

Lif Kıvrıklığının Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Yener GÖKER, Nusret AS, Turgay AKBULUT, Türker DÜNDAR

I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı,
Bahçeköy, İstanbul-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23.07.1998

Özet: Bu çalışmada lif kıvrıklığının Kızılcım odununun bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çeşitli lif kıvrıklığı derecelerine sahip 17 adet deneme ağacı Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Çakırlar Bölgesinden alınmış ve lif sapma oranına göre 5 ana grupta toplanmıştır. Tam kuru yoğunluk, Hacim Ağırlık Değeri, Lif Doygunluğu Noktası (LDN), Maksimum odun rutubeti denemeleri yapılmıştır.

Araştırma sonucunda lif sapmasına bağlı olarak yoğunlukta genel bir artış, hacim ağırlık değerinde ise % 15 lif sapma sınıfından sonra bir artış tespit edilmiştir. Radyal yönde daralma değerleri arasında farklılık bulunmuştur. Teğet daralmada % 20, boyuna daralmada % 15 lif kıvrıklığına kadar bir farklılık bulunamamıştır. % 20 lif sapmasından sonra Lif Doygunluğu Noktası (LDN) düşük olarak gerçekleşmiştir. Yine maksimum odun rutubeti % 15 lif sapmasından sonra düşme göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Lif Kıvrıklığı, Fiziksel Özellikler, Kızılcım.

Effects of the Spiral Grain on Some Physical Properties of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Wood

Abstract: In this study, the effects of spiral grain on some physical properties of the Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood were investigated. For this purpose, 17 sample trees with various spiral grain angles, were taken from the Çakırlar region, Antalya district. The selected trees were divided into five groups according to grain angles. Tests were carried out for oven dry density, density values in volume, shrinkage, fiber saturated point (FSP) and maximal moisture content.

The results led to a number of conclusions; In general, density increased in relation to the spiral grain increase. Density (oven dry weight/green volume) increased after 15% spiral grain degree. There was a significant difference between groups in terms of the shrinkage in radial direction. Up to 20% spiral grain degree in tangential shrinkage, and up to 15% spiral grain in longitudinal shrinkage, there was no difference between the groups. FSP and maximal moisture content values decreased after 20% and 15% spiral grains, respectively.

Key Words: Spiral grain, Physical properties, Calabrian pine.

Giriş

Lif kıvrıklığı oluşumu (spiral liflilik) ağaç malzemenin önemli bir kusuru olup, liflerin, ağaç gövdesi eksenine paralel olması yerine küçük veya büyük bir açı teşkil etmek suretiyle spiral şekilde gövde etrafında dolanması şeklinde tanımlanmaktadır (1).

Gövdede kabuk kaldırıldıktan sonra liflerin helezon şeklinde seyrettiği görülürse bu taktirde lif kıvrıklığı veya spiral liflilik adı verilen bir kusur olduğu kabul edilir. Liflerin bu şekilde seyrettiği, kurumadan sonra görülen yüzeysel çatlaklardan anlaşılabilir (2).

Bugün lif kıvrıklığının hangi sebeplerle meydana geldiği kesin olarak bilinmemekle birlikte, bazı araştırmacılar rüzgarın, dünyanın dönüşünün ve güneş hareketlerinin bu oluşumda rol oynadığını ileri sürerken,

diğer bazıları ise doğada esasen var olan Spiral (helezon) oluşturma eğiliminin buna sebep olduğunu ve ağaçta lif kıvrıklığı bulunmasının normal bir oluşum olduğunu ifade etmektedirler (3).

