

**ERZURUM YÖRESİNDEKİ TARIMSAL YAPILARDA YAYGIN
OLARAK KULLANILAN ŞENKAYA SARIÇAMI'NIN ÖNEMLİ
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (1)**

İbrahim ÖRÜNG (2)

ÖZET : Ağacın yetiştirme koşulları ve yeri bünyesinin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler. Bu nedenle ağaç malzemenin yapıda gereği gibi ve ekonomik bir şekilde kullanılabilmesi için özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu durum gözönünde tutularak, Erzurum yöresindeki tarımsal yapılarda yaygın olarak kullanılan Şenkaya Sarıçamı'nın önemli fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bu araştırma yapılmıştır.

Araştırma materyali olarak Erzurum İlinde bulunan kereste atölyelerinden seçilen üç adet Şenkaya Sarıçamı tomruğu kullanılmıştır. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak örneklerin alınmasında, sayılarının saptanmasında ve deneylerin yapılmasında, büyük ölçüde Türk Standartları Enstitüsünce yayınlanan konuyla ilgili standartlara uyulmuştur. Sonuçta her bir özelliğe ilişkin ortalama değerler ile birlikte çeşitli istatistiksel veriler elde edilmiştir.

**A RESEARCH ON THE IMPORTANT PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF THE WOOD SCOTCH PINE WHICH GROWS IN
ŞENKAYA AND ARE WIDELY USED IN AGRICULTURAL
BUILDINGS IN ERZURUM REGION**

SUMMARY : The place and the growing conditions of a tree affect its body's physical and mechanical properties. So, the tree's properties have to be determined in order to be able to use it for the construction economically and as needed. Considering this, a research has been carried out about Scotch pine which grows in Şenkaya and are used in agricultural buildings in Erzurum Region. In this research, the important

(1) Bu çalışma, aynı ad altında hazırlanan doktora tezinin bir bölümünün özetidir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Erzurum.

physical and mechanical properties of the material were determined.

Three Şenkaya Scotch pine's logs which were chosen from sawmills in Erzurum were used as research material. In determining physical and mechanical properties, getting the specimens which would be used, and determining numbers and doing experiments, it was mostly obeyed the related standards which were published by Turkish Standardization Institute. The results are as follows :

1. The average unit weight of tree was found 0.47 g/cm^3 and 0.52 g/cm^3 in oven dry and air dry respectively.

2. The specimens were held in water till getting unchanged dimensions and these were put in a place having $65 \pm 5 \%$ relative humidity and $20 \pm 2^\circ \text{C}$ temperature till reaching balance moisture and the shrinkage values were found as 2.63 % at radial, 3.68 % at tangential and volumetric shrinkage 8.51 %. When the same specimens were in oven dry condition, these values were 5.89 % at radial, 9.10 % at tangential, 17.30 % in volume. Having got the specimens in oven dry condition put in balance moisture in normal environmental conditions, the swelling values were 3.18 % at radial, 4.73 % at tangential and 10.15 % in volume. When we got the specimen moisture into fiber saturation point the swelling rates were these 5.58 %, 9.17 %, and 19.18 % respectively.

3. The value of compressive strength perpendicular to grain was found 41 kgf/cm^2 .

4. The value of compressive strength parallel to grain was found 428 kgf/cm^2 .

5. Static bending strength was found 624 kgf/cm^2 .

6. The value of tensile strength perpendicular to grain was determined 14 kgf/cm^2 on the average.

7. The value of tensile strength parallel to grain was found 575 kgf/cm^2 .

8. When the specimens under the bending effect were applied load with the loading heads which were the half of the supports space distance, the modulus of elasticity was 95500 kgf/cm^2 on the average, and when the loading heads were one third of the supports space distance, this was 87800 kgf/cm^2 .

9. The impact bending strength was determined 0.153 kgf/cm^2 .

10. Shearing strength parallel to grain was 61 kgf/cm^2 on the average.

11. Static hardness was determined 258 kgf at radial, 253 kgf at tangential, and 405 kgf at parallel to grain directions.

