



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FISTIĞÇAMI (*PINUS PINEA* L.) VE YALANCI
AKASYA (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) ÖZ VE
DİRİ ODUNLARININ KİMYASAL VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

SANIYE ERKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2012

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FISTIĞÇAMI (*PINUS PINEA* L.) VE YALANCI
AKASYA (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) ÖZ VE DİRİ
ODUNLARININ KİMYASAL VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

SANIYE ERKAN

Bu tez, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2012

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Saniye ERKAN tarafından hazırlanan “Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Öz ve Diri Odunlarının Kimyasal ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 14/09/2012 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ (DANIŞMAN)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı- KSÜ

Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ (İKİNCİ DANIŞMAN)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı- KSÜ

Prof. Dr. Mehmet TÜMER (ÜYE)

Kimya Anabilim Dalı- KSÜ

Yrd. Doç. Dr. M. Altay BAŞTÜRK (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı- KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Ferhat ÖZDEMİR (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı- KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Saniye ERKAN

Bu çalışma Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2011/4-1YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

FISTIKÇAMI (*PINUS PINEA* L.) VE YALANCI AKASYA (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) ÖZ VE DIRİ ODUNLARININ KİMYASAL VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

SANİYE ERKAN

ÖZET

Bu çalışmada; ülkemiz topraklarında uygun olarak yetişebilen Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ile Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) öz ve diri odunlarının kimyasal ve morfolojik özellikleri araştırılmıştır.

Fıstıkçamı ve Yalancı Akasya öz ve diri odununun kimyasal analizlerinde; holoselüloz, selüloz, lignin, alfa selüloz, kül oranı, eter çözünürlüğü, sıcak ve soğuk su çözünürlüğü ve %1'lik NaOH çözünürlüğü belirlenmiş ve kimyasal içerikler bakımından öz odun ile diri odun arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Fıstıkçamı ve Yalancı Akasya'nın öz ve diri odununun morfolojik özelliklerinden; lif uzunluğu, lif genişliği, çift çeper kalınlığı ve lümen genişliği ölçülmüştür. Bu ölçümler kullanılarak lifsel yapıdaki hücrelerin morfolojik özelliklerinden Keçeleşme oranı, Elastikiyet katsayısı, Katılık katsayısı Runkel sınıflandırması, Mühlstep sınıflandırması ve F faktörü hesaplanmıştır. Bu özelliklerin kağıdın fiziksel direnç özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada Fıstıkçamı ile Yalancı Akasya öz ve diri odunu kağıt yapımına uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fıstıkçamı, Yalancı Akasya, Kimyasal özellikler, Morfolojik özellikler, Kül oranı, Eter çözünürlüğü.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Eylül/ 2012

Birinci Danışman: Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ
İkinci Danışman: Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ
Sayfa sayısı: 55

DETERMINATION TO CHEMICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF HEARTWOOD AND SAPWOOD OF PEANUT PINE AND BLACK LOCUST

MSc THESIS

SANIYE ERKAN

ABSTRACT

In this study, chemical and morphological properties were investigated of heartwood and sapwood of Peanut Pine (*Pinus pinea* L.) and Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) that these woods can suitably grow in the territory our country.

Chemical analysis of heartwood and sapwood of Peanut Pine and Black Locust; holocellulose, cellulose, lignin, alpha cellulose, ash, ether resolution, hot and cold water solubility and solubility rate of % NaOH were determined and in terms of chemical ingredients were identified the differences of heartwood and sapwood.

Morphological properties (fiber length, fiber diameter, double wall thickness of the lumen dia with) of heartwood and sapwood of Peanut Pine with Black Locust were determined. The felting rate, elasticity coefficient, rigidity coefficient, Runkel classification, Mühlstep classification and F ratio were calculated from the wood fiber morphological properties and the effects of these properties on pulp strength properties were investigated. According to the result of this study, it was found that the heartwood and sapwood of Peanut pine with Black lobust were suitable for pulping.

Key words: Peanut Pine, Black Locust, Chemical properties, Morphological properties, Ash rate, Ether resolution.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Industry Engineering, September/ 2012

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ
Süpervisor: Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ
Page number: 55

TEŞEKKÜR

“Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Öz ve Diri Odunlarının Kimyasal ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı çalışmada Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmamda her türlü ilgi ve desteğini esirgemeyen bilgi ve tecrübesi ile her zaman yanımda olan Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ ve Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ hocama sonsuz teşekkür ve minnettarlığımı sunarım.

Yüksek lisans projemizi (Proje No: 2011/4-1 YLS) destekleyerek bu tezin oluşmasına katkıda bulunan KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ediyorum.

Fıstıkçamı odunlarının temin edilmesinde bana yardımcı olan İzmir Bergama-Kozak Orman İşletme Şefi Zafer SELBİK'e çok teşekkür ederim. Yalancı Akasya odununu temin etmemi sağlayan Kahramanmaraş Ağaçlandırma Müdürü Selim ŞAHİN'e ve Kahramanmaraş Ağaçlandırma Müdürlüğü mühendislerinden Levent SOĞUK'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin laboratuvar aşamasında bana yardımcı olan Arş. Gör. Mustafa ÇİÇEKLER'e, Barış KARATAŞ'a, Selim ŞAH'a, Gamze GÜLTEKİN'e, Meltem KILIÇ'a, Yaşar KAZASKEROĞLU'na çok teşekkür ederim.

Fıstıkçamı numunelerinin hazırlanmasında ve tez aşamasında bana yardım ve desteklerini hiç eksik etmeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Kahramanmaraş, Eylül 2012

Saniye ERKAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Odunun Yapısı.....	2
1.1.1. Öz ve diri odunun kimyasal yapısı	7
1.2. Odunların Kimyasal ve Morfolojik Özellikler.....	9
1.2.1. Kimyasal özellikleri.....	9
1.2.1.1. Selüloz.....	10
1.2.1.2. Hemiselüloz.....	11
1.2.1.3. Lignin.....	11
1.2.1.4. Ekstraktif maddeler.....	11
1.2.2. Morfolojik özellikleri.....	12
1.3. Fıstıkçamı (<i>Pinus pinea</i> L.) Ağacı Hakkında Genel Bilgiler.....	14
1.3.1. Fıstıkçamının genel özellikleri.....	14
1.3.2. Fıstıkçamının doğal yayılışı ve orman varlığımız içindeki yeri.....	15
1.4. Yalancı Akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler.....	16
1.4.1. Yalancı akasyanın genel özellikleri.....	16
1.4.2. Yalancı akasyanın doğal yayılışı ve ormanvarlığımız içindeki yeri.....	17
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Metot.....	22
3.2.1. Kimyasal analizlere ait yöntemler.....	22
3.2.2. Kimyasal analiz metotları.....	23

	<u>Sayfa No</u>
3.2.2.1. Holoselüloz oranı.....	23
3.2.2.2. Selüloz oranı.....	23
3.2.2.3. Lignin oranı.....	24
3.2.2.4. Alfa (α) selüloz oranı.....	24
3.2.2.5. Kül oranı.....	25
3.2.2.6. Eter çözünürlük oranı.....	25
3.2.2.7. Soğuk su çözünürlüğü oranı.....	26
3.2.2.8. Sıcak su çözünürlüğü oranı.....	26
3.2.2.9. %1'lik NaOH çözünürlüğü oranı.....	26
3.2.3. Lif morfolojik özelliklerin belirlenmesi.....	27
3.2.3.1. Maserasyon yöntemi.....	27
3.2.3.2. Keçeleşme oranı.....	28
3.2.3.3. Rijidite	28
3.2.3.4. Runkel sınıflandırması.....	28
3.2.3.5. Elastikiyet katsayısı.....	28
3.2.3.6. Mühlstep sınıflandırması.....	29
3.2.3.7. F faktörü.....	29
4. BULGULAR.....	30
4.1. Kimyasal Analizler Ait Bulgular.....	30
4.1.1. Hücre çeperi bileşenleri bulguları.....	31
4.1.1.1. Holoselüloz tayinine ait bulgular.....	31
4.1.1.2. Selüloz tayinine ait bulgular.....	33
4.1.1.3. Lignin tayinine ait bulgular.....	34
4.1.1.4. Alfa selüloz tayinine ait bulgular.....	35
4.1.1.5. Kül tayinine ait bulgular.....	36
4.1.2. Çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular.....	37
4.1.2.1. Eter çözünürlük tayinine ait bulgular.....	37
4.1.2.2. Soğuk su çözünürlüğüne ait bulgular.....	38

	<u>Sayfa No</u>
4.1.2.3. Sıcak su çözünürlüğüne ait bulgular.....	39
4.1.2.4. %1'lik NaOH çözünürlüğüne ait bulgular.....	40
4.2. Morfolojik Analiz Bulguları.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
5.1. Kimyasal Özellik Sonuçları.....	47
5.2. Morfolojik Özellik Sonuçları.....	47
5.3. Öneriler.....	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Odunun enine kesitte makroskopik özellikleri..... 2

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Bazı ağaçlardaki diri odundaki yıllık halka sayısı(Ataç,2009).....	5
Çizelge 1.2. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların kimyasal analiz sonuçları.....	10
Çizelge 1.3. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların lif morfolojik özellikleri.....	13
Çizelge 1.4. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların mikrografik ölçümleri.....	14
Çizelge 1.5. Türkiye orman varlığında fıstıkçamının alan ve servet olarak katılım payı.....	16
Çizelge 1.6. Türkiye orman varlığında yalancı akasyanın alan ve servet olarak katılım payı	18
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan ağaçlara ait bilgiler	22
Çizelge 4.1. Fıstıkçamı ve alancı akasya hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular.	30
Çizelge 4.2. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu çözünürlük değerleri bulguları.....	31
Çizelge 4.3. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu holoselüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	32
Çizelge 4.4. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu selüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	33
Çizelge 4.5. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu lignin deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	34
Çizelge 4.6. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu alfa selüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	35
Çizelge 4.7. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu kül deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	36
Çizelge 4.8. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu eter çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	37
Çizelge 4.9. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	38
Çizelge 4.10. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu sıcak su çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	39
Çizelge 4.11. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu %1'lik NaOH çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri.....	40
Çizelge 4.12. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu lif boyut analizi.....	41
Çizelge 4.13. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu mikrografik ölçümleri.....	42
Çizelge 4.14. Lif morfolojik özellikleri ile kağıdın fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
μm	: Mikrometre
m^3	: Metre küp
mL	: Mililitre
m	: Metre
gr	: Gram
HNO_3	: Nitrik Asit
NaClO_2	: Sodyum Klorit
H_2SO_4	: Sülfirik Asit
NaOH	: Sodyum Hidroksit

1. GİRİŞ

Odun doğada bol bulunan ve sürekli yenilenebilir özelliği olan önemli hammadde kaynakları arasında yer alır. Gelişmemiş ülkelerde yakıt olarak kullanılan odun ekonomik olarak önemli bir değere sahip olup kâğıt, lif levha, yonga levha, kereste, doğrama, mobilya endüstrisi vb. alanlarda ana hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bunlara ilaveten yapıştırıcılar, plastikler, reçineler, boyalar, cilalar, duvar kaplamaları, ilaçlar, şekerler, yağlar, dezenfektanlar, alkoller, temizlik kâğıtları, odun kömürü, sabunlar, çatı kaplama materyali, patlayıcılar, hayvan yemleri, mürekkepler vb. ürünlerde de odun hammaddesinden yararlanılmaktadır (Hafızoğlu, 1982).

Türkiye’de 2010 yılı itibariyle mevcut orman alanı 21.537.091 hektar olup bu alanın ancak % 52.01’i verimli orman niteliğindedir. Bunun ise 13.158.774 hektarı iğne yapraklı (%61) ve 8.378.317 hektarı ise yapraklı ağaç (%39) ormanlarıdır. Genel ormanlık alanın 1.349.995.354 m³’ü koru, 78.509.363 m³’ü baltalık ormanları olmak üzere listelenmiştir (Anonim, 2012).

Gelişen teknoloji ile birlikte birçok alanda odun tüketimi artmış ancak mevcut orman varlığı bu talebi karşılayamaz duruma gelmiştir. Gelecekte bu sıkıntı daha da artacaktır. Bu sıkıntının artmaması için ormanlardan planlı bir şekilde yararlanılması ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Alınacak tedbirler; ağaçlandırma çalışmaları ile ormanların kalitesini ve verimini arttırmak, odunun mekanik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini bilerek uygun türlerin yerinde kullanılmasını sağlamak, odunun yakacak olarak tüketilmesini engelleyerek yakacak odunun kâğıt üretiminde kullanılmasını sağlamak, kâğıt üretiminde odunun yanısıra alternatif olarak yıllık bitkiler (saman, pamuk sapı, ayçiçeği sapı vb.) ve atık kâğıt kullanımını arttırmak olabilir (Akgün, 2005).

Bu çalışmada, fıstıkçanı ve yalancı akasya ağaçlarının öz odun ve diri odun kısımlarının kimyasal analizleri yapılmış ve söz konusu kısımların lif boyutları belirlenerek kâğıt hamuru üretimine uygunluğu hakkında bir ön fikir edinmek için lif morfolojisi incelenmiş ve kullanım alanlarının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır.

Öz odun ağaç türlerine göre farklı olmakla beraber genellikle 20-40 yaşları arasında oluşmaya başlar. Bosshard'a göre öz odunu koyu renkte olan türlerde fenolik bileşiklerin hücre duvarına penetrasyonu ve oradaki hemiselülozik maddeleri kaplaması sonucu odunun şişme ve büzülme miktarını azaltmaktadır. Buna karşılık, öz odunu renkli olmayan türlerde fenolik maddelerin penetrasyonu olmamakta ve bunun sonucu olarak boyutsal değişme de olmamaktadır (Panshin ve De Zeeuw, 1980).

Diri odunun öz oduna dönüşmesi bazı organik maddelerin oluşumuyla gerçekleşmektedir. Bu maddelere öz odun maddeleri adı verilmekte olup mantar ve böceklere karşı koruyucu etkileri bulunmaktadır (Bozkurt ve ark., 1995). Ayrıca, yapraklı ağaçlarda traheler içinde tül oluşumu meydana gelmektedir. Ksilem içersinde ekstraktif maddelerin oluşumu dokunun rengini koyulaştırır. Bu nedenle öz odunun koyu rengi açık renkli diri oduna göre kontrast oluşturur. Bununla birlikte, koyu rengin olmaması öz odununun olmadığını göstermez. Örneğin, ladin, göknar, tsuga ve kavak gibi odunlarda renk belirgin değildir. Ancak fizyolojik olarak ölü dokudan oluşan öz odun kısmı teknik olarak mevcuttur (Ataç, 2009).

Diri odun genişliği ya cm olarak ölçülerek verilir ya da yıllık halka sayısı olarak ifade edilir. Diri odun genişliği üzerinde ağaç yaşı, yetiştirme yeri ve ağacın meşcere içerisinde bulunduğu yer önemli rol oynamaktadır. Ağaç yaşı arttıkça, diri odun genişliğinin gövde hacmine katılım oranı azalmaktadır. Bu yapısal değişiklik sonunda diri odundaki yıllık halka sayısı sabit kalır. Diri odun genişliğine göre yapılan sınıflandırma ağaç türlerinin teşhisinde kullanılmakta ve ağaçlar 4 grupta toplanmaktadır (Bozkurt ve ark., 1995).

Diri odun çok dar < 2 cm (kestane)

Diri odun dar 2-5 cm (meşe, melez)

Diri odun geniş 5-10 cm (ceviz, sarıçam)

Diri odun çok geniş > 10 cm (dişbudak)

Öz odunun belirginliği yönünde ise özellikle Avrupa'da ağaçlar 4 sınıfa ayrılırlar. (Panshin ve De Zeeuw 1980).

1) Diri odun ağaçları: Bu odunlarda öz çevresinde canlı hücreler bulunmaktadır (kızılağaç türleri). Fakat, bu ağaçlarda öz odunu oluşumu ileriki yaşlarda gözlenebilir. Çünkü öz odun oluşumu büyük ölçüde geciktiği düşünülmektedir.

2) Olgun odun ağaçları: Bu ağaçların odunlarında öz odununda bulunan ekstraktif maddeler pigmentsiz olduğundan açık renkli kalırlar. Fakat bütün paransim hücreleri ölüdür (göknar türleri).

3) Düzenli olarak öz odunu oluşturan ağaçlar: Bu odunlarda paransim hücrelerinde daima pigmentli ekstraktif maddeleri bulunur. Bu renk pigmentleri sadece lümeninde değil bunun yanında hücre çeperlerinde de bulunurlar (meşe, ceviz, kiraz gibi).

4) Düzensiz öz odunu olan ağaçlar: Bu odunlarda öz odunu bütün enine kesitte görülebilir veya gövdenin yalnızca bir tarafında bulunabilir. Bu odunlarda pigmentli maddeler paransim hücrelerinde bulunabilse de bütün odunsu hücreler pigmentsiz kalır (dişbudak türleri gibi)

Öz odun oluşumunun başlaması, ağaç yaşı, toprak, iklim ve yetiştirme yeri şartlarına göre değişir. Örneğin; ülkemiz sırcamlarında öz odun oluşumu 20-40 yaşları arasında başladığı halde Güney İsveç'te 25, Kuzey İsveç'te 70 yaşında başlamaktadır. Diğer bir örnek meşeler için verilmektedir. Ülkemizde ve Avrupa şartlarında doğal olarak yetişen meşelerde diri odundaki yıllık halka sayısı 20-30 iken, Amerika'da yetişenlerde 10-15 kadardır.

Öz odun oluşumunu açıklayan iki hipotez vardır. Birinci hipoteze göre kapalı sistem içerisinde hava birikmesidir. Bu durum paransim hücrelerinin protoplazmalarında ikincil değişimlere ve ekstraktif maddelerin oluşumuna neden olmaktadır. Bunun sonucu paransim hücreleri ölmektedir. Bazı ağaçlardaki diri odundaki yıllık halka sayısı Çizelge 1.1'de verilmiştir. Diri odunun öz odununa dönüşmesinde paransim hücrelerinde meydana gelen biyokimyasal değişimler öncelikle diri odunun iç kısmındaki hücrelerdeki iletim aktivitelerinde ve tedrici olarak oksijen tüketiminde azalmalar görülür (Panshin ve De Zeeuw, 1980).

Rudman'ın (1960) geliştirdiği ikinci hipoteze göre ağacın tepe çatısı su ihtiyacı ile gövdenin iç kısımlarındaki su ihtiyacı yılın bazı dönemlerinde azalır ve gövdenin içerisinde aşırı yedek besin maddesi fotosentez ihtiyacından fazla olarak birikir. Bu koşullar altında diri odun paransim hücrelerinde biriken nişasta hidroliz yoluyla çözünen karbonhidratlara dönüşür. Muhtemelen bunlar ekstraktif maddeler haline gelmektedir. Eğer ağaç bir tür besin maddelerini fotosentez yoluyla yeterince tüketemezse henüz genç olmasına rağmen öz odunu oluşturmaya başlar. Bu gibi türler az diri odun ve çok öz odun ihtiva ederler eğer bir tür besin maddelerini fotosentez yoluyla tüketmede etkili ise bu türlerde öz odunu oluşumu geciktirilir veya hiç oluşmaz. Bu iki ekstrem koşullar arasındaki türler ise geniş diri odunu ve dar öz odunu bulunur (Panshin ve De Zeeuw, 1980).

Çizelge 1.1. Bazı ağaçlardaki diri odundaki yıllık halka sayısı (Ataç, 2009)

Ağaç Türleri	Diri Odundaki Yıllık Halka Sayıları
Katalpa Türleri	1-2
Yalancı Akasya	2-3
Anadolu Kestanesi	3-4
Kara Kiraz	10- 12
Kara Ceviz	10 -20
Meşe Alttürleri	20-30
Florida Kızılcığı	30-40
Karaçam	40-50
Tatlı Huş	60-80
Avrupa Kayını	80-100

Diri odundan öz oduna dönüşüm sırasında görülen değişiklikler ve öz odunun sahip olduğu özellikler aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Bozkurt ve ark., 1995).

- Öz odun, özün etrafında, gövdenin orta kısmında belli bir yaştan sonra oluşan odundur.
- Öz genç ağaçlarda bulunmaz.
- Öz odunda ekstraktif maddeler birikir ve rutubet azalır.
- Öz odun ve diri odun arasındaki rutubet farkı, ağaç türlerine göre değiştiğinden, kurutma programları yapımında bu konu dikkate alınmalıdır. Örneğin çam, melez, porsuk ve duglas göknarında öz odunla diri odun arasında rutubet farkı fazla, meşe kestane, ceviz, kiraz ve yalancı akasya'da azdır.
- Öz odunda bütün paranzim hücreleri ölür. Azotlu maddeler ve nişasta taşınması durur. Nedeni, toksik kimyasal maddelerin (ekstraktif maddelerin) birikmesi, ya da rutubet miktarının azalmasıdır.
- İğne yapraklı ağaçlarda öz odunda geçitler aspirasyona uğrar, geçit zarı üzerinde yabancı maddeler depo edilir. Yapraklı ağaçlarda traheler tüllerle dolar.
- Öz odun rengi, çoğunlukla diri odundan daha koyudur (ekstraktif maddelerin etkisi).
- Öz odunun mantarlara ve böcekler karşı dayanıklılığı artabilir (toksik ekstraktif maddelerin etkisi).
- Öz odunda daralma miktarı azalır (hidrofobik ekstraktif maddelerin etkisi). Öz odunun kurutulması ve emprenye edilmesi güçtür (tüller, aspirasyona uğrayan geçitler ve ekstraktif maddelerin etkisi).
- Öz odun belirgin bir kokuya sahip olabilir (aromatik ekstraktif maddelerin etkisi).

- Ekstraktif maddeler özellikle reçine, yağlar, tanenler ve mineral maddelerden meydana geldiğinden, öz odun diri odundan daha kuru, daha ağır, daha sert, daha düşük lif doygunluğu noktası ile daha düşük higroskopisiteye sahip olup, daha değerlidir. Direnç değerleri bakımından aralarında önemli bir farklılık yoktur. Sadece ekstraktif maddelerin ağırlığı arttıkça liflere paralel yöndeki basınç direnci arttıkça ve öz odun gövde içinde bu tip yüklemelere daha fazla karşı koyabilmektedir. Öz odun gövde içerisinde bir koni şeklinde gelişir. Koninin çapı ve yüksekliği ağacın hayatı boyunca büyüyerek devam eder.

Kambiyum zonundan öz oduna doğru hücre çekirdeğinin boyutunun ve şeklinin değişmesi, kambiyumda yuvarlak olan hücre çekirdeği ona bitişik olan hücrelerde radyal olarak hücre çekirdeğinin boyuna uzaması gibi değişimler kambiyumdan itibaren ilk 5-10 yıllık halkada görülmektedir. Hücre çekirdeğinin boyut ve şekil bakımından daha fazla değişmesi sonucu tamamen kaybolur. Besin depolayan hücrelerin çekirdeğini tamamen kaybolması diri odunun öz oduna dönüştüğünü gösterir (Ataç, 2009).

Nişasta ve şeker besin maddeleri diri odunun dış kısmından öz odununa doğru azalır. Bu besin maddelerinin azalması evrim sisteminin işleyişini bozar ve artık oksijen bırakarak paraşim içindeki fenolik maddeleri polimerleştirir ve öz odunu koyulaştıran renkli pigmentleri oluşturur (Ataç, 2009).

En dıştaki öz odunu hücreleri paraşim hücrelerinden oluşan ekstraktif maddelerin içeri doğru hareketini engellediğinden bu maddeler diri odun-öz odun sınırında birikir ve paraşim hücrelerini öldürerek ilave öz odun oluşturur (Ataç, 2009).

Ağaç malzemenin mikroskopik teşhisinde öz odun yapısındaki farklılıklar nedeniyle, ağaçları dört grupta toplamak mümkündür. Özellikle Avrupa şartlarında yetişen ağaçlarda kullanılan bu ayırım şekli, mikroskopik teşhiste kullanılan özelliklerin en önemlilerinden biridir. Bunlar (Ataç, 2009):

1) Koyu renkli öz odunu bulunan ağaçlar: Çam, melez, sedir, ardıç, meşe, kestane, yalancı akasya, kiraz ve ceviz gibi ağaçlarda renk veren maddeler sadece paraşim hücrelerinin içerisinde değil, aynı zamanda hücre çeperinde de bulunur. Bu gruba giren bazı ağaç türlerinde zaman zaman koyu renkli öz odun bulunduğu gibi, bazen de bulunmayabilir. Bunlara yalancı öz odunlu ağaçlar, ya da koyu renkli öz odunu her zaman bulunmayan ağaçlar adı verilmektedir. Kayında kırmızı yürek, dişbudakta esmer öz odun oluşumu bu gruba girmektedir. Bu ağaçlarda renkveren maddeler sadece paraşim hücrelerinin içini doldurmakta odunsu hücrelerinin içerisinde bulunmaktadır.

2) Öz odun ve olgun odun özelliğindeki ağaçlar: Bu ağaçların enine kesitlerinde orta kısımda koyu renkli öz odun bulunmakla birlikte öz odunun çevresinde öz odundan daha açık renkli, rutubeti diri odundan daha az ve az miktarda yaşayan paranzim hücreleri içeren yani öz odun özelliklerine yakın özellikte bir olgun odun tabakası yer almaktadır. Bu durumda gövdenin ortasındaki koyu renkli öz odunun çevresinde, ekstraktif maddeleri açık renkte ve hemen hemen bütün paranzim hücreleri ölmüş olan bir kısım bulunmaktadır. Karaağaç bazen dişbudak bu gruba girmektedir.

3) Olgun odun özelliğindeki ağaçlar: Bunlara öz odunu açık renkli ağaçlar da denmektedir. Açık renkli ekstraktif maddeler sahip olduklarından, öz odunları açık renklidir. Bu ağaçlarda öz odun kısmı, diri odundan daha az rutubet içermekte ve hemen hemen tüm paranzim hücreleri canlılığını yitirmektedir. Bu gruba giren ağaçlara örnek olarak ladin, göknar, ihlamur, armut bazen kayın verilebilir.

4) Diri odun özelliği gösteren ağaçlar: Bu ağaç türlerinde enine kesitin orta kısmı ile dış kısmı arasında ne renk ne de rutubet farkı vardır. Öz odun bölgesinde bazı canlı paranzim hücrelerine rastlanabilir. Titrek kavak, huş, akçaağaç, kızılbaş ve gürgen gibi ağaç türlerini içeren bu gruba, öz odunu gecikmiş ağaçlarda denmektedir.

1.1.1. Öz ve diri odunun kimyasal yapısı

Öz odunda bulunan organik maddeler son derece değişken ve karmaşıktır. Öz odununda bulunan ekstraktiflerin orijini yeterli bir şekilde açıklanamamıştır. Normal öz odunun karakteristik renkleri ekstraktiflerin depolanmasından kaynaklanıp sarımtırak, turuncu kırmızı, kahverengi tonlardadır. Bazı durumlarda öz odunun rengi mobilyacılıkta kerestenin değerini artırır (kiraz, ceviz, meşe, camıyanı karaçamı gibi) (Ataç, 2009).

Öz odununda ekstraktif maddelerin bulunması bazı yapraklı ağaçlarda tüll oluşumuna veya geçit aspirasyonuna neden olarak öz odunu geçirgenliğini azaltırlar. Bu durum kağıt hamuru üretiminde pişirme çözeltilisinin hücreye penetrasyonunu zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda emrenye ve kurutma işlemlerini de zorlaştırır. Diğer taraftan geçirgenliğin azalması beyaz meşe gibi bazı yerlerinde (fıçı yapımı) kullanımına daha uygundur. Öz odunu mantarlar ve böceklere karşı diri odundan daha dayanıklıdır. Geçirgenliğin azalması oduna hava ve nemin girişini kısıtladığından mantar gelişmesi engellenir. Bununla birlikte asıl neden mantarlara ve böceklere karşı zehirli etki yapan ekstraktif maddelerdir. Odunun dayanıklılığı ekstraktif maddelerin miktarına ve zehirlilik oranına bağlıdır (Panshin ve De Zeeuw 1980).

Ekstraktifler nedeniyle öz odunu aynı rutubet oranında diri odundan daha ağırdır. Bununla birlikte, özellikle ibreli ağaçlarda taze diri odun %200 kadar rutubet içerebildiğinden öz odundan daha ağır olabilir. Dişbudak, karaağaç, meşe, ceviz, kavak, huş gibi bazı yapraklı ağaçların öz odunu diri odundan daha yüksek rutubet içerebilir. Bu ağaçlarda rutubet oranı diri odunun iç kısmından öz odunu sınırına doğru birden yükselir. Öz odununda su hareketleri olmadığından rutubet oranı belirgin şekilde değişmez (Hillis, 1968).

Gövdenin içerisinde öz odunu kabaca konik şekildedir. Öz odunu oluşumu başladıktan sonra öz odununun çapı ve yüksekliği artmaya devam eder. Diğer taraftan öz odun oluşumu her yıl düzenli olarak ya da periyodik olarak meydana geldiği bilinmemektedir. Diri odunun genişliği çeşitli ağaç türlerinde aynı ağaç yüksekliğine göre santimetre veya yıllık halka sayısı olarak verilmektedir (Hillis, 1968).

Aynı ağaç türünde diri odun genişliği ağacın meşcere içindeki baskın olması durumuna bağlı olup daha kuvvetli olan ağaçlar daha geniş diri oduna sahiptir. Aynı gövde içerisinde ise diri odun ağacın tepe kısmında daha geniş, taban kısmında ise daha dardır. Diğer bir deyişle ağacın çapı arttıkça diri odun oranı azalmaktadır. Diri odun oranı ağaç türlerine göre büyük ölçüde değişmektedir. Örneğin camıyanı karaçamı, akasya, ceviz dar diri oduna sahip iken karaçam, kızılçam, göknar, huş ise geniş diri oduna, dar öz oduna sahiptir (Hillis, 1968).

Görünüşte öz oduna benzeyen diri odun içindeki bazı patolojik oluşumlar paranşim hücrelerinin diri odun içinde erken ölmesinden ileri gelmektedir. Ölü hücreler içeren dokuların rengi koyulaşır ve normal öz odununa benzer. Bu tip anormalliklerin nedeni çoğunlukla ağacın yaralanmasından kaynaklanıp bu oduna yaralı öz odun denir (Ataç,2009).

Yalancı öz odun ise ekseriye gövdenin içinde oluşur normal öz odunu gibi koyu renkli değildir. Bunun nedeni ölü dallardan bulaşan mantar enfeksiyonu olup canlı paranşim hücrelerinin ölmesi sonucu meydana gelir. Hücrelerin ölmesiyle kahverengi renk alır ve tüll teşekkülünü tahrik eder. Bu gibi hallerde yeni başlamış çürüme durur ve etkilenen odun normal sağlamlığını ve dayanıklılığını sürdürür, sadece görünürde renk değişimi olur. Yalancı öz odunlardaki renk değişimi gri-yeşil, kahverengi veya kırmızı-kahverengidir. Yalancı öz odunu genellikle, kayın, huş, akçaağaç, kavak, titrek kavak, çam gibi ağaç türlerinde görülür (Ataç, 2009).

Bazen öz odunu içerisine giren açık renkli diri odun oluşumları da görünebilir. Bu dokulara içerlek diri odun denir. Bu dokular canlı hücreleri oluşturur. İçerlek diri odun

herhangi bir ağaç türünde görülebilir ve en çok *Juniperus virginia* L. ve *Thuja pilicata* Donn. da görülmektedir (Panshin ve De Zeeuw, 1980).

Odunsu maddelerin kimyasal yapısı ve morfolojik yapısı karmaşık olup fiziksel ve kimyasal özellikleri heterojendir. Bu heterojenlik miktarının iyi bilinmesi hem masif odunun kullanım yerleri için, hem de kağıt hamuru üretimi için önemlidir (Eroğlu, 1990).

1.2. Odunların Kimyasal ve Morfolojik Özellikleri

1.2.1. Kimyasal özellikleri

Odunu oluşturan temel elementler karbon, hidrojen ve oksijendir. Ayrıca, odun içinde az miktarda azot da bulunur. Bitkilerin esasını selüloz, hemiselüloz ve lignin adındaki maddeler oluşturmaktadır. Bununla beraber suda ve organik çözücülerde çözünebilen ekstraktif maddeler ile külü oluşturan inorganik maddeler de bulunmaktadır. Bu maddelerin oranları selüloz, hemiselüloz ve lignine göre oldukça azdır. Polisakkaritlerden olan selüloz ve hemiselüloz, holoselüloz adını almaktadır. Holoselüloz kuru odun ağırlığında % 60-85 kadar bulunmaktadır. Bunun %40-50 kadarı selüloz, %20- 35 kadarı hemiselülozdur. Lignin oranı %15-25 kadardır (Şirin, 2006). Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların kimyasal özellikleri aşağıda Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların kimyasal analiz sonuçları

Odun Türü	Holo-selüloz	Selüloz	Lignin	α -Selülz	Kül	Alkol	Soğuk Su	Sıcak Su	%1'lik NaOH	Kaynaklar
Sarıçam Öz	-	52.80	26.60	45.20	-	4.70	2.80	4.40	13.20	Hafizoğlu ve Usta, 2005
Sarıçam Diri	-	56.50	28.30	50.00	-	2.50	2.00	3.20	19.40	
Kızılçam Öz	-	52.60	28.00	45.20	-	7.60	3.10	6.50	10.20	Hafizoğlu ve Usta, 2005
Kızılçam Diri	-	57.90	29.00	50.20	-	5.70	2.40	5.10	9.10	
Karaçam Öz	65.42	-	26.57	41.84	-	16.64	2.40	4.29	22.30	Ataç, 2009
Karaçam Diri	67.46	-	25.60	44.60	-	4.28	1.29	1.69	9.43	Ataç, 2009
U. Gökarnı Öz	70.02	-	26.64	46.37	-	1.78	1.50	2.32	7.57	Ataç, 2009
U. Gökarnı Diri	70.78	-	27.79	45.42	-	1.82	1.35	2.43	8.60	Ataç, 2009
Sarıçam	73.67	46.85	28.57	68.19	0.40	6.71	3.42	3.82	16.28	Tutuş ve ark., 2010
Fıstıkçanı Diri	72.88	-	29.56	61.93	0.23	0.15	-	3.62	15.57	Gönültaş, 2008
Saplı Meşe Öz	70.11	-	26.93	39.97	-	6.83	5.66	8.55	21.43	Ataç, 2009
Saplı Meşe Diri	73.60	-	21.64	40.63	-	5.26	4.41	6.59	18.16	Ataç, 2009
D. Kayını Öz	77.51	-	22.88	42.61	-	1.75	1.52	2.99	15.50	Ataç, 2009
D. Kayını Diri	78.84	-	22.43	41.05	-	1.91	2.01	3.09	14.80	Ataç, 2009
A. Kestanesi	68.00	53.35	25.23	-	-	19.87	15.59	17.85	32.90	Akgün, 2005
Ak Söğüt	78.10	53.50	21.60	-	-	3.20	-	7.40	21.5	Eroğlu ve Usta, 1989
Yalancı Akasya	81.50	52.70	21.40	51.00	0.54	6.70	-	8.10	22.10	Kırcı, 1986
Okalıptus	70.00-75.00	-	21.00-23.00	38.00-42.00	0.40-0.60	0.10-0.20	-	2.00-4.00	11.00-14.00	Huş, 1975

1.2.1.1. Selüloz

Bitkisel hücrelerin büyük oranı selülozdan oluşmuştur ve bitki hücrelerin temelini oluşturur. Selüloz sistemi, glukoz anhidrit ($C_6H_{10}O_5$) birimlerinden oluşmaktadır ve zincir biçimindeki selüloz moleküllerinden meydana gelir. Selüloz molekülleri demetler biçiminde birleşir. En küçük demet elementer fibril adını alır ve aynı yönde uzanan 40 selüloz molekülünden meydana gelir. Elementer fibriller bir araya gelerek mikrofibrilleri oluşturur. Mikrofibriller fibrilleri, fibriller ise lamelleri oluşturmaktadır. Fibriller yapı içerisinde selüloz moleküllerinin birbirlerine paralel biçimde düzgün sıralandığı kristalin bölgeler ile moleküllerin düzensiz olarak sıralandığı amorf bölgeler vardır. Fibriller yapıda amorf kısımlar kristalit kısımlara göre daha fazla su veya çözelti absorbe etme özelliğindedir. Selüloz molekülünde her bir glukoz ünitesi 180° dönerek oksijen köprüsüyle birbirine bağlanır. Böylece, selüloz molekülü gerilimsiz ve kimyasal ataklara karşı oldukça dirençli bir yapıya sahip olur (Şirin, 2006).

1.2.1.2. Hemiselüloz

Hemiselülozlar amorf bir yapıya sahiptir. Hemiselülozların çoğunluğu dallanmış polimerler olup hücre çeperi içerisinde fibriller ve mikrofibriller arası boşluklarda bulunmaktadır. Odun yapısı içerisinde hemiselülozların bir kısmı selüloza, bir kısmı da lignine sıkıca bağlanır. Bu nedenle, odun içerisinde muhtemelen hidrofobik yapıdaki lignin ile hidrofil yapıdaki selülozun birlikteliğini sağlamaktadır. Odun hammaddesi büyük oranda polisakkaritlerden meydana gelir. Polisakkaritler selüloz ve hemiselüloza bölünmektedir. Selüloz homopolisakkaritlere girerken hemiselüloz heteropolisakkaritlerden oluşur. Hemiselüloz tüm odun türlerinde odun kuru ağırlığının %20-30'unu teşkil etmektedir (Şirin, 2006).

1.2.1.3. Lignin

Lignin, amorf bir maddedir ve hücre çeperini odunlaştırmaktadır. Selülozdan yapılmış hücre çeperinde biriken lignin, hücreleri dayanıklı kılar. Bu sayede ağaçlar büyük boylara ulaşabilmekte ve her türlü mekanik etkiye karşı dayanıklı olmaktadır. Suyun ağaçlarda metrelerce üst kısımlara çıkmasını yine lignin sağlamaktadır. Bu nedenle çok önemli kimyasal bir maddedir. İğne yapraklı ağaç odunlarının %20'si, yapraklı ağaç odunlarının ise %30'unu oluşturur. Molekül yapısı itibari ile fenilpropan birimlerinden oluşmuş olan lignin molekülleri üç boyutlu düzlemde dallanmış ve karmaşık yapıya sahip bir polimerdir. Lignin hemiselülozda da belirtildiği gibi selüloz ve hemiselülozla sıkı bir şekilde birleşir ve hücreye rijitlik verir. Ligninin molekül ağırlığı oldukça yüksektir. Lignin, hidrofil karakterdeki selüloz ve hemiselülozların tersine hidrofob özelliğe sahiptir ve odunun su almasını sınırlar. Böylece odun sert ve katı bir görünüş almaktadır. Odun gövdesinde lignince en zengin kısım orta lameldir. Hücre çeperi içerisine gidildikçe lignin oranı düşer. Orta lamelde lignin oranı %85, sekonder çeperde %20'dir. Ancak, odun içinde sekonder çeperin bağıl ağırlığı fazladır. Bundan dolayı odundaki ligninin %70'den fazlası sekonder çeper içerisindeki mikrofibril aralarında bulunmaktadır (Şirin, 2006).

1.2.1.4. Ekstraktif maddeler

Ağaç türlerinin birçoğunda ağırlığın ancak yüzde birkaçını bazılarında ise %20-40 kadar bir bölümünü oluşturan suda ve nötral organik çözücülerde çözünebilir maddelerdir. Alifatik (yağlar, mumlar, yağ alkollerini), terpenik (uçucu terpenler, oksijenli terpenler vs.) ve fenolik (basit fenoller, polifenoller, lignanlar vs.) bileşenlerden oluşmaktadır.

Ekstraktif maddeler ağaçta önemli görevler alabilmektedir. Bu maddeler fotosenteze katılırlar (klorofil), yedek besin maddesi olarak kullanılırlar (nişasta, yağ vb.), mantar, böcek ve bakteri zararlarına karşı koruyucudurlar ve buna bağlı olarak ağaçların biyotik streslere karşı dayanımını artırır (fenolik bileşikler). Ekstraktif maddelerin bazı bileşikleri ağaçların biyogenetiğinde ve taksonomisinde kullanılabilir. Bunların yanında odun ekstraktifleri oduna kendine özgü renk ve koku verirler, odunun geçirgenlik, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etki etmektedirler (Parham, 1983; Şirin, 2006).

1.2.2. Morfolojik Özellikleri

Bir odun hücresinin lif sayılması için uçları kapalı, gittikçe daralan ve lümen boşluğuna sahip olması gerekmektedir. Liflerin boyutları ağacın türüne, yaşına, yetiştirme şartlarına ve iklime göre değişiklik gösterir. Aynı ağaç türünde dahi ilkbahar odunu, yaz odunu, genç odun, yaşlı odun arasında farklar bulunur. Liflerin boyutları üretilecek kâğıt hamurunun kalitesini ve kullanım yerini büyük oranda etkilemektedir. İğne yapraklı ağaç odunlarının büyük bir kısmını oluşturan traheidlerin uzunlukları 3-5 mm, genişlikleri ise 30-50 mikron arasındadır. Bu tür lifler kâğıtçılıkta “uzun lifler” olarak adlandırılıp kâğıt yapımına oldukça elverişlidir. “kısa lifler”i oluşturan yapraklı ağaç odunu lifleri ve yıllık bitkilerin lifleri yaklaşık 0.8-1.5 mm uzunlukta, 15-30 mikron genişlikindedir (Akgün, 2005).

Odundan uygun şekilde ayrılarak bireysel hale getirilen lifler kâğıt hamurunun kalitesini önemli derecede etkilediğinden liflerin ortalama uzunluklarının ölçülerek bir ön fikir edinilmesi yararlı olacaktır. Liflerin boyutlarını ölçmeden önce lifsel hücrelerin bireysel hale getirilmesi işlemine “maserasyon” denir. Maserasyon çeşitli yöntemlerle ve değişik kimyasal maddeler kullanarak yapılır. En yaygın ve kolay uygulanan maserasyon yöntemi “klorit yöntemi” dir (Bostancı, 1987).

Lifsel hücrelerin bazı morfolojik özelliklerinin önceden bilinmesi ve bu özelliklerin birbiri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi ile o lifin, dolayısıyla hammaddenin kâğıt yapımında kullanılabilirliği hakkında bir ön fikir elde edilmiş olur. Bu amaçla bilinmesi gereken morfolojik özellikler; lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı, lümen çapı, lif çeper alanı, lif enine kesit alanıdır (Bostancı, 1987). Aşağıda Çizelge 1.3’de bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların lif özellikleri verilmiştir.

Lif uzunluğu arttıkça kâğıdın direnç özellikleri olumlu yönde etkilenir. Ancak çok uzun liflerin de kâğıdın formasyonunu olumsuz yönde etkilediği unutulmamalıdır. Lif çeper kalınlığı da lifin sağlamlığı üzerinde etkilidir. Çok ince çeperli liflerden elde edilen kâğıtların

yırtılma dirençleri düşüktür. Çok kalın çeperli lifler ise yeterince yassılaşımadıklarından direnç özellikleri düşük ve hacimli kâğıtlar verirler (Kırcı, 2000). Belirtilen nitelikler maserasyon işlemi ile bireysel hale getirilmiş liflerin uygun şekilde ölçülmesi ile elde edilir. Lif uzunluğunun ölçülmesinde dikkat edilecek bir nokta hücre uçlarının kırılmamış olmasıdır. Lif genişliği, çeper kalınlığı ve lümen çapı gibi niteliklerin ölçümünde liflerin tam orta kısmından ölçüm yapılmalıdır. Elde edilen değerler keçeleşme oranı, elastiklik katsayısı, katılık katsayısı, runkel sınıflaması, F faktörü ve Muhlstep oranının hesaplanmasında kullanılır (Bostancı, 1987). Aşağıda Çizelge 1.4'te bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların lifsel özelliklerinin kağıt yapımına uygunluk özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1.3. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların lif morfolojik özellikleri

Odun Türü	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Genişliği(μ m)	Lümen Çapı(μ m)	Çift Çeper Kalınlığı(μ m)	Kaynaklar
Karaçam	-	46.11	33.07	13.04	İstek ve ark.,2008
Sahilçamı	2.99	47.48	35.89	11.58	İstek ve ark.,2008
Karaçam Öz	1.582	36.50	25.00	4.80	Ataç, 2009
Karaçam Diri	2.399	42.00	30.40	11.60	Ataç, 2009
U. Gökarnı Öz	2.749	41.32	31.72	10.55	Ataç, 2009
U. Gökarnı Diri	3.583	49.58	39.50	10.08	Ataç, 2009
Ak Söğüt	1.194	24.10	16.10	8.00	Alkan ve ark., 2003
Kara Kavak	1.249	27.17	17.70	9.96	Alkan ve ark., 2003
Doğu Çınarı	1.473	27.72	9.95	17.76	Alkan ve ark., 2003
Adi Dişbudak	1.073	21.20	10.37	10.82	Alkan ve ark., 2003
Saplı Meşe Öz	0.974	18.40	9.40	9.00	Ataç, 2009
Saplı Meşe Diri	1.240	22.50	9.80	12.70	Ataç, 2009
D. Kayını Öz	1.083	22.36	6.14	16.21	Ataç, 2009
D. Kayını Diri	1.229	23.75	6.04	17.71	Ataç, 2009

Çizelge 1.4. Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların migrografik ölçümleri

Odun Türü	Keçeleşme Oranı	Rijidite Oranı	Runkel Sınıf.	Elastiklik Kats.	Mühlstep Sınıf.	F Faktörü	Kaynaklar
Kızılçam	110.00	18.15	0.58	62.31	61.20	606.66	Bektaş ve ark., 1999
Karaçam	82.63	20.33	0.41	71.26	57,49	586.38	İstek ve ark., 2008
Sahilçamı	61.80	17.14	0.34	74.78	50.45	512.00	İstek ve ark., 2008
Karaçam Öz	43.34	7.00	0.19	68.50	-	-	Ataç, 2009
Karaçam Diri	57.14	14.00	0.38	72.40	-	-	Ataç, 2009
Doğu Ladini	-	16.70	0.54	-	-	-	Topçuoğlu, 1985
Toros Karaçamı	-	13.00	0.36	-	-	--	Bozkurt, 1971
Toros Sediri	-	-	-	-	41.34	410.54	Erdin, 1985
U. Göknaarı Öz	66.56	13.00	0.33	76.75	-	-	Ataç, 2009
U.Göknaarı Diri	71.76	10.00	0.26	80.00	-	-	Ataç, 2009
Ak Söğüt	49.53	16.59	0.49	66.80	55.37	298.45	Alkan ve ark., 2003
Kara Kavak	45.96	18.32	0.56	65.14	57.56	250.75	Alkan ve ark., 2003
Doğu Çınarı	53.12	32.03	1.78	35.89	87.11	165.82	Alkan ve ark., 2003
Adi Dişbudak	50.61	25.51	1.04	48.91	76.07	198.33	Alkan ve ark., 2003
Saplı Meşe Öz	48.43	36.00	2.60	27.46	-	-	Ataç, 2009
Saplı Meşe Diri	51.74	37.00	2.93	25.43	-	-	Ataç, 2009
D. Kayını Öz	52.93	24.00	0.96	51.00	-	-	Ataç, 2009
D. Kayını Diri	55.11	28.00	1.23	43.56	-	-	Ataç, 2009

1.3. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Ağacı Hakkında Genel Bilgiler

1.3.1. Fıstıkçamının genel özellikleri

Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Coniferae sınıfının Pinoidea takımı Pinaceae familyası *Pinus* cinsinin bir türüdür (Kayacık, 1980). Diğer çamlardan kolayca ayırt edilebilen şemsiye gibi dağınık bir tepeye sahip 15-20 m boyunda bir ağaçtır. Gövde düzgün, kırmızımtırak-gri renkli kalın kabuklu derin çatlaklıdır (Yaltırık ve Efe, 2000).

Olgunlaşmasını 3'üncü yılında tamamlayan kozalak ovoidal veya hemen hemen küre şeklindedir. Gayet kısa saplı çam türleri içinde tohumları çok büyük (1.5-2 cm) olan türdür. Fıstıkçamının tohumları halk arasında "Çam Fıstığı" diye adlandırılır ve yenir ve elverişli topraklarda ilk yaşlardan başlayarak derine giden kazık kök yapar (Yaltırık ve Efe, 2000).

Oldukça geniş sarımtırak-beyaz renkli diri odunu, bundan belirgin şekilde ayrılan kırmızımtırak-kahverenginde öz odunu vardır. Bu çamın esas ürünü yenen yağlı tohumlarıdır. Aynı zamanda reçine elde etme imkânı da var ama reçinesi kaliteli değildir. Parkçılık bakımından değerli bir ağaçtır. Akdeniz ülkelerinin peyzajında karakteristik bir öğedir (Yaltırık ve Efe, 2000).

Kenarlı geçitler tek sıralı, nadiren ilkbahar odununda iki sıralı. z ışını heterojen, tek sıralı, traheidlerinin çeperleri dalgalı. Karşılaşma yeri geçitleri pinoid tipte, 1-4 adet. Boyuna reçine kanalları çoğunlukla yaz odunu içerisinde, zaman zaman da ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş yerlerinde bulunmakta, enine reçine kanalı sayısı 1-4 adettir (Doğu, 1993).

z ışınları tek sıralıdır, nadiren iki sıralı öz ışınlarına da rastlanmaktadır. Ancak bu iki sıralı diziliş öz ışını boyunca devam etmeyip birkaç hücre yüksekliği ile sınırlı kalmaktadır. z ışınları öz ışını traheidleri ve öz ışını paraneşim hücrelerinden meydana gelmekte olup, nadiren tamamen öz ışını traheidlerinden oluşan öz ışınlarına da rastlanmaktadır. z ışını traheidleri öz ışını paraneşim hücrelerinin alt ve üst kenarlarında yer almakta olup, nadiren öz ışını paraneşim hücrelerinin aralarında da görölmektedir. z ışını traheidlerinin dağınışı düzensiz olup, öz ışını paraneşim hücrelerinin alt ve üst kenarlarında 1-4 sıralıdır. z ışını traheidlerinin çeperleri dalgalı, öz ışını paraneşim hücrelerinin çeperleri ise kalındır. z ışını sayısı 3-11 adet arasında değişmektedir (Doğu, 1993).

Traheid uzunluğu ortalama olarak 2477 mikron, ortalama çeper kalınlığı 4.51 mikron. Ortalama lümen genişliği 24.21 mikron. Ortalama traheid sayısı 1067 adet, ilkbahar odunu boyunca traheid kenarlı geçitleri görölmektedir (Doğu, 1993).

Fıstık amı türünün odunu sarıçam ve karaçam kadar değerli değilse de, reçine üretimi ve bazı yerel ihtiyaçların giderilmesinde kullanılmaktadır. Direk, travers, kaplama, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, gemi-tekne yapımı, lif ve yonga levha, selüloz ve kağıt, reçine, ağaç kabuğu üretiminde odunu kullanılmaktadır (Yalırık ve Efe 2000).

Bunun yanında güzel bir park ağacıdır. Özellikle Akdeniz yörelerinde kurak ve sıcak yazlara çok iyi uyum sağlamaktadır. Ancak esas yararlanma şekli yenen yağlı tohumları olan yan ürünleridir (Anşin ve zkan, 1997).

1.3.2. Fıstıkçamının doğal yayılışı ve orman varlığımız içindeki yeri

Fıstık amı Pinaceae familyasının en geniş coğrafi yayılışını ölkemizde yapan türüdür. Coğrafi yayılışına Portekiz'den başlar, Suriye'ye değin yayılır. Bir akdeniz bireyidir. Fransa, İspanya ve İtalya'da küçük meşcereler kurar. Ölkemizde Batı Anadolu'da Bergama-Kozak, Aydın, Muğla yakınlarında geniş meşcereler oluşturur. Ölkemiz fıstık çamı ormanlarının yaklaşık %50'si İzmir'in Bergama-Kozak bölgesinde bulunur. Ayrıca Manavgat sahillerinde, Marmara Bölgesinde Gemlik Körfezi kıyılarında, Kahramanmaraş'ta Önsen-Hacıağalar yöresinde, Karadenizde Trabzon'un Kalenema Deresi Düzköy yöresinde ve Artvin oruh

vadisinde Cerrattepe mevkiinde yayılış gösterir (Gönültaş, 2008). 2006 Ormancılık Araştırma Enstitüsü verilerine göre fıstıkçamının hektar olarak iğne yapraklı orman varlığımız içindeki yeri ve metreküp olarak ağaç serveti Çizelge 1.5’te listelenmiştir.

Çizelge 1.5. Türkiye orman varlığında fıstıkçamının alan ve servet olarak katılım payı

		Normal Koru	Bozuk Koru	Toplam
Orman Alanı (ha)	İğne Yapraklı	6.280.245	5.123.546	11.403.791
	Fıstıkçamı	27893.80	14724.40	42.618.2
Ağaç Serveti (m ³)	İğne Yapraklı	818.553.174	51.068.438	869.621.612
	Fıstıkçamı	923.004	215.795	1.138.799

Çizelge 1.5’teki listelenmiş sonuçlar 2006 yılına kadar olan veriler olup 2010 yılında iğne yapraklı orman alanı 21.537.091 hektar olup, fıstıkçamının ise Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü’nden alınan bilgilere göre 2012 yılı itibariyle toplam ormanlık alanı 95.000 hektara yaklaştığı tahmin edilmektedir.

1.4. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Hakkında Genel Bilgiler

1.4.1. Yalancı Akasya’nın genel özellikleri

Leguminosae familyası türlerinden olup 25 m boy ve 100 cm çap yapmaktadır (Bozkurt, 1992).

Diri odun çok dar, 2-5 yıllık halka genişliğinde, beyaz ile sarı renktedir. Öz odun ise sarımsı yeşil ile sarımsı kahverengindedir. Daha sonra koyulaşmaktadır. Yıllık halkalar çok belirgindir. Tipik halkalı trahelidir. İlkbahar odunu traheleri büyük, çıplak gözle görülebilir. Enine kesitte traheler içinde fazla miktarda bulunan tüller beyaz renkte görünürler (Bozkurt, 1992).

Yaz dunu traheleri küçük fakat boyuna paranzimlerle çevrildikleri için barizdir. Yaz odununun sonuna doğru kısa diyagonal veya teğet sıralar teşkil ederler. Öz ışınları az belirgindir. Sadece radyal yüzeylerdeki aynacıklar çıplak gözle görülebilir. Parlak, dekoratif, çok sert ve ağır odunu vardır (Bozkurt, 1992).

Halkalı traheli bir düzen vardır. İlkbahar odunu traheleri yuvarlak ile oval biçimde, çoğunlukla tek tek veya ikisi bir arada, iki ila üç sıralı bir halka teşkil ederler. Traheler çok büyük olup teğet çapları 200-300 mikron arasındadır. Yaz odununa geçiş yavaştır. Yıllık halkanın ortasındaki traheler 150 mikron, yaz odunu başındaki traheler ise 50 mikron çaptadır. Çoğunlukla çok köşeli olan yaz odunu traheleri sık kümeler meydana getirirler.

Yıllık halka sonuna doğru küçük eğik ve teğet sıralar oluştururlar. Perforasyon tablaları basit tiptedir. Yaz odununun küçük çaplı trahelerinde çoğunlukla spiral kalınlaşmalar bulunur. Çok fazla tüll ilkbahar odunu trahelerinde mevcuttur. Traheler arası geçitler çok sayıda olup püsküllü geçit tipindedir (Bozkurt, 1992).

Boyuna paranzimler çok sayıdadır. Paratraheal halkalı ve bileşik kanatlı ile sınır paranzimleri şeklinde bulunmaktadır. İlkbahar odunu trahelerinin arası paranzim hücrelerinden ibarettir. Sınır paranzimleri kesikli fakat bir sonraki yıllık halkadakilere bitişik bulunmaktadır. Sivri uçlu boyuna paranzim hücreleri 2-3 bölmelidir. Boyuna paranzimler tabakalı bir dizilişindedir ve içlerinde sık sık rombik kristallere rastlanmaktadır (Bozkurt, 1992).

Öz ışınları 1-6 sıralı, fakat çoğunlukla 3-5 sıralıdır. Yükseklikleri 50 hücreden (0,6 mm) fazla değildir. Enine kesitte mm'deki sayıları az olup 4-7 adettir. Homoselüler tiptedir, içlerinde kristaller de bulunabilir. İlkbahar odunu kısmı hariç, doku libriform liflerinden ibarettir (Bozkurt, 1992).

Kurutmada dönüklüğe eğilimlidir. Sert olmasına rağmen iyi işlenir. Yapıştırması ve yüzey işlemleri iyidir. Çivi tutma kabiliyeti iyi değildir. Öz odun dayanıklıdır. Mantar ve böceklere karşı dirençlidir. Güç empenye edilir (Bozkurt, 1992).

Çit, tel ve tahkimat direkleri, travers, alet sapları ve gemi yapımında kullanılır. Haber verme (cazlama) özelliği yüksek olduğu çin maden direği olarak ve tornacılıkta yararlanılır (Bozkurt, 1992).

1.4.2. Yalancı Akasya'nın doğal yayılışı ve orman varlığımız içindeki yeri

Ülkemize Osmanlı İmparatorluğu zamanında yabancılara inşa ettirilen demiryolu şirketlerince getirildiği, tren yolu istasyonları çerçevesinde, yol sevi ve dolgularında erozyonu durdurmak için dikilmiş olduğu tahmin edilmektedir. Bu türün fidanı ilk defa Belgrad Ormanı'nda kurulan fidanlıkta yetiştirilerek Ankara Atatürk Orman Çiftliği'nin ağaçlandırılmasında kullanılmıştır. Yalancı Akasya, dünyada, meşcere kuruluşu ve ağaçlandırması yapılan yapraklı ağaç türleri arasında okaliptüs ve melez kavaktan sonra 3. sırada gelmektedir (Toplu, 2000).

Ülkemizde yatay yayılış olarak batıdan doğuya, kuzeyden güneye her yerde Yalancı Akasya yetişebilmektedir. Dikey yayılış olarak Yalancı Akasya oldukça yükseklerle çıkabilmektedir. Kuzey Anadolu Dağlarında özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde kıyından

900 m yükseltiye kadar çıktığı ve hızlı büyüme yaptığı, ancak türün bu yükseltinin biraz daha üstünde yetişebileceği, fakat gelişme hızının düşebileceği belirtilmektedir (Kalay, 1987).

2006 Ormancılık Araştırma Enstitüsü verilerine göre yapraklı ağaçların ve yalancı akasyanın normal koru ve bozuk koru alanlardaki hektar olarak orman alanı ve metreküp ağaç serveti Çizelge 1.6'da listelenmiştir.

Çizelge 1.6. Türkiye orman varlığında yalancı akasyanın alan ve servet olarak katılım payı

		Normal Koru	Bozuk Koru	Toplam
Orman Alanı (ha)	Yapraklı Ağaçlar	1.298.806	532.730	1.831.536
	Yalancı Akasya	128.4	14.724.4	42.618.2
Ağaç Serveti (m ³)	Yapraklı Ağaçlar	310.017.110	14.368.303	324.385.413
	Yalancı Akasya	4.484	-	4.484

Çizelge 1.6'daki listelenmiş sonuçlar 2006 verileri olup 2010 yılı itibariyle 8.378.317 hektar yapraklı ağaç orman alanı mevcut olup 2012 yıllarına doğru Yalancı Akasya orman alanı ise Kahramanmaraş Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre yaklaşık 900 hektara ulaştığı tahmin edilmektedir

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Aytuğ (1959), Türkiye’de Gökna r türlerinin traheid uzunluk, genişlik ve çeper kalınlıklarını incelemiştir. *Abies nordmanniana* Spach. odununun traheid uzunluğunu ortalama 2.875 mm, traheid genişliğini 43.0 µm ve çeper kalınlığını 5.57 µm, *Abies bornmülleriana* Mattf. odununda sırasıyla 3.347 mm, 38.9 µm ve 7.64 µm olarak tespit etmiştir.

Tank (1970), ülkemizde yetişen kayın ve gürgen türleri odunları üzerinde yapmış olduğu araştırmalara göre *Carpinus betulus* odununda lif morfolojisini aynı sırayla 1498 µm, 21.93 µm, 10.22 µm ve 5.85 µm olarak tespit etmiştir.

Tank (1978), *Fagus orientalis*’in lif uzunluğunu 1.2 mm lümen çapını 5-6 µm ve lif genişliğini 18-21 µm olarak belirtmiştir. Merev (2003)’e göre *Fagus Orientalis* Lipsky.’nin lif dolusu libriform lifi, traheid lifi ve vasisentrik traheidlerinden oluşmaktadır. Trahe hücre uzunluğu 235-882 µm, libriform lifi uzunluğu 823-2000 µm ve traheid lifi uzunluğu 441-1529 µm arasında değişmektedir.

Tank (1980), *Abies bornmülleriana* Mattf. odununun traheid uzunluğunu ortalama ince gövdede 3725 µm, kalın gövdede 3815 µm, traheid genişliğini sırasıyla 37.87 µm, 41.56 µm ve çeper kalınlığını sırasıyla 5.74 µm, 6.26 µm olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada *Abies nordmanniana* odununda aynı sırayla 3854 µm, 39.34 µm, 39.82 µm, 40.43 µm ve 5.54 µm, 6.18 µm olarak bildirilmiştir. Bozkurt (1992), *Abies nordmanniana*’da traheid uzunluğunu 2.88 mm olarak vermiştir

Merev (1998), *Fagus orientalis*’in trahe hücre uzunluğunu ortalama 544.69 µm, Libriform lifi ortalama uzunluğunu 1372.80 µm, traheid lif ortalama uzunluğunu 872.72 µm, vasisentrik traheid uzunluğunu ortalama 652.65 µm olarak belirtmiştir.

Tümen (1999), *Pyrus communis* L.’nin kimyasal özelliklerini ve lif morfolojisini incelemiş ve elde edilen veriler şöyledir; holoselüloz oranı %76.04, selüloz oranı %46.89, α-selüloz oranı %37.87, lignin oranı %22.83, kül oranı %0.53 alkol-benzen (1/2) kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda ekstraktif madde miktarı %3.60 bulunmuştur. Yine lif morfolojisi sonuçları ise, lif/trahe oranı 1.93 lif uzunluğu 1.001 mm, lif genişliği 20.83 µm lümen genişliği 6.84 µm, çeper kalınlığı 6.97 µm, ortalama yıllık halka genişliği 1.81 mm, yaz odunu genişliği 10.873 mm, ortalama yaz odunu katılım oranı %44’tür.

Mariani ve Makro (2002), *Nothofagus bombeyi* (Şili Kayını) değişik oranlarda öz odun ve diri odunlarından çeşitli yöntemlerle elde ettikleri kâğıt hamurlarında öz odun ve diri odun değişik oranlarının atık miktarına, kâğıt hamuru verimlerine, mekanik hamur sağlamlığına etkilerini incelemiştir(Mariani vd. 2005). *Eucalyptus nitens*'in öz odunu oranının Kraft hamuruna etkisini incelemiştir. Buna göre öz odun ve diri odun yoğunluğunun aynı olduğunu lif uzunluğunun diri odunda %12.6 daha uzun olduğunu ve diri odun çeper kalınlığının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Diri odunda lignin oranının %15, hemiselülozda %20 fazla olduğunu belirtmektedirler. Diri odun Kraft hamurunun çekme ve kopma uzunluğu ve patlama indisinin saf diri odun hamurundan daha yüksek olduğunu, kâğıdın yırtılma indisi ise öz odunu hamurunda daha yüksek bulunmuştur. Gülsoy (2003), *Quercus robur* odununun lif morfolojisini trahe hücre uzunluğunu 490.34 µm, lif uzunluğunu 1165 µm, lif genişliğini 20.56 µm, lif lümen genişliğini 9.56 µm ve çift çeper kalınlığını 11 µm olarak tespit etmiştir.

Alkan ve ark. (2003), yılında, bazı yapraklı ağaç türlerinin (*Populus tremula* L., *Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieb., *Castanea sativa* Mill., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L., *Juglans regia* L. ve *Platanus orientalis* L.) lif morfolojisi incelemiştir. İncelenen türlerin lif boyutlarının birbirlerine oranlanması ile bulunana göre kâğıtçılık açısından bir değerlendirme yapılmıştır. Lif morfolojilerini incelenen türlerin tamamında keçeleşme oranı 70'in altında bir değerde bulunmuştur. Çalışılan türler arasında gerek elastiklik katsayısı gerekse Runkel ve Mühlsteph oranları kâğıt yapımı (özellikle yazı kâğıdı) için en uygun lifli ağaçların *Salix alba*, *Populus nigra* ve *Acer campestre* olduğunu göstermiştir. Runkel oranı 1'den küçük, Elastiklik katsayısı 50-75 arasında olan *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Castanea sativa* ve *Juglans regia* da liflerinden yararlanılabilecek türler arasında bulunmaktadır. Bu konuda *Fagus orientalis*, *Quercus petraea* ve *Platanus orientalis* ise en olumsuz özelliklere sahip türlerdir. Ancak *Fagus orientalis* gibi kalın çeperli liflere sahip türler yüksek rijidite vereceğinden oluklu mukavva ve karton yapımına daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Ateş (2004), *Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*'nın lif morfolojisine ait bulguları; Lif uzunluğu 2.77mm, Lif genişliği 40.6 µm, Lümen genişliği 27.32 µm, çeper kalınlığı 6.64 µm olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmasında keçeleşme oranını 68.2, Elastiklik katsayısını 67.3, katılık katsayısını 16.4 ve Runkel oranını 0.49 olarak bulmuştur.

Akgün (2005), *Castanea sativa* Mill.'nin kimyasal analizini ve lif morfolojisini incelemiş olup holoselüloz oranı %68 selüloz oranı %53.35 lignin oranı %25.23 soğuk su çözünürlüğü % 15.59, sıcak su çözünürlüğü %17.85, alkol çözünürlüğü %19.84 ve %1'lik NaOH çözünürlüğü %32.90 olarak bulunmuştur. Ortalama lif uzunluğu 0.96475 mm, ortalama lif genişliği 24.5875 µm ve ortalama lümen genişliği 11.5625 µm olarak bulunmuştur.

Türkyılmaz (2005), *Buxus sempervirens* L.'nin kimyasal, anatomik ve morfolojik özelliklerini incelemiş ve elde edilen sonuçlar şöyledir; trahe hücre uzunluğu 452.09 µm, trahe radyal ve teğet çapları 22.22µm, 22.27 µm, 1 mm²'deki trahe sayısı 127.83 adet, 1 mm'deki özışını sayısı 13.63 adet, lif uzunluğu 665.57 µm, lif genişliği 17.37 µm, lif çeper kalınlığı 6.60 µm, lümen genişliği 4.17 µm, kül miktarı %0.85 ve alkol çözünürlüğünü %7.5 olarak elde edilmiştir

Ataç (2009), *Fagus orientalis* Lipsky., *Quercus robur* L., *Abies bornmülleriana* Matf., *Pinus nigra* Arn.'nin öz ve diri odunlarının kimyasal ve morfolojik özelliklerini belirlemiş olup karaçam öz odununun lif uzunluğu 1.582 mm, karaçam diri odununun lif uzunluğu 2.399 mm, göknar öz odununun lif uzunluğu 2.749 mm, göknar diri odununun lif uzunluğu 3.583 mm, kayın öz odununun lif uzunluğu 1.083 mm, kayın diri odununun lif uzunluğu 1.229 mm, meşe öz odununun lif uzunluğu 0.974 mm ve meşe diri odununun lif uzunluğu 1.24 mm tespit edilmiştir. Runkel oranları ise meşe diri odununun 1.23, kayın öz odunu 2.60, kayın diri odunu 2.93 olup bu ağaçlardan karaçam öz odunu 0.19 bulunmuştur. Rijidite oranı ise karaçam öz odunun 7.000 karaçam diri odunu 14.000, göknar öz odunu 13.00, göknar diri 10.00, meşe öz 36.00, meşe diri 37.00, kayın öz 24.00, kayın diri 28.00 olarak bulunmuştur. Elastikiyet katsayısı ise göknar diri odunu ve göknar öz odunu 75'den küçük; karaçam öz odunu, karaçam diri odunu ve meşe öz odunu 50-75 arası; meşe diri odunu 30-50 arasında; kayın öz odunu ve kayın diri odunu 30'un altında bulunmuştur.

Tutuş ve ark. (2010), *Pinus sylvestris* L.'nin kimyasal analizlerini yapmışlardır ve elde edilen sonuçlar; holoselüloz oranı %73.67 selüloz oranı %46.85 lignin oranı 28.57 α-selüloz oranı 68.19, kül oranı %0.14, soğuk su çözünürlüğü %3.42, sıcak su çözünürlüğü % 3.82, %1'lik NaOH çözünürlüğü %16.28, alkol-benzen çözünürlüğü %6.71 olarak tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan odun örneklerinden *Pinus Pinea* L.(Fıstık Çamı) İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bergama Orman İşletme Şefliği Kozak Bölgesi'nden seçilen dört örnek ağaç bölgenin dört ayrı noktasından (kuzey, güney, doğu, batı); yalancı akasya Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü Ahır Dağı mevki güney yönünden temin edilmiştir. Ağaçlar gövdede budak, yarananma, ur, böcek, mantar vb. gibi odun kusurları en az bulunmasına dikkat edilerek seçilmiştir. Seçilen örnekler aşağıda Çizelge 3.1'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan ağaçlara ait bilgiler

Odun Türü	Ağacın Alındığı Yön	Rakım (m)	Ağacın Gövde Boyu (m)	Ağacın Gövde Çapı(cm)	Ağacın Yaşı
Fıstıkçamı	Güney	550	6.10	35	31
Fıstıkçamı	Kuzey	627	6.12	30	28
Fıstıkçamı	Doğu	605	6.50	31	29
Fıstıkçamı	Batı	620	5.00	27	25
Yalancı Akasya	Güney	1600	6.75	20	21

Çalışmada kullanılan ağaçlar kimyasal özellikler ve morfolojik özelliklerin belirlenmesi standartlarına uygun olarak temin edilmiştir. Kesim işlemi standart yöntemlere bağlı kalınarak ağacın kök seviyesinden 15 cm yukarıdan 5cm kalınlığında taç kısmının 15 cm aşağısından 5 cm kalınlığında ve ağacın gövdesinin tam orta kısmından 5 cm kalınlığında olmak üzere 3 tane tekerlek alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasal analizlere ait yöntemler

Kimyasal analizlerde kullanılan fıstıkçamı ve yalancı akasya odun örneklerinin öz odun ve diri odun kısmı ayrı ayrı örneklenmesi gerçekleştirilmiştir. Örnekleme ana kütleyi yani materyalin tamamını temsil edecek şekilde alınmıştır. Tomruklar üzerinde bulunan ur ve kabuk alınmıştır. Her tomruğun ortalama 2-2.5 cm (1 inç= 2.54 cm) kalınlığında biri tomruğun merkezinden (orta yerinden), biri ince uçtan (taça yakın kısım) diğeri de kalın uçtan (dibe yakın kısım) 15 cm içten olmak üzere 3 tane tekerlek alınmıştır.

Bu tekerlekler dik açı oluşturacak şekilde ikiye kesilip dörde bölünmüştür. Bu parçalardan karşılıklı dilimler alınarak kibrit çöpü büyüklüğüne kadar parçalanmıştır. Elde

edilen parçalar TAPPI T M-45 standardına göre Willey tipi bir değirmende öğütülmüştür. Öğütülmüş kaba parçalar bir sarsıcı elek 40 mesh'lik elek üzerinde tutulmuştur. Odun unu ve ince odun tozları 40 mesh'lik elekten geçip ve odun unu da 60 mesh'lik elekten de geçen ve kimyasal analizler için gereken odun örnekleri 60 meshlik elek üzerinde kalan odun tozlarından oluşturmaktadır. Çözücü küçük parçalara daha çok etki etmiştir. Hazırlanmış örnekler kimyasal analizlerde kullanılmak üzere örnek açık hava koşullarına geldikten sonra hava geçirmez cam kaplarda saklanmıştır ve aşağıda listelenen kimyasal analizlere tabi tutulmuştur (Anonim, 1992).

3.2.2. Kimyasal analiz metotları

3.2.2.1. Holoselüloz oranı

Holoselüloz tayininde daha önce toluen/aseton/etanol ekstraksiyonuna uğratılmış 5 gr hava kurusu odun örneği alınarak 160 mL destile su, 1.5 gr NaClO₂ ve 10 damla (0.5 mL) buzlu asetik asit 250 mL'lik bir erlenmayere konulmuş ve bir saat süre ile 78-80° C'deki su banyosunda tutulmuştur. İçine örnek koyduğumuz erlenin ağzı tersine çevrilmiş 50 mL'lik bir erlen ile kapatılmış ve reaksiyon süresince zaman zaman erlen çalkanarak karıştırılmıştır. Bir saat sonra karışıma 1.5 gr NaClO₂ ve 10 damla buzlu asetik asit ilave edilerek bir saat süreyle ısıtmaya devam edilmiştir. İbrelili odunlar için genellikle 4 tekrar, yapraklı odunlar ve yıllık bitkiler için 3 tekrar yeterli olduğundan dolayı bu işlem yapraklı ağaç odunu için 3 tekrar yapılmıştır. Bu test de holoselüloz içinde %2-4 arasında lignin kalmıştır. Klorlama tamamlandıktan sonra kalan kısım beyazlaşmış ve orijinal (oduna benzer) yapısını korumuştur. Süspansiyon bir buz banyosunda derhal soğutulmuş ve 2 nolu bir cam krozedden süzölmüştür. Kalıntı önce asetonla daha sonra soğuk destile su ile tekrar tekrar yıkanmıştır, 105±3 °C'da kurutulmuş ve tartılmıştır. Elde edilen sonuç, tam kuru ekstrakte edilmiş örnek ağırlığına oranla % olarak hesaplanmıştır (Wise ve Karl, 1962; Eroğlu ve Kırmızı, 1979).

3.2.2.2. Selüloz oranı

Önce bir beher içine 10 mL 40'lık HNO₃ ile 96'lık 40 mL etil alkol ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım derhal içine test örneğinin konulduğu balon içine dökülmüş ve geri dönüşlü soğutucu bağlı bir ısıtıcıda yavaş yavaş kaynamaya bırakılmıştır. HNO₃'in etkisiyle yağlı maddeler çözünmekte, hemiselülozlar hidroliz olmakta ve lignin nitrofenolik bileşiklere dönüşerek çözünür hale gelmektedir. Burada kullanmış olduğumuz etil alkol selülozu HNO₃'den korumaya yaramaktadır. Bir saatlik kaynamadan sonra 2 nolu kroze yardımı ile

balondaki sıvı süzölmüş ve 10 mL HNO₃ ile 40 mL etil alkolden oluşun 50 mL'lik yeni karışım kroze üzerinde kalan test örneklerini de yıkayarak balona konulmuştur. Tekrar bir saat süreyle kaynatmaya uğratılmış ve aynı işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Bu tekrarlardan sonra krozeden süzme yapıp, sıcak su ile kroze üzerinde kalan test örnekleri yıkanmış ve 105±3 °C'da sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Bir desikatör yardımı ile soğutulduktan sonra tartılmıştır. Elde edilen sonuç tam kuru ekstrakte edilmiş odun ve kabuk örneğinin ağırlığına oranla % olarak belirtilmiştir (Anonim, 1969; Anonim, 1992).

3.2.2.3. Lignin oranı

Lignin tayini yapılacak odunun yapısında tanen, reçine, katekol, yağlar, mumlar ve suda çözünebilen maddelerden hangisinin bulunduğu önceden öğrenilerek lignin tayininde kullanılan odun örneği bir ön ekstraksiyona uğratılmıştır. Böylelikle odunda bulunan ekstraktif maddelerin ayrılması sağlanmıştır. Genellikle çözücü olarak alkol- benzen karışımı kullanılmıştır. Önceden ekstraksiyona uğratılmış hava kurusu odun örneğinden yaklaşık bir gr alınarak bir behere aktarılmış ve yavaşça 12-15° C'deki 15 mL %72'lik H₂SO₄ ilave edilmiş zaman zaman karıştırılarak 18-20° C'da iki saat bekletilmiştir. Bu süre içerisinde sıcaklığı sabit tutmak için bir su banyosu kullanılmıştır. Bu süre sonunda beherdeki materyali yıkanarak bir litrelik erlen içine konulmuştur. Asit konsantrasyonu % 3'e düşene kadar yani erlendeki sıvı miktarı 560 mL olana kadar destile su ile seyreltilmiştir. Daha sonra bu karışım bir soğutucu altında 4 saat süre ile kaynatılmıştır. Çözünmeyen maddeyi çöktükten sonra ağırlığı 105±3°C da belirlenmiş 4 nolu krozeden süzölmüştür. Serbest asit artıkları 500 mL sıcak su ile yıkanmış ve kroze 105±3 °C'da kurutulmuş ve bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Bütün yapılan bu işlemlerde TAPPI T-211 om-88 standart yöntemi uygulanmıştır. Lignin ağırlığı ekstrakte edilmemiş tam kuru odun ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1992).

3.2.2.4. Alfa (α) selüloz oranı

Alfa selüloz tayininde kullanılan odun örneği önce holoselüloz tayinine uğratılmış ve elde edilen holoselülozdan yaklaşık 2 gr alınarak bu amaç için kullanılmıştır. Alfa selüloz tayininde kullanılan %17.5'luk NaOH çözeltisi 20 °C'daki su banyosunda bekletilerek sıcaklık 20 °C'a gelmesi sağlanmıştır. İlk olarak test örneği behere konularak sıcaklığının 20° C'a getirilmiştir. Daha sonra üzerine 10 mL %17.5'luk NaOH çözeltisinden ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. İki dakika sonra bir baget yardımı ile beherdeki odun örnekleri batırılmıştır. Bu işlemden 3 dakika sonra yani başlangıçtan 5 dakika sonra 5 ml %17.5'luk

NaOH çözeltisinden ilave edilip karıştırılmıştır. Beş dakika sonra başlangıçtan 10 dakika sonra 5 mL %17.5'luk NaOH çözeltisinden daha ilave edilip karıştırılmıştır. Yine beş dakika sonra yani başlangıçtan 15 dakika sonra 5 mL %17.5'luk NaOH çözeltisinden konulup karıştırılmıştır. Karışım 20° C'deki su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda karışıma 33 mL destile su ilave edilip, karıştırılmış ve bir saat süre ile 20 °C'da bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda 2 nolu krozeden süzölmüştür (Anonim,1992).

Krozedeki kalıntı üzerine 100 mL %8.3'luk NaOH çözeltisi konularak yıkanmış ve daha sonra yıkamaya destile su ile devam edilmiştir. Mavi turnusolla asit mevcudiyeti aranmıştır. Nötürleştirme sağlandığında yıkamaya son verilmiştir. Kroze içindeki kalıntı 105 ± 3°C'da kurutulup, bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Bütün yapılan bu işlemlerde TAPPI T 203 os-71 standart yöntemine uygundur. Elde edilen alfa selüloz tam kuru ekstrakte edilmiş holoselüloza oranla yüzde olarak hesaplanmıştır (Browning, 1967; Anonim, 1992).

3.2.2.5. Kül oranı

Kül tayini için platin, seramik veya silisten yapılmış ve yüksek ısıya dayanıklı kroze kullanılmıştır. Önce krozelerin 105±3 °C'da tam kuru ağırlıkları belirlenmiş ve üzerinde kül tayini yapılacak odun örneğinden yaklaşık 2 gr alınarak kroze konulmuştur. Bu kroze indirekt ısıtmalı bir fırına yerleştirilerek tüm karbon uzaklaştırılincaya kadar yakılmıştır. Uçmayı önlemek için başlangıçta sıcaklık yavaş yavaş artırılmıştır. Kül fırınında uygun görülen sıcaklık 575±25 °C'dir. Daha sonra fırının kapağı açılarak ısının düşmesi beklenerek, fırın ısısı 150° C'ye düştüğünde krozeler bir desikatöre alınarak soğutulmuş ve hassas bir şekilde tartılmıştır. Bütün bu yapılan bu işlemlerde TAPPI T 211 om-85 standart yöntemine uygun olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar tam kuru odun ağırlığına oranla % olarak hesaplanmış ve iki ondalık haneye kadar belirtilmiştir (Anonim, 1992).

3.2.2.6. Eter çözünürlük oranı

Odunun eterde çözünen kısmı mumlar, yağlar, reçineler ve benzeri maddelerin çözünmesinden ileri gelmiştir. Darası alınmış her bir süzme krozesi içine yaklaşık 2 gramlık iki örnek tartılmıştır. Örneğin biri bir kurutma fırınında 100-105° C'da 2 saat kurutulmuştur, desikatörde soğutulup tartılmıştır. Bir saatlik periyotlarla ağırlığı sabit olana kadar kurutmaya devam edilmiştir. Böylelikle odun örneğinin rutubeti belirlenmiştir. Diğer örnek darası alınmış sokslet ekstraksiyon balonu olan sokslet cihazına konmuştur. Örnek kaybını önlemek için krozenin tepesine 5 mesh'lik tel elek konisi yerleştirilmiştir. 200 mL dietil eter sürekli

kaynatılarak 6 ile 8 saat süre ile ekstraksiyona devam edilmiştir. Ekstraksiyon balonundan eteri buharlaştırdıktan sonra bir saat süre ile 105 ± 3 °C'daki bir etüvde balon ve içindekiler kurutulmuştur, bir desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Kurutmaya ağırlıkta değişiklik olmayana kadar devam edilmiştir. Bütün bu yapılan işlemlerde TS 4569 (1985) standart yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar tam kuru örneğe oranla yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim,1992).

3.2.2.7. Soğuk su çözünürlüğü

Önceden rutubet içeriği belirlenmiş yaklaşık 2 gr hava kurusu odun örneği 400 mL'lik bir behere yerleştirilmiştir. 300 mL destile su ilave edilmiştir. Bu karışım 23 ± 2 °C'da 48 saat süreyle sık sık karıştırılarak bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda odun örneği darası alınmış 2 nolu krozedden süzülmiştir. Destile su ile yıkanmış ve 105 ± 3 °C'da değişmez ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutma genellikle 4 saatlik süreyi gerektirmektedir. Daha sonra içinde aşırı derişik H₂SO₄ bulunan bir desikatörde soğutulup tartılmıştır. Bütün bu yapılan işlemlerde TAPPI T 207 om-88 standart yöntemi uygulanmıştır. Soğuk suda çözünen miktar tam kuru oduna oranla yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1992).

3.2.2.8. Sıcak su çözünürlüğü

100 mL destile edilmiş su ile rutubetli önceden belirlenmiş 2 gr hava kurusu odun tozu ile geri dönüşümlü kondensatör (soğutucu) ile önceden sağlanmış 200 mL'lik bir erlene yerleştirilmiştir. Erlen kaynayan su banyosuna konmuştur, su banyosundaki su seviyesi erlendeki sıvının seviyesine eşit olmaktadır. Yavaş olarak 3 saatlik kaynamadan sonra 2 nolu krozedden süzülüp sıcak su ile yıkanmıştır. 105 ± 3 °C' da kurutulmuştur, içinde derişik H₂SO₄ bulunan bir desikatörde soğutulup ve tartılmıştır. Bütün bu yapılan işlemlerde TAPPI T 207 om-88 standart yöntemi uygulanmıştır. Sıcak suda çözünen maddeler tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1992).

3.2.2.9. % 1'lik NaOH ' de çözünürlük oranı

Doğru olarak her biri 2 ± 0.1 gr civarında olan odun örnekleri tartılmıştır. Tartılan örnekler 200 mL'lik erlen içine konulmuş ve üzerine bir pipetle % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 mL ilave edilmiştir. Karıştırıldıktan sonra erlenler su banyosuna yerleştirilmiştir. Burada kaynamanın sabit sıcaklıkta yapılmasına, erlenin ağzının daha küçük erlenle kapatılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Erlen bir saat süre ile su banyosunda bırakılmış ve erlenin su banyosuna yerleştirilmesinden sonra 10., 15. ve 25. dakikalarda üç defa karıştırılmıştır. Bu

sürenin sonunda her erlen içindeki kalıntı, darası alınmış 2 nolu kroze üzerinde vakumlanarak süzölmüştür. Daha sonra da sıcak saf su ile yıkanmıştır. Kroze ve içindekiler 105±3 °C'de kurutulup, bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Bütün bu yapılan işlemlerde TAPPI T 207 om-88 standart yöntemi uygulanmıştır. Çözünen madde miktarı başlangıçtaki tam kuru ağırlığa oranla yüzde olarak belirtilmiştir (Anonim, 1992).

3.2.3. Lif morfolojik özelliklerinin belirlenmesi

Lif boyutlarının belirlenmesi amacıyla yapılan tüm işlemler lifin morfolojik özelliklerini vermektedir. Bu çalışmada fıstıkçanı ve yalancı akasya odunlarının öz odun ve diri odun kısımlarının ayrı ayrı lif morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için çeşitli lif morfoloji analizleri yapılmıştır. Lifin morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde maserasyon yöntemiyle elde edilen odun lifi preparatları kullanılmıştır. Lifin boyutlarını belirlemek için projeksiyon yöntemiyle lif boyutlarının ölçümü esasına dayanan TAPPI T 232 cm-85 standart prosedürüne göre lif preparatları alınıp liflerin görüntüsü projeksiyon cihazı tarafından kareli bir ekran üzerine yansıtılmış lif sayıları ve ölçüm sonuçları özel araçlarla kaydedilmiştir (Kırcı, 2006). Ekranlı vizopan mikroskopta; lif uzunluğu, lif genişliği, lif çeper kalınlığı, çift çeper kalınlığı, lümen çapı, lif çeper alanı, ve lif enine kesit alanı ölçülmüştür. Ölçümde elde edilen veriler kullanılmış; lif örneklerinin keçeleşme oranı, rijidite, runkel sınıflandırması, elastikiyet katsayısı, mühlstep sınıflandırması ve F faktörü hesaplanmıştır.

3.2.3.1. Maserasyon yöntemi

Odun elemanlarının serbest hale getirilmesinde “Schultze Yöntemi” kullanılmıştır. Schultze Yöntemi” odun elemanlarını bozmadığı ve kısa sürede sonuç verdiği için seçilmiştir. Odun örneklerinden kibrit çöpü büyüklüğünde parçalar çıkarılmış, “nitrik asit+potasyum klorat” ile muamele edilmiştir. Yumuşayan ve beyazlayan parçalar bir karıştırıcı ile ayrıştırılmış ve alkolle dehidrolize edilmiştir (su tamponunda). Masere edilen odun örnekleri küçük bir şişede gliserin ile depo edilip, ölçme esnasında safranin ile boyanmıştır. Gliserin’de depo edilen materyalden bir damla lam-lamel arasına alınmış, lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği, lif çeper kalınlığı ve trahe hücre uzunluğu ölçülmüştür (Ataç, 2009).

3.2.3.2. Keçeleşme oranı

Keçeleşme oranında lif uzunluğunun artışı orantıyı olumlu yönde etkilemektedir. Çoğu iğne yapraklı ağaç hamurunun keçeleşme oranı 100'ün üzerinde iken; yapraklı ağaç odunu ve ekin saplarının liflerinin keçeleşme oranı 70'in altındadır. Bu oranın 70'in altına düşmesi ile kâğıdın direnç özelliklerinin azalmaya başladığı kabul edilmektedir. Keçeleşme oranı; "lif uzunluğuX100/lif genişliği" formülünden hesaplanmıştır (Ataç, 2009).

3.2.3.3. Rijidite

Rijidite (katılık katsayısı) doğrudan hücre çeperi kalınlığı ile ilgili olup orantı sonucunda elde edilecek sayının büyüklüğü, kâğıdın fiziksel direnç özelliklerinin, özellikle de patlama ve kopma dirençlerini düşük olacağı anlamını taşır (Tank 1980). Rijidite; "lif çeper kalınlığıX100/lif genişliği" formülünden hesaplanmıştır (Ataç, 2009).

3.2.3.4. Runkel sınıflandırması

Runkel'in sınıflandırmasına göre lifler 3 kategori altında toplanır.

- 1.Runkel oranı > 1 olan kalın çeperli lifler
- 2.Runkel oranı = 1 olan orta kalın çeperli lifler
- 3.Runkel oranı < 1 olan ince çeperli lifler (Kırcı, 2000; Ataç, 2009).

Runkel'in sınıflamasına göre kalın çeperli liflerde Runkel oranı 1'den büyük olmakta, ancak bu lifler kâğıt yapımına en az uygun lifler olarak bildirilir. Runkel oranı 1'e eşit ise lifler kâğıt yapımına elverişli uygun, bu oran 1'den küçük olan lifler ise çeperler ince olduğu için kâğıt yapımı için en elverişli olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Kırcı 2006). Runkel sınıflandırması "2X lif çeper kalınlığı/lümen çapı" formülünden hesaplanmıştır (Ataç, 2009).

3.2.3.5. Elastikiyet katsayısı

Elastiklik oranı liflerin bireysel esnekliği ile ilgilidir. Aynı zamanda liflerin, dolaylı olarak liflerin elde edildiği odunun özgül ağırlığı ile ilgilidir. Elastiklik oranına göre lifler 4 grupta toplanmıştır. Elastikiyet katsayısı; "lümen çapı X100/ lif genişliği" formülünden hesaplanmıştır (Kırcı, 2006).

1. Elastikli katsayısı 75'ten büyük olan çok esnek lifler (özgül ağırlığı 0.5 g/cm³'den az olan odunlardan elde edilir.)

2. Elastiklik oranı 50-75 arasında olan esnek lifler (özgül ağırlığı $0.5-0.7 \text{ g/cm}^3$ olan odunlardan elde edilir.)
3. Elastiklik oranı 30-50 arasında olan rijit lifler (özgül ağırlığı $0.7-0.8 \text{ g/cm}^3$ olan odunlardan elde edilir
4. Elastiklik katsayısı 30'dan küçük olan çok rijit lifler (özgül ağırlık 0.8 g/cm^3 'den yüksek olan odunlardan elde edilir.

3.2.3.6. Mühlstep sınıflandırması

Lif çeper alanıX100/Lif enine kesit alanı şeklinde formülüne edilir ve küçük değerler kaliteli kâğıt büyük değerler daha az kaliteli kâğıt vermiştir (Eroğlu, 2005).

3.2.3.7. F faktörü

Lif uzunluğu X100/Çeper kalınlığı şeklinde formülüne edilip oran yüksek olursa kaliteli, sağlam kâğıtlar elde edilir (Eroğlu, 2005).

4. BULGULAR

4.1. Kimyasal Analizlere Ait Bulgular

Pinus pinea L.(Fıstıkçamı) ve *Robinia pseudoacacia* L.(Yalancı Akasya)'nin öz odun ve diri odunlarının örnekleri hazırlandıktan sonra rutubet tayini yapılmış, bulgular tam kuru örnek ağırlığına oranla yüzde olarak hesaplanmıştır.

Örneklerin öz ve diri odun kısımlarının hücre çeperi bileşenleri kimyasal analizleri daha önce belirtilen standartlara uygun olarak yapılmış olup aşağıda Çizelge 4.1'de yüzde olarak bulguları gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Fıstıkçamı ve yalancı akasya öz ve diri odunu hücre çeperi bileşenlerine ait bulgular

Odun Türü		Holo-selüloz	Selüloz	Lignin	α -Selüloz	Kül
Fıstıkçamı Öz odunu	1	74.58	45.42	28.76	62.48	0.14
	2	76.97	45.58	28.69	62.46	0.29
	3	75.67	46.40	28.83	62.47	0.09
	Ort.	75.77	45.80	28.76	62.47	0.18
	St. Sap.	0.9757	0.7194	0.0572	0.0082	0.0852
Fıstıkçamı Diri Odunu	1	72.24	48.85	27.26	65.58	0.39
	2	72.23	48.57	27.59	64.82	0.34
	3	72.25	48.70	27.53	65.86	0.34
	Ort.	72.24	48.70	27.46	65.42	0.36
	St. Sap.	0.0082	0.3624	0.1435	0.4393	0.0234
Yalancı Akasya Öz Odunu	1	79.55	50.34	24.59	61.13	0.14
	2	77.44	51.32	24.47	60.14	0.24
	3	78.11	49.85	24.62	60.31	0.24
	Ort.	78.50	50.53	24.56	60.53	0.21
	St. Sap.	0.8910	0.6120	0.0648	0.4320	0.0852
Yalancı Akasya Diri Odunu	1	79.74	49.20	23.95	63.30	0.34
	2	81.68	49.27	23.92	63.08	0.44
	3	80.71	49.45	23.83	63.43	0.44
	Ort.	80.71	49.31	23.90	63.27	0.41
	St. Sap.	0.7920	0.1054	0.0510	0.1444	0.0238

Çalışmamızda kullandığımız fıstıkçamı ve yalancı akasya ağaçlarının öz ve diri odunlarının çözünürlük değerleri daha önce belirtilen standartlara uygun olarak yapılmış olup bulgular aşağıda Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu çözünürlük değerleri bulguları

Odun Türü		Eter Çöz.	Soğuk Su Çöz.	Sıcak Su Çöz.	% 1'lik NaOH Çöz.
Fıstıkçamı Öz Odunu	1	25.15	9.74	14.08	36.91
	2	24.63	10.61	13.05	37.59
	3	24.22	9.70	13.50	38.95
	Ort.	24.66	10.02	13.54	37.81
	St. Sap.	0.3807	0.4199	0.4216	0.8481
Fıstıkçamı Diri Odunu	1	6.029	9.74	9.48	32.62
	2	6.075	9.68	11.10	32.45
	3	6.36	9.80	13.18	32.28
	Ort.	6.25	9.74	11.25	32.45
	St. Sap.	0.1748	0.0490	1.5145	0.8190
Yalancı Akasya Öz Odunu	1	11.46	10.87	11.85	22.52
	2	11.37	10.47	11.03	22.39
	3	11.89	10.67	11.81	23.12
	Ort.	11.57	10.67	11.56	22.68
	St. Sap.	0.2270	0.1633	0.3775	0.3180
Yalancı Akasya Diri Odunu	1	9.18	10.13	10.53	20.48
	2	9.26	10.43	10.54	20.21
	3	9.31	9.83	10.07	20.19
	Ort.	9.25	10.13	10.36	20.30
	St. Sap.	0.0029	0.2450	0.2202	0.1324

4.1.1. Hücre çeperi bileşenleri bulguları

4.1.1.1. Holoselüloz tayinine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve Robinia Pseudoacacia L.’nin öz ve diri odun kısımlarının holoselüloz tayini daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane holoselüloz deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu holoselüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	75.77	0.9757	72.79	78.74
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	72.24	0.0082	72.21	72.27
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	78.50	0.8910	75.78	81.22
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	80.71	0.7920	78.29	83.12

Çizelge 4.3'deki holoselüloz deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu holoselüloz oranı 75.77, fıstıkçamı diri odunu holoselüloz oranı % 72.24, yalancı akasya öz odunu holoselüloz oranı % 78.50, yalancı akasya diri odunu holoselüloz oranı % 80.71 olarak belirlenmiştir. En yüksek holoselüloz oranı yalancı akasya diri odunu (%80.71) ve en düşük holoselüloz oranı fıstıkçamı diri odununda (72.24) belirlenmiştir. Fıstıkçamının öz odunu diri odundan daha yüksek (%3.53) holoselüloz oranına, yalancı akasyanın öz odunu diri odunundan daha düşük (%2.21) holoselüloz oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1.2'de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; karaçam öz ve diri odunu holoselüloz oranı % 65.42 ve %67.46 (Ataç, 2009), Uludağ göknarı öz ve diri odun holoselüloz oranı %70.02 ve %70.78 (Ataç, 2009), sarıçam odunu holoselüloz oranı %73.67 (Tutuş ve ark., 2010). Bazı yapraklı ağaçların holoselüloz oranı ise; saplımeşe öz ve diri odunu holoselüloz oranı %70.11 ve %73.60 (Ataç, 2009), doğu kayını öz ve diri odunu holoselüloz oranı %77.51 ve %78.84 (Ataç, 2009), ak söğüt holoselüloz oranı %78.10 (Eroğlu ve Usta, 1989), okaliptus holoselüloz oranı %70-75 (Huş,1975).

Holoselüloz tayini bitkisel materyalin suda çözünmeyen karbonhidrat fraksiyonudur. Öz odun ile diri odun arasında holoselüloz miktarı olarak % 2-6 arasında fark bulunmaktadır. Çizelge 4.3'de görülen fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununa ait holoselüloz tayini bulguları söz konusu odunların literatürde verilen sonuçlarıyla hemen hemen aynı düzeydedir. Zira fıstıkçamı holoselüloz oranı %72.88 (Gönültaş, 2008) olarak ve yalancı akasya odununda holoselüloz oranı %81.50 (Kırcı,1986) olarak verilmiş olup bu oranlar çalışmamızda kullandığımız odunlarda tespit ettiğimiz değerlere çok yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda holoselüloz oranı %60-85 oranında değişmektedir. Literatür bilgileri

4.1.1.2. Selüloz tayinine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia L.*'nin öz ve diri odun kısımlarının selüloz tayini daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane holoselüloz deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu selüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	45.80	0.7194	43.60	47.99
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	48.70	0.3624	47.59	49.81
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	50.53	0.6120	48.68	52.67
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	49.31	0.1054	48.99	49.63

Çizelge 4.4'teki selüloz deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu selüloz oranı 45.80, fıstıkçamı diri odunu selüloz oranı % 48.70, yalancı akasya öz odunu selüloz oranı % 50.53, yalancı akasya diri odunu selüloz oranı % 49.31 olarak belirlenmiştir. En yüksek selüloz oranı yalancı akasya öz odununda (%50.53) ve en düşük selüloz oranı fıstıkçamı öz odununda (%45.80) belirlenmiştir. Çalışmamızda; fıstıkçamının öz odunu diri odunundan daha az (%2.90) selüloz oranına, yalancı akasyanın öz odunu ise diri odununa göre daha yüksek (%1.22) selüloz oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1.2'de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu selüloz oranını % 52.80 ve %56.50 (Hafizoğlu ve Usta, 2005) kızılçam öz ve diri odunu selüloz oranını %52.60 ve %57.90 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), sarıçam selüloz oranı 46.85 (Tutuş ve ark., 2010). Çizelge 1.2'de bazı yapraklı ağaçların selüloz oranı ise; anadolu kestanesi selüloz oranı % 53.35 (Akgün, 2005), ak söğüt selüloz oranı 53.50 (Eroğlu ve Usta, 1989).

Selüloz tayininde odunda bulunan lignin ve hemiselüloz uzaklaştırılır yani delignifikasyon işlemi gerçekleşmiş olur. Selüloz oranı, iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda ortalama olarak %50 civarındadır. Bu çalışmada bulduğumuz selüloz değeri Çizelge 4.4'te görülen yalancı akasya öz ve diri odununa ait selüloz tayini bulguları söz konusu odunun Çizelge 1.2'de verilen %52.7 (Kırcı, 1986) olarak verilen değerle hemen hemen aynı civarlardadır.

4.1.1.3. Lignin tayinine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia* L.'nin öz ve diri odun kısımlarının lignin tayini daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane lignin deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu lignin deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	28.76	0.0572	28.56	28.96
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	27.46	0.1435	27.32	27.90
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	24.56	0.0648	24.36	24.76
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	23.90	0.0510	23.74	24.06

Çizelge 4.5'teki lignin deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu lignin oranı 28.76 fıstıkçamı diri odunu lignin oranı % 27.46, yalancı akasya öz odunu lignin oranı %24.56, yalancı akasya diri odunu lignin oranı % 23.90 olarak belirlenmiştir. En yüksek lignin oranı fıstıkçamı öz odununda (%28.76), en düşük lignin oranı yalancı akasya diri odununda (% 23.90) belirlenmiştir. Çalışmamızda fıstıkçamının öz odunu diri odunundan daha fazla (%1.30) lignin oranına, yalancı akasya öz odunu ise diri odunundan daha fazla (%0.66) lignin oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1.2'de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu lignin oranını % 26.60 ile %28.30 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), kızılçam öz ve diri odunu lignin oranı %28 ile %29 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), karaçam öz ve diri odunu lignin oranı %26.57 ve %25.60 (Ataç, 2009) verilmiştir. Çizelge 1.2'de bazı yapraklı ağaçların lignin oranı ise; saplı meşe öz ve diri odunu lignin oranı %26.93 ve %21.64 (Ataç, 2009), doğu kayını öz ve diri odunu lignin oranı %22.88 ve %22.43 (Ataç, 2009), ak söğüt lignin oranı %21.60 (Eroğlu ve Usta, 1989) ve okaliptus lignin oranı %21-23 (Huş, 1975). Bu verilere göre çalışmamızda kullandığımız fıstıkçamı öz ve diri odunu lignin oranı kızılçam öz ve diri odunu selüloz oranına yakın oranda olduğu, yalancı akasya öz ve diri odunu lignin oranı ise, saplı meşe öz ve diri odunu lignin oranına yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Lignin oranı, iğne yapraklı ağaçların odunlarında %26-34 civarında, yapraklı ağaçların odunlarında yaklaşık %16-24 civarında değişmektedir. Literatür bilgileri. Çalışmamızda fıstıkçamı öz ve diri odunu lignin oranı Çizelge 1.2'de %29.56 (Gönültaş, 2008) olarak verilen fıstıkçamı lignin değeriyle aynı civarlardadır. Yalancı akasya öz ve diri odunu lignin

oranı Çizelge 1.2’de %21.40 (Kırcı,1986) olarak verilen değerden biraz yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda incelediğimiz söz konusu odunların lignin oranı hem iğne yapraklı ağaçların hem de yapraklı ağaçların lignin bulunma oranı aralığındadır.

4.1.1.4 α - Selüloz tayinine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia* L.’nin öz ve diri odun kısımlarının alfa selüloz tayini daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane alfa selüloz deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu α -selüloz deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	62.47	0.0082	62.44	62.49
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	65.42	0.4393	64.08	66.76
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	60.53	0.4320	59.21	61.85
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	63.27	0.1444	62.83	63.71

Çizelge 4.6’daki alfa selüloz deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu alfa selüloz oranı % 62.47, fıstıkçamı diri odunu alfa selüloz oranı % 65.42, yalancı akasya öz odunu alfa selüloz oranı % 60.53, yalancı akasya diri odunu alfa selüloz oranı % 63.27 olarak belirlenmiştir. En yüksek alfa selüloz oranı fıstıkçamı diri odununda (%65.42) ve en düşük alfa selüloz oranı yalancı akasya öz odununda (%60.53) belirlenmiştir. Çalışmamızda fıstıkçamının öz odunu diri odunundan daha az (%2.95) alfa selüloz oranına, yalancı akasyanın öz odunu ise diri odunundan daha az (%2.74) alfa selüloz oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Hücre çeperi bileşenleri (holoselüloz, selüloz, lignin, alfa selüloz) öz ve diri odun arasındaki farkların %2-6 arasında olduğu literatür olarak bilindiğinden bu farkların önemli olmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu alfa selüloz oranını % 45.2 ve %50 (Hafizolu ve Usta 2005) kızılçam öz ve diri odun alfa selüloz oranı %45.2 ve %50.20 (Hafizoğlu ve Usta 2005), karaçam öz ve diri odunu alfa selüloz oranı %41.84 ve %44.60 (Ataç, 2009), sarıçam alfa selüloz oranı %68.19 (Tutuş ve ark., 2010). Bazı yapraklı ağaçların alfa selüloz oranı ise; saplımeşe öz ve diri odunu alfa selüloz oranı % 39.97 ve %40.63 (Ataç, 2009) doğu kayını öz ve diri odunu alfa selüloz oranı %42.61 ve %41.05 (Ataç, 2009) ve okaliptus alfa selüloz oranı %38-42 (Huş, 1975). Bu verilere göre çalışmamızda kullandığımız fıstıkçamı öz ve diri odunu alfa selüloz oranı

sarıçam selüloz oranına yakın oranda olduğu, yalancı akasya öz ve diri odunu alfa selüloz oranı ise, bazı yapraklı ağaçlardan daha yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.

Alfa selüloz bitkisel maddedeki karbonhidratın % 17.5'luk NaOH çözeltisine dayanıklı olan kısmıdır. Fıstıkçamı öz ve diri odunu alfa selüloz oranı söz konusu odunun Çizelge 1.2'de %61.93 (Gönültaş, 2008) verilen değeriyle aynı civarlarda olduğu, yalancı akasya öz ve diri odununun alfa selüloz oranı ise Çizelge 1.2'de (Kırcı, 1986) %51 tespit ettiği değerden ise biraz yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir.

4.1.1.4. Kül tayinine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve Robinia Pseudoacacia L.'nin öz ve diri odun kısımlarının kül tayini daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane kül deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu kül deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	0.18	0.0852	0.08	0.44
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	0.36	0.0234	0.29	0.43
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	0.21	0.0852	0.07	0.35
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	0.41	0.0238	0.34	0.48

Çizelge 4.7'deki kül deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu kül oranı %0.18, fıstıkçamı diri odunu kül oranı % 0.36, yalancı akasya öz odunu kül oranı % 0.21, yalancı akasya diri odunu kül oranı % 0.41 olarak belirlenmiştir. En yüksek kül oranı fıstıkçamı öz odununda (%0.41) ve en düşük kül oranı fıstıkçamı öz odununda (%0.18) belirlenmiştir. Çalışmamızda fıstıkçamının öz odunu kül oranı diri odunundan fazla (%0.18), yalancı kasyanın kül oranı diri odunundan fazla (%0.2) olduğu tespit edilmiştir.

Bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçamın kül oranı % 0.40 (Tutuş ve ark., 2010), doğu ladini kül oranı %0.40 (Bostancı, 1979). Bazı yapraklı ağaçların kül oranı ise; okaliptüs 0.40-0.60 (Huş,1975).

Çizelge 4.7'de görülen fıstıkçamı öz ve diri odunu kül oranı Çizelge 1.2'de verilen fıstıkçamı diri odunu kül oranı olan %0.23 (Gönültaş, 2008) ile aynı düzeydedir ve yalancı akasya odununa ait kül tayini oranı söz konusu odunun Çizelge 1.2'de %0.54 olarak verilen değerinden biraz yüksektir. Fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununun

kül tayini oranları incelendiğinde Çizelge 1.2’de verilen bazı iğne yapraklı ağaçlar ve yapraklı yapraklı ağaçların kül bulunma oranlarıyla aynı civarlarda bulunmaktadır.

4.1.2. Çözünürlük karakteristiklerine ait bulgular

4.1.2.1. Eter çözünürlük oranına ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia L.*’nin öz ve diri odun kısımlarının eter çözünürlüğü daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane eter çözünürlük deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu eter çözünürlüğü oranının ortalamaları, standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	24.66	0.3807	23.50	25.82
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	6.25	0.1748	5.72	6.78
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	11.57	0.2270	10.88	12.26
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	9.25	0.0029	9.24	9.26

Çizelge 4.8’deki eter çözünürlüğü deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu eter çözünürlüğü % 24.66, fıstıkçamı diri odunu eter çözünürlüğü o % 6.25, yalancı akasya öz odunu eter çözünürlüğü % 11.57, yalancı akasya diri odunu eter çözünürlüğü % 9.25 olarak belirlenmiştir. En yüksek eter çözünürlüğü fıstıkçamı öz odununda (%24.66) ve en düşük eter çözünürlüğü fıstıkçamı diri odununda (%6.25) belirlenmiştir. Fıstıkçamının öz odunu diri odunundan daha fazla (%18.01) ve yalancı akasya öz odunu diri odunundan daha fazla (%2.32) eter çözünürlüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Her iki odununda öz odunu diri odunundan daha fazla eter çözünürlüğüne sahip olup bunun nedeni öz odunun içerdiği çeşitli ekstraktif maddelerdir.

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu alkol çözünürlüğü % 4.70 ve %2.50 (Hafizoğlu ve Usta 2005), kızılçam öz ve diri odun alkol çözünürlüğü %7.60 ve %5.70 (Hafizoğlu ve Usta 2005), karaçam öz ve diri odunu alkol çözünürlüğü %16.64 ve %4.28 (Ataç, 2009), uludağ göknarı öz ve diri odunu alkol çözünürlüğü %1.78 ve %1.82 (Ataç, 2009).

Bazı yapraklı ağaçların alkol çözünürlüğü ise; saplımeşe öz ve diri odunu alkol çözünürlüğü % 6.83 ve %5.26 (Ataç, 2009) doğu kayını öz ve diri odunu %1.75 ve %1.91

(Ataç, 2009), aksöğüt alkol çözünürlüğü %3.20 (Eroğlu ve Usta, 1989), anadolu kestanesi alkol çözünürlüğü %19.80 (Akgün, 2005), okaliptus alkol çözünürlüğü %0.10-0.20 (Huş, 1975) olarak verilmiştir.

Fıstıkçamının eter çözünürlüğü söz konusu odunun Çizelge 1.2’de %0.15 (Gönültaş, 2008) olarak verilen alkol çözünürlüğüyle uyuşmamaktadır. Yalancı akasyanın eter çözünürlüğü ise Çizelge 1.2’de yalancı akasya alkol çözünürlüğü %6.70 (Kırcı, 1986) olarak verilen değerinden yüksektir.

4.1.2.2. Soğuk su çözünürlüğü deneyine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia L.*’nin öz ve diri odun kısımlarının soğuk su çözünürlüğü daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane soğuk su çözünürlük deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Fıstıkçanı, yalancı akasya öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçanı Öz Odunu	3	10.02	0.4199	8.74	11.30
Fıstıkçanı Diri Odunu	3	9.74	0.0490	9.59	9.90
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	10.67	0.1633	10.17	11.16
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	10.13	0.2450	9.38	10.87

Çizelge 4.9’deki soğuk su çözünürlüğü deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçanı öz odunu soğuk su çözünürlüğü % 10.02, fıstıkçanı diri odunu soğuk su çözünürlüğü % 9.74, yalancı akasya öz odunu soğuk su çözünürlüğü % 10.67, yalancı akasya diri odunu soğuk su çözünürlüğü oranı % 10.13 olarak belirlenmiştir. En yüksek soğuk su çözünürlüğü oranı yalancı akasya öz odununda (%10.67) ve en düşük soğuk su çözünürlüğü fıstıkçanı diri odununda (%9.74) belirlenmiştir. Çalışmamızda fıstıkçanı öz odunu diri odunundan daha fazla (%0.28) ve yalancı aksayanın öz odunu diri odunundan daha fazla (%0.54) oranda soğuk su çözünürlüğüne sahiptir. Her iki odunun öz odunu ile diri odunu arasında soğuk su çözünürlüğü oranı arasında fark fazla olmayıp söz konusu odunların öz odunları diri odunlarına göre daha fazla soğuk su çözünürlüğüne sahiptir.

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü % 2.80 ve %2.00 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), kızılçam öz ve diri odun

soğuk su çözünürlüğünü o%3.10 ve %2.40 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), karaçam öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü %2.40 ve %1.29 (Ataç, 2009), uludağ göknarı öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü %1.50 ve %1.35 (Ataç, 2009). Bazı yapraklı ağaçların soğuk su çözünürlüğü ise; saplımeşe öz ve diri odununda %5.66 ve %4.41 (Ataç, 2009), doğu kayını öz ve diri odununda %1.52 ve %2.01 (Ataç, 2009), anadolu kestanesi soğuk su çözünürlük %15.59 (Akgün, 2005). Bu verilere göre fıstıkçamı öz ve diri odunu soğuk su çözünürlüğü bazı yapraklı ağaçların soğuk su çözünürlüğünden yüksek olduğu, yalancı akasyanın ise okaliptus odununa yakın oranda soğuk su çözünürlüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2.3. Sıcak su çözünürlüğü deneyine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia L.*'nin öz ve diri odun kısımlarının sıcak su çözünürlüğü daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane sıcak su çözünürlük deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu sıcak su çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerler

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	13.54	0.4216	12.25	14.82
Fıstıkçamı Diri Odunu	3	11.25	0.5145	9.63	11.87
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	11.56	0.3775	10.40	12.71
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	10.36	0.2202	9.69	11.03

Çizelge 4.10 incelendiğinde fıstıkçamı öz odunu sıcak su çözünürlüğü %13.54, fıstıkçamı diri odunu sıcak su çözünürlüğü %11.25, yalancı akasya sıcak su çözünürlüğü %11.56 ve yalancı akasya sıcak su çözünürlüğü %10.36 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda fıstıkçamı öz odunu, diri odunundan daha fazla (%2.29) ve yalancı akasyanın ise öz odunu diri odunundan daha fazla (%1.20) sıcak su çözünürlüğü oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Her iki odunun öz odunları diri odunlara göre daha fazla sıcak su çözünürlüğü oranına sahiptir. Bunun nedenlerinden birisi ise, öz odunda bulunan ekstraktif madde miktarının fazla olması ve bu maddelerin sıcak su ile çözünmesi olabilir.

Çizelge 1.2 incelenecek olursa bazı iğne yapraklı ağaçların sıcak su çözünürlüğü oranları ise şöyledir; sarıçam öz ve diri odununda %4.40 ile %3.20 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), kızılçam öz ve diri odununda %6.50 ve %5.10 (Hafizoğlu ve Usta,2005), karaçam öz ve diri odunu % 4.29 ve %1.69 (Ataç, 2009). Bazı yapraklı ağaçların sıcak su çözünürlüğü oranı ise;

saplmeşe öz ve diri odununda %8.55 ve %6.59 (Ataç, 2009), doğu kayını öz ve diri odunu %2.99 ve %3.09 (Ataç, 2009), anadolu kestanesi %17.85 (Akgün, 2005), ak söğüt %7.40 (Eroğlu ve Usta,1989), okalıptus %2.00-4.00 (Huş, 1075). Bu verilere göre fıstıkçamı öz ve diri odunu sıcak su çözünürlüğü bazı yapraklı ağaçlardan yüksektir. Yalancı akasyanın öz ve diri odunu sıcak su çözünürlüğü oranı ise ak söğüt odununa aynı civarlarda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca söz konusu odunların sıcak su çözünürlüğü fıstıkçamını öz ve diri odunu, Çizelge 1.2’de verilen %3.62 (Gönültaş, 2008) olarak verilen değerine göre daha düşüktür. Yalancı aksyanın ise, Çizelge 1.2’de %8.10 (Kırcı,1986) olarak verilen değerıyla aynı düzeyde olduğu belirlenmiştir.

4.1.2.4. % 1’lik NaOH çözünürlüğü deneyine ait bulgular

Pinus Pinea L. ve *Robinia Pseudoacacia L.*’nin öz ve diri odun kısımlarının %1’lik NaOH çözünürlüğü daha önce belirtilen standart metotlara uygun olarak yapılmış olup her odun için üçer tane %1’lik NaOH çözünürlük deneyi yapılmıştır. Elde edilen bulguların ortalamaları, %95 güven aralığında standart sapmaları, maksimum ve minimum değerleri aşağıda Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Fıstıkçamı, Yalancı Akasya öz ve diri Odunu % 1’lik NaOH çözünürlüğü deneyi bulgularının ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerler

Odun Türü	Numune Sayısı	Ortalama (%)	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	37.81	0.8581	38.39	35.22
Fıstıkçamı Öz Odunu	3	32.45	0.8401	32.03	32.87
Yalancı Akasya Öz Odunu	3	22.68	0.3180	22.45	22.91
Yalancı Akasya Diri Odunu	3	20.30	0.1324	20.21	20.39

Çizelge 4.11’deki %1’lik NaOH çözünürlüğü deneyi bulguları incelendiğinde; fıstıkçamı öz odunu %1’lik NaOH çözünürlüğü % 37.81, fıstıkçamı diri odunu %1’lik NaOH çözünürlüğü % 32.45, yalancı akasya öz odunu %1’lik NaOH çözünürlüğü % 22.68, yalancı akasya diri odunu %1’lik NaOH çözünürlüğü % 20,30 olarak belirlenmiştir. En yüksek %1’lik NaOH çözünürlüğü fıstıkçamı öz odununda (%37.81) ve en düşük %1’lik NaOH çözünürlüğü yalancı akasya diri odununda (%20.30) belirlenmiştir. Çalışmamızda fıstıkçamı öz odunu diri odunundan daha fazla %5.36) ve yalancı akasya öz odunu diri odunundan daha fazla (%2.38) %1’lik NaOH çözünürlüğü oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1.2’de görüldüğu gibi bazı iğne yapraklı ağaçlardan; sarıçam öz ve diri odunu %1’lik NaOH çözünürlüğüğünü %13.20 ve %19.40 (Hafizoğlu ve Usta, 2005), kızılçam öz ve diri odununda %1’lik NaOH çözünürlüğüğünü %10.20 ve %9.10 (Hafizoğlu ve Usta, 2005),

karaçam öz ve diri odunu %1'lik NaOH çözünürlüğü oranı %22.30 ve %9.43 (Ataç, 2009), uludağ göknarı öz ve diri odunu %1'lik NaOH çözünürlüğü oranı %7.57 ve %8.60 (Ataç, 2009). Bazı yapraklı ağaçların %1'lik NaOH çözünürlüğü oranı ise; saplımeşe öz ve diri odununda %21.43 ve %18.16 (Ataç, 2009), doğu kayını öz ve diri odununda %15.50 ve %14.80 (Ataç, 2009), ak söğüt odununda %21.50 (Eroğlu ve Usta, 1989) ve okaliptus odununda %11-14 (Huş, 1975). Bu verilere göre fıstıkçamı öz ve diri odunu bazı iğne yapraklı ağaçlardan daha fazla oranda %1'lik NaOH çözünürlüğü oranına, yalancı akasya ise ak söğüt odununuyla aynı değerlerde %1'lik NaOH çözünürlüğü oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu odunlardan fıstıkçamı öz ve diri odunu Çizelge 1.2'de verilen %15.57 (Gönültaş, 2008) değerine oranla biraz yüksek oranda ve yalancı akasya ise Çizelge 1.2'de %22.10 (Kırcı, 1986) olarak verilen değerine göre aynı oranda %1'lik NaOH çözünürlüğü oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu analiz, odunun sıcak seyreltik alkaliyle çözülmeye karşı dayanıklılığını belirler. Bu çözünürlüğün en önemli uygulaması odun örneğinde var olan mantar çürüklülüğünün derecesini yani degradasyona uğramış selüloz miktarını belirlemektedir. Kâğıt hamuru veriminin ne ölçüde düşeceğini anlamakta yol gösterir.

4.2. Morfolojik Analiz Bulguları

Pinus Pinea L. (Fıstıkçamı) ve *Robinia Pseudoacacia* L. (Yalancı Akasya)'nin morfolojik analizi maserasyon yöntemi kullanılarak yapılmış olup lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği, lif enine kesit alanı, lümen çapı ölçülmüştür. Elde edilen bulgular Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu lif boyut analizi

Odun Türü	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Genişliği (µm)	Lümen çapı (µm)	Çift Çeper Kalınlığı (µm)
Fıstıkçamı Öz Odunu	2.196	43.56	17.68	25.88
Fıstıkçamı Diri Odunu	3.057	50.64	31.00	19.64
Yalancı Akasya Öz Odunu	1.293	15.44	9.40	6.04
Yalancı Akasya Diri Odunu	1.263	14.88	8.36	6.52

Çizelge 4.12 incelenecek olursa fıstıkçamı öz odunu lif uzunluğu 2.196 mm fıstıkçamı diri odunu lif uzunluğu 3.057 mm, yalancı akasya öz odunu lif uzunluğu 1.293 mm, yalancı akasya diri odunu lif uzunluğu 1.263 mm'dir. Yine lif genişliği ise fıstıkçamı öz odununun 43.56 µm, fıstıkçamı diri odunu 50.64 µm, yalancı akasya öz odunu lif genişliği 15.44 µm, yalancı akasya diri odunu lif genişliği 14.88 µm olarak belirlenmiştir. Lümen çapı; fıstıkçamı

öz odunu 17.68 μm , fıstıkçamı diri odunu lümen çapı 31.00 μm , yalancı akasya öz odunu lümen çapı 9.40 μm , yalancı akasya diri odunu lümen çapı ise 8.36 μm olarak belirlenmiştir. Çeper kalınlığı ise lif genişliğinden lümen çapının çıkarılıp ikiye bölünmesiyle elde edilir. Fıstıkçamı öz odunu çift çeper kalınlığı 25.88 μm , fıstıkçamı diri odunu çift çeper kalınlığı 19.64 μm , yalancı akasya öz odunu çift çeper kalınlığı 6.04 μm , yalancı akasya çift çeper kalınlığı 6.52 μm olarak belirlenmiştir.

Bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçların lif boyutları ise, Çizelge 1.3’de verilmiştir. Bu tabloya göre; karaçam lif genişliği 46.11 μm (İstek ve ark., 2008), lümen çapı 33.07 μm (İstek ve ark., 2008) ve çift çeper kalınlığı 13.04 μm (İstek ve ark.,2008), sahilçamı; lif uzunluğu 2.99 mm (İstek ve ark., 2008), lif genişliği 47.48 μm (İstek ve ark., 2008), lümen çapı 35.89 μm (İstek ve ark., 2008), çift çeper kalınlığı 11.58 μm (İstek ve ark., 2008), ak söğüt odunu lif boyutları ise şöyledir; lif uzunluğu 1.194 mm (Alkan ve ark., 2003), lif genişliği 24.10 μm (Alkan ve ark., 2003), lümen çapı; 16.10 μm (Alkan ve ark., 2003), çift çeper kalınlığı; 8.00 μm (Alkan ve ark., 2003); kara kavak lif boyutları ise; lif uzunluğu 1.249 mm (Alkan ve ark., 2003), lif genişliği 27.17 μm (Alkan ve ark., 2003), lümen çapı 17.70 μm (Alkan ve ark., 2003), çift çeper kalınlığı 9.96 μm (Alkan ve ark., 2003) olarak belirtilmiştir.

İğne yapraklı ağaçların lif uzunluğu 3-5 mm ve lif genişliği 30-50 mikron arasında; yapraklı ağaçların lif uzunluğu 0.8-1.5 mm, lif genişliği 15-30 mikron arasında değişmektedir (Akgün, 2005). Bu verilere göre; fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunu lif uzunluğu ve lif genişliği belirtilen lif aralığındadır. Buna göre fıstıkçamı öz ve diri odunu uzun lifli, kalın çeperli ve dar lümenli olduğu, yalancı akasyanın ise kısa lifli ince çeperli geniş lümenli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12’deki lif boyutları kullanılarak fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununun lif boyut analizi hesaplamaları yapılmıştır. Buna göre keçeleşme oranı, rijidite oranı, runkel oranı, elastiklik katsayısı, Mühlstep oranı ve F faktörü hesaplanmış olup bulgular aşağıda Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Fıstıkçamı, yalancı akasya öz ve diri odunu mikrografik ölçümler

Odun Türü	Keçeleşme Oranı	Rijidite	Runkel Oranı	Elastiklik Katsayısı	Mühlstep Katsayısı	F Faktörü
Fıstıkçamı Öz Odunu	50.41	29.66	1.46	40.67	83.52	169.70
Fıstıkçamı Diri odunu	60.36	19.35	0.63	61.23	62.52	311.30
Yalancı Akasya Öz Odunu	83.74	19.48	0.64	60.94	62.93	428.14
Yalancı Akasya Diri Odunu	84.87	21.50	0.77	56.39	68.43	387.42

Çizelge 4.13'deki veriler incelenecek olursa; keçeleşme oranı lif uzunluğunun lif genişliğine bölünmesiyle elde edilir. Fıstıkçamı öz odunu keçeleşme oranı 50.41, fıstıkçamı diri odunu keçeleşme oranı 60.36 yalancı akasya öz odunu keçeleşme oranı 83.74, yalancı akasya diri odunu keçeleşme oranı 84.87 belirlenmiştir. Çizelge 1.4 verildiği gibi bu değer kızılçamda 110.00 (Bektaş ve ark., 1999), karaçamda 82.63 (İstek ve ark., 2008), sahilçamı keçeleşme oranı 61.80 (İstek ve ark., 2008) uludağ göknarı öz ve diri odununda 66.56 ve 71.76 (Ataç, 2009) ve karaçam öz odunu ve diri odununda 43.34 ve 57.14 (Ataç, 2009)'tır. Bazı yapraklı ağaçlarda keçeleşme oranı Çizelge 1.4'e bakıldığında ak söğüt keçeleşme oranı 49.53 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak odunu keçeleşme oranı 45.96 (Alkan ve ark., 2003), doğu çınarı odunu keçeleşme oranı 53.12 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak keçeleşme oranı 50.61 (Alkan ve ark., 2003) olarak verilmiştir. Keçeleşme oranı 70'in altına düşmesiyle kağıdın direnç özelliklerinin düşmeye başlayacağı kabul edilmektedir. Keçeleşme oranının yüksek olması kağıdın sağlamlığı, yırtılma, kopma ve çift katlama dirençlerinin yüksek olacağını gösterir (İstek ve Ark., 2008). Çalışmamızdaki odunlardan keçeleşme oranı fıstıkçamı öz odunu ile diri odunu arasında fark fazla (%9.59) iken yalancı akasya öz ve diri odununda bu fark yok denecek kadar azdır.

Rijidite katsayısı hücre çeper kalınlığının lif çapına bölünmesiyle elde edilir. Çalışmamızda ise rijidite katsayısı değeri; fıstıkçamı öz odunu için 29.66, fıstıkçamı diri odunu için 19.35, yalancı akasya öz odunu için 19.48, yalancı akasya diri odunu için 21.50 olarak belirlenmiştir. Rijidite katsayısı bazı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda Çizelge 1.4'te verildiği gibi şöyledir; iğne yapraklılardan kızılçamda 18.15 (Bektaş ve ark.,1999), karaçamda 20.33 (İstek ve ark., 2008), sahilçamında 17.14 (istek ve ark., 2008), karaçam öz ve diri odununda 7.00 ve 14.00 (Ataç, 2009), doğu ladininde 16.70 (Topçuoğlu, 1985), toros karaçamında 13.00 (Bozkurt, 1971)'tir. Çizelge 1.4'e bakıldığında rijidite katsayısı bazı yapraklı ağaçlarda ise şöyledir; ak söğüt odununda 16.59 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak odununda 18.32 (Alkan ve ark., 2003) doğu çınarı odununda 32.03 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak odununda 25.51 (Alkan ve ark., 2003). Rijidite katsayısı iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlar için 10-20 arasındadır. Bu değer yüksek olması kağıdın kopma, yırtılma, patlama, ve çift katlama direncini olumsuz yönde etkiler (Bektaş ve ark., 1999). Rijidite değeri en yüksek fıstıkçamı öz odununda (%29.66), en düşük ise fıstıkçamı diri odununda (%19.35) ölçülmüştür.

Runkel oranı lif çeper kalınlığının 2 ile çarpılıp lif lümen çapına bölünmesiyle elde edilir. Çizelge 4.13 incelenecek olursa; fıstıkçamı öz odunu runkel oranı 1.46, fıstıkçamı diri

odunu runkel oranı 0.63, yalancı akasya öz odunu runkel oranı 0.64, yalancı akasya diri odunu runkel oranı 0.77 olarak belirlenmiştir. Çizelge 1.4 incelenecek olursa bazı iğne yapraklı ağaçlarda runkel oranı; kızılçam da 0.58 (Bektaş ve ark.,1999), karaçamda 0.41 (İstek ve ark.,2008), sahilçamında 0.34 (İstek ve ark., 2008), karaçam öz ve diri odununda 0.19 ve 0.38 (Ataç,2009), uludağ göknarı öz ve diri odununda 0.33 ve 0.26 (Ataç, 2009), doğu ladininde 0.54 (Topçuoğlu, 1985), ve toros karaçamında 0.36 (Bozkurt, 1971)'tir. Çizelge 1.4 incelenecek olursa runkel değeri bazı yapraklı ağaçlarda ise şöyledir; saplı meşe öz ve diri odununda 2.60 ve 2.93 (Ataç, 2009), uludağ göknarı öz ve diri odununda 0.96 ve 1.23 (Ataç, 2009), ak söğüt runkel oranı 0.49 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak runkel oranı 0.56 (Alkan ve ark., 2003), doğu çınarı runkel oranı 1.78 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak runkel oranı 1.04 (Alkan ve ark., 2003) olarak belirtilmiştir. Runkel oranı 1'den büyük olan lifler kalın çeperli, runkel oranı 1'e eşit olan lifler orta kalın çeperli ve runkel oranı 1'den küçük olan lifler ince çeperli olup kağıt yapımına uygundur (Eroğlu, 2005). Çalışmamızda kullanılan ağaçlardan sadece fıstıkçamı öz odunu runkel oranı 1'den büyük olup diğerleri 1'den küçüktür ve kağıt yapımına oldukça uygun lif özelliklerine sahiptir.

Elastikiyet (İstas) katsayısı lif lümen çapının lif genişliğine bölünmesiyle elde edilir. Bu oran 50–75 arasındaki değerlerde olan hücreler kısmen kalın çeperlidir. Bu değer 0.5–0.7 g/cm³ yoğunluğa sahip odunlardan elde edildiğini belirtilmektedir. Bu lifler kağıt yapımı sırasında kısmen ezildiğinden iyi nitelikli kağıtlar verecektir (Bostancı, 1987; Bektaş ve ark., 1999). Çalışmamızda kullanılan odunların elastikiyet katsayısı Çizelge 4.13'e bakılarak incelenecek olursa; fıstıkçamı öz odunu 40.67 fıstıkçamı diri odunu 61.23, yalancı akasya öz odunu 60.94 ve yalancı akasya diri odunu 56.39 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan ağaçlardan sadece fıstıkçamı öz odunu 50'nin altında elastikiyet oranına sahip olup lümenleri dar, lifleri kalın çeperli olduğunu gösterir. Fıstıkçamı diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunu ise 50-75 arasında elastikiyet katsayısına sahip olup çeper kalınlıkları biraz fazla ve lümenlerinin geniş olduğunu gösterir. Ayrıca elastikiyet katsayısının artması kağıdın fiziksel direnç özelliklerini iyileştirir. Elastikiyet katsayısı Çizelge 1.4 'e bakılarak incelenecek olursa, kızılçamda 62.31 (Bektaş ve ark., 1999), karaçamda 71.26 (İstek ve ark., 2008), sahilçamında 74.78 (İstek ve ark. 2008), karaçam öz ve diri odununda 68.50 ve 72.40 (Ataç, 2009), uludağ göknarı öz ve diri odununda 76.75 ve 80.00 (Ataç, 2009) olduğu belirtilmiştir. Bazı yapraklı ağaçların elastikiyet katsayısı ise; ak söğüt elastiklik oranı 66.80 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak elastikiyet katsayısı 65.14 (Alkan ve ark., 2003), doğu çınarı elastikiyet katsayısı 35.89 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak elastikiyet katsayısı 48.91 (Alkan ve ark., 2003) olduğu

belirtilmiştir. Bu verilere göre fıstıkçamı öz ve diri odunu elastikiyet katsayısı yukarıda belirtilen iğne yapraklı ağaçlardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yalancı akasya öz ve diri odunu elastikiyet katsayısı ise ak söğüt ve kara kavaktan biraz düşük, doğu çınarı ve adi dişbudaktan çok yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir.

Mühlstep sınıflandırması hücre çeper alanının lif enine kesit alanına bölünmesiyle elde edilir ve bu değer liflerin morfolojik özelliklerinin kağıdın fiziksel özelliklerini nasıl etkileyeceği hakkında ön bilgi vermektedir. Küçük değerler kaliteli kağıt büyük değerler daha az kaliteli kağıt verir. Küçük çeperli liflerin kâğıt yapımı sırasında kolayca ezilerek kâğıdın yoğunluğunu artıracığı ve direnç değerlerini yükselteceği belirtilmektedir (Casey, 1961). Çalışmamızda kullanılan odunların mühlstep değerleri Çizelge 4.13'e bakılarak incelenecek olursa; fıstıkçamı öz odunu 83.52, fıstıkçamı diri odunu 62.52, yalancı akasya öz odunu 62.93 ve yalancı akasya diri odunu 68.43 olarak belirlenmiştir. Fıstıkçamı öz odunu ile diri odunu arasında mühlstep değeri oranı farkı fazla olup yalancı aksya öz odunu ile diri odunu arasındaki fark fazla değildir. Çizelge 1.4'e bakılacak olursa bazı ağaçların mühlstep değeri ise şöyledir; kızılçamda 61.20 (Bektaş ve ark., 1999) karaçamda 57.49 (İstek ve ark., 2008), sahil çamında ise 50.45 (İstek ve ark., 2008) ve toros sedirinde 41.34 (Erdin, 1985) olduğu belirtilmektedir. Bazı yapraklı ağaçların mühlstep oranları ise; ak söğüt mühlstep oranı 55.37 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak mühlstep oranı 57.56 (Alkan ve ark., 2003), doğu çınarı mühlstep oranı 87.11 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak mühlstep oranı 76.07 (Alkan ve ark., 2003) olduğu belirtilmiştir. Bu verilere göre fıstıkçamı öz ve diri odunu mühlstep oranı bazı iğne yapraklı ağaçlardan yüksek, yalancı akasya öz ve diri odunu mühlstep oranı ak söğüt ve kara kavaktan yüksek doğu çınarı ve adi dişbudaktan düşüktür.

F faktörü lif uzunluğunun lif çeper kalınlığına bölünmesiyle elde edilir ve bu hesaplanan değer elde edilecek kağıtların esnekliği hakkında bilgi vermektedir (Casey, 1961). Çalışmamızda kullanılan odunların F faktörü ise Çizelge 4.13'e gösterildiği gibi şöyledir; fıstıkçamı öz odunu 169.70, fıstıkçamı diri odunu 311.30, yalancı akasya öz odunu 428.14, yalancı akasya diri odunu 387.42 olarak bulunmuştur. F faktörünün artmasıyla elde edilecek kağıtların esnekliği artacaktır. F faktörü bazı ağaçlarda ise Çizelge 1.4'te verildiği gibi şöyledir; kızılçamda 606.66 (Bektaş ve ark., 1999), karaçamda 586.38 (İstek ve ark., 2008), toros sedirinde 410.34 (Erdin,1985), sahilçamında 512.00 (İstek ve ark., 2008). Bazı yapraklı ağaçların F faktörü Çizelge 1.4'e bakılırsa; ak söğüt F faktörü 298.45 (Alkan ve ark., 2003), kara kavak F faktörü 250.75 (Alkan ve ark., 2003), doğu çınarı F faktörü 165.82 (Alkan ve ark., 2003), adi dişbudak F faktörü 198.33 (Alkan ve ark., 2003) olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız ağaçlardan fıstıkçamı öz odunu çok düşük F faktörüne sahip olup fıstıkçamı öz odunu ile diri odunu arasında fark neredeyse iki kat, yalancı akasyanın öz odunu ile diri odunu arasında fazla belirgin bir fark yoktur. Fıstıkçamı öz ve diri odunu iğne yapraklı ağaçlara göre çok daha düşük esnekliğe sahiptir.

Lifsel hücrelerin morfolojik faktörleri ile kağıdın fiziksel direnç özellikleri arasındaki ilişkiler aşağıda Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Lif morfolojik özellikleri ile kağıdın fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler

İlişkiler	Patlama Direnci	Yırtılma Direnci	Çift Katlama Direnci	Kağıdın Yoğunluğu ^(*)
Lif uzunluğu arttıkça	+	++	+	-
Hücre çeperi kalınlığı arttıkça	-	+	--	--
Hücre çeperi kalınlığı azaldıkça	+	-	++	++
Lif uzunluğu / Lif genişliği arttıkça			+	
Lif kıvrıklığı arttıkça	--	+	+	-

- (*) : Porozite, hava geçirgenliği, su tutma kapasitesi ve hacimlilik, yoğunlukla ters orantılıdır.
 (+) : Pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir.
 (++) : Kesinlikle pozitif etkisi vardır.
 (-) : Negatif etkisinin olduğu belirlenmiştir.
 (--) : Kesinlikle negatif etkisi vardır.

Çizelge 4.14 incelendiğinde, lif uzunluğunun artması ve hücre çeperi kalınlığındaki azalmaların kağıdın fiziksel dirençleri üzerinde önemli oranda etkili olduğu görülmektedir. Genel olarak lif uzunluğu artarsa kağıdın patlama, yırtılma ve çift katlama dirençleri artmaktadır. Lif hücre çeperi kalınlığı arttıkça patlama ve çift katlama direnci artmakta yırtılma direnci, çift katlama direnci ve kağıdın yoğunluğu azalmaktadır. Hücre çeperi kalınlığı azaldıkça kağıdın patlama, çift katlama direnci ve yoğunluğu artmakta, yırtılma direnci ise azalmaktadır. Lif kıvrıklığı arttıkça elde edilen kağıdın yırtılma ve çift katlama direnci artmakta, patlama direnci ve kağıdın yoğunluğu azalmaktadır(Bektaş ve ark, 1999).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Kimyasal Özellik Sonuçları

Çalışmamızda fıstıkçamı ile yalancı akasya öz ve diri odununun hücre çeperi bileşenleri bakımından dikkate değer farklar bulunmamıştır. Elde edilen selüloz miktarları, iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda bulunan selüloz değeri olan %50'den daha düşük değildir. Fıstıkçamı öz ve diri odununun selüloz değeri %45.80 ve %48.70 olup, yalancı akasya öz ve diri odununda %50 civarındadır. Özellikle yalancı akasya öz odununda %50.53 olarak tespit edilmiş olup %50 oranını biraz geçmiştir. Elde edilen lignin miktarları ise fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunundanda fark fazla yoktur. Fıstıkçamı ve yalancı akasyanın öz odunları diri odunlarına nazaran daha fazla lignin oranına sahiptir. Fakat çözünürlük değerlerinde önemli farklar tespit edilmiştir. Çalışmamızda incelediğimiz odunların öz ve diri odunlarından elde edilen çözünürlük değerleri diğer iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinden daha fazla bulunmuş olup; her iki odunun öz odunu diri odununa göre daha yüksek değerleri vermiştir. Bilindiği gibi öz odun diri oduna göre daha yaşlı, çeperleri kalın ölü hücrelere sahiptir. Bu hücreler bol miktarda ekstraktif madde içermektedirler. Bu ekstraktif maddelerin farklı çözücülerde çözünmesi; öz odunun çözünürlük değerlerini, daha canlı ve ekstraktif madde içermeyen hücrelere sahip olan diri odunun çözünürlük değerlerine göre, daha yüksek çıkmaktadır.

5.2. Morfolojik Özellik Sonuçları

Liflerin morfolojik özellikleri, bu liflerden elde edilecek kâğıtların fