

CCA'NIN KIZILAĞAÇ ODUNUNUN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ali TEMİZ
Ümit C. YILDIZ
Engin Derya GEZER
Sibel YILDIZ
Eylem DİZMAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, 61080 TRABZON

Geliş Tarihi: 04.03.2004

Özet: Bu çalışmada; CCA ile (Bakır/krom/arsenik) %1, %3 ve %10 konsantrasyonlarında empenye edilen ve değişen sıcaklıklarda (60 °C, 88 °C ve 100 °C) fiksasyona bırakılan kızılağaç odunlarının mekanik özellikleri belirlenmiştir. ASTM D 1413 standardına göre empenye edilen odun örneklerinde liflere paralel basınç ve statik eğilme direnci TS 2474 ve TS 2595 standartlarında öngörülen şekilde belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre sıcaklık ve konsantrasyon artışı ile liflere paralel basınç ve statik eğilme dirençlerinde genel bir artış söz konusu olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: CCA, mekanik özellikler, fiksasyon, kızılağaç

THE EFFECT OF CCA ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF ALDER WOOD

Abstract: In this study, it was aimed to determine mechanical properties of alder wood treated with CCA (1, 3 and 10%) and fixed at different temperatures (60 °C, 88°C and 100 °C). Compression strength parallel to grain and Modulus of Elasticity (MOE) of CCA treated (according to ASTM D 1413) and untreated (control) alder wood samples were investigated according to TS 2474 and TS 2595, respectively. Results shows that compression strength parallel to grain and modulus of elasticity of treated wood samples increased generally while concentration and fixation temperature were increasing

Keywords: CCA, mechanical properties, fixation, alderwood

1. GİRİŞ

Son yıllarda ağaç malzemeye olan talebin artmasına karşılık ormanların hızla yok edilmesi, empenye edilerek ağaç malzemenin kullanım ömrünün uzatılmasını zorunlu kılmıştır. 60 yıldan beri ağaç malzemenin mantar ve böcek tahribatına karşı korunmasında yaygın olarak CCA kullanılmaktadır (1). CCA'nın yapısında bakır, krom ve arsenik bulunmakta birlikte; Tip A, Tip B ve Tip C olarak geliştirilmiş olup, Tip C ticari olarak en yaygın kullanılanıdır (Tablo 1).

Tablo 1. CCA'nın formülasyonu (oksit bazlı) (2)

Tip	Madde miktarı (%)		
	CuO	CrO ₃ (%)	As ₂ O ₅
A	18.1	65.5	16.4
B	19.6	35.3	45.1
C	18.5	47.5	34.0

Türkiye'de toplam 29 empenye fabrikası bulunmakta olup, bunların 4 tanesi CCA (bakır/krom/arsenik) ve 10 tanesi CCB (bakır/krom/bor) empenye maddesini kullanmaktadır. CCA ve CCB için yıllık toplam kapasite 310.000 m³ olup, 2000 yılında bunun sadece 102.150 m³'ü kullanılmıştır. 1999 yılında yaklaşık olarak 876 ton CCB ve 415 ton CCA kullanılmıştır (3).

Bu çalışmada, ahşap malzemenin korunmasında yaygın olarak kullanılan CCA'nın (bakır/krom/arsenik) Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen kızılgağaç odununun mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada; Adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey. Yalt) kullanılmıştır. Örnekler, doğal yayılış gösterdikleri Doğu Karadeniz Bölgesinden (Esiroğlu/Trabzon) bulunduğu bölgeyi temsil eder nitelikte olmasına dikkat edilerek seçilmiştir.

Örnekler, kökten itibaren 2-4 m arasındaki iki metrelik kısımdan alınmıştır. Tomruklar öncelikle teğet yönde parçalara biçilmiş ve açık hava koşullarında doğal kurutmaya bırakılmışlardır. Doğal kurutmaya bırakılan kerestelerin rutubetleri sürekli olarak kontrol edilerek lif doygunluk noktasına (LDN) ulaşmaları beklenilmiştir. LDN'ye ulaşan parçalar planya, kalınlık ve daire testere makinelerinde işlenerek testlerin standartlarına uygun hale getirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Emprenye Yöntemi

Emprenye işleminde ASTM D 1413 standardında öngörülen şekilde, örnekler 30 dakika 70 cm Hg basıncına eşdeğer ön vakum uygulandıktan sonra 30 dakika süreyle atmosferik basınçta çözelti içerisinde difüzyona bırakılmıştır (4).

Örneklerinin absorbe ettiği emprenye maddesi miktarları (retensiyon) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10$$

R = Retensiyon miktarı (kg/m³)

G = Ms-Mö (Emprenye öncesi-emprenye sonrası ağırlık)

C = Çözelti konsatrasyonu (%)

V = Örnek hacmi (cm³)

Örnekler, emprenye sonrası 60 °C, 88°C ve 100 ± 2 °C'ye ayarlanmış etüve konularak CCA'nın oduna fiksasyonu sağlanmıştır. Fiksasyon periyodundan sonra örnekler klima odasında %12 rutubete getirilmiştir.

2.2.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri TS 2474'deki genel esaslara uyularak yürütülmüştür. 2 x 2 x 30 cm (teğet x radyal x lifler yönü) boyutlarındaki örnekler universal test makinesinde kırılma anına kadar yüklenerek denenmişlerdir. Test için 5, kontrol için ise 15 adet deneme yapılmıştır. Teğet yöndeki direnci belirlemek üzere radyal yüzeye tam ortadan yük uygulanmış, 2000 kg. maksimum kapasiteyle ve 1,5 ± 0.5 dakikada örneğin kırılmasını sağlayacak deney hızıyla çalışılmış ve kırılma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) ± 1 kp duyarlıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (5, 6):

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times a \times b^2}$$

Eşitlikte;

σ_e : Eğilme direnci [kp / cm²]

F: Kırılma anındaki kuvvet [kp]

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık [cm]

a : Örnek genişliği [cm]

b : Örnek kalınlığı [cm]

2.2.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci deneyleri TS 2595'e göre yürütülmüştür (7). Deney ve kontrol örneklerinin aynı yıllık halkaları içeren kısımlardan elde edilmesine özen gösterilmiştir. 2 x 2 x 3 cm (teğet x radyal x lifler yönü) boyutlarında 5'er adet test ve 15 adet kontrol örneği hazırlanmıştır.

Deney üniversal test makinesinde gerçekleştirilmiştir. Deney hızı örnekler makinde 1.5 – 2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki kuvvet (Fmax) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (6):

$$\sigma\beta = \frac{F_{\max}}{a \times b} \quad (\text{kp} / \text{cm}^2)$$

Eşitlikte;

$\sigma\beta$: Liflere paralel basınç direnci (kp / cm²)

Fmax : Kırılma anındaki kuvvet (kp)

a ve b : Örnek enine kesit boyutlarıdır (cm)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

CCA ile emprenye edilen kızılağaç odununun liflere paralel basınç direnci ve statik eğilme direnci değerleri Tablo 2 ve Tablo 4'de homojenlik grupları ve retensiyon oranları ile birlikte verilmiştir. Test örnekleri arasındaki farklılıkları karşılaştırmak üzere gerçekleştirilen Basit varyans analizi (BVA)'den elde edilen istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 3 ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre CCA'nın konsantrasyonu arttıkça liflere paralel basınç direncinde genel olarak bir artış belirlenmiştir. En yüksek artış; CCA'nın %10'luk konsantrasyonu ile emprenye edilen ve 100°C'de fiksasyona bırakılan örneklerde 578.5 kp/cm² olarak bulunmuştur. 88 °C ve 100 °C'lerde fiksasyonu bırakılan %1'lik ve %3 konsantrasyonlarda emprenye edilmiş örneklerde liflere paralel basınç direnci değerleri arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunamamıştır.

Tablo 2. Liflere paralel basınç direnci değeri ve Duncan test sonuçları*

CCA Konsantrasyonu (%)	Sıcaklık	Retensiyon (kg/m ³)	Liflere paralel basınç (kp/cm ²)		Homojenlik Grupları
			\bar{X}	δ	
1	60 °C	7.27	367.75	30.75	A
3		21.55	398.75	52.46	AB
10		74.43	484.75	68.80	D
	88 °C				
1		7.23	435.75	19.84	BC
3		21.83	449	28.10	CD
10		71.27	492.5	18.29	D
	100 °C				
1		7.27	433.5	18.53	BC
3		21.96	469.5	29.28	CD
10		69.53	578.5	23.16	E
	Kontrol				
			393.25	20.48	AB

* Test değerleri 5, kontrol değeri ise 15 değerın ortalamasını yansıtmaktadır.

Tablo 3. Liflere paralel basınç direnci değerine ait BVA sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Gruplar arası	180060.91	10	18006.091	16.308	.000
Gruplar içi	54102.500	49	1104		
Toplam	234163.41	59			

Tablo 4. Statik eğilme direnci değerleri ve Duncan test sonuçları*

CCA Konsantrasyonu (%)	Sıcaklık	Retensiyon (kg/m ³)	Statik eğilme direnci (kp/cm ²)		Homojenlik grupları
			\bar{X}	δ	
1	60 °C	7.08	698.4	38.37	A
3		21.66	701.1	55.42	A
10		73.93	711	51.90	A
	88 °C				
1		5.21	782.1	48.40	BC
3		15.15	794.7	51.96	BC
10		54.14	708.3	49.25	A
	100 °C				
1		5.90	752.4	29.75	AB
3		17.98	810	26.05	BC
10		60.04	847.13	84.78	C
	Kontrol				
			712.8	39.53	A

* Test değerleri 5, kontrol değeri ise 15 değerın ortalamasını yansıtmaktadır.

Tablo 5. Statik eğilme direnci değerlerine ait BVA sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Gruplar arası	123020.56	10	12302.056	5.365	.000
Gruplar içi	103188.94	49	2293.088		
Toplam	226209.50	59			

Konsantrasyonun 60 °C'de fiksasyon işlemine tabi tutulan örneklerin eğilme direnci üzerine istatistiksel anlamda herhangi bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. %10'luk konsantrasyonla empenye edilen ve 60 °C ile 88 °C'de fiksasyona tabi tutulan örneklerde eğilme direnci değerleri kontrol örnekleriyle aynı olarak tespit edilmiştir. Statik eğilme direncindeki en yüksek değer 847.13 kp/cm² ile 100 °C'de fiksasyona tabi tutulan ve %10'luk çözelti konsantrasyonu ile empenye edilen örneklerde bulunmuştur.

Emprenye maddelerinin odunda meydana getirdiği direnç kayıpları empenye maddelerinin kimyasal yapısı ve odunla olan fiksasyon reaksiyonları ile ilgilidir (8). Asidik krom içeren empenye maddeleri (pH 1.6-2.5) odun şekerleri ile hidrolitik azalma tepkimesi yaparak hücre çeperi maddeleriyle etkileşime girmektedir. Fiksasyon olarak bilinen bu işlem sırasında metaller, hücre çeper bileşenlerinin oksidasyonu yoluyla daha az suda çözünen forma indirgenir. Bununla birlikte, empenye öncesi ve fiksasyon sırasında uygulanan sıcaklık odunda meydana gelen bu hidrolitik reaksiyonları hızlandırarak mekanik özelliklerde değişime neden olmaktadır (9, 10).

Isıl işlemin, odunun direnç değerlerinde meydana getirdiği değişiklikler yoğun bir şekilde araştırılmış olup, odun uzun süreler için artan sıcaklıklarda ısıl işleme maruz bırakılırsa odunun mekanik ve teknolojik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin odun maddesinin termal bozunmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. (10, 11).

Yıldız ve arkadaşları farklı konsantrasyonlarda ki CCA ile yaptıkları çalışmada; CCA'nın düşük konsantrasyonlarının (%0.85, %1.5 ve %2) mekanik özellikleri az miktarda etkilediği ve bu etkinin istatistiksel anlamda çok anlamlı olmadığını belirlemişlerdir (12).

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada farklı CCA konsantrasyonlarının (%1, %3, %10) ve fiksasyon sıcaklıklarının (60 °C, 88 °C, 100 °C) kızılğaç odununun mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Emprenye maddelerinin ağaç malzemede meydana getirdiği direnç değişikliklerinin nedeni empenye maddelerinin kimyasal yapısı ve odunla olan fiksasyon reaksiyonları ile ilgili olmakla birlikte retensiyon, empenye öncesi ve sonrası uygulanan sıcaklıklar, odun özellikleri gibi faktörlerde etkili olmaktadır. Statik eğilme direnci, ahşap yapılarda kolonların eğilmeye karşı dayanımını etkilediğinden empenyeli ahşap yapıların dizayn edilmesi sırasında yük uygulama faktörünün (Cd) hesaplanması sırasında dikkate alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Hingston, J.A., Collins, C.D., Murphy, R.J., Lester, J.N., Leaching of Chromated Copper Arsenate Wood Preservatives: A Review, Environmental Pollution, 111 (2001) 53-66.

2. Cooper, P.A., Leaching of CCA From Treated Wood: pH Effects, Forest Products Journal, 41 (1994) 30-32.
3. Usta, I., Review of Current Wood Preservation in Turkey, International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 03-30315, Brisbane, Australia, 2003.
4. ASTM D-1413, Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, ASTM standards, Phedelphia, 1992.
5. TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
6. Bozkurt, A., Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları No:3445/388, 307-315, 1987.
7. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1997.
8. Anonim, Effects of Waterborne Preservative Treatment on Wood Strength, Techline, Forest Products Laboratory, (2), 1998.
9. Winandy, J.E., Effects of Waterborne Preservative Treatment on Mechanical Properties: A Review, Proceedings American Wood Preservers's Association, 91 (1995) 17-33.
10. Barnes, H. M., Effects of Steaming Temperature and CCA Retention on Mechanical Properties of Southern Pine, Forest Products Journal, 35 (6) (1985) 31.
11. Yıldız, S., Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002, 264s.
12. Yıldız, S., Colakoglu G., Yıldız U.C., Gezer, E.D., Temiz A., Effects of Heat Treatment on Modulus of Elasticity of Beech Wood, International Research Group on Wood Preservation 33. Annual Conference, IRG/WP 02-40222, 12-17 May 2002, Cardiff, Wales, U.K.
13. Yıldız, S., Yıldız U.C., Temiz A., Gezer, E.D., Kayın Odununa Uygulanan Isıl İşlemin Eğilme Direnci Üzerine Etkisi, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15-18 Mayıs 2002, Artvin, 868-876.
14. Yıldız U.C., Temiz A., Gezer, E.D., Yıldız, S., Effects of the Wood Preservatives on Mechanical Properties of Yellow Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood, Building and Environment, 39 (2004) 1071-1075.