12. The values of resistance to impact indentation were 0.180 kgf/cm^2 at radial, 0.190 kgf/cm^2 at tangential on the average.

GİRİŞ

Ağaç hammaddesi insanlığın ilk yıllarından beri yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu malzeme modern çağda da yaygın bir şekilde kullanılmakta olup mühendislik ve endüstri amaçları için önemli bir hammadde olma niteliğini de sürdürmektedir.

Ağaç malzeme hemen her yerde bulunması, işlenmesindeki kolaylık, uygun ağırlık dayanım oranı gibi nitelikleri nedeniyle tarımsal yapılarda da yaygın olarak kullanılan bir malzemedir (Balaban ve Şen, 1984). Kırsal alanda yapıların önemli bir kısmını ağaç malzeme oluşturur. Ormana yakın köylerdeki yapılarda bunun % 68.5 oranına yaklaştığı görülmüştür (Özçelik, 1975).

Yapı malzemesinin kullanılmasında en önemli nokta her malzemenin sahip olduğu özelliklerin gözönünde bulundurulmasıdır. Günümüzde kullanılma alanı yaygın olan ağaç malzemenin yapılarda ekonomik ve uygun bir şekilde kullanılması kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Ağaçtan yapılmış malzemelerin gereği gibi kullanımı, büyük oranda onların fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesine bağlı bulunmaktadır. Ağaç malzemenin nemü, birim ağırlığı, içerisine su alıp vermesi ile boyutlarını değiştirmesi önemli fiziksel özelliklerdir (Berkel, 1970). Ağaç malzemenin mekanik özellikleri, onun dış kuvvetlere karşı koyma durumunu belirleyen bir ölçüdür. Dış kuvvetler denildiğinde, ağaç malzemeye dışarıdan yapılan etki ile onun büyüklük veya şeklini değiştirmeye zorlayan kuvvetler anlaşılmaktadır. Mekanik özellikler, ağaç malzemenin yapı amacı için kullanılma yerlerine uygunluğunu belirlemektedir. Önemli mekanik özellikler arasında çekme dayanımı, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, elastisite modülü, çarpmada eğilme dayanımı, makaslama dayanımı ve sertlik sayılabilir (Bozkurt, 1966).

Basınç, çekme ve makaslama gerilmelerinde cisim tek eksenli gerilme etkisinde bulunmaktadır. Yapılarda tek eksenli gerilme etkisindeki elemanın kesit boyutlarını hesaplamak için kullanılan yapı malzemesinin basınç, çekme veya makaslama dayanımlarının bilinmesi gerekmektedir (Postacıoğlu, 1981).

Ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanmasında küçük örneklerin kullanıldığı deney yöntemlerinden yararlanılır. Bu yöntemler çeşitli ülkelerin standartlarında bulunmakla birlikte, Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanmış olan standart yöntemlerle de belirlenebilmektedir (Anon., 1976a). Bu yöntemleri uygulayarak küçük ve kusursuz örneklerden elde edilen değerler yardımıyla ağaç malzemenin uygun kullanım yerleri saptanabilir.

Bu çalışmanın amacı Erzurum yöresinde yaygın olarak kullanılan Şenkaya

Sarıçam'ının önemli fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve böylece bundan elde edilen ağaç malzemenin özellikle tarımsal yapılarda iyi bir şekilde değerlendirilmesi olanaklarının araştırılmasıdır.

Araştırmadan elde edilen sonuçların bu malzemenin ekonomik olarak ve amacına uygun şekilde kullanımına olanak verebileceği düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Bu bölümde araştırma materyalinin sağlanması ve bu materyalin deney örneklerine dönüştürülmesi ile birlikte ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin herbirinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

Materyal

Erzurum İlinde bulunan kereste atölyelerinde yapılan inceleme ve Orman Bölge Müdürlüğünden alınan bilgilere dayanılarak, piyasada en çok kullanılan ve satılan ağaç malzemenin Şenkaya Yöresi Sarıçamlarından elde edildiği anlaşılmıştır. Bu duruma göre, Erzurum İlindeki kereste atölyelerinden tam şansa bağlı olarak seçilen üç atölyeden alınan düzgün lifli, az budaklı ve sağlam birer tane Şenkaya Sarıçamı tomruğu araştırma materyalini oluşturmaktadır.

