

Toros Sedirinde Genç Odun ve Olgun Odunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Bekir Cihad BAL^{1*}, İbrahim BEKTAŞ¹, Alperen KAYMAKÇI²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kastamonu Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Kastamonu, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada, Kahramanmaraş-Başkonuş mevkiinden temin edilen Toros sedirinin (*Cedrus Libani* A.Richard) genç odun ve olgun odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Türk standartlarına göre belirlenmiştir. Genç odunun hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, hacmen daralma, hacmen genişleme, lif doygunluk noktası ve taze hal rutubeti sırasıyla; 574 kg/m³, 524 kg/m³, %8.45, %9.27 %17.92 ve %37.2 ve aynı sıra ile olgun odunun 588 kg/m³, 547 kg/m³, %11.86, %12.92, %24.48 ve %128.2 olarak ölçülmüştür. Genç odunda eğilme direnci, elastikiyet modülü, basınç direnci, makaslama direnci, şok direnci sırasıyla; 75.8 N/mm², 6668 N/mm², 44.6 N/mm², 5.2 N/mm², 0.360 kgm/cm² ve olgun odunun aynı sıra ile 94.4 N/mm², 8963 N/mm², 59.2 N/mm², 5.9 N/mm² ve 0.514 kgm/cm² olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; Toros sedirinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin, genç odun ve olgun odun arasında önemli derecede farklı olduğu ve ekstraktif maddelerin fiziksel özellikleri etkilediği fakat mekanik özellikleri fazla etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Toros sediri, fiziksel ve mekanik özellikler, genç odun, olgun odun*

Some Physical and Mechanical Properties of Juvenile Wood and Mature Wood of Taurus Cedar

ABSTRACT: In this study, some important physical and mechanical properties of juvenile wood and mature wood of Taurus cedar (*Cedrus Libani* A.Richard) obtained from Kahramanmaraş-Başkonuş region were determined according to Turkish standards. Air-dried density, oven-dried density, volumetric shrinkage, volumetric swelling, fiber saturation point, and green moisture content of juvenile wood were 574 kg/m³, 524 kg/m³, 8.45%, 9.27%, 17.92% and 37.2%, respectively, and in the same order; these properties of mature wood were 588 kg/m³, 547 kg/m³, 11.86%, 12.92%, 24.48% and 128.2%, respectively. Modulus of rupture, modulus of elasticity, compression strength, shear strength, impact bending of the juvenile wood were 75.8 N/mm², 6668 N/mm², 44.6 N/mm², 5.2 N/mm², and 0.360 kgm/cm² respectively and in the same order, these properties of the mature wood were 94.4 N/mm², 8963 N/mm², 59.2 N/mm², 5.9 N/mm² and 0.514 kgm/cm². According to these results, it is concluded that physical and mechanical properties of Taurus cedar were significantly different between juvenile wood and mature wood, and extractives influenced physical properties but didn't influence overly mechanical properties.

Key words: *Taurus cedar, physical and mechanical properties, juvenile wood, mature wood*

1.GİRİŞ

Cedrus cinsinin *C.atlantica*, *C.brevifolia*, *C.deodora* ve *C.libani* olmak üzere dört türü vardır. Bu ağaç türlerinin odunları benzer karakterlere sahip olduğundan, pratik bakımdan ayrılmaları güçtür [1]. Toros sediri (*Cedrus Libani* A.rich) ilk olarak Fransız botanikçi Achille Richard tarafından sınıflandırılmıştır. *Cedrus libani* ssp. *libani* (Lebanon Cedar-Lübnan sediri) ve *Cedrus libani* ssp. *stenocoma* (Turkish cedar-Türk sediri) olmak üzere iki alt türü bildirilmiştir. [2, 3]. Kayacık'a göre, sedirler bitkiler dünyasının en büyük grubunu oluşturan spermatophyta bölümünün gymnospermae alt bölümünden, coniferae sınıfı, pinoideae takımı, pinaceae familyasına aittir [4]. Yaltrık'a göre, adını "kozalaklı ağaç" demek olan "Kedros" kelimesinden alan sedir, Lübnan'da sınırlı bir yayılışı olmasına ve esas yayılışını Toros dağların da yapmasına rağmen dünya literatürüne Lübnan sediri

olarak girmiş ve Lübnan'ın bayrağındaki sembol olmuştur [5].

Sedir odununun eski çağlarda bile çok kıymetli olduğu ve ülkeler arası ticarete konu olduğu bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada; odun ithaline ait en eski bilginin MÖ 2750 yıllarında Finike Gubla'sından Mısır'a yapılan sedir odunu nakliyatı hakkında olduğu, firavunlar ve yüksek memurlar için mumya tabutlarının mısırdaki hep sedirden yapıldığı ve sedirin beyaz reçinesinin ölümlerin mumyalanmasında kullanıldığı bildirilmiştir. Ayrıca, güzel kokusundan, çürümemesinden ve güzel renginden dolayı sedir ağacının mısırlılar tarafından lüks ve dini yapılar için bilhassa arandığı, Finikelilerin sedir ağacını mabet ve sarayların taşıyıcı kirişi olarak, ev, kadırga, gemi inşaatında, kapılarda, sütunlarda, ev eşyalarında, mobilya, sandık ve ağaç oymacılığında kullanıyor oldukları bildirilmiştir [6].

*Sorumlu Yazar: Bekir Cihad BAL, bcbal@hotmail.com

Toros sedirinin yayılışı Anadolu'da Toroslar, Antitoroslar ve ayrıca Lübnan'dır. Fakat tahribattan dolayı Lübnan'da çok az miktarda bulunmaktadır [7]. Bir başka tarifle, Güney Anadolu bölgesinde 36° 16' - 38° 05' enlem, 29° 02' - 37° 19' boylamlar arasında ve Toros dağları üzerinde 1000-2000 m rakımlarda yer almaktadır ve bu yayılışı dünya sedir ormanlarının

yayılışında kuzey sınırını teşkil etmektedir. Yayılış sahasında yer yer saf, daha çok göknar, çam ve ardıçla karışık meşçereler halinde bulunmaktadır [8]. Türkiye'de koru ormanı olarak normal 199167 ha, bozuk 218021 ha ve toplamda 417188 ha sedir ormanı bulunmaktadır [9].



Şekil 1. Toros Sedirinin Anadolu'da yayılış alanları [10]

Sedir ağacının diri odunu geniş, hafif kırmızımsı ile sarımsı beyaz renkte, öz odunu açık sarımsı ile kırmızımsı kahverengindedir. Traumatik reçine kanallarına sık sık rastlanır. Boyuna kesitleri oldukça parlaktır. Odunu orta sert ve orta ağırlıkta olup hoş aromatik kokuludur. Kolay işlenir ve yarıdır. Lifleri düzdür. Renk verme ve cilalanması güçlüdür. İyi yapıştırılır. Çalışması az, direnç özellikleri orta derecededir [11]. 20-25 yıl doğal dayanıklılığa sahiptir. Bu hali ile "çok dayanıklı" sınıfında yer alır. Sedir odunu toprakla temas eden yerlerde tel, çit, maden direği, travers, doğrama, lambri, mobilya, sauna yapımında v.b. yerlerde ayrıca lif ve yonga levha yapımında, selüloz ve kağıt yapımında değerlendirilir [12,13]. Ayrıca halk arasında sedir "katran ağacı" olarak ta anılır ve "katran" olarak bilinen odun özütünün üretiminde kullanılır. Katran halk arasında, insanların ve hayvanların yaralarını ve bazı hastalıkları iyileştirmek için ve ayrıca ağaç yapıları böceklerle, mantarlara ve bakterilere karşı korumak için kullanılmaktadır [14].

Ağaçlarda yoğunluk, öz odun-diri odun miktarı, yıllık halka yapısı, lif uzunluğu, genç odun ile reaksiyon odunu bulunuşu, budak, lif kıvrıklığı ve ekstraktif maddeler kullanım yerlerinin belirlenmesin de etkili olan faktörlerdir [11]. Genç odun ağaçların öze yakın kısımlarda, ilk yıllarda oluşturduğu odundur. Olgun odun ise kabuğa yakın kısımlarda ileri yaşlarda oluşan odundur [11,15,16,17]. Genç odundan olgun oduna geçiş kimi ağaçlarda 5 ve kimi ağaçlarda 20'li yaşlarda başlar. Bu yaşlar ağaç türüne ve yetiştirme ortamına göre

değişmektedir. Genç odun ve olgun odundan farklı olarak yaklaşık 200 yaşından sonra yaşlı odun oluşmaktadır. Olgun odun aynı zamanda ergin odun olarak ta anılmaktadır [11,18]. Genç odun ise göbek odun veya taç oluşturan odun olarak ta adlandırılmaktadır [16]. Genç odun daha yüksek fibril açısına, boyuna daralma miktarına, rutubet içeriğine, fakat daha az yoğunluğa, hücre uzunluğuna, mekanik özelliklere, hücre duvarı kalınlığına ve yaz odunu miktarına sahiptir [11,15,16].

Bu güne kadar sedir ağacı konusunda birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Ancak fiziksel ve mekanik özellikleri sadece birkaç araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarla sınırlıdır. Bunlar; Berkel [7] Mersin-Namrun yöresine, Erdin [19] Antalya-Elmalı, Kaş, Alanya yöreleri ve Adana-Kozan, Feka yörelerine, Demetçi [20] Antalya-Elmalı, Finike, Fethiye yörelerine, Bal ve ark. [21,22] Kahramanmaraş-Başkonuş yöresine ait sedir ağaçları üzerinde yapılmıştır. Keskin [23] tarafından da sedir odunu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Fakat bu çalışmada materyal rastgele usulle piyasadan alınmış ve sadece diri odun üzerinde çalışıldığı belirtilmiştir.

Türkiye'de ibreli ağaç türleri arasında önemli bir yere sahip olan Toros sedirinin fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında pek az sayıda çalışma vardır. Fakat bu özelliklerin genç odun-olgun odun arasında değişimlerini gösteren çalışma bulunmadığı belirlenmiştir. Bu noktadan hareketle, Kahramanmaraş-Başkonuş ormanlarında doğal olarak yetişmekte olan

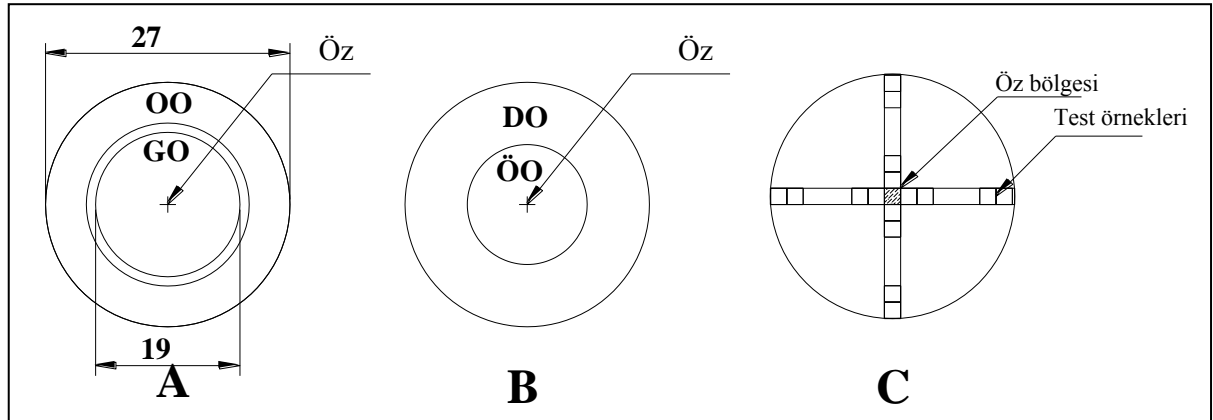
sedir ağacının fiziksel ve mekanik özelliklerinde genç odun-olgun odun arasında meydana gelen farklılıklar ve ekstraktif maddelerin bu özellikleri nasıl etkilediğinin belirlenmesi bu çalışmanın amaçlarını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma için Kahramanmaraş-Başkonuş mevkiinden üç adet sedir ağacı temin edilmiştir. Deneme ağaçlarının alınmasında TS 4176 [24] numaralı standartta belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Genç odun ile olgun odun kısımları yıllık halka genişlikleri ile ayırt edilmiştir. Genç odundan olgun oduna geçiş bölgesinden test örnekleri hazırlanmamıştır (Şekil 2-A). Test örnekleri genç odun-olgun odun ayrımı yapılarak farklı gruplar halinde hazırlanmıştır.

2.2. Yöntem



Şekil 2. Sedir enine kesiti. A: Olgun odun (OO) ve Genç odun (GO), B: Diri odun (DO) ve Öz odun (ÖÖ), C: Test örneklerinin enine kesitten alınış şekli.

Test örnekleri taze halde olduklarından dolayı, daralma miktarlarını ölçmek için suya daldırma işlemi uygulanmamıştır. Örneklerin taze haldeki ağırlıkları ve ölçüleri alınmış, yaklaşık olarak hava kuru hale gelinceye kadar oda şartlarında, daha sonra ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem ortamında klima dolabında bekletilmiş ve hava kuru ölçüler alınmıştır. Daha sonra test örnekleri $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de tam kuru hale getirilmiş ve ağırlıkları ve ölçüleri tekrar alınmıştır. Genişleme miktarlarını ölçmek için örnekler ölçüleri değişmez hale gelinceye kadar suda bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerin doymuş haldeki ölçüleri alınmıştır. Elde edilen tüm bu veriler ile fiziksel özellikler hesaplanmıştır.

Hazırlanan test örnekleri üzerinde, taze hal rutubeti (M_t) TS 2471'e göre [26], hava kuru yoğunluk (D_{12}), tam kuru yoğunluk (D_o), hacim ağırlık değeri (R) TS

2.2.1. Fiziksel özellikler

Her ağacın göğüs seviyesinden (130 cm) yaklaşık 30-35 cm yüksekliğinde bir seksiyon alınmıştır. Her seksiyondan, kuzey-güney ve doğu-batı yönünde, ölçüsü yaklaşık $2 \times 2 \times 30 \text{ cm}^3$ (genişlik, kalınlık, uzunluk) olan örnekler alınmış ve bu örneklerden net ölçüsü $2 \times 2 \times 3 \text{ cm}^3$ olan fiziksel özellikler için test örnekleri kesilmiştir (Şekil 2-C). Genç odundan 88 adet ve olgun odundan 90 adet test örneği hazırlanmıştır. Test örnekleri hazırlanırken TS 2470 [25] numaralı standartta belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre; test örnekleri budaksız, çatlak ve kusur içermeyen, düzgün lifli ve yıllık halka yönü test örneğinin bir kenarına paralel, bitişik kenarına dik olacak şekilde hazırlanmıştır. Test örnekleri, ağaçların kesildiği gün kesimden hemen sonra hazırlanmış ve plastik torbalara konmuş, aynı gün ağırlıkları ve üç yöndeki ölçüleri alınmıştır. Böylece taze hal rutubetini ölçmek mümkün olmuştur.

2472'ye göre [27], radyal, teğet, boyuna daralma TS 4083'e [28], hacmen daralma TS 4085'e [29] belirlenmiştir. Radyal, teğet, boyuna genişleme TS 4084'e [30] ve hacmen genişleme TS 4086'ya [31] göre belirlenmiştir. Lif doymuşluk noktası (LDN) ise aşağıdaki Formül 1'e göre belirlenmiştir.

$$\text{LDN} = \frac{\beta_v}{R} (\%) \quad (1)$$

Burada β_v : hacmen daralma miktarı, R: hacim ağırlık değeridir.

2.2.2. Mekanik özellikler

Ağaçların gövde kısımlarından 2 ile 4. metreler arasından alınan tomruklar kullanılmıştır. Tomruklar kesimden sonra kuzey-güney ve doğu-batı hatlarında olmak üzere latalara biçilmiştir. Latalar daha sonra

laboratuvar numuneleri olacak şekilde parçalara kesilmiş bu şekilde yaklaşık bir ay süre ile doğal kurutma yapılmıştır. Sonra test örnekleri hazırlanmıştır. Test örnekleri budak, çatlak ve diğer odun kusurları içermeyecek şekilde hazırlanmıştır.

Hazırlanan test örnekleri üzerinde, eğilme direnci TS 2474'e [32], eğilmede elastikiyet modülü TS 2478'e [33] şok direnci TS 2477'ye [34], liflere paralel basınç direnci TS 2595'e [35], liflere paralel makaslama direnci TS 3459'a [36] (radyal yüzeyde ölçülmüştür), statik sertlik TS 2479'a [37] uygun olarak yapılmıştır. Denemeler yapılırken, eğilme direnci, şok direnci ve liflere paralel makaslama direnci testinde kuvvet radyal yüzeye uygulanmıştır. Test örnekleri testten önce değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında kondisyonlanmıştır. Testler yapıldıktan sonra test örneklerinden rutubet ölçümü için kırılmanın gerçekleştiği yere yakın yerlerden örnekler alınmış ve rutubetler belirlenmiştir. Rutubetleri %12 den farklılık gösteren test örneklerinin sonuçları %12'ye tahvil edilmiştir.

Yapılan mekanik testler sonunda elde edilen sonuçlar Excel'de işlenmiş, SPSS programında istatistik hesaplamaları yapılmıştır. Genç odun ile olgun odun arasında mekanik özelliklerde meydana gelen değişimler T testi ve yoğunluk ile mekanik özellikler arasındaki ilişkiyi açıklamak için ise doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Fiziksel özellikler

Deneme ağaçlarına ait bazı önemli makroskopik özelliklerden deneme ağaçlarının yaşı 47, ağaç boyu 21 m, çap 27.6 cm (kabuk hariç), yarı çaptaki genç odun miktarı 9.6 cm, yarı çaptaki olgun odun miktarı 4.3 cm, genç odunda yıllık halka genişliği 3.8 mm, olgun odunda yıllık halka genişliği 2.1 mm olarak

ölçülmüştür. Berkel [7] tarafından Mersin-Namrun yöresinden alınan deneme ağaçlarında ortalama yıllık halka genişliği 3.5 mm olarak ölçülmüştür.

Genç odun ve olgun odun örneklerinde ölçülen fiziksel özelliklere ait bulgular ve bu iki grubun fiziksel özellikleri arasında yapılan T testi önem düzeyleri Çizelge 1'de verilmiştir. Hava kuru yoğunluk ve hacim ağırlık değeri hariç diğer tüm fiziksel özellikler genç odun ile olgun odun arasında istatistiksel olarak farklı olduğu ve genç odunun tüm fiziksel özelliklerinin (boyuna yönde daralma ve genişleme yüzdeleri hariç) olgun odununkinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkların temel sebeplerinin; genç odun kısmında ve özellikle öze yakın kısımlarda odun yoğunluğunun düşük olmasından, bol miktarda bulunan ekstraktif maddelerden ve olgun odun kısmında odun yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Sedir odununda ekstraktif maddelerle ilgili olarak yapılan bir çalışmada öz odunun alkol-benzen çözünürlüğü %6.8 ve diri odunun %9.0 olarak belirlenmiştir [38]. Hafizoğlu ve Usta [39] tarafından yapılan çalışmada ise bu değerler öz odunda %3.1 ve diri odunda %7.6 olarak belirlenmiştir.

Hava kuru yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve hacim-ağırlık değeri genç odunda sırasıyla, 574, 524, 481 ve olgun odunda 588, 547, 483 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Bu değerleri ortalama olarak Berkel [7] 523, 487 ve 437 kg/m³ ve Demetçi [20] 512, 474, 428 kg/m³ olarak belirlemiştir. Bu çalışmalarda genç odun-olgun odun ayrımı yapılmamıştır. Ancak, yoğunluğun ağaç içerisinde özden çevreye doğru arttığı belirtilmiştir [7]. Bal ve ark. [21] tarafından yapılan çalışmada yoğunluğun kabuktan öze ve dipten tepeye doğru azaldığı tespit edilmiştir. Berkel tarafından yapılan çalışmada deneme örneklerinde yıllık halka genişlikleri daha büyük ölçülmüştür. Buda odun yoğunluğunun düşük olmasının sebeplerinden birisidir. Erdin [19] tarafından tam kuru yoğunluk 476 ve hacim ağırlık değeri ise 433 kg/m³ olarak belirlenmiştir.

