



Ökseotu (*ViscumAlbum L.*)'nun Sarıçam Odununun Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi

Hatice ULUSOY^{1*} Nurgül AY² Hüseyin PEKER³

^{1*}Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz MYO, Ormancılık Bölümü, Muğla

²Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon

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

*Sorumlu Yazar

E-posta: hatice.tirasulusoy@gmail.com

Geliş Tarihi: 30 Haziran 2017

Kabul Tarihi: 04 Eylül 2017

Özet

Çalışmada sarıçam (*PinusSylvestris L.*) odununa arız olan Ökseotu (*ViscumAlbum L.*) 'nun bazı mekanik özellikleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bunun için örnekler Gümüşhane-Torul bölgesinden alınmış ve deneyler standartlara uygun olarak hazırlanmış örnekler üzerinde yapılmıştır. Sarıçam odunun bazı mekanik özellikleri; liflere paralel yönde basınç direnci, eğilme direnci, dinamik eğilme (şok) direnci, eğilmede elastiklik modülü, makaslama direnci ve Brinell-sertlik değerleri belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre; liflere paralel basınç direnci değeri (427.007 kp/cm²),ökseotlu örneklerde (352.179 kp/cm²); eğilme direnci (636.791 kp/cm²), ökseotlu örneklerde (491.225 kp/cm²); elastiklik modülü (78698 kp/cm²), ökseotlu örneklerde (34381 kp/cm²); dinamik eğilme direnci (0.716 kpm/cm²), ökseotlu örneklerde (0.434 kpm/cm²); makaslama direnci (46737 kp/c),ökseotlu örneklerde (42360 kp/ cm²); brinell-sertlik değerleri; sarıçam örneğinde liflere paralel sertlik değeri 3.338 kp/mm², diğer örnek grubunda ise 3.268 kp/mm² bulunmuş, sarıçam örneğinde teğet yönde sertlik değeri 1.772 kp/mm², ökseotlu grupta ise bu değer 1.588 kp/mm² Sarıçam örneğinde radyal yönde sertlik değeri 1.519 kp/ mm², ökseotlu grupta ise 1.451 kp/ mm² olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam odunu, Ökseotu, Mekanik özellikler, Mobilya

Effect Of Mistletoe (*ViscumAlbum L.*) On Some Mechanical Properties On *Pinus Sylvestris* Wood

Abstract

In this study, some mechanical properties of Scotchpine (*Pinus Sylvestris L.*) wood parasited by mistletoe (*Viscum Album L.*) were investigated. The test samples were obtained from Gümüşhane-Torul area. Then, the samples were prepared according to standards. Some mechanical properties of scotchpine (*Pinus Sylvestris L.*) wood such as the parallel compression strength to the grain, the bending strength, the dynamic bending strength, the modulus of elasticity, the shear strength and the Brinell- hardness values were determined. According to the results, it was determined that the the parallel compression strength to the grain values of control wood and wood parasited by mistletoe are 427.007 N/mm² and 352.179 N/mm²; the bending strength values are 636.791 N/mm² and 491.225 N/mm²; the modulus of elasticity values are 78698 N/mm² and 34381 N/mm²; the dynamic bending strenght values are 0.716 N/mm² and 0.434 N/mm²; the shear strength values are 46737 kp/cm² and 42360 kp/ cm²; the Brinell-hardness values are 3.338 kp/mm² and 3.268 kp/mm²; the hardness values in the tangential direction are 1.772 kp/mm² and 1.588 kp/mm²; the hardness value in the parallel direction are 1.519 kp/ mm² and 1.451 kp/mm², respectively.

KeyWords: Scotchpinewood, Mistletoe, Mechanical properties, Furniture

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, odunu hammadde olarak kullanan yeni endüstri kolları gelişmektedir. Orman varlığının sabit kaldığı hatta her geçen gün azaldığı görülen ülkemizde odun işleyen endüstri kollarında hammadde yetersizliği söz konusudur. Bir taraftan endüstri kollarının hammadde ihtiyacının karşılanması, öte yandan artan nüfusun ağaç malzemeye olan gereksinimlerinin karşılanabilmesi ve kişi başına tüketimin artırılması için, ormanlarımızdan yararlanma derecesinin artırılması, üretilen malzemenin uzun süreler kullanılması ve yeni hammadde kaynaklarının ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Çok çeşitli alanlarda kullanılan odun hammaddesinin yoğunluğunun diğer yapısal materyallere oranla daha düşük olmasına karşılık; direncinin yüksek olması, elektrik ve ısıyı izole etmesi, kolay işlenmesi, kompoz ürünlere dönüştürüle-

rek değerlendirilmesi, çivilenme ve birleştirilme kabiliyeti, yapısına dışardan fiziksel, mekanik, kimyasal ve biokimyasal müdahale imkanı, kınılmadan önce tehlikeyi haber vermesi, arzu edilen derecede akustik özelliklere sahip olması gibi faydalı özelliklerinden dolayı günümüzde oldukça fazla tüketilmektedir [1].

Ökseotu, bir taraftan ağaçlarda meydana getirdiği artım ve kalite kaybı ile ekonomik zarara neden olmakta, diğer taraftan tıbbi bitkiler kapsamında eczacılıkta insan sağlığına ve yem bitkisi olarak da hayvancılığa hizmet etmektedir. Bu bakımdan ökseotu ile mücadele edilmesine gerek olup olmadığı, ormancılık sektörünün çözümlenemeyen önemli problemlerinden biridir [2]. Sarıçam ülkemiz için hem yayılış hem de ekonomik değer bakımından önemli bir ağaç türüdür. 21678134 hektar olan ülkemiz ormanlık alanının, 751060 hektarı normal, 728588 hektarı bozuk olmak üzere

toplam 1479648 hektarını sarıçam ağaç türü oluşturmaktadır [3]. Ormanlardan sağlanan ürün ve hizmetlere olan talebin her geçen gün çeşitlenerek artmakta olması, ülkemizde ormanların korunması, geliştirilmesi ve topluma çok yönlü ve sürdürülebilir faydalar sunması konusunu çok önemli bir hale getirmektedir [4].

Ökseotunun Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Karaçam meşcerelerinde yıllık çap artımında %27 ila %41 arasında azalmaya neden olduğu belirtilmektedir [5]. Batı Akdeniz Bölgesi Karaçam ormanlarında, ökseotunun etki derecesine göre, yıllık ortalama çap artımında %26 ila %63 arasında kayıpların olduğu tespit edilmiştir [6]. Üzerlerinde çok sayıda ökseotu bulunan ağaçların ortalama yıllık cari hacim artımlarının aynı çaplardaki parazit bulunmayan ağaçlara oranla % 33-56 daha az olduğu ortaya konmuştur [7]. Sarıçam meşcerelerinin çeşitli büyüme elamanları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada ; 30'u ökseotu arız olan ve 30'u ökseotu arız olmayan toplam 60 adet ağaç üzerinde yaş, çap, boy ve çift kabuk kalınlığı ölçülmüş ve Ökseotu arız ağaçlarda (Hasta) Son 10 yıllık ortalama çap artımında %40, boy gelişiminde %47 ve kabuk gelişiminde %25 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir [8]. Şiddetli ökseotu salgınının çam meşceresinde %32 artım kaybına neden olabileceği belirtilmektedir [9]. Ormanlarda kuruyan ağaçların oranı on yıl önce yılda %1-2 iken, son yıllarda %3,5'e çıkmıştır [10]. Ökseotunun sarıçam odununun artımına, kimyasal ve morfolojik özelliklerine etkisi konulu bir çalışma sonucunda, ökseotundan etkilenen ağaçların yıllık cari hacim artımlarının aynı sayıdaki normal ağaçlara oranla, 15 yıllık periyotta %33 ve 5 yıllık periyotta ise %56 kadar daha az olduğu belirlenmiştir [11].

Bu çalışmada, Adi Ökseotu (*ViscumAlbum* L.)'nin sançam (*PinusSylvestris* L.) odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkisi incelenmiş; ökseotunun mekanik özelliklerini ne kadar oranda etkilediğinin ortaya konması suretiyle ahşap (mobilya/İNŞAAT endüstrisinde) kullanım yerleri belirlenmeye çalışılmıştır

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal ve Çalışma Alanı

Örneklerin alınacağı yerlerin seçiminde ökseotunun yoğun olduğu deneme alanları belirlenmiş ve örneklerin en fazla tahribat yaptığı alanlardan alınmasına özen gösterilmiştir. Araştırmada kullanılan sarıçam gövdeleri Gümüşhane-Torul Bölgesi'nden alınmıştır. Aynı bölmeden hem ökseotunun arız olduğu ağaçlardan, hem de bu ağaçlara en yakın yerden sağlam ve kusursuz gövde yapısına sahip ağaçlardan örnekler seçilmiştir. Örnek alanının homojen meşcereler olmasına özen gösterilmiş, ekstrem yetişme muhiti şartlarından kaçınılmıştır [12].

Örnek Ağaçların Seçimi

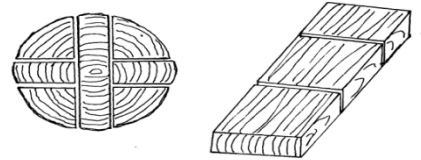
Deneme ağaçlarının seçiminde standartlara göre hareket edilmiştir. Deneme ağaçlarının seçimi sırasında, ağaçlarda yapı bakımından ekstrem özellikler bulunmamasına özen gösterilmiştir. Örnek ağaçların seçilmesinde yön, çap, yükseklik ve sıklık özellikleri göz önünde tutulmuştur [12]. Ökseotu'nun arız olmadığı sağlam örnek ağaçların seçiminde, gövde ve tepe oluşumu bakımından normal ve sağlıklı olmasına, odun renginin doğal, liflerin birbirine paralel olup, lif kıvrıklığı göstermemesine, böcek ve mantar zararlarına uğramamış bulunmasına dikkat edilmiştir [13]. Ökseotu'nun arız olduğu örnek ağaçların seçiminde ise; ökseotunun tahribat yaptığı, tepe kısımlarından kurumanın gözlemlendiği ağaç-

lardan örnekler alınmıştır. Seçilen ağaçlardan bütün fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için toplam 3 adet sançam, 3 adet ise ökseotlu sarıçam ağaçlarından örnekler alınmıştır.

Örneklerin Hazırlanması

Her deneme ağacından 0.30 m' den başlayarak her 2.0 m' de bir olmak üzere 15 cm boyunda tekerlek şeklinde gövde kısımları ve her ağacın 2-4 m arasındaki bölümünden 1 m' lik gövde kısımları çıkarılarak her parça enine kesiti üzerine kuzey yönü işaretlenmiş ve alınış sırasına göre numaralanmıştır [13,14]. Deneme alanlarından alınan örnek ağaçlara ait tekerlekler ve gövde kısımları, K.T.Ü Orman Fakültesi Orman End. Müh. Laboratuvarlarına getirilmiş ve burada örnek tomruklar TS 2470 esaslarına uygun olarak parçalara ayrılmıştır [15]. Bu fırında kurutulacak kerestelerin fırına giriş rutubetlerinin \pm % 5 civarında değişim göstermesi normal sayılmaktadır. Örnekler kurutma fırınında % 80-90 bağıl nem ve 60 -70 °C sıcaklıkta, rutubetleri hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuşlardır.

Kurutulan parçalar; deney örnekleri elde edilmek üzere birer yüzleri planya makinesinde düzeltilmiştir. Daha sonra tekerleklerden elde edilen 15 cm' lik gövde kısımlarından özgül ağırlık ve hacim-yoğunluk denemeleri için kuzey-güney ve doğu-batı yönünde 2 cm genişliğinde şeritler çıkarılmış ve 20x20x30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. TS 2470 esaslarına uygun olarak hazırlanan kesim planı Şekil 1'de gösterilmiştir [15]. Aynı ağaçlardan alınan 1 m' lik gövde kısımları mekanik özelliklerin belirlenmesi için kullanılmış, kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 6 cm genişlikte parçalar kesilerek basınç, eğilme, şok, çekme, makaslama direnci, sertlik ve çalışma deney örnekleri hazırlanmıştır. Elde edilen bütün örnekler % 65 + 5 bağıl nem ve 20 \pm 2 °C sıcaklıktaki iklimlendirme odasında bekletilerek hava kurusu hale getirilmiştir.



Şekil 1. Deney Örneği Kesim Planı

Liflere Paralel Basınç Direnci

TS 2595'e göre 20x20x30 mm boyutlarında 150'şer adet hazırlanan örnekler, ağaçların 2-4 m' ler arasından alınan kısımlardan hazırlanmıştır. Klimatize edilen örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları \pm 0.01 mm, ağırlıkları ise 0.001 gr duyarlılıkta ölçülmüştür. Örnekler universal test makinesinde 1.5-2 dakikada kırılacak şekilde deney hızı ayarlanmış olup, kırılma anındaki kuvvet (Fmax) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır. [16].

Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastiklik Modülü

Eğilme direnci deneyleri TS 2474 esaslarına uygun olarak yürütülmüştür. Örnekler, ağaçların 2-4 m' lik kısımlarından alınan 1 m' lik gövde kısımlarından 20x20x300 mm boyutlarında 113'er adet hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler 20 \pm 2 °C sıcaklık ve % 65 + 5 bağıl nemdeki iklimlendirme odasında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Klimatize işlemleri yapılarak yaklaşık % 12 rutubete geti-

rilene örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney hızı, deney parçaları yüklenmeye başlandıktan 1.5 ± 2 dakika sonra kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) ± 1 kp duyarlılıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [17]. Eğilmede elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direnci deney örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478 esaslarına göre yürütülmüştür [18].

Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Deneyler, TS 2470, TS 2477 [19] esaslarına uygun olarak yapılmış ve $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında $113'$ er adet hazırlanan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan örnekler 20 ± 2 °C sıcaklıkta ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında iklimlendirme odasında rutubetleri denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir. Hava kurusu hale getirilen örneklerin yapılmadan enine kesit boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deney örnekleri 15 kpm'lik iş gücüne sahip pandüllü çekici aleti ile kırılmış ve her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı $+1$ kpm duyarlılıkta belirlenerek şok dirençleri hesaplanmıştır.

Liflere Paralel Yönde Makaslama Direnci

Deney örnekleri TS 3459 [20]'e göre, $128'$ er adet hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler iklimlendirme odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında denge rutubetine kadar bekletilmişlerdir. Deney öncesi makaslama etkisinde kalacak çıkıntılı kısımların boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Deneme hızı, örnekler yük uygulanmaya başladıktan sonra $1.5-2$ dk içinde kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen F_{max} değerleri ile makaslama direnci değerleri hesaplanmıştır [21,22,23].

Brinell Sertlik Değeri

Deney örnekleri, TS 2479'a göre $50 \times 50 \times 50$ mm boyutlarında $150'$ şer adet hazırlanmıştır. Örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında iklimlendirme

odasında denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Denemeler Universal Deneme Makinesi'nde yapılmıştır. Örnekler, liflere paralel, kuvvet yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerinin orta noktalarına uygulanacak şekillerde makineye yerleştirilmişlerdir. Deneylerde 10 mm çapındaki çelik küreden yararlanılmış, uygulanacak kuvvet olarak, orta sertlikteki ağaçlar için önerilen 50 kg kuvvet seçilmiştir. Deney hızı maksimum kuvvete 15 sn içerisinde ulaşılabilecek şekilde deney hızı ayarlanmış ve bu kuvvet 30 sn devam ettirildikten sonra 15 sn içerisinde sıfıra indirilmiştir [24].

İstatistiksel Analiz

Özelliklere ait aritmetik ortalama, standart sapma, örneklem hatası, değişim genişliği, varyasyon katsayısı hesaplanmış; iki özellik arasındaki ilişki regresyon analizi uygulanmış ve serbest değişkenlerin bağıli değişkenler üzerindeki ilişki düzeyi saptanmıştır. Yapılan regresyon analizinden sabit terim, serbest değişkenin katsayısı, bağıllık katsayısı, regresyon denklemi katsayıları, standart hataları ve regresyon denklemi (y) oluşturulmuştur. Veriler arasındaki ilişki Duncan testi ile homojenlik grupları belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direncine ilişkin Duncan testi ve Basit Varyans Analiz (BVA) sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de ; basınç direnci ve özgül ağırlık ilişki regresyon analizi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablolar incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direnci 427.00 kp/cm², ökseotlu grupta ise 352.179 kp/cm² olarak belirlenmiş; BVA analizine göre 0.001 yanılma olasılığı ile sonuçlar grupları arasında ilişki anlamlı bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçlarına göre, kontrol örneklerinde basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0.001 yanılma olasılığı için anlamlı olup, korelasyon katsayısı $r^2 = 0.40$, ökseotlu örneklerde 0.001 yanılma olasılığı için anlamlı olup, korelasyon katsayısı $r^2 = 0.021$

Tablo 1. Basınç Direnci Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları

	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.ve Max. Değer
Kontrol	150	427.007	49.171	A	2417.84	11.515	219.928	303.295-523.223
Ökseotlu	150	352.179	44.524	B	1982.47	12.642	284.356	209.471-493.827

Tablo 2. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar Arası	419949.10	1	419949.10	190.873	0.0000***
Gruplar İçi	655645.18	298	2200.15		
Toplam	1075594.3	299			

Tablo 3. Basınç Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki Bağlantıya İlişkin Varyans Analizi

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Kontrol	Regresyon	56356.437	1	56356.437	29.06	0.0000***
	Hata	281211.79	145	1939.39		
	Toplam	337568.23	146			
Ökse Otlu	Regresyon	91.7234	1	91.7234	0.067	0.79554
	Hata	193246.35	142	1360.89		
	Toplam	193338.07	143			

Tablo 4 . Eğilme Direnci Değerleri ve Duncan Testi Sonuçları

Ağaç Türü	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.ve Max. Değer
kontrol	113	636.791	90.324	A	8158.52	14.184	450.1	362.453-812.553
Ökseotlu	113	491.225	107.13	B	11476.8	21.808	451.2	232.093-683.303

Tablo 5. Eğilme Direnci Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar Arası	1185535.4	1	1185535.4	120.321	0.0000***
Gruplar içi	2197243.1	223	9853.1		
Toplam	3382778.6	224			

Tablo 6 .Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki Bağlantıya İlişkin Varyans Analizi

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Kontrol	Regresyon	95653.003	1	95653.003	21.55	0.00001***
	Hata	470419.39	106	4437.92		
	Toplam	566072.39	107			
Ökse Otlu	Regresyon	34743.41	1	34743.41	4.60	0.0343*
	Hata	762286.32	101	7547.39		
	Toplam	79029.73	102			

Tablo 7 . Elastiklik Modülü Duncan Testi Sonuçları Değerleri

	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	113	78.698	17.087	A	291.966	21.711	69.727	47.500-117.227
Ökseotlu	113	34.381	5.180	B	26.833	15.066	24.886	20.998-45.884

Tablo 8. Elastiklik Modülü Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar Arası	1100969.17	1	110969.17	696.168	0.0000***
Gruplar İçi	35705.57	224	159.40		
Toplam	146674.174				

Tablo 9 . Elastiklik Modülü ve Özgül Ağırlık Arasındaki Bağlantıya İlişkin Varyans Analizi

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Kontrol	Regresyon	95653.003	1	95653.003	21.55	0.00001***
	Hata	470419.39	106	4437.92		
	Toplam	566072.39	107			
Ökse Otlu	Regresyon	34743.41	1	34743.41	4.60	0.0343*
	Hata	762286.32	101	7547.39		
	Toplam	79029.73	102			

olarak bulunmuştur. Yapılan araştırmada sarıçam odununda liflere paralel basınç direncini 43.96 kp/cm² olarak tespit edilmiştir [25]. Yapılan çalışmalarda liflere paralel basınç direnci (550 kp/cm²) olarak belirlenmiştir [26]. Liflere paralel basınç direnci değeri, literatürdeki değerlerle karşılaştırıldığında, literatürdeki değerlerden daha düşük değerler bulunmuştur. Özgül ağırlık ile basınç direnci arasındaki ilişki, sarıçam örneğinde normal ve artan yönde, ökseotlu sarıçam örnek grubunda ise bu ilişki çok zayıf ve artan yöndedir. Ökseotlu, basınç direnci değerini % 17.52 oranında azaltmıştır. Ökseotlu sarıçam örneklerinde basınç direnci değerinin düşük bulunması, odunun kimyasal ve anatomik yapısında meydana gelen değişikliklere bağlanabilir.

Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneylerine ilişkin Duncan testi ve BVA analiz sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5'de; eğilme direnci ve özgül ağırlık regresyon analizi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Sarıçam örneğinde eğilme direnci değeri ortalama 636.791 kp/cm², ökseotlu örneklerde ise 491.225 kp/cm² olarak bulunmuştur. BVA analizine göre 0.001 hata payı ile sonuçlar anlamlı bulunurken, ökseotlu, eğilme direnci değerini % 22.86 oranında azaltmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki, sarıçam örneğinde normal ve artan yönde olup, ökse otlu grupta bu ilişki zayıf ve artan yönde bulunmuştur. Regresyon

Tablo 10 . Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Duncan Testi Sonuçları

	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	113	0.716	0.113	A	0.012	15.870	0.900	0.650-0.800
Ökseotlu	113	0.434	0.088	B	7.81759E ⁻²³	20.329	0.372	0.278-0.650

Tablo 11 .Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar İçi		4.486	1	4.486	432.278	0.0000***
Gruplar Arası		2.324	224	0.0103		
Toplam		6.810	225			

Tablo 12 .Dinamik Eğilme ve Özgül Ağırlık Arasındaki Bağıntrıya İlişkin Varyans Analizi

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Kontrol	Regresyon	0.0050	1	0.0050	0.429	0.7688
	Hata	0.058	5	0.011		
	Toplam	0.0638	6			
Ökse Otu	Regresyon	0.00255	1	0.00255	0.5184	0.473 85*
	Hata	0.355253	88	0.00493		
	Toplam	0.357811	89			

Tablo 13 Makaslama Direnci Duncan Testi Sonuçları

Ağaç Türü	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	130	46.787	12.203	A	148.848	26.076	70.543	24.579-95.122
Ökseotlu	130	42.360	10.981	A	120.586	25.923	49.227	18.694-67.921

Tablo 14 . Makaslama Direnci Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

	VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar İçi		5.4660	1	5465979.5	0.971	0.3359
Gruplar Arası		1.4527	258	5630695.5		
Toplam		1.4582	259			

analizi sonuçlarına göre kontrol örneklerinde eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0.001 yanılma olasılığı için anlamlı olup, korelasyon katsayısı $r^2 = 0.41$, ökseotlu örneklerde $r^2 = 0.21$ olarak bulunmuştur. Bir araştırmada sarıçam odununda eğilme direnci 91.20 kp/cm² olarak bulunmuştur [25]. İskoç çamı odununun mekanik özelliklerini, yoğunluğunu ve makroskopik özelliklerini incelemiş ve yaz odunu oranı, statik eğilme direnci, odun strüktürü, basınç direnci, yoğunluk ve yıllık halka genişliği ile bağımsız, sertlik değerinin, yıllık halka ile negatif, yaz odunu oranı ile pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir [27]. Bulunan eğilme direnci değeri, literatürdeki değerlerle karşılaştırıldığında çalışmalarında bulunan değerlerden daha düşüktür. Ökseotlu sarıçam örnek grubunda bulunan değerler, literatürdeki değerlerden daha düşük çıkmıştır. Özgül ağırlığın düşmesi ile eğilme direnci artarken Ökseotu (*Viscum Album L.*)'nun oduna kırılma kazandırması nedeniyle özgül ağırlığın düşmesine rağmen eğilme direnci yükselmektedir. Eğilme direnci günümüz mobilya ve doğrama v.b. ağaç sanayiinde önemli olarak göz önünde bulundurulmuş mekanik özelliklerden biridir.

Eğilmede Elastiklik Modülü

Elastiklik modülü Duncan testi ve BVA analiz sonuçları Tablo 7, Tablo 8'de ; eğilmede elastiklik modülü ve özgül ağırlık regresyon analiz sonucu Tablo 9'da verilmiştir.

Tablolar incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Sarıçamda ortalama elastiklik modülü değeri 78.698 kp/cm², ökseotlu örneklerde ise 34.381 kp/cm² olarak bulunmuştur. BVA analizi sonucuna göre 0.001 yanılma olasılığı ile elde edilen sonuçlar anlamlı bulunurken, ökseotu sarıçam odununun elastiklik modülü değerini % 56.31 oranında azaltmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0.001 yanılma olasılığı için anlamlı olup, korelasyon katsayısı $r^2 = 0.41$; ökseotlu örneklerde 0.05 yanılma olasılığı için anlamlı olurken korelasyon katsayısı $r^2 = 0.21$ olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir araştırmada sarıçam odununda elastiklik modülü 10475,30 kp/cm² olarak belirlenmiştir [25]. Yapılan bir araştırmada 12x1x1 cm boyutundaki çeşitli çam örneklerini Basidiomycetes sınıfından altı esmer çürüklük mantarının etkisine bırakılmış; ağırlık kaybı ile şok direnci arasındaki korelasyonu çok kuvvetli, elastiklik modülü ile ağırlık kaybı arasındaki korelasyonu ise zayıf bulunmuştur [28].

Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Dinamik eğilme (şok) direnci deneylerine ilişkin Duncan testi ve BVA sonuçları Tablo 10 ve Tablo 11'de; dinamik eğilme (şok) direnci ve özgül ağırlık regresyon analiz sonucu Tablo 12'de verilmiştir.

Tablolar incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama

Tablo 15. Teğet yönde sertlik Duncan Testi Sonuçları

Ağaç Türü	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	150	1.772	0.487	A	0.237	27.484	3.355	0.978-4.333
Ökseotlu	150	1.588	0.433	A	0.188	27.297	2.009	0.891-2.900

Tablo 16. Teğet Yönde Sertlik Değerlerine İlişkin Basit Varyans Analizi Sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	OD
Gruplar İçi	2.5217	1	2.5217	11.857	0.0007
Gruplar Arası	63.3792	298	0.2126		
Toplam	65.9010	299			

değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Dinamik eğilme (şok) direnci 0.716 kpm/cm², ökseotlu grupta ise 0.434 kpm/cm² olarak bulunmuştur. BVA analizi sonucuna göre 0.001 yanılma olasılığı ile sonuçlar anlamlı bulunurken, ökseotu, dinamik eğilme (şok) direncini % 39.38 oranında azaltmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki 0.05 güven düzeyinde önemsiz olup, korelasyon katsayısı $r^2=0.030$; ökse otlu örneklerde 0.05 g üven düzeyinde önemsiz olup, korelasyon katsayısı $r^2=0.084$ olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir araştırmada; dinamik eğilme direnci değerini en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (0,85 kpm/cm²), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle empenye edilen örneklerde (0,21 kpm/cm²) elde edildiğini, empenye yöntemi ve ağaç malzemenin basınç ve şok direncini azaltıcı yönde etki gösterdiği belirtilmektedir [29]. Başka bir çalışmada; Toros sedirinde (0.52 kpm/cm²) olarak bulunmuştur [30].

Makaslama Direnci

Makaslama direnci Duncan testi ve BVA sonuçları Tablo 13 ve Tablo 14' de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Sarıçam örneğinde ortalama makaslama direnci değeri 46.787 kp/cm², ökse otlu örnek grubunda ise 42.360 kp/cm² olarak bulunmuştur. BVA analizine göre 0.005 yanılma olasılığı ile sonuçlar anlamlı bulunurken, ökseotu sarıçam odununun makaslama direnci değerini % 9.46 oranında etkilemiştir. Sarıçam odununda yapılan bir çalışmada makaslama direncin 10.74 kp/cm² olarak bulunmuştur [25]. Batı Karadeniz sarıçamı üzerine yapılan bir çalışmada ise makaslama direnci 48.62 kp/cm² olarak tespit edilmiştir [31].

Brinell - Sertlik Değeri

Brinell sertlik Duncan testi ve BVA sonuçları Tablo 13 ve Tablo 14' de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama de-

ğerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Sarıçam örneğinde liflere paralel sertlik değeri 3.338 kp/mm², diğer örnek grubunda ise 3.268 kp/mm² bulunmuştur. BVA analizine göre 0.001 yanılma olasılığı ile sonuçlar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ökseotu, sarıçam odununun liflere paralel yönde sertlik değerini % 2.09 oranında azaltmıştır. Teğet yönde sertlik sonuçları Tablo 15 ve Tablo 16' da verilmiştir.

Sarıçam örneğinde teğet yönde sertlik değeri 1.772 kp/mm², ökseotlu grupta ise bu değer 1.588 kp/mm² olarak bulunmuştur. Yapılan BVA analizi sonucuna göre 0.001 yanılma olasılığı ile sonuçlar arasında önemli bir oranda farklılık görülmemiştir. Ökseotu, sarıçam odununun teğet yöndeki sertlik değerini % 10.38 oranında azaltmıştır. Radyal yönde sertlik Duncan testi ve BVA sonuçları Tablo 17 ve Tablo 18' de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde; elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak direnç değerleri belirlenmiştir. Sarıçam örneğinde radyal yönde sertlik değeri 1.519 kp/mm², ökseotlu grupta ise 1.451 kp/mm² olarak bulunmuştur. BVA analizi sonucuna göre 0.001 yanılma olasılığı ile sonuçlar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ökseotu, radyal yöndeki sertlik değerini % 4.47 oranında azaltmıştır. Radyal ve teğet sertlik değerlerine göre okalipütis grandis tomruklarının tahripatsız tasnifi adlı çalışmada; pilodin penetrasyonuna göre tomruk enine kesitlerini iç, orta ve dış olmak üzere üç bölgeye ayırmış ve bu bölgelerdeki janka sertlik, eğilme direnci ve elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci değerleri elde edilmiştir.[32]. Pilodin penetrasyonu arttıkça yoğunluğun düştüğü ve mekanik özelliklerin azaldığını tespit etmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ökseotunun en fazla tahribat yaptığı Sarıçam (*PinusSylvestris L.*) ormanlarından alınan örnekler üzerinde bazı mekanik özellikler araştırılmıştır. Bulgular istatistik yöntemlerden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Ortalama basınç direnci; sarıçam örneğinde 427.00 kp/cm², ökseotlu örnek grubunda ise bu değer 352.17 kp/cm²

Tablo 13 . Liflere Paralel Yönde Sertlik Duncan Testi Sonuçları

Ağaç Türü	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	150	3.338	0.833	a	0.694	24.969	4.078	1.374-5.452
Ökseotlu	150	3.268	0.715	a	0.511	21.874	3.067	1.783-4.850

Tablo 14 . Liflere Paralel Yönde Sertlik Değerlerine İlişkin BVA Analizi sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar İçi	0.3594	1	0.35949	0.596	0.4489
Gruplar Arası	179.7121	298	0.60306		
Toplam	180.0716	299			

Tablo 17.Radyal yöndeki sertlik Duncan Testi Sonuçları

Ağaç Türü	N	X	S	HG	V	VK	R	Min.veMax. Değer
Kontrol	150	1.519	0.330	a	0.109	21.786	2.585	0.807-3.392
Ökseotlu	150	1.451	0.289	a	0.083	19.918	1.780	0.834-2.614

Tablo 18. Radyal Yönde Sertlik Değerlerine İlişkin BVA Analizi Sonuçları

VK	KT	SD	KO	FO	ÖD
Gruplar İçi	0.34026	1	0.34026	3.523	0.0615
Gruplar Arası	28.7830	298	0.09658		
Toplam	29.1232	299			

olarak bulunmuştur. Spesifik kalite değeri; sarıçam örneğininde ortalama 15.57, diğer örnek grubunda ise bu değer ortalama 16.45 olarak bulunmuştur. Ökseotu, basınç direncini % 17.52 oranında azaltmıştır. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki araştırılmış ve bu ilişki; sarıçam örneğinde normal ve artan yönde, diğer örnek grubunda ise zayıf ve artan yöndedir.

Ortalama eğilme direnci; sarıçam örneği için 636.791 kp/cm², ökseotu arız olmuş diğer örnek grubu için 491.22 kp/cm²olarak bulunmuştur. Eğilmede elastiklik modülü; sarıçam örneklerinde 78.698 kp/cm², diğer örnek grubunda ise 34.381 kp/cm² bulunmuştur. Ökseotu, eğilme direncini % 22.86 oranında, elastiklik modülünü ise % 56.31 oranında azaltmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki araştırılmış; sarıçam örneği için normal ve artan yönde, diğer örnek grubu için zayıf ve artan yönde bulunmuştur. Eğilme direnci ile eğilmede elastiklik modülü arasındaki ilişki araştırılmış ve bu ilişki her iki örnek grubu için zayıf ve azalan yönde bulunmuştur.

Ortalama dinamik eğilme (şok) direnci; sarıçam örneği için 0.716 kpm/cm², diğer örnek grubu için 0.434 kpm/cm² olarak bulunmuştur. Ökseotu, dinamik eğilme (şok) direncini % 39.38 oranında azaltmıştır. Dinamik eğilme (şok) direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişki araştırılmış ve bu ilişki, her iki örnek grubu için zayıf ve azalan yönde bulunmuştur.

Ortalama makaslama direnci değeri; sarıçam örneklerinde 46.787 kp/cm², ökseotlu sarıçam örneklerinde ise 42.360 kp/cm²olarak bulunmuştur. Ökseotu, sançam odununun makaslama direncini % 9.46 oranında azaltmıştır.

Ortalama Brinell sertlik değerleri; sarıçam örneği için, enine kesit sertliği 3.338 kp/mm², radyal kesit sertliği 1.519 kp/mm², teğet kesit sertliği 1.772 kp/mm², diğer örnek 2 grubu için, enine kesit sertliği 3.268 kp/mm², radyal kesit sertliği 1.451 kp/mm², teğet kesit sertliği 1.588 kp/mm² olarak bulunmuştur. Ökseotu, liflere paralel sertlik değerini % 2.09, teğet kesit sertliğini % 10.38, radyal kesit sertliğini % 4.47 oranında etkilemiştir. En fazla teğet kesit sertliği üzerinde etkili olmuştur. Bu çalışmaya ait bulgular sarıçam hakkında daha önce yapılmış olan çalışmalarda verilen değerler ile karşılaştırılmıştır.

Ökseotu oluşmuş çok çeşitli odun türlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenebilir ve bulunan sonuçlar buna benzer çalışmalarla kıyaslanmak suretiyle özellikler belirlenebilir. Odunda fiziksel ve mekanik özelliklerde bozulmaya sebep olan yapı içerisinde anatomik yapının başlı başına incelenip meydana getirdiği özellikler tespit edilebilir. Deneylerde kullanılacak odun bileşenlerinin (kimyasal yapı) etkisinin bu gibi çalışmalarda bu etkisinin hangi yönde olduğunun araştırılması önerilebilir.

Odunun teknolojik ve mekanik özellikleri kullanım yerine göre çok çeşitli empenye maddeleri ve empenye

yöntemleriyle ilişkiye getirilmek suretiyle değişimi incelenebilir. Ülkemiz için çok kıymetli olan orman varlığının muhafazası için odunun her türlü ortamda dayanımını artırmak amacıyla, fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek, çok çeşitli empenye maddeleri ve değişik konsantrasyonları deneyerek mekanik özelliklerde artış azalış ve dayanımının incelenmesi önerilebilir.

Ökseotu arız olmuş sarıçam ve diğer odunlarda üst yüzey işlemleri uygulamak suretiyle dış ortamda dayanımının incelenmesi ve böylelikle atıl olan malzemenin dayanımının yüzey işlemleriyle iyileştirme yoluna gidilmesi önerilebilir. Odunda fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirici çalışmalar gerçekleştirmek amacıyla çok çeşitli ağaç türlerinde vinilmonomer maddelerle empenye işlemi önerilebilir. Ökseotu arız olmuş odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra diğer tahribata uğramış (mantar, çürüklük v.b.) odunların teknolojik özelliklerinin incelenmesi önerilebilir.

Ökseotu ve diğer zararlılara uğramış çok çeşitli odunlarda yüzey pürüzlülüğü miktarının araştırılması önerilebilir. Ökseotu arız olmuş odunun, çok çeşitli birleştirme ve konstrüksiyon denemeleri yapılmak suretiyle dayanımının araştırılması önerilebilir. Ökseotu ve diğer zararlılara uğramış odunun kurutma özellikleri gerek kurutma fırınında gerekse güneş panelli ve dış ortam şartlarında yani her 3 ortam içerisinde işleme tabi tutulması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Berkel, A. 1972. Ağaç Malzemenin Korunması Ve Emprenve Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:368, Cilt II., İstanbul.
- [2] Yüksel, B., Akbulut S., Keten, A. 2005. Çam Ökseotu (*Viscum album* Ssp. *Austriacum* (Wiesb. Vollman)'nun Zararı Biyolojisi Ve Mücadelesi, Seri: A, Sayı: 2, Sayfa: 111-124
- [3] Anonim 2012. Türkiye Orman Varlığı. Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Yayın No: 85, Ankara
- [4] Anonim 2006. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeler 2006 Yılı Raporu. Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı. Ankara
- [5] Kanat M, Alma MH, Sivrikaya F. 2010. The Effect of *Viscum album* L. On Annual Diameter Increment of *Pinus nigra* Arn. African Journal of Agricultural Research, 5(2):166-171
- [6] Çatal Y, Carus, S. 2011. Effect of Pine Mistletoe on Radial Growth of Crime an Pine (*Pinus nigra*) in Turkey. Journal of Environmental Biology, 32(3):263-270.
- [7] Eroğlu, M., Usta, M. 1993. *Viscum album* L.'un Sançam Artımına Odunun Kimyasal Ve Morfolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, 6-9 Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 116-122.
- [8] Yüksek, T. 2014. Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Gelişimi Üzerine Ökseotu'nun Etkisi, Artvin Coruh University

Journal of Forestry Faculty Cilt: 15, Sayı:1, Sayfa: 64-72 Nisan.

[9] Unger L. 1992.Dwarf Mistletoes. Forestry Canada, Forest Insectand Disease Survey, Forest Pest Leaflet, No: 44.

[10]Eroğlu, M., Başkaya, Ş., 1995. Ökseotu (*Viscum album* L.)'nun Şiddetli Zararı Neden ve Sonuçları, Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı 4, Yıl 32, 25-31.

[11] Eroğlu, M., Usta, M., 1994. *Viscum album* L.'un Sarıçam Artımına Odunun Kimyasal ve Morfolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Trabzon, 116-122.

[12] TS 4176 1984.Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE Ankara, Eylül .

[13] Malkoçoğlu, A.1994. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky) Odununun Teknolojik Özellikleri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Haziran.

[13,14] Ay, N.1994. Duglas (*Pseudotsuga Menziesii* (Mirp.) Franc) Odununun Anatmik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Eylül, Trabzon.

[15] TS 2470 1984. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE Ankara, Eylül.

[16] TS 2595, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, Mart.

[17] TS 2474. 1977. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

[18] TS 2478. 1978. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, Kasım.

[19] TS 2477. 1976. Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

[20] TS 3459. 1980.Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, TSE, Ankara

[21] Örs, Y. 1986. Kurutma ve Buharlama Tekniği. K.T.Ü. Orman Fak., Ders Teksiri Serisi No: 15, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.

[22] Örs, Y.1996. Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.

[23] Bozkurt, A.Y., Göker, Y. 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, No: 3445 / 388, İstanbul.

[24] TS 2479. 1976. Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara, Kasım

[25] Efe, H., Çağatay, K. 2011.Çeşitli Masif Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Politeknik Dergisi, Cilt:14 Sayı: 1 s. 55-61.

[26] Berkel, A.1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi I, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 1448, Orm. Fak. Yayın No: 147, Kutilmuş Matbaası, İstanbul.

[27] Kobyliniski, F., 1969. Macrostructure, Density and Main Mechanical Properties of ScotsnPine Wood, Prace Inst. Tech. Drewna, 163, 8-63.

[28] Schultze- Dewitz, G., 1966. Beziehungen Zwischen der Elastizitat Und der Statischen Sawir Dynamischen Biegefestigkeit Von Kiefernholz Nach dem Angriff durch echte Holzzerstörende Pilze, Holz Roh und Wers, 24, 506-512.

[29] Özçiftçi, A., ve Batan, F., 2009. Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Mekanik Özelliklerine Etkisi, Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, Cilt: 12, Sayı:4, Sayfa:287-292.

[30] Bal B , Bektaş İ, Kaymakçı A, Toros Sedirinde Genç Odun ve Olgun Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, KSU Mühendislik Bilimleri Derg., 2012, 15(2).

[31] N, Ay., ve Uncu, A. 2004. Murgul Bakır İşletmesi Bacalarından Çıkan SO₂ Gazının Sarıçam Odununun Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:21, Trabzon, S:119.

[32] Joe, B., Dickson R., 2006. Effective Non-Destructive Segregation Of Eucalyptus Grandis Logs According To Radial And Tangential Hardness, Australian forestry 69 (4): 248- 256.