Lif kıvrıklığı oluşumu üzerine, kambiyumda meydana gelen dinamik kuvvetlerin etkisi baskındır. Bunun dışında lif kıvrıklığı içeren ağaç üzerinde; bulunduğu ormanın yetişme ortamı özellikleri ve bu arada rüzgar, kar yükü gibi mekanik gerilmelerin, toprak, yükselti, bakı, eğim (meyil) vb. ekolojik faktörlerin, meşçere tipi, sıklığı, yaş gibi silvikültürel ve biyotik özelliklerin etkisi bulunmaktadır. Böylece ağaçlarda lif kıvrıklığının genetik ıslah yöntemleri ile önlenmesi tavsiye edilmektedir. Bu kusurun yaşa bağlı olarak değiştiği ortaya konulmuştur (4). Ancak yaşın özel etkisini saptamak mümkün olmamıştır.

Lif sapması gövde içerisinde sağa, sola ya da her iki yöne doğru olabilmektedir. Ayrıca bu oluşum iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda özden çevreye doğru ve toprak seviyesinden tepe tomurcuğuna kadar yön ve sapma derecesi bakımından farklılık gösterebilmektedir (2).

Lif kıvrıklığı iğne yapraklı ağaçlarda, özellikle çamlarda daha sık görülmektedir. Ormanlarımızda iğne yapraklı ağaç türlerinin % 38,5'ini çamlar oluşturmaktadır. Ülkemiz koru ormanları içerisinde en geniş yayılışı da Kızılçam yapmaktadır. Türkiye orman envanteri (5) verilerine göre Kızılçam, 3.096.064 hektar ile ülke orman alanının % 15,4' ünü oluşturmaktadır.

Kızılçam ormanları en çok Ege ve Akdeniz bölgelerinde bulunmaktadır. Alan olarak en fazla yayılışını Antalya (378.010 ha) ve Muğla (309.353 ha)'da yapmaktadır Kızılçam, reçine üretiminin yanı sıra, odunu çok değişik yerlerde kullanılan bir türdür. Tel direği, maden direği, yapı malzemesi, yat ve tekne yapımı, ambalaj sandığı, çit direği, alet ve sandıklarda, kağıt ve selüloz sanayiinde kullanım yeri bulmaktadır (6).

Önemli derecede kullanım alanı bulunan bu türün genel olarak teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Ancak lif kıvrıklığının fiziksel özelliklere olan etkisi Türkiye' de hiçbir türde araştırılmamıştır. Bu bağlamda araştırmanın amacı, Kızılçamlarda lif kıvrıklığının odunun fiziksel özellikleri üzerine olan etkisini incelemek ve hangi lif sapmalarında etkileşimin istatistik olarak önemli olduğunu ortaya koymaktır.

Lif Kıvrıklığının Odunun Fiziksel Özellikleri Üzerine Olan Etkisi

Odunun anizotropik yapısı sonucu lif kıvrıklığı fiziksel özellikleri önemli derecede etkilemektedir. Lif kıvrıklığı biçilmiş kerestede ve boyut stabilitesinin önemli olduğu yerlerde çarpılmalara neden olur. Biçilmiş kereste yüzeylerinde ve rendelenmiş yüzeylerde yonga kopması veya kaba bir yüzey oluşumuna sebep olmaktadır (2).

Rutubet değişimleri sonucunda spiral lifli ağaç malzeme, liflerin yönüne bağlı olarak farklı çalışma karakteri sergilemektedir. Aşırı kıvrık lifli materyalde anormal daralma değerleri ortaya çıkmaktadır (7, 8).

Düzgün lifli ağaçlarda, 100°C' nin altında rutubetin boyuna yöndeki iletimi, enine yönde iletiminden 100 kat daha kolaydır. Spiral lifliliğin rutubet iletme katsayısı (k) üzerine etkisi araştırılmış ve odunda mevcut küçük lif açılarının dahi, rutubet iletme katsayısı ile suyun odun içerisindeki hareket hızı üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu sonucuna varılmıştır (9).