Çizelge1. Genç odun (GO) ve olgun odunda (OO) fiziksel özellikler ve T testi önem düzeyleri

		D ₁₂	D ₀	R	β _t	β _r	β _l	β _v	α _t	α _r	α _l	α _v	LDN	M _t
		Kg/m ³			%									
GO (n:88)	x	574	524	481	4.80	3.19	0.46	8.45	5.34	3.36	0.56	9.27	17.92	37.2
	s	70.4	62.5	59.2	1.12	0.43	0.46	1.17	1.22	0.48	0.54	1.20	3.71	3.44
OO (n:90)	x	588	547	483	7.08	4.56	0.22	11.86	7.91	4.82	0.19	12.92	24.48	128.2
	s	60.4	59.8	44.7	0.94	1.00	0.24	1.85	1.03	1.22	0.33	2.04	2.48	19.68
T testi Önem düzeyleri (P değerleri)														
		0.114	0.011	0.735	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

D₁₂: Hava kuru yoğunluk, D₀: Tam kuru yoğunluk, R: Hacim ağırlık değeri, β_t: Teğet yönde daralma, β_r: Radyal yönde daralma, β_l: Boyuna yönde daralma, β_v: Hacmen daralma, α_t: Teğet yönde genişleme, α_r: Radyal yönde genişleme, α_l: Boyuna yönde genişleme, α_v: Hacmen genişleme, LDN: Lif doyunluk noktası, M_t: Taze hal rutubeti, x: aritmetik ortalama, s: standart sapma

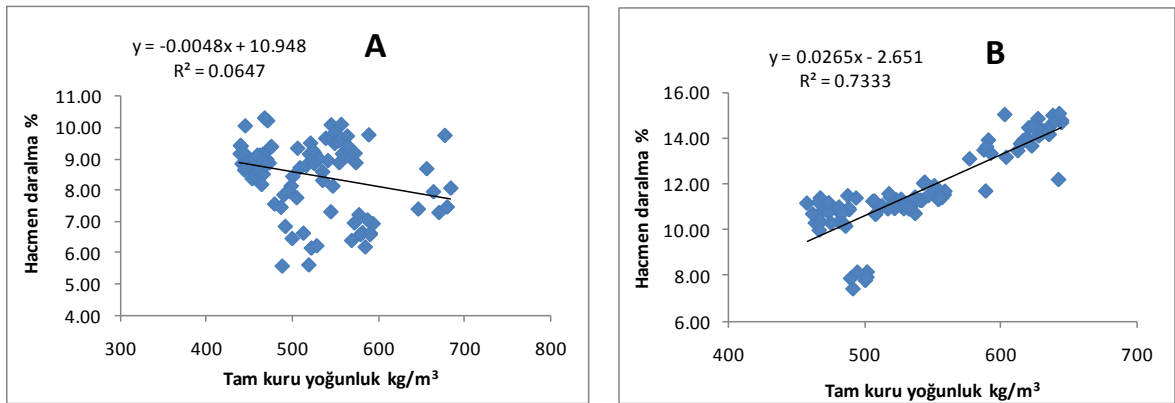
Daralma ve genişleme miktarlarının olgun odun kısmında genç oduna göre daha yüksek ölçülmesinin temel sebebinin odun yoğunluğu olduğu söylenebilir. Literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalarda odun yoğunluğu arttıkça çalışma yüzdelerinin de arttığı belirtilmiştir. [40,41,42]. Ayrıca, Bal ve ark. [21] tarafından odunun çalışması ile tam kuru yoğunluğu arasındaki regresyon ilişkisi genç odunda negatif-zayıf ve olgun odunda pozitif-güçlü olarak belirlenmiştir (Şekil 3A-3B ve 4A-4B). Bir başka deyişle, genç odun kısmında yoğunluğu yüksek olan test örneklerinde daha düşük çalışma yüzdeleri ölçülmüştür, aksine, olgun odunda ise yoğunluğu yüksek olan test örneklerinde yoğunluğu düşük olanlara göre daha yüksek çalışma yüzdeleri ölçülmüştür. Bunun farklılığın temel sebebinin genç odun kısmında fazla miktarda bulunan ekstraktif maddelerden kaynaklandığı söylenebilir. Ekstraktif maddeler yoğunluğun artmasına neden olurken daralma ve genişleme yüzdelerinde aynı oranda artış olmamaktadır.

Genç odunda lif doygunluk noktası %17.9 ve olgun odunda %24.4 olarak belirlenmiştir. Ortalama lif doygunluk noktası %21.2 olarak belirlenmiştir. Bu lif doygunluk noktası değeri ile sedir odunu, Bozkurt ve Göker [43] tarafından verilen sınıflandırmaya göre "lif doygunluk noktası çok düşük olan ağaç türleri"

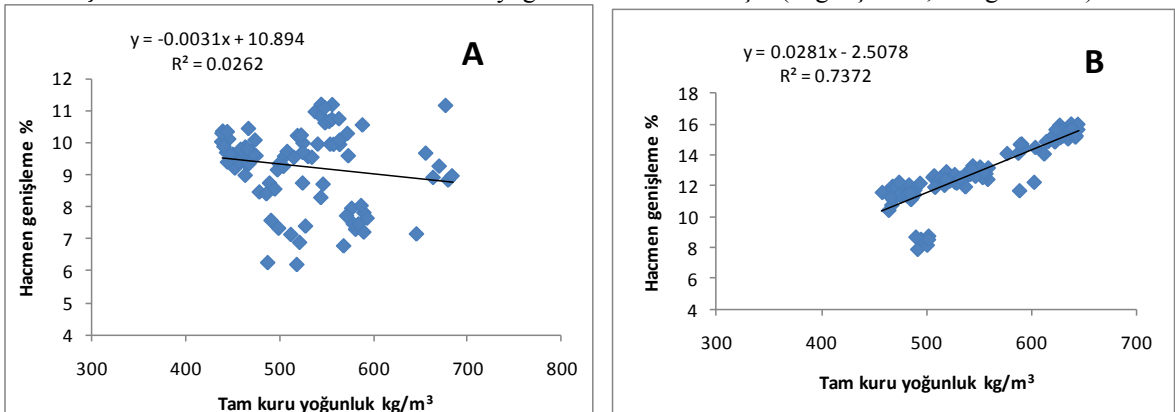
grubundadır. Bir başka araştırmacı tarafından bu değer %21 olarak belirlenmiştir [7].

Boyuna yönde daralma ve genişleme miktarlarının genç odun kısmında daha yüksek ölçülmesinin temel sebebi ise fibril açısı olduğu düşünülmektedir. Hazırlanan bu çalışmada fibril açısı ölçülmemiştir. Ancak konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda boyuna yönde daralma ve/veya genişlemenin hücre duvarında S2 tabakasının fibril açısından kaynaklandığı belirtilmiştir [15, 44, 45].

