözelti) Özellikleri

Ekstrakt yapısı Tablo 1 'de belirlenmiştir.

Tablo 2. Ekstrakt Özelliği

Çay Ekst. Konsant. (%)	Çözücü Madde	pH	
		EÖ	ES
15%	Su	5.32	5.3
Yoğunluk (gr/ml)		Sıcaklık °C	
EÖ	ES	EÖ	ES
0.997	0.996	23 °C	23 °C

EÖ: Emprenye Öncesi, ES: Emprenye Sonrası

Hazırlanan çözelti özelliğinde yoğunluk değerinde emprenye öncesi-sonrasında değişiklik olmazken, pH değerinin asidik yapıda olması odun bağ yapısında (hidro-liz) direnç özelliklerinde değişmelerine neden olacağını düşündürmektedir.

Tutunma Oranı (%)

Tutunma miktarı (%) ve istatistik değerlendirmesi Tablo 3 ve Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Tutunma Oranı Duncan Testi Sonucu

% Tutunma Oranları			
Odun Türü	Ort.	St. Sp.	HG
Sarıçam	5.61	3.33	B
Doğu Kayını	6.75	5.73	A
LSD ±4.251			

Tablo 4. Tutunma ve BVA Sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	244.763	5	48.953	2.432	0.041***
Grup İçi	1690.448	84	20.124		
Toplam	1935.211	89			

St. Sp.: Standart Sapma **HG:** Homojenlik Grubu ***: 0.05 Önem düzeyi

Tutunma (%) kayında (% 6.75), en sarıçamda (%5.61) belirlenmiş olup; 0.05 önem seviyesinde anlamlılık saptanmıştır. [22] Peker ve ark.(1999) Doğu kayını ve sarıçam odunlarını çeşitli maddelerle empenye etmişler kayın odununda % tutunma miktarını % 2.11, sarıçam odununda % 1.60 olduğunu belirlemiştir. [23] Toker (2007) en fazla tutunma oranını Doğu kayınında % 6'lık SP'ta ve kızılçamda % 6'lık Bx'ta olduğunu bildirmiştir. [24] Atılğan ve ark.(2012) en yüksek % en yüksek tutunma miktarını kayında Amonyum tetraflüborate (% 3.91) yine % 6 çimento karışımında kayın odununda (% 0.19) olduğunu tespit etmişlerdir.

Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü

Eğilme direnci ve elastiklik modülü verileri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Eğilme Direnci ve Elastiklik Modülü Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları

Eğilme Direnci (N/mm ²)				
Odun Türü	Ort.	St. Sp.	HG	
Sarıçam	Kontrol			
	Çay Ekst. Boyası			
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4	68.23	2.89	E
	Su Bazlı Vernik	71.90	12.41	D
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	72.13	6.67	C
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	79.10	3.56	B
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	76.54	9.73	A
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	79.61	6.48	B
D.Kayını	Kontrol			
	Çay Ekst. Boyası			
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4	80.71	8.23	E
	Su Bazlı Vernik	82.45	9.73	D
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	82.06	2.64	D
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	92.80	1.89	A
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	90.48	6.71	B
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Ver.	85.96	4.46	C

Elastiklik Modülü (N/mm ²)				
Odun Türü	Ort.	St. Sp.	HG	
Sarıçam	Kontrol			
	Çay Ekst. Boyası			
	ALSO4+Çay Ekst. Boyası	8215	1.23	D
	Su Bazlı Vernik	9762	6.46	B
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	10056	7.36	A
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	9766	4.61	B
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4+Su Baz. Vernik	8645	9.71	C
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4+Su Baz. Vernik	9222	6.37	B
D.Kayını	Kontrol			
	Çay Ekst. Boyası			
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4	11057	6.79	D
	Su Bazlı Vernik	12132	5.89	C
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	13636	4.11	B
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	13605	8.72	B
	Çay Ekst. Boyası+Su Baz. Vernik	12566	6.12	C
	Çay Ekst. Boyası+ALSO4+Su Baz. Ver.	15922	7.88	A
LSD ±4.251				
Ort: Ortalama St. Sp.: Standart Sapma HG: Homojen Gruplar Akr. Vernik: Akrilik vernik Çay Ek: Çay ekstraktı				

Tablo incelendiğinde; en yüksek eğilme direnci değeri Doğu kayını odunun (su bazlı vernik)'te 90.48 N/mm², en düşük sarıçam odunu kontrol örneğinde 68.20 N/mm² gerçekleşmiştir. Elastiklik modülü değeri en yüksek kayın odununda (Çay Ekst. Boyası+ALSO4+Su Baz. Ver)'te 15922 N/mm², en düşük sarıçam odunu kontrol örneğinde 8215 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Su bazlı vernik ve çay ekstra tının sarıçam ve kayın odununda gerek eğilme direncini ve gerekse elastiklik değerini artırdığı belirlenmiştir. Burada mordan olarak kullanılan ALSO4 özellikle yapışma ve tutunmada bağlayıcı bir yapı oluşturduğu söylenebilir. Su bazlı verniğin tek başına kullanımı da eğilme direnci-elastiklik modülünde olumlu etkiler oluşturduğu gözlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda; Doğu kayınının mekanik özellikleri ile ilgili araştırmada; eğilme direnci 870 kg/cm²,

1052 kg/cm², 1123 kg/cm², elastikiyet modülü 125.000 kg/cm², 118200 kg/cm², 130822 kg/cm² olarak tespit edildiği bildirilmiştir. [25,26,27]. Eğilme direnci değerini kayında kontrol örneğinde (126,49 N/mm²), en düşük göknarda basınçlı emprenye metodu örneklerinde (49,03 N/mm²) belirlenmiştir [28]. Elastiklik değeri maksimum kayın kontrolde (13274,58 N/mm²), en düşük göknarda basınçlı metotta yapılan test numunelerinde (7343,43 N/mm²) elde edildiği bildirilmiştir.