Tomruklardan örneklerin elde edileceği parçalar Anon. (1976a)'a göre, tomruğun bir çap boyunca geometrik merkezini içeren 60 mm kalınlığında ve tomruk uzunluğunca olmak üzere kesilmiştir. Kesilen parçalardan ağacın öz kısmı çıkarılmıştır. Ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinden herbirinin belirlenmesinde kullanılacak en az örnek sayısı ise ön denemelerden elde edilen değerlere göre istatistiksel olarak bulunmuştur (Anon., 1976 a; Düzgüneş ve ark., 1983). Elde edilen örnekler odun nem miktarını denge nemine getirmek için (% 12), bağıl nemi % 65 ± 5 ve sıcaklığı 20 ± 2 °C olan ortamda deney anına kadar tutulmuştur (Anon., 1976a).

Metot

Ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanmasında bu konuda TSE (Türk Standartları Enstitüsü) standartları öncelikle gözönünde bulundurulmuş ve bu standartlara uyulmuştur. Aynı zamanda konu ile ilgili diğer yayın ve araştırmalardan da yararlanılmıştır.

Fiziksel özelliklerden birim ağırlık (Anon., 1976c), radyal ve teğet doğrultuda büzülme (Anon., 1983a), hacimsel büzülme (Anon., 1983c) ve hacimsel genişleme (Anon., 1983d)'ye göre belirlenmiştir. Mekanik özelliklerden liflere dik doğrultuda

basınç dayanımı (Anon., 1976d), statik eğilme dayanımı (Anon., 1976e), liflere paralel doğrultuda çekme dayanımı (Anon., 1976f), liflere dik doğrultuda çekme dayanımı (Anon., 1976g), çarpmada eğilmeye karşı dayanım (Anon., 1976h), statik eğilmede elastisite modülü (Anon., 1976ı), statik sertlik (Anon., 1976k), çarpmada oyulmaya karşı dayanım (Anon., 1976l), liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı (Anon., 1977) ve liflere paralel doğrultuda makaslama dayanımı (Anon., 1980)'e göre bulunmuştur.

Deneyler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Yapı Malzemesi ve Mukavemet Laboratuvarında yapılmıştır. Mekanik özelliklerin büyük bir bölümünün belirlenmesinde aynı laboratuvarında bulunan üniversal deneme makinası kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu bölümde, Erzurum yöresindeki tarımsal yapılarda yapı malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılan Şenkaya Sarıçamı'nın fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için hazırlanan örneklerden elde edilen verilere dayanılarak her bir özellik için ortalama değerle birlikte değişim sınır değerleri, standart sapma ve hata yüzdesi hesaplanmıştır.

1. Birim Ağırlık

Birim ağırlık değerleri tam kuru ve hava kuru (% 12 nemde) olmak üzere iki şekilde belirlenmiştir. Hazırlanan 102 örneğin birim ağırlığına ilişkin olarak saptanan değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Birim Ağırlığa İlişkin Değerler

Table 1. The Values Connection With Unit Weight

Birim Ağırlık Unit Weight	Ortalama Average (g/cm ³)	Değişim Sınır Değerleri Range (g/cm ³)	Standart Sapma Standart Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
Tam Kuru Oven Dry	0.47	0.40 - 0.62	0.033	1.36
Hava Kuru Air Dry	0.52	0.43 - 0.60	0.034	1.42

2. Büzülme ve Genişleme Özelliği

Hazırlanan örneklerde radyal doğrultuda, teğet doğrultadı ve hacimsel olarak büzülme ve genişleme değerleri bulunmuştur. Bunlar örneklerin normal çevre koşullarında (% 65±5) bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklık) denge nemine getirilmesi ile normal büzülme ve genişleme değerleri, su ile tam doygun durumdaki örneklerin tam kuru duruma getirilmesi ile oluşan maksimum büzülme ve tam kuru durumdaki örneklerin su ile tam doygun duruma getirilmeleri ile meydana gelen maksimum genişleme değerleri olarak ayrı ayrı belirlenmiştir.