Materyal

Deneme ağaçları Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya Orman İşletme Müdürlüğü, Çakırlar bölgesi, Ambar Yatağı mevkiinden alınmıştır. Deneme alanı 119 no' lu bölme içerisinde kalmaktadır. Bölmenin yükseltisi 550 m, eğim % 35 civarındadır. Meşçere saf kızılçam meşçeresidir. Değişik yaş, çap ve boyda ağaçlara sahip bir kuruluştadır. Ağaçların bu bölgeden alınmasının nedeni o anda söz konusu bölgede üretim yapılıyor olmasıdır. Deneme ağaçlarının tespit edilmesi amacıyla alandaki ağaçların göğüs çapları ölçülerek ortalama göğüs çapı bulunmuştur. Daha sonra ortalama göğüs çapına sahip olan ağaçlar arasında araştırma amacına uygun oranlarda lif sapması gösteren ağaçlar belirlenmiştir.

Araştırmanın amacına bağlı olarak alınması gereken deneme ağaçları, lif kıvrıklığı oranına göre 5 grup altında toplanmış ve her grupta kaç adet ağaç bulunması gerektiği daha önceden belirlenmiştir. Lif kıvrıklığı derecesinin gövdede dıştan içe doğru bir miktar değişebileceği göz önüne alınarak (bu nedenle hiç lif sapması olmayan örneklerde bile gövdenin iç kısımlarına doğru bir miktar lif kıvrıklığı olabileceği dikkate alınarak bunlar % 0-5 grubuna dahil edilmiştir) kesin derecelendirme yerine % 0-5, 5-10 vb. gibi sınıflandırma yapılarak ağaçlar gruplandırılmıştır. Belirlenen gruplar ve lif sapma dereceleri aşağıda verilmiştir.

Lif Kıvrıklığı Oranı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	>20
Alınan Deneme Ağacı Sayısı	5	3	3	3	3

Deneme ağacı olarak alınabilecek fertlerin özellikle çürük, çok budaklı, çatalı, eğri, azman ya da cılız olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca deneme ağaçları üzerinde değişik lif sapmalarının fiziksel özellikleri nasıl etkilediğini belirleyebilmek için diğer bütün faktörler (Bölge, Yükseklik, Bakı) aynı tutulmuştur. Çapların birbirine yakın olmasına, yaşlar arasında fazla bir fark olmamasına özen gösterilmiştir. Özellikle çevreye yakın son 5 cm içerisinde eşit sayıda yıllık halka olacak şekilde deneme ağaçları seçilmeye çalışılmıştır. Alınan bütün ağaçların bakışı doğudur.

İstenilen özelliklere uygun olan ağaçların kesimden önce kuzey yönleri işaretlenmiş ve $d_{1,30}$ (Göğüs yüksekliği) çapları bir kompas yardımı ile ölçülmüştür. Çapların deneme alanındaki ağaçların ortalama göğüs çaplarına yakın olmasına dikkat edilmiştir. Çapları ölçülen ağaçlar 0.30 m yükseklikten kesildikten sonra kuzey yönde kabuksuz gövde üzerinde Scribe test (Çizgi metodu) ile lif kıvrıklığı derecesi tespit edilmiş, dip kütükte yıllık halkalar sayılmak suretiyle ağacın yaşı bulunmuş ve son 5 cm içerisindeki yıllık halkalar sayılmak suretiyle de istenilen

özelliklere sahip ağaçlar belirlenmiştir. Bu ağaçlardan 2-4 m' lik gövde kısmından 1,5 m boyunda tomruklar ve ayrıca 1.30 m ile 2.30 m yüksekliklerden 15 cm kalınlığında seksiyonlar alınmıştır. Seksiyonların bu yüksekliklerden alınmasının nedeni lif sapmasının ölçüldüğü bölgeye yakın olmasıdır. Alınan materyalin birer en kesit yüzeyine kuzey yönü işaretlenmiş ve ağaç numaraları yazılmıştır.