SONUÇLAR

Elde edilen bulgular atık çaydan elde edilen doğal çay boyasının mekanik özelliklerden biri olan eğilme direnci-elastiklik modülü üzerinde olumlu etkisi belirlenmiştir. Mobilya ve inşaat endüstrisinde kullanılan vernik ve boyaların sentetik kökenli olması insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkileri bilinmekle beraber orman endüstri sanayiinde kullanılan tüm üst yüzey işlem maddeleri ve koruyucular estetik görünüm sağlamanın yanında iç-dış mekânda kullanılan tüm ahşapla ilgili mamullerde belirli bir mekanik dayanımın sağlanması gerektiği kaçınılmaz bir gerçektir. Elde edilen doğal boya fırça ve püskürtme yöntemleriyle kullanılabilir bir yapıda olup; insan ve çevre sağlığına olumlu yansımalar yapacağı, maliyeti yönüyle de uygun olacağı; özellikle renk tonu ayarlamalarının yapılabileceği ve tarihi ahşap eserlerin restorasyonunda da kullanılabilceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Özhatay, N., Kültür, Ş., Aslan, S. 2009. Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey IV. Turk Journal Botany. 33: 191-226.
- [2] A.D., Öztekin, M., Erkoç, F., 2010. Biyoçeşitlilik ve Türkiye'deki endemik bitkilere örnekler. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30/1:219-240.
- [3] Salthammer, T., Bednarek, M., Fuhrmann F., Funaki, R., Tanabe, S.I., 2002. Formation of organic indoor air pollutants by UV-curing chemistry, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 152, 1-9.
- [4] Kartal, N., Engür, O., Köse, Ç., 2005. Emprenye Maddeleri ve Emprenye Edilmiş Ağaç Malzeme ile İlgili çevre Problemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Atığın Modifikasyonu, 17-23.
- [5] Söğütü, C., Sönmez, A., 2006. The effect of UV lights on color changes on some local wood processed with differential preservatives. J. of Faculty of Engineering and Architecture of Gazi Univ. 21, 1, 151- 159.
- [6] Uğur, G., 1988. Türk Halılarında Doğal Renkler ve Boyalar. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Genel Yayın No:289, Sanat Dizisi:42, Ankara.
- [7] Tomak, E.D., Yıldız, Ü.C., 2012. Bitkisel Yağların Ahşap Koruyucu Bir Madde Olarak Kullanılabilirliği, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 1, 142-157.
- [8] Usta, H., 2010. Çay Sektörü Profil Araştırması, İstanbul Ticaret Odası İstatistik Şubesi ,41.
- [9] Kaynar, H., Tosun, E., 2014. Sivas'ta Yetişen Salvisp. (Adaçayı) Bitkisinden Elde Edilen Renkler Ve Haslık Değerleri, Electronic Journal Of Vocational Colleges-May/Mayıs.
- [10] ISO 1573/TS 1562 (1990) Çayda Rutubet Miktarının Tayini, Ankara.
- [11] ASTM D 3023 (1998) Standard Practice For Determination Of Resistance Of Factory Applied Coatings On Wood Products Of Stain And Reagents.

[12] TS 2948, 1978. Çaydan Numune Alma Bölüm II-Küçük Ambalajlardan Numune Alma, Ankara.

[13] ISO 1839/TS 1568-2948 (1980) Çay-Numune Alma, Ankara,1980.

[14] ISO 1572 /TS 1561(1990) Çayda Kuru Madde Miktarının Tayini, Ankara,1990.

[15] TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, TSE, Ankara.

[16] TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara.

[17] ASTM D 1413-76 (1976) Standart Methods Of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book Of ASTM Standarts, USA.

[18] ASTM D-3924 (1996) Standart Specification For Standard Environment For Conditioning and Testing Paint Varnish, Lacquer And Related Materials.

[19] TS 2474, 1976. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

[20] TS 2478, 1976. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.

[21] Atılğan, A., 2009. Bitki Boyaları İle Boyanan Ahşap Malzemenin Hızlandırılmış Yaşlandırma Ortamında Renk Değişim Değerlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, DPÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, S. 96, Kütahya.

[22] Peker, H., Atar, M., Uysal, B., 1999. Impact of Anti-Combustion and Water Repellent Chemical Materials on Wooden Substance to the Bending Resistance, Pamukkale University, Science and Engineering Journal, 5, 1, 975-983,1999.

[23] Toker, H., 2007. Determination of the Impact of Boron Compounds on Some Physical, Mechanical and Biological Properties of Wooden Materials, Gazi University, Institute of Physical Sciences, PhD Thesis, September, Ankara,2007.

[24] Atılğan, A.,Peker, H., 2012. Impact of Various Impregnated Materials on some of the Physical Properties of the Wood Types Used in Furniture and Construction Industry, Artvin Çoruh University, Faculty of Forestry Journal,13 (1):67-78

[25] Bozkurt, A., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İ. Ü. Yayınları, No: 3779/425, İstanbul.

[26] Gürsu, İ., 1960. Tokat Mıntıkası Kayınlarının Teknik Vasıfları Üzerine Yapılan Bir Çalışma, OAE Dergisi 6,1, 30-41, Ankara.

[27] Pojough, P., 1974. Qualite Du Bois De Fagus Orientalis De l'elbourz-İran Revue Forestiere Française 6, 464-471.

[28] Özçifçi, A., Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Politeknik Dergisi Journal of Polytechnic , Cilt:12 Sayı: 4 s.287-292.