2.1. Büzülme Değerleri

Hazırlanan 75 örnek üzerinde yapılan deneme sonucunda elde edilen radyal doğrultudaki maksimum büzülme ($\beta_{r_{max}}$), normal büzülme (β_{r_n}), teğet doğrultudaki maksimum büzülme ($\beta_{t_{max}}$), normal büzülme (β_{t_n}), maksimum hacimsel büzülme ($\beta_{v_{max}}$) ve normal hacimsel büzülme (β_{v_n}) ile ilgili değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Radyal Doğrultuda, Teğet Doğrultuda ve Hacimsel Büzülme ile İlgili Değerler.
Table 2. The Values Connected With at Radial Direction, Tangential Direction and Volumetric Shrinkage.

Büzülme Değerleri Shrinkage Values	Ortalama Average (%)	Değişim Sınır Değerleri Range (%)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
$\beta_{r_{max}}$	5.89	2.07 8.96	1.31	5.16
β_{r_n}	2.63	0.94 5.00	1.09	9.66
$\beta_{t_{max}}$	9.10	5.99 11.68	1.14	2.92
$\beta_{v_{max}}$	17.30	10.95 26.42	2.36	3.19
β_{v_n}	8.51	4.57 12.12	2.29	6.28

2.2. Genişleme Değerleri

Hazırlanan 70 örnekten elde edilen radyal doğrultuda maksimum genişleme ($\alpha_{r_{max}}$), normal genişleme (α_{r_n}), teğet doğrultuda maksimum genişleme ($\alpha_{t_{max}}$), normal genişleme (α_{t_n}) maksimum hacimsel genişleme ($\alpha_{v_{maks}}$) ve normal hacimsel genişleme (α_{v_n}) miktarı ile ilgili değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Radyal Doğrultuda, Teğet Doğrultuda ve Hacimsel Genişleme ile İlgili Değerler
Table 3. The Values Connected With at Radial Direction, Tangential Direction and Volumetric Swelling

Genişleme Değerleri Swelling Values	Ortalama Average (%)	Değişim Sınır Değerleri Range (%)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
$\alpha_{r_{max}}$	5.58	2.22 10.86	1.39	6.02
α_{r_n}	3.18	1.49 5.91	1.01	7.67
$\alpha_{t_{max}}$	9.17	3.23 13.02	1.95	5.13
α_{t_n}	4.73	1.08 10.46	1.68	8.54
$\alpha_{v_{max}}$	19.18	11.16 25.66	3.29	4.13
α_{v_n}	10.15	3.59 15.52	2.52	5.97

3. Liflere Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı

Liflere dik doğrultuda basınç dayanımı değerleri Anon.'a (1976d) göre oluşturulan yük-sehim diyagramları yardımıyla bulunmuştur. Hazırlanan 78 örneğin yarısına yük teğet doğrultuda, diğer yarısına da radyal doğrultuda uygulanarak her iki doğrultu için basınç dayanımı bulunmuştur. Bununla ilgili değerler ise Tablo 4'de

verilmiştir.

4. Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı

Liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı deneyi 78 örnek üzerinde yapılmış ve buna ilişkin değerler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Liflere Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı ile İlgili Değerler

Table 4. The Values Connected With Compressive Strength Perpendicular to Grain

Liflere Dik Doğrultuda Basınç Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
Radyal Doğrultuda Radial	41	33 68	10.79	17.56
Teğet Doğrultuda Tangential	48	39 69	11.68	16.11

Tablo 5. Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı ile İlgili Değerler

Table 5. The Values Connected With Compressive Strength Paralel to Grain

Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	428	288 546	61.62	3.28

5. Statik Eğilme Dayanımı

Statik eğilme dayanımının belirlenmesi için hazırlanan 60 örnekten elde edilen sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