Uzunlukları 1,5 m olan tomruklardan önce Kuzey-Güney, sonra Doğu-Batı doğrultularında olmak üzere 6 cm kalınlığında ve özü kapsayacak şekilde kalaslar çıkarılmıştır. Deneme materyali daha sonra İ.Ü. Orman Fakültesine nakledilmiş ve doğal kurutma için bir süre bekletilmiştir. Daha sonra 15 cm' lik seksiyonlardan yine önce Kuzey-Güney ve sonra Doğu-Batı doğrultularında 2 cm kalınlığında ve özü kapsayacak şekilde parçalar çıkarılmıştır.

Metod

Araştırmada uygulanan denemeler ilgili Türk Standartlarına göre yürütülmüştür. Kullanılan standartlar aşağıda verilmiştir:

- Birim Hacim Ağırlığı (Yoğunluk) Tayini: TS 2472 / Kasım 1976 (10).
- Daralma Deneyi (Radyal, Teğet): TS 4083 / Aralık 1983 (11).
- Lif Doygunluğu Noktası (LDN): Odunun hücre çeperinin su ile doymuş olduğu rutubet derecesidir. Bu değer şu formüle göre bulunmuştur;

$$LDN = \beta v / R \text{ (\%)}$$

LDN= Lif doymuşluğu rutubet noktası (%), βv =Hacmen daralma yüzdesi (%), R= Hacim ağırlık değeri (g/cm^3)

- Maksimum Odun Rutubeti: Ağaç malzemenin içerisine alabileceği en yüksek su miktarıdır. Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır;

$$M_{\max} = (1.5 - R) / (1.5 * R) \text{ (\%)}$$

M_{\max} = Maksimum odun rutubeti (%), R= Hacim ağırlık değeri (g/cm^3)

Deneyler sonucunda her toplum için aritmetik ortalama (\bar{x}), standart sapma (s), varyans (s^2) istatistik parametreleri bulunmuştur. Daha sonra varyans analizi yapılmış ve değişik derecelerdeki lif kıvrıklığının, ortalama değerler üzerindeki etkisinin istatistik anlamda önemli olup olmadığı araştırılmıştır. Lif kıvrıklığına bağlı olarak önemli bir farklılık çıkması durumunda Duncan testi uygulanarak hangi lif kıvrıklığı sınıflarının etkili olduğu

belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda farklılık çıkmaması durumunda varyansların karşılaştırılması için Bartlett testi uygulanmıştır. Bilindiği gibi toplumların aynı ana topluma ait olabilmesi için hem aritmetik ortalamalarının ve hem de varyanslarının eşit olması gerekmektedir (12).

Bulgular

Tam Kuru Yoğunluk: Elde edilen sonuçlar Tablo 1' de verilmiştir.

Table 1. Lif kıvrıklığı oranlarına göre Tam Kuru Yoğunluk değerleri.

Lif Kıvrıklığı Sınıfı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
\bar{x} (g/cm^3)	0.501	0.522	0.494	0.523	0.526
s	0.055	0.044	0.044	0.072	0.06
s^2	0.003	0.0019	0.002	0.0053	0.0037
n	183	101	110	98	102

Hangi lif kıvrıklığı sınıfları arasında anlamlı farklılıklar olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda, lif kıvrıklığı %15-20 ile %20' den fazla olanlar arasında ve %5-10 ile %20' den büyük olanlar arasında, %5-10 ile %15-20 olanlar arasında, %0-5 ile %10-15 olanlar arasında önemli bir fark olmadığı, diğerleri arasında yoğunluk bakımından anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır.

Hacim Ağırlık Değeri: Elde edilen bulgular Tablo 2' de görülmektedir.

Table 2. Lif kıvrıklığı oranlarına göre Hacim Ağırlık değerleri.