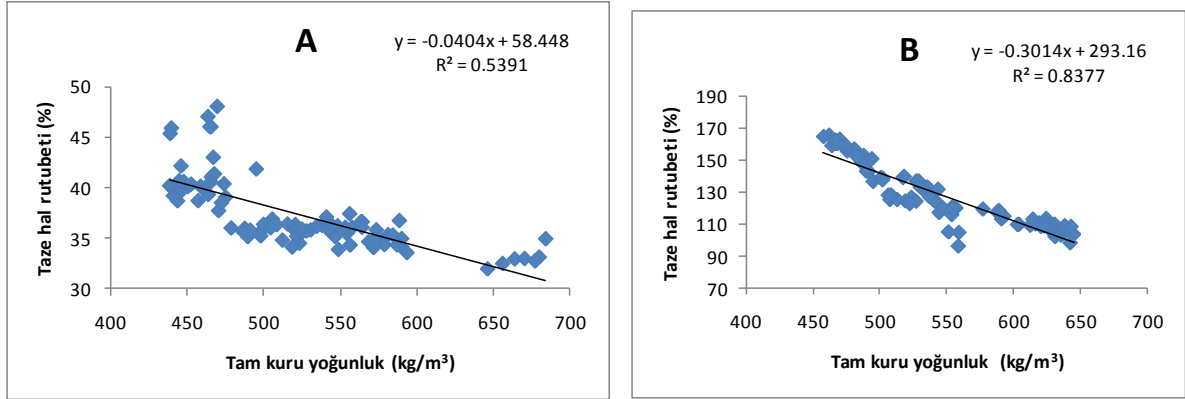
Olgun odun kısmında taze hal rutubeti yüksek (%128), genç odun kısmında ise taze hal rutubeti düşük (%37) ölçülmüştür. Benzer sonuçlar Berkel [7] tarafından diri odun kısmında %116 ve öz odun kısmında ise %39 olarak belirlenmiştir. Taze hal rutubeti ile tam kuru yoğunluk arasındaki regresyon ilişkisini gösteren grafikler Şekil 5-A ve 5-B'de verilmiştir. Genç odun kısmında tam kuru yoğunluk ile taze hal rutubeti arasında negatif-güçlü ($R^2:0.53$) bir ilişki, olgun odun kısmında ise negatif-çok güçlü ($R^2:0.83$) bir ilişki ölçülmüştür [21]. Bu durumla ilgili olarak, ağaçlarda su iletiminin diri odun kısmında gerçekleştiği, öz odunun ölü odun kısmı olduğu ve su iletiminin olmadığı belirtilmiştir [11]. Daha önce yapılan birçok çalışmada genel olarak iğne yapraklı ağaç türlerinin öz odununun taze hal rutubetinin diri odundan düşük olduğu belirtilmiştir [11, 18, 40, 46].



Şekil 3. Hacmen daralma ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)



Şekil 4. Hacmen genişleme ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)



Şekil 5. Taze hal rutubeti ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A: genç odun, B: olgun odun)

3.2. Mekanik özellikler

Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, şok direnci, liflere paralel basınç direnci, makaslama direnci ve statik sertlik değerlerine ait bulgular ve T testi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre incelenen tüm mekanik özellikler istatistiksel olarak genç odun ile olgun odun arasında anlamlı şekilde farklılıklar göstermektedir. Genç odunda, mekanik özellikler olgun odundan daha düşüktür. Bunun temel sebeplerinin, genç odunda hızlı büyüme sonucu yoğunluğun düşük olması ve traheid boylarının kısa ve çeperlerinin ince olmasıdır [22]. Bal [47] tarafından Toros sedirinde genç odunda lif uzunluğu 2602 mikron ve çeper kalınlığı 8.1 mikron, olgun odunda ise lif uzunluğu 3370 mikron çeper kalınlığı 9.40 mikron olarak ölçülmüştür. Bir başka çalışmada ise Toros sedirinin ağaç boyu ve ağaç yaşına göre traheid boyunun 1.9 ile 3.4 mm aralığında ve çift çeper kalınlığının (teğet çeperde) 2.7 ile 4.6 mikron aralığında değiştiği belirlenmiştir [19].

Bao ve ark. [44] tarafından genç odun ile olgun odun üzerinde yapılan bir çalışmada iğne yapraklı ağaç odunlarında genç odunda, olgun oduna göre traheid boylarının ve çeper kalınlıklarının anlamlı derecede düşük olduğu ortaya konmuştur.

Yapılan birçok çalışmada genç odunun fiziksel ve anatomik özelliklerinin olgun odundan önemli derecede

farklı olduğu, yoğunluk, hücre boyu, çeper kalınlığı ve direnç özelliklerinin radyal yönde genç odundan olgun oduna geçişte arttığı bildirilmiştir [11,15,16].

Liflere paralel basınç direnci sonuçlarına göre elde edilen statik kalite faktörü değerleri genç odunda 7.9 ve olgun odunda 10.2’dir. Bu değerler Örs ve Keskin [18] tarafından verilen “odunların basınç direncine göre sınıflandırılması” kriterlerine göre sedir odununun basınç direncinin “iyi kalite” sınıfında olduğu görülmektedir. Berkel [7] tarafından bu değer 8.6 olarak ölçülmüştür.

Şok direnci genç odun ve olgun odun ortalaması 0.437 kgm/cm²’dir. Bu değer Çizelge 3’de görüldüğü gibi Berkel tarafından elde edilen değere yakındır. Ayrıca, şok direnci testi sonrası test örneklerinin kırılma noktalarında yapılan gözlemlerde, genç odun örneklerinde 3 mm den (TS 2477’e göre) kısa kıymıklı küt bir kırılma ve olgun odun kısmında ise 3 mm’den uzun kıymıklı bir kırılma belirlenmiştir. Bu bulgulara göre genç odun “gevrek” ve olgun odun “esnek” olarak tanımlanabilir. Ayrıca dinamik kalite değeri (kd) genç odunda 1.09 ve olgun odunda 1.48 olarak hesaplanmıştır. Örs ve Keskin [18] tarafından şok direnci sınıfları için verilen değerlere göre (kd<0.8 ise gevrek, 0.8<kd<1.2 ise orta ve kd>1.2 ise esnek) sedir genç odunu “orta” ve olgun odunu “esnek” olarak sınıflandırılabilir.

Çizelge 2: Sedir odununun bazı mekanik özellikleri ve aralarındaki farka ait T testi önem düzeyleri

		σ_{SE}^a	σ_{EM}^b	σ_{BD}^c	σ_{MD}^d	H_{jT}^e	H_{jR}^f	H_{jE}^g	σ_{SD}^h
		N/mm ²							Kgm/cm ²
GENÇ ODUN	N	30	30	50	30	24	24	24	30
	X	75.8	6668.2	44.6	5.2	28.7	26.4	49.4	0.360
	S	12.6	1133.4	5.5	1	3.1	4.1	4.1	0.102
	V	16.6	17	12.4	19.7	10.8	15.6	8.3	28.3
	MİN	46.3	3839.1	34.2	3.1	22.3	21.5	45.4	0.194
	MAX	95.6	8629.8	54.3	7.2	36.5	35.4	61.1	0.555
OLGUN ODUN	N	30	30	50	28	24	24	24	30
	X	94.4	8963.3	59.2	5.9	30.5	31.1	53.6	0.514
	S	14.6	1823.7	9.9	1.2	3.3	4.2	5.8	0.146
	V	15.5	20.3	16.7	19.7	10.9	13.5	10.9	28.5
	MİN	67.5	6316.4	41.8	4.2	26.7	24.2	42.2	0.265
	MAX	126.2	13042.4	75.7	8.3	38.1	39	65.3	0.759
T testi Önem düzeyi	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.05	P<0.05	P<0.001	P<0.01	P<0.001	

σ_{SE}^a : Statik eğilme direnci, σ_{EM}^b : Elastikiyet modülü, σ_{BD}^c : liflere paralel basınç direnci, σ_{MD}^d : makaslama direnci, H_{jT}^e : teğet yüzeyde statik sertlik, H_{jR}^f : radyal yüzeyde statik sertlik, H_{jE}^g : enine yüzeyde statik sertlik, σ_{SD}^h : şok direnci

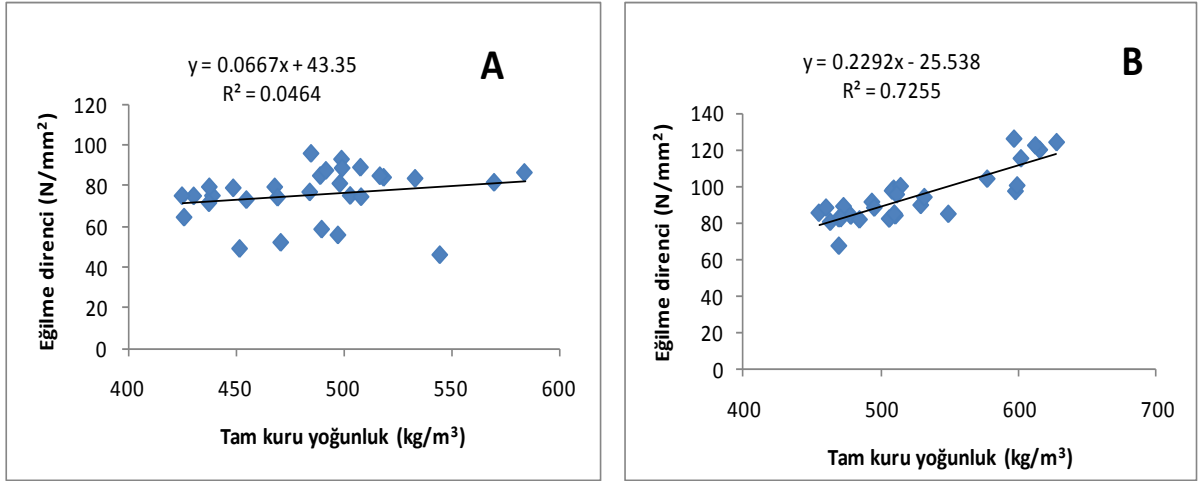
Çizelge 3: Sedir odunun mekanik özelliklerine ait diğer araştırmacıların bulguları

		σ_{SE}^a	σ_{EM}^b	σ_{BD}^c	σ_{MD}^d	H_{jT}^e	H_{jR}^f	H_{jE}^g	σ_{SD}^h
		N/mm ²							Kgm/cm ²
	Berkel (1951)	75.2	-	44.0	-	-	-	-	0.450
	Demetçi (1986)	-	7184	-	7.3	-	22.9	37.9	-
	Keskin (2001)	86.8	7802	52.5	7.2	-	-	-	-

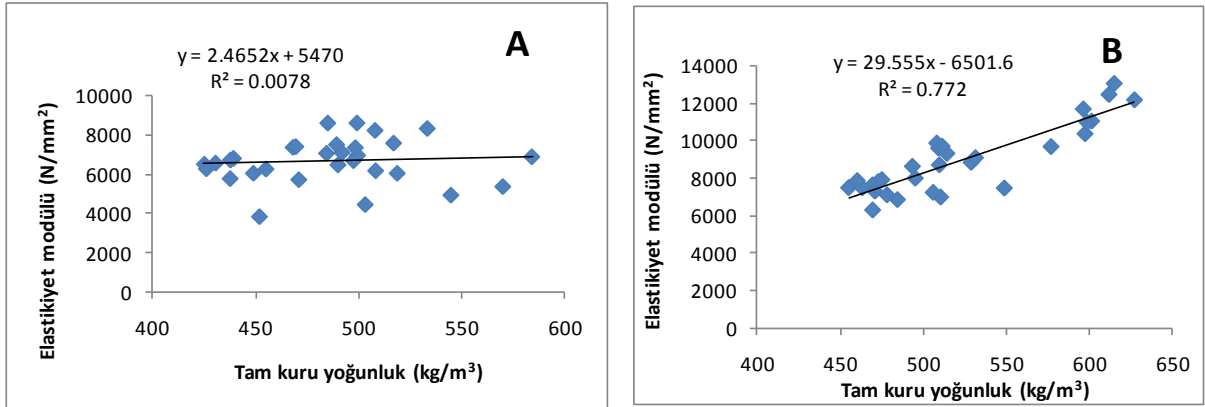
Çizelge 3'de verilen diğer araştırmacılara ait bulgular incelendiğinde, bazı verilerin eksik olduğu kıyaslama yapılamadığı, elde edilen verilerde mekanik özellikler test edilirken kuvvetin uygulama yönünün belirtilmediği, bazılarında ise test örneklerinin sadece diri odun kısmından hazırlanması ve materyalin rastgele usulle seçilmesi gibi sebeplerden dolayı sonuçlar önceki çalışmalarla fazlaca tartışılmamıştır.

Genç odun ve olgun odunda eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 6-A ve 6-B'de, elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 7-A ve 7-B'de, şok direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 8-A ve 8-B'de ve liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasındaki ilişki ise Şekil 9-A ve 9-B'de verilmiştir.

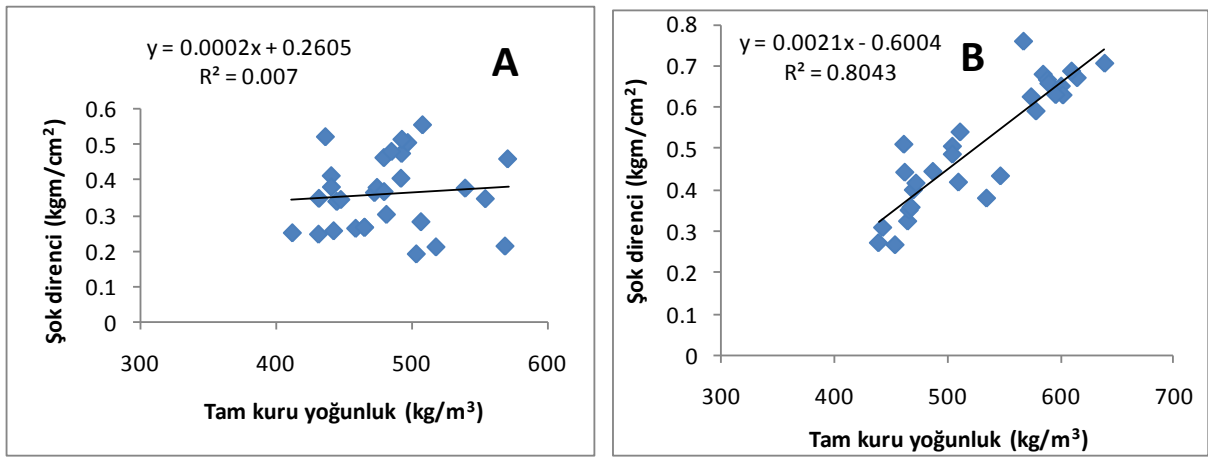
Şekil 6, 7, 8 ve 9'da yoğunluk ile direnç özellikleri arasındaki ilişkiye ait regresyon denklemleri (y) ve ilişkinin gücünü belirten belirtme katsayıları (R²) verilmiştir. Bu verilere göre, statik eğilme direnci, elastikiyet modülü, şok direnci ve basınç direnci ile yoğunluk arasında, genç odunda pozitif-çok zayıf ilişki ve olgun odunda ise pozitif-çok güçlü ilişki belirlenmiştir. Literatürde mekanik özellikler ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak yoğunluk-direnç ilişkisi pozitif-güçlü olarak ölçüldüğü bildirilmektedir. Ancak bu çalışmada, genç odundan elde edilen deney gruplarında pozitif-zayıf bir ilişkinin belirlendiği grafiklerde görülmektedir. Bunun temel sebeplerinin; genç odundaki lif yapısından kaynaklandığı ve yoğunluğu artıran faktörün ekstraktif maddeler olduğu bu maddelerin hücre çeperleri kadar mekanik özellikleri artırıcı etki göstermemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir [22].



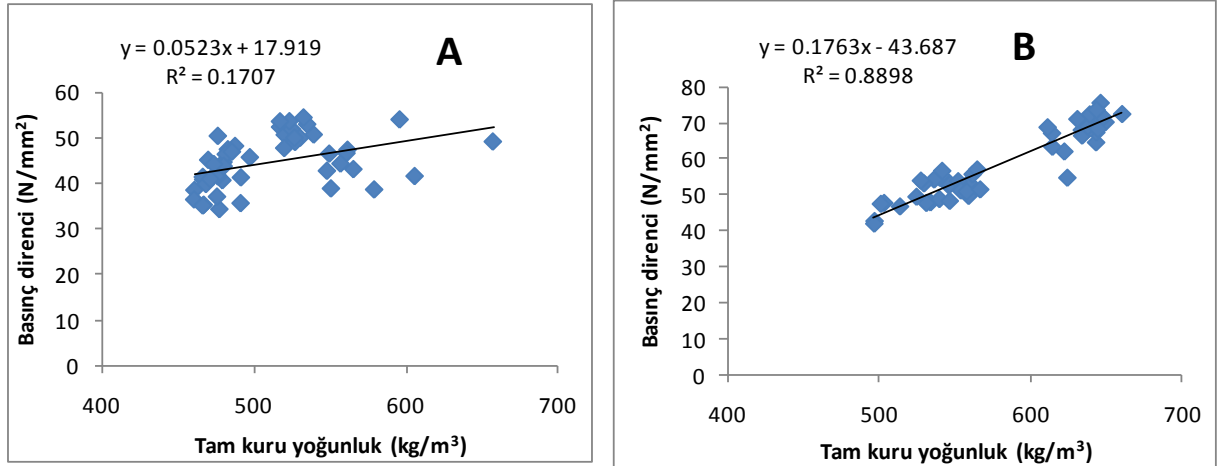
Şekil 6. Eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)



Şekil 7. Elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)



Şekil 8. Şok direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)



Şekil 9. Basınç direnci ile hava kuru yoğunluk arasındaki ilişki (A:genç odun, B:olgun odun)

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kahramanmaraş-Başkonuş mevkiinden temin edilen Toros sedirinde genç odun ile olgun odun kısımlarının fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş, aralarındaki farklar yapılan T testi ile istatistiksel olarak gösterilmiş, bu özelliklerin yoğunlukla ilişkisi regresyon denklemi ile ve ilişkinin kuvveti belirtme katsayısı ile verilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda;

- Toros sedirinde fiziksel ve mekanik özelliklerde genç odun-olgun odun arasında önemli derecede fark vardır. Bu farkların, lif morfolojisindeki farklılıklar ve genç odun kısmında hızlı büyüme sonucu oluşan düşük odun yoğunluğundan kaynaklandığı söylenebilir.
- Genç odun ve olgun odunda tam kuru yoğunluk miktarı ile hacmen daralma, hacmen genişleme ve taze hal rutubet yüzdeleri arasındaki ilişki farklıdır.
- Daralma ve genişleme yüzdeleri bakımından Toros sediri odunu orta derecede çalışan ağaç türleri grubundadır.
- Hesaplanan regresyon denklemleri ve belirtme katsayılarına göre, genç odunda yoğunluk ile mekanik özellikler arasında pozitif-çok zayıf, olgun odun kısmında ise pozitif-çok güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durumun ekstraktif maddelerden ve genç odunun lif yapısından kaynaklandığı, ekstraktif maddelerin yoğunluğu artırdığı fakat mekanik özellikleri aynı derecede artırıcı etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaların yapılması esnasında sağlamış olduğu teknik destekten dolayı Doç. Dr. Fatih Mengeloğlu'na ve yardımlarından dolayı Dr. Kadir Karakuş'a teşekkür ediyoruz. Bu çalışmanın bazı bölümleri "I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre

Sempozyumunda" 26-28 Ekim 2011 tarihinde sunulmuştur.

REFERANSLAR

- [1]. Bozkurt Y., Erdin N., "İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri", İstanbul üniversitesi, Orman fakültesi yayınları, Üniversite yayın No:3907. İstanbul. 1995.
- [2]. Aiello A.S., Dosmann M.S., "The quest for the Hardy Cedar-of-lebanon", *Arnoldia: The magazine of the Arnold Arboretum* 65 (1):26-35, 2007.
- [3]. Anonim, "Cedrus Libani taxonomy", <http://en.wikipedia.org/wiki/Cedruslibani>. (Son erişim tarihi: 08.08.2012) 2012a.
- [4]. Yılmaz E., Gürses M.K., "Doğu Akdeniz ormancılığında sedir", Doğu Akdeniz ormancılık araştırma müdürlüğü, DOA dergisi, Sayı:3. 1997.
- [5]. Dutkuner İ., Akten M., "Kahraman maraş'ta kent içi park ve ağaçlandırmalarda kullanılabilecek ağaç taksonları", KSÜ, Fen ve mühendislik dergisi, 3 (2):28-31, 2000.
- [6]. Mayer H., Sevim M., "Lübnan sediri, Lübnan'daki 5000 yıllık tahribatı, Anadolu'da bugünkü yayılış sahası ve bu ağaç türünün Alplere tekrar getirilmesi hakkında düşünceler (Çeviren: Necmettin Çepel)". İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 10 (2): 111-142. 1959.
- [7]. Berkel A., "Lübnan sedirinde teknolojik araştırmalar", İÜ, Orman fakültesi dergisi Seri A 1 (1):182-211. 1951.
- [8]. Evcimen B.S., "Türkiye sedir ormanlarının ekonomik önemi ve amenajman esasları", İÜ, orman fakültesi dergisi (A), 12 (1): 27-66. 1962.
- [9]. Anonim, "Orman varlığımız", Orman genel müdürlüğü yayınları, S:55, Ankara, 2006.
- [10]. Anonim, "Sedir ormanları rehabilitasyonu eylem planı", TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, <http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/silvikultur/>

- dokumanlar/eylem planları (Son erişim: 08.08.2012), 2012b.
- [11]. Bozkurt Y., Erdin N., “Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı”, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 445, S: 136 ve 336, İstanbul. 1997.
- [12]. Göker Y., “Türkiye Akdeniz Bölgesi Ormanları ve Ormancılığına İlişkin Yaklaşımlar: Akdeniz Bölgesi Doğal Ağaç Türlerinin Teknolojik ve Endüstriyel Özellikleri”, İÜ Orman Fakültesi Ormancılık Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğü Yayınları, Müdürlük Yayın No 1, 169-180, İstanbul. 1992.
- [13]. Doğu D., Koç H., As N., Atik C., Aksu B., Erdinler S., “Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme”, İÜ, orman fakültesi dergisi, Seri B, Cilt: 51, Sayı:2. 2001.
- [14]. Kurt Y., Kaçar M.S., Işık K., “Traditional Tar Production from *Cedrus libani* A. Rich on the Taurus Mountains in Southern Turkey”, Economic Botany, 62 (4): 615-620. 2008.
- [15]. Green D.W., Winandy J.E, Kretschmann D.E., “Mechanical Properties of Wood”, Wood handbook, Wood as an Engineering Material. FPL-GTR-113, P:32, Madison. 1999.
- [16]. Larson P.R., Kretschmann D.E., Clark III.A., Isebrands J.G., “Formation and Properties of Juvenile wood in Southern Pines, A Synopsis”, Forest Product Laboratory, General Technical Report, FPL-GTR-129, P:3. 2001.
- [17]. Wiedenhoelft A.C., Miller R.B., “Structure and Function of Wood”, Handbook of wood chemistry and wood composites, CRC Press, P:30. 2005.
18. Örs Y., Keskin H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, S:23, 54, Ankara. 2001.
19. Erdin N., “Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) odununun anatomik yapısı ve özgül ağırlığı üzerine araştırmalar”. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 33(2): 232-293. 1983.
- [20]. Demetçi E., “Toros sediri (*Cedrus libani* a. Rich.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine araştırmalar”. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 180, Ankara. 1986.
- [21]. Bal B.C., Bektaş İ., Kaymakçı A., “Kahramanmaraş Başkonuş mevkiinde yetişen sedir (*Cedrus libani* A.Richard) ağacında boyuna ve radyal yönde fiziksel özelliklerde meydana gelen değişimler”, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu bildiriler kitabı, S:1055, 2011a.
- [22]. Bal B.C., Bektaş İ., Kaymakçı A., “Sedir (*Cedrus libani* A.Richard) odununun bazı önemli mekanik özellikleri ve bu özelliklerin tam kuru yoğunlukla ilişkisi”, I. Ulusal Akdeniz orman ve çevre sempozyumu, Bildiriler kitabı, S:1150, 2011b.
- [23]. Keskin H., “Lamine masif ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri ve ağaç işleri endüstrisinde kullanım imkanları”, GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara. 2001.
- [24]. TS 4176, “Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerin Tayini için Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı ve laboratuar Numunesi Alınması”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [25]. TS 2470, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- [26]. TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- [27]. TS 2472, “Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- [28]. TS 4083, “Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1983.
- [29]. TS 4085, “Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1983.
- [30]. TS 4084, “Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1983.
- [31]. TS 4086, “Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara,1983.
- [32]. TS 2474, “Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1976.
- [33]. TS 2478, “Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 1976.
- [34]. TS 2477, “Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. TS 2479, “Odunun Statik Sertliğinin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.196.
- [35]. TS 2595, “Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.1977.
- [36]. TS 3459, “Odunda Liflere Paralel doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 1980.
- [37]. TS 2479, “Odunun Statik Sertliğinin Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara,1976.
- [38]. Usta M., Kara Z., “The chemical composition of wood and bark of *Cedrus libani* A.Rich”, Holz als Roh-und Werkstoff 55 (1997): 268. 1997.
- [39]. Hafizoğlu H., Usta M., “Chemical composition of coniferous wood species occurring in Turkey”, Holz als Roh-und Werkstoff 63(2005):83-85. 2005.
- [40]. Simpson W., Tenwolde A., “Physical Properties and Moisture Relations of Wood”, Wood handbook, Wood as Engineering Material. FPL,GTR, 113, P:3-6, Madison. 1999.
- [41]. Kord B., Kialashaki A., Kord B., “The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*”, Turk J Agric For 34 (2010): 1-6. 2010.

- [42]. Kiaei M., “Anatomical, physical, and mechanical properties of eldar pine (*Pinus eldarica*) grown in the Kelardasht region”, Turk J Agric For. 35 (2011): 31-42. 2011.
- [43]. Bozkurt Y., Göker Y., “Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi”, İÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3944, İstanbul. 1996.
- [44]. Bao F.C., Jiang Z.H., Jiang X.M., Lu X.X., Luo X.Q., Zhang S.Y., “Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species in China”, Wood Sci Tech 35 (2001): 363-375. 2001.
- [45]. Arslan M.B., Aydemir D., “Genç odun ve özellikleri”, Bartın orman fakültesi dergisi, 11 (16): 25-32, 2009.
- [46]. Rowell R.M., “Moisture properties”, Handbook of wood chemistry and wood composites, CRC Press, P:30. 2005.
- [47]. Bal B.C., “Genç odun ve olgun odunun lif morfolojisindeki farklılıklar üzerine bir araştırma”, Düzce üniversitesi orman fakültesi dergisi 8 (2) (2012):29-35.