6. Liflere Dik Doğrultuda Çekme Dayanımı

Hazırlanan 60 örneğin liflere dik doğrultuda çekme dayanımı ile ilgili değerler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6. Statik Eğilme Dayanımına İlişkin Değerler

Table 6. The Values Connected With Static Bending Strength

Statik Eğilme Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	624	434 864	92.27	3.85

Tablo 7. Liflere Dik Doğrultuda Çekme Dayanımına İlişkin Değerler

Table 7. The Values Connected With Tensile Strength Perpendicular to Grain

Liflere Dik Doğrultuda Çekme Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	14	10 23	2.63	4.75

7. Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Dayanımı

Liflere paralel doğrultuda çekme deneyine ilişkin 57 örnekten elde edilen değerler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Dayanımına İlişkin Değerler

Table 8. The Values Connected With Tensile Strength Parallel to Grain

Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	575	280 974	160.97	7.42

8. Statik Eğilmede Elastisite Modülü

Hazırlanan 70 örneğin yarısı yükleme başlıkları arasındaki uzaklık mesnetler arasındaki uzaklığın 1/3'üne, diğer yarısı da 1/2'sine eşit olacak şekilde yükleme uygulanarak deneme yapılmıştır. Her iki şekilde elde edilen elastisite modülü ile ilgili değerler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Statik Eğilmede Elastisite Modülü ile İlgili Değerler.

Table 9. The Values Connected With Modulus of Elasticity in Static Bending.

Statik Eğilmede Elastisite Modülü	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
L/2 açıklık için	95500	57600 141400	3414	7.15
L/3 açıklık için	87800	51000 120900	3548	8.08

9. Çarpmada Eğilme Dayanımı

Çarpmada eğilme dayanımı deneyi 60 örnek üzerinde yapılmış ve elde edilen değerler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Çarpmada Eğilme Dayanımı ile İlgili Değerler.

Table 10. The Values Connected With Impact Bending Strength.

Çarpmada Eğilme Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	0.408	0.153 0.704	0.114	6.86

10. Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımı

Liflere paralel doğrultuda makaslama deneyi 59 örnek üzerinde yapılmış ve elde edilen değerler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımına İlişkin Değerler.

Table 11. The Values Connected With Shearing Strength Parallel to Grain.

Liflere Paralel Doğrultuda Kaslama Dayanımı	Ortalama Average (kgf/cm ²)	Değişim Sınır Değerleri Range (kgf/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
	60	39 98	13.43	5.76

11. Statik Sertlik

Oluşturulan 64 örnekten her biri için saptanan radyal, teğet ve liflere paralel doğrultuda sertlik değerleri ve ilgili istatistiksel veriler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Statik Sertlik Deneyine İlişkin Değerler.

Table 12. The Values Connected With Static Hardness.

Statik Sertlik	Ortalama Average (kgf)	Değişik Sınır Değerleri Range (kgf)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
Radyal doğrultuda Radial	258	195 336	32.90	3.16
Teğet doğrultuda Tangential	253	202 329	32.73	3.23
Liflere paralel doğrultuda Parallel to grain	405	309 462	32.69	2.02

12. Çarpmada Oyulmaya Karşı Dayanım

Çarpmada oyulmaya karşı dayanım değerleri radyal doğrultuda ve teğet doğrultuda olmak üzere ayrı ayrı bulunmuştur. 57 örneğe ilişkin değerler Tablo 13'te verilmiştir.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde Erzurum yöresindeki tarımsal yapılarda yaygın olarak kullanılan Şenkaya Sarıçamı'nın fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin elde edilen veriler değerlendirilerek sonuçlar tartışılmış ve kullanıma yönelik bazı öneriler getirilmiştir.

Tablo 13. Çarpmada Oyulmaya Karşı Dayanım ile İlgili Değerler.

Table 13. The Values With Connected Resistance to Impact Indentation.

Çarpmada Oyulmaya Karşı Dayanım	Ortalama Average (kgfm/cm ²)	Değişik Sınır Değerleri Range (kgfm/cm ²)	Standart Sapma Standard Deviation	Hata Yüzdesi Percent Error
Radyal Doğrultuda Radial	0.180	0.140 0.270	0.024	3.33
Teğet Doğrultuda Tangential	0.190	0.140 0.280	0.030	4.21

Tam kuru durumda 0.47 g/cm^3 ve hava kuru durumda 0.52 g/cm^3 olarak saptanan birim ağırlık değerleri, Batı Karadeniz Sarıçamı için bulunan değerlere (Toker, 1960) oldukça yakındır. Kızılcıçam için ise tam kuru durumda 0.53 g/cm^3 , hava kuru durumda 0.57 g/cm^3 olarak bulunan değerler (Berkel, 1957), Şenkaya Sarıçamı için bulunan değerlerden daha büyüktür. Avrupa'da yetişen ağaç çeşitlerinden Macedonian Çamı, Veymut Çamı, Sitka Ladini için bulunan tam kuru birim ağırlık değerleri (Lines, 1984) araştırma sonucunda bulduğumuz değerlerden oldukça düşük, Sarıçam için ise hemen hemen aynıdır.

Ağaç malzemenin çalışma özelliği olarak bilinen büzülme ve genişleme değerleri Şenkaya Sarıçamı için Tablo 2 ve 3'de gösterildiği gibidir. Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) radyal doğrultuda, teğet doğrultuda ve hacimsel olarak bulunan maksimum büzülme değerleri sırasıyla % 4.3, % 8.3, % 12.7 ve genişleme değerleri ise % 4.4, % 9.10, % 14.6'dır. Buna göre Şenkaya Sarıçamı ile Batı Karadeniz Sarıçamı arasında oldukça büyük farklılıklar vardır. Dursunbey Karaçamı için bulunan (Göker, 1969) % 13.9 hacimsel büzülme miktarı da araştırmadan elde edilen % 17.3 değerinden oldukça düşüktür.

Ağaç malzemenin kurutulmadan yapıda kullanımı, kullanım sırasında yağmur gibi dış etkilerde kalması nedenlerinden dolayı ağaç malzemedeki büzülme veya genişleme durumları ortaya çıkmaktadır. Özellikle tarımsal yapılarda kullanılan ağaç malzemenin çalışma özelliklerinin iyi bilinmesi ve ona göre kullanımı gereklidir. Çünkü genellikle tarımsal yapılarda iç ve dış hava sıcaklıkları farklılığı nedeniyle oluşan nemli havanın yapı elemanları üzerinde yoğunlaşması, yapı içindeki su buharı basıncının dış havanın su buharı basıncından fazla olmasından dolayı yapı içindeki nemin yapı elemanlarına girmesi ağaç malzemeyi olumsuz yönden etkilemektedir (Alkan, 1972).

Şenkaya Sarıçamı için bulunan büzülme ve genişleme miktarlarının diğer ağaç çeşitlerinden fazla olduğu da düşünülürse, kullanımda hacim değişikliğini en az etkileyecek ortam koşulları sağlanmalıdır. Yani ağaç malzeme çevre nemi ile denge oluşturacak şekilde kurutulmalı ve kullanılmalıdır. Ayrıca kullanımda büzülme ve genişlemenin doğrultulara göre ve ağaç boyunca değişimi de gözönünde tutulmalıdır. Elde edilen değerlerden görüldüğü gibi büzülme ve genişleme teğet doğrultuda en fazla, sonra radyal doğrultuda ve en az liflere paralel doğrultuda olmaktadır.

Liflere dik doğrultudaki basınç dayanımının minimum değeri 33 kgf/cm² maksimum değeri 68 kgf/cm² ve ortalama değeri 41 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Liflere dik doğrultuda basınç dayanımı için ortalama değerler olarak diğer ağaç çeşitlerinden Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 53 kgf/cm², Kavak ağacı için (Odabaşı, 1971) 46 kgf/cm²lik değerlere karşılık Şenkaya Sarıçamı için bulduğumuz değer biraz düşüktür. Ayrıca yük-sehim diyagramları ve bulunan değerler yardımıyla teğet doğrultudaki baksınç dayanımının (ortalama 48 kgf/cm²) radyal doğrultudaki basınç dayanımına (ortalama 41 kgf/cm²) göre daha büyük olduğu saptanmıştır.

Tarımsal yapılarda ağaç kirişler genellikle liflere dik doğrultuda yüklendiğinden; uygulamada yüklemenin teğet doğrultuda yapılması gerekir.

Liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı Şenkaya Sarıçamı için ortalama 428 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Bu değer Kızılcım için (Berkel, 1957) 447 kgf/cm², Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 436 kgf/cm², Dursunbey Karaçamı için 479 kgf/cm² (Göker, 1969), Chilgoza çamı için 426 kgf/cm² (Siddiqui ve ark., 1983) Araştırmadan elde edilen değer görüldüğü gibi diğer ağaç çeşitlerine oldukça yakındır.

Statik eğilme dayanımı araştırma materyali için ortalama 624 kgf/cm² olarak saptanmıştır. Statik eğilme dayanımı diğer araştırmalarda ise; Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 727 kgf/cm², Uludağ Köknarı için (Berkel, 1963) 708 kgf/cm², Avrupa Sarıçamı için (Lines, 1985) 907 kgf/cm², Belgrad Ormanı Çoruh Meşesi için (Berkel ve Göker, 1974) 1278 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Şenkaya Sarıçamı için bulduğumuz değer daha düşüktür.

Liflere dik doğrultuda çekme dayanımı 23 kgf/cm², liflere paralel doğrultuda çekme dayanımı ise 575 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi liflere dik doğrultuda çekme dayanımı diğerine göre oldukça düşük olduğundan, ağaç malzemenin yapıda liflere dik doğrultuda çekme kuvvetlerine karşı kullanılmamasına çalışılmalıdır. Liflere dik doğrultuda çekme dayanımı diğer ağaç çeşitlerinden Dursunbey Karaçamı için (Göker, 1969) 23 kgf/cm² ve Elekdağ Karacanı için 21 kgf/cm², Chilgoza Çamı için (Siddiqui ve ark., 1983) 17 kgf/cm², liflere paralel doğrultuda çekme dayanımı ise Doğu

Karadeniz Köknarı için (Çehreli, 1982) 622 kgf/cm², Elekdağ Karaçamı için (Göker, 1969) 966 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi Şenkaya Sarıçamı için bulunan değerler diğerlerine göre daha düşüktür.

Statik eğilmede elastisite modülü değerleri yükün örnekler mesnet açıklığının yarısı uzaklıktaki aralıklı yükleme başlığı ile uygulanması durumunda ortalama 95500 kgf/cm², üçte bir uzaklıkta uygulanması durumunda ise 87800 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Statik eğilmede elastisite modülü, örneklerin ortadan tek yükleme başlığı ile yüklenmesi durumunda; Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 108500 kgf/cm², Kavak ağacı için (Odabaşı, 1971) 100000 kgf/cm² olarak saptanan değerler, bulduğumuz değerlere göre genelde büyük olmakla beraber yakındır.

Çarpmada eğilme dayanımı ortalama 0.408 kgfm/cm² olarak belirlenmiştir. Ayrıca denemede kullanılan örneklerin yaklaşık 2/3'ü kıymıklı, 1/3'ü ise kıymiksiz şekilde kırılmıştır. Kıymıklı şekilde kırılmanın fazla olması, şok şeklindeki kuvvetlere karşı dayanımın yüksek olduğunu göstermektedir (Berkel, 1970). Yapılan diğer araştırmalarda çarpmada eğilme dayanımı; Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 0.592 kgfm/cm², Kızılcım için (berkel, 1957) 0.260 kgfm/cm², Toros Köknarı için (Bozkurt, 1971) 0.380 kgfm/cm² değerleri bulunmuştur.

Liflere paralel doğrultuda makaslama dayanımı ortalama 60 kgf/cm² olarak bulunmuştur. Bu değer Dursunbey Karaçamı için (Göker, 1969) 67 kgf/cm², Toros Köknarı için (Bozkurt, 1971) 63 kgf/cm² olarak belirlenmiştir. Şenkaya Sarıçamı için bulunan değerle, bu değerler arasında önemli farklılık yoktur.

Sertlik denemeleri sonucunda liflere paralel doğrultuda sertlik değerinin en büyük olduğu görülmüş ve bu değer Batı Karadeniz Sarıçamı için (Toker, 1960) 254 kgf, Uludağ Köknarı için (Berkel, 1963) 360 kgf ve Elekdağ Karaçamı için (Göker, 1969) 227 kgf olarak ta Şenkaya Sarıçamından daha az olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alkan, Z., 1972. Zirai İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No. 19, Erzurum.
- Anonymous, 1976a. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metodları ve Genel Özellikler, TS 2470. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976c. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TS 2472. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976d. Odunun Liflere Dik Doğrultuda Basınçta Denenmesi, TS 2473. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Anonymous, 1976e. Odunda Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2474. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976f. Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, TS 2475. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976g. Odunun Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini, TS 2476. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976h. Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TS 2477. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976ı. Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TS 2478. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976k. Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TS 2479. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1976l. Odunun Çarpmada Oyulmaya Karşı Dayanımının Tayini, TS 2480. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TS 2595. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1980. Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini TS 3459. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1983a. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TS 4083. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1983b. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TS 4084. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1983c. Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TS 4085. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1983d. Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TS 4086. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Balaban, A., E.Şen, 1984. Tarımsal İnşaat. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No. 904.
- Berkel, A., 1957. Kızılçam (Pinus Brutia) da Teknolojik Araştırmalar. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 7(1): 36-57.
- Berkel, A., 1963. Uludağ Köknarı (Abies Bormülleriana Mattfeld) in Önemli Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Hakkında Araştırmalar. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yayını, No. 89, s. 86.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yayını, No. 147.

- Berkel, A., Y. Göker, 1974. Belgrad Ormanı Çoruh Meşesinin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanış Olanakları Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 24 (1): 27-29.
- Bozkurt, Y., 1966. Ağaç Malzemenin Mekanik Özellikleri. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 16(2): 43.
- Bozkurt, Y., 1971. Toros Köknarı (*Abies cilicica carr.*)'nın Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yayını, No. 181, s. 92-97.
- Çehreli, H.T., 1982. Kazdağı Köknarı ve Doğu Karadeniz Köknarı'nın Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Karadeniz Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 5(2): 243.
- Düzgüneş, O., T.Kesici, F. Gürbüz, 1983. İstatistik Metodları 1. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayını, No. 861.
- Göker, Y., 1969. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamlarının Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 19 (2): 104-125.
- Lines, R., 1985. The Macedonian Pine (*Pinus peuce Grisebach*) in the Balkans and Great Britain. Forestry, Vol. 58, No. 1, p 37.
- Odabaşı, Y., 1971. Yapı Malzemesi Olarak Kavak Ağacının Özellikleri ve Emniyet Gerilmeleri Üzerinde Araştırmalar. Özarkadaş Matbaası, İstanbul, s 43-71.
- Özçelik, N., 1975. İnşaat Bilgisi. İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Yayını, No. 211, s 135.
- Fostacıoğlu, B., 1981. Cisimlerin Yapısı ve Özellikleri. İstanbul Teknik Üniv. Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul, No. 1176, s 137.
- Siddiqui, K.M., J.A. Khan, İ. Mahmood, 1983. A Note on Physical and Mechanical Properties of Chilghoza Pine Wood. The Pakistan Journal of Forestry, Peshawar, p 227-230.
- Toker, R., 1960. Batı Karadeniz Sarıçamının Teknik Vasıfları ve Kullanma Yerleri Hakkında Araştırmalar. Ormancılık Araş. Enst. Yayını, No. 10, s 25-65.
- Toker, R., M.Şahin, L.İncekaş, 1964. Batı Karadeniz köknarı Araştırmaları. İmar ve İskan Bakanlığı Yayını, No. 5, s 57.