Lif Kıvrıklığı Sınıfı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
\bar{x} (g/cm^3)	0.445	0.46	0.435	0.464	0.464
s	0.0492	0.0412	0.0382	0.0621	0.0497
s^2	0.0024	0.0017	0.0015	0.0039	0.0025
n	176	101	110	98	102

Duncan testi sonucunda %5-10 ile %15-20, %5-10 ile %20' den büyük, %0-5 ile %10-15 ve %15-20 ile %20' den büyük lif kıvrıklığı grupları arasında farklılık çıkmamış, diğer gruplar arasında çıkmıştır.

Daralma Miktarları

Radyal, teğet ve boyuna yönlerde yapılan daralma deneyleri sonucunda bulunan istatistik değerler Tablo 3 'de toplu halde verilmiştir.

Lif Kıvrıklığı Sınıfı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20	
x (%)	Radyal	4.45	4.28	4.48	4.77	4.05
	Teğet	6.68	7.24	6.77	6.77	6.09
	Boyuna	0.31	0.26	0.44	0.62	0.62
s	Hacmen	11.44	11.78	11.69	12.16	10.76
	Radyal	1.292	0.47	0.887	0.312	0.118
	Teğet	1.904	2.96	2.15	0.941	0.111
s ²	Boyuna	0.628	0.35	0.035	0.21	0.068
	Radyal	1.669	0.22	0.787	0.097	0.013
	Teğet	3.626	8.76	4.65	0.887	0.012
n	Boyuna	0.394	0.12	0.0012	0.044	0.0046
	Radyal	132	40	57	17	64
	Teğet	132	40	57	17	64
	Boyuna	86	21	52	7	27
	T/R	1.5	1.69	1.51	1.41	1.5
	T/B	21.5	27.8	15.38	10.91	9.82

Table 3. Lif kıvrıklığı oranlarına göre Daralma Miktarları (%).

Radyal yönde ortalama daralma değerleri arasında lif kıvrıklığı bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bu nedenle toplumların varyanslarını karşılaştırmak amacıyla Bartlett testi uygulanmıştır. Sonuç olarak;

$\chi^2_{\text{hesap}} = 137.91 > 18.466_{\text{tablo}}$ (0.001) olduğundan %0.1 güven düzeyinde toplumlara ait varyansların homojen olmadığı, aralarında lif kıvrıklığının neden olduğu anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmıştır. Teğet ve boyuna yönde daralma değerleri arasında 0.001 güven düzeyinde lif kıvrıklığının neden olduğu bir farklılık saptanmıştır.

Yapılan Duncan testi sonucunda teğet daralmada %20' den büyük lif kıvrıklığına sahip örneklerin verdiği değerler, diğer bütün lif sapma sınıfları ile farklılık oluşturmuştur. %20'den büyük olan sınıf hariç diğerlerinin kendi aralarında teğet daralma değerleri bakımından anlamlı bir farklılık yoktur.

Boyuna daralmada ise %0-5 ile 5-10, 0-5 ile 10-15 ve 15-20 ile >20 sınıfları arasında bir farklılık oluşmazken, diğer sınıfların kendi aralarında anlamlı bir farklılık söz konusudur.

Lif Doygunluğu Noktası

Yapılan hesaplamalar sonucunda lif kıvrıklığına bağlı olarak LDN değerlerindeki değişim aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

Maksimum Odun Rutubeti

Bu değer çeşitli lif kıvrıklığı dereceleri için Tablo 5'te verilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Tam Kuru Yoğunluk

Bulunan ortalama değerler 0.494 g/cm³ ile 0.526 g/cm³ arasında değişmektedir. Lif sapmasına bağlı olarak yoğunlukta da genel bir artış olmuştur. Rutubetin yoğunluk üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak ve oluşabilecek farklılığı lif kıvrıklığına bağlayabilmek için deneyler tam kuru örneklerde (% 0 rutubet) yürütülmüştür.

Değişik lif kıvrıklığına sahip örneklerin yoğunluk değerleri arasında büyük çoğunlukla anlamlı farklılıklar çıkmıştır. Bilindiği gibi yoğunluk, birim hacimdeki kütledir. Lif sapmasına bağlı olarak birim hacimdeki lif miktarı farklılık gösterebilir. Yoğunluk değerleri arasında oluşan farklılığın buna bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Table 4. Lif kıvrıklığı oranlarına göre Lif Doygunluğu Noktası değerleri.

Lif Kıvrıklığı Sınıfı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
LDN (%)	25.7	25.6	26.87	26.2	23.18

Table 5. Lif kıvrıklığı oranlarına göre Maksimum Odun Rutubeti değerleri.

Lif Kıvrıklığı Sınıfı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
Mmax (%)	158	150	163.2	148	148

Yoğunluğun artmasına bağlı olarak direnç değerleri de genel anlamda bir artış gösterir. Aralarında artan bir ilişki vardır. Ancak bu, düzgün lifli kusursuz bir materyal için geçerlidir. Lif sapmasına bağlı olarak bazı direnç değerlerinde, yoğunluk artsa bile bir azalma görülebilir.

Hacim Ağırlık Değeri

Yapılan istatistik testler sonucunda yoğunlukta elde edilen sonuçlar, hacim ağırlık değerleri için de bulunmuştur. Rutubetli halde birim hacimdeki tam kuru odun ağırlığının ifadesi olan bu değer, kağıt sektörü için önem kazanmaktadır. Çünkü hammaddesini hacim üzerinden alan ve ürünü ağırlık üzerinden satan kağıt sektöründe bu değer önem arz etmektedir.

Değişik lif sapma grupları için bulunan değerler 0,435 ile 0,464 g/cm³ arasında değişmektedir. Ortalama değerler dikkate alındığında yüksek lif sapmalarında (% 15' ten sonra) hacim ağırlık değerinde bir artma görülmektedir. Ancak bu artışın hem birim hacimdeki tam kuru odun kitlesinin yükselmesi, hem de lif sapmasının çoğalmasına bağlı olarak hacimsel genişlemenin azalması ile gerçekleştiği düşünülmektedir. Gerçekten de %15-20 lif sapması sınıfından sonra hacimsel daralma değerinde büyük bir düşme meydana gelmektedir. Muhtemelen hacimsel genişleme için de aynı durum söz konusu olacaktır. Tam kuru yoğunluk incelendiğinde %15-20 lif sapması derecesinden sonra bir artış görülmektedir. Diğer bir ifade ile tam kuru yoğunluk artar iken hacimsel genişlemenin azalmasına bağlı olarak %10-15 lif sapmasından sonra hacim ağırlık değerinde bir artma tespit edilmektedir.

Bu nedenle özellikle % 15 lif kıvrıklığından daha fazla lif sapmasına sahip kızılçam odununun (diğer Anatomik ve Kimyasal özellikleri de uygun ise) kağıt ve selüloz sektöründe kullanımı avantajlı olabilir. Çünkü hacim ağırlık değeri artmaktadır ve rutubetli halde birim hacimde daha fazla odun çeper maddesi olduğu düşünülmektedir. Lif kıvrıklığı içeren *Pinus roxburghii* örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada, ambalaj kağıdı yapımı için sülfat selülozu üretiminde doyurucu sonuçlar elde edilmiştir (13). Ayrıca aynı çalışmada, bir kağıt fabrikasında uygulama yapmak suretiyle, teorik olarak elde edilen sonuçlar pratik olarak kanıtlanmıştır.

Kızılçam ve benzeri türlerde buna benzer çalışmalar yapılmalı ve Anatomik, Kimyasal testlerle birlikte lif sapması olan örneklerden üretilen kağıtlar üzerinde de gerekli incelemeler yapılmak suretiyle konu tam olarak aydınlatılmalıdır.

Daralma

Değişik lif sapma sınıfları için radyal yönde daralma değerlerinin % 4.05 ile 4.77, teğet daralmanın %6.09 ile 7.24 ve liflere paralel yönde ise % 0.26 ile 0.62 arasında değiştiği bulunmuştur.

Radyal ve teğet yönde daralma değerleri % 15-20 lif kıvrıklığı sınıfından sonra bir miktar düşme göstermekte, boyuna daralma değerleri ise, özellikle % 10-15 lif sapmasından sonra bir artış vermektedir. Hacimsel olarak daralma değerinde ise % 15-20 lif sapma sınıfından sonra bir azalma meydana gelmektedir.

Yapılan varyans analizi sonucunda çeşitli lif kıvrıklığı sınıfları arasında ortalama radyal yönde daralma değerleri bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Ancak varyanslar arasında 0.001 güven düzeyinde farklılık olduğu, yapılan Bartlett testi sonunda anlaşılmıştır.

Teğet yönde 0.001 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ancak bu farklılığı oluşturan sınıf % 20' den fazla lif kıvrıklığı içeren gruptur. Bu gruptaki örnekler diğer bütün gruplarla teğet daralma yüzdeleri bakımından anlamlı bir farklılık oluştururken, diğer gruplar kendi aralarında bir farklılık meydana getirmemişlerdir. Bunun anlamı % 20 lif kıvrıklığına kadar teğet daralma değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığıdır. Bu dereceden sonra değerler farklılık göstermektedir.

Boyuna yönde daralma değerleri arasında ortaya çıkan farklılıklar incelendiğinde, % 15 lif sapmasına kadar boyuna daralma değerinde önemli bir etkinin olmadığı, bu dereceden sonra söz konusu değerlerin etkilendiği anlaşılmaktadır. % 15 lif kıvrıklığı miktarından sonra boyuna daralma değerleri anlamlı olarak artmaktadır. Bunun nedeni lif kıvrıklığı miktarının artmasına bağlı olarak, liflerin boyuna eksenden ayrılması ve gittikçe teğet yöne doğru uzanmaya başlamasıdır. Bilindiği gibi ağaç malzeme liflere paralel yönde en az çalışırken, teğet yönde ise en fazla çalışmaktadır. Böylece lif kıvrıklığı miktarının artması boyuna yönde daralma miktarında artış, teğet yönde ise azalma ile sonuçlanmıştır. Bu azalma ve artışlar istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Teğet daralmanın boyuna daralmaya oranı % 5-10 lif kıvrıklığında 27.8 bulunurken, lif kıvrıklığı derecesinin artmasıyla birlikte 9.82'ye kadar düşmüştür. Literatürde bu değer 23 olarak verilmektedir (14). % 5-10 lif kıvrıklığı dışında bütün gruplar daha düşük oranlara sahiptir.

Teğet daralmanın radyal daralmaya oranı ise değişik gruplar için 1.41 ile 1.69 arasında değişmektedir. Bilindiği gibi bu değer 1'e yakın olması ağaç malzemenin boyutsal stabilitesinin iyi olduğu anlamına gelmektedir. Çok sayıda ağaç türleri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda bu değer ortalama olarak 1.65 bulunmuştur (7). Araştırmada % 5-10 grubu dışında diğer gruplarda daha düşük oranlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak, teğet daralması % 20 lif kıvrıklığına kadar anlamlı bir farklılık mevcut değildir. Boyuna yönde ise %15 lif kıvrıklığına kadar daralma değerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. % 20 lif kıvrıklığına kadar bütün daralma değerlerinde lif kıvrıklığının etkisi ihmal edilebilir. Radyal daralması ortalama değerler arasında bir farklılık yokken, varyanslar arasında 0,001 güven düzeyinde homojenlik söz konusu değildir.

Lif Doygunluğu Noktası (LDN)

Lif doygunluğu rutubet noktası değerleri çeşitli oranlarda lif kıvrıklığına sahip örneklerde % 23,18 ile % 26,87 arasında değişmektedir. Spiral lifliliğin % 20'den fazla olduğu sınıf en düşük değeri vermiştir (% 23,18). Bu grup hariç diğerlerinin LDN rutubet derecesi, yapılan sınıflandırmaya göre orta grupta yer almaktadır (14). Ancak lif kıvrıklığı % 20' den büyük olan gruptaki örnekler, LDN düşük olanlar grubunda yer almaktadır.

Diğer bir ifade ile lif sapmasının % 20' nin üzerine çıkması durumunda LDN büyük oranda düşme göstermektedir.

Bunun nedenini ortaya koyabilmek için hacim ağırlık ve hacimsel daralma değerlerinin incelenmesi gerekmektedir. Lif sapmasına bağlı olarak hacim ağırlık değeri artmaktadır. % 20'den fazla lif sapmalarında hacimsel daralma değerleri de düşme göstermektedir. Buna bağlı olarak hacimsel daralmanın, hacim ağırlık değerine oranlanması ile bulunan LDN da, söz konusu grup için düşük çıkmaktadır.

Maksimum Odun Rutubeti (M_{max})

Araştırmada bulunan M_{max} değerleri % 148 ile % 163,2 arasında değişmektedir. Yüksek lif kıvrıklıklarında (% 15'ten fazla), bu değer % 6 oranında düşme göstermektedir.

LDN üzerinde bütün hücre boşlukları su ile dolacak olursa, bu durumda sadece sabit bir rutubet miktarı oluşur ki, buna maksimum odun rutubeti denmektedir. Odunun tam kuru yoğunluğuna ya da hacim ağırlık değerine bağlı olarak hesaplanabildiği gibi, deneysel olarak ta bulunabilmektedir.

Odunu çeşitli zararlılardan (Böcek, mantar) korumak için yapılan emprenye işleminde, içerisine alabileceği sıvı kimyasal madde miktarının hesaplanmasında, M_{max} değeri önem arz etmektedir.

Kaynaklar

1. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi. I.Ü. Orman Fak. Yayın No:147, İstanbul,1970.
2. Bozkurt, Y., Odun Anatomisi Ders kitabı. I.Ü. Yayın No: 3652, O.F. Yayın No:415 İSTANBUL, 1992.
3. Noskowlak, A. F., Spiral Grain in Trees. Forest Products Journal, Vol. XIII, No. 7, 1963.
4. Harris,J.M. Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation. Spring-Verlag Berlin, Heidelberg New York, London, Paris, Tokyo,1989.
5. O.G.M., Türkiye Orman Envanteri,O.G.M. Yayın No: 13/630, 1980.
6. Bozkurt, Göker, Erdin, As, Datça Kızılcımında Anatomik ve Teknolojik Özellikler, Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, Orman Bakanlığı, Bildiriler Kitabı, 1993.
7. Boas, H., Cross, Diagonal and Spiral Grain in Timber. CSIRO Aust. For. Prod. Dis. Trade Circ.13, 11 pp. 1933.
8. Paul, B. H., Lengthwise Shrinkage in Ponderosa Pine. For. Prod.S.7 408-410,1957.
9. Wengert, E.M., Skaar, C., Additional Consideration in Measuring Transverse Moisture Conductivity in Wood. Sci.11:102-104,1978.
10. T.S. 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyle İcin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E., Ankara, 1976.
11. T.S. 4083, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, T.S.E., Ankara, 1983.
12. Kalıpsız, A., İstatistik Yöntemler, Rektörlük Yayın No:3522, Fakülte Yayın No:394, I.Ü.Orman Fakültesi, İSTANBUL,1988.
13. Baht, P.V., Singh, M.M. Wrapping Papers From Chir (*Pinus longifolia* Roxb.) of Twisted Grain. Indian For. 81: 765-773, 1955.
14. Bozkurt, Y., Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, I.Ü. Yayın No: 3944, O.F. Yayın No: 436, İSTANBUL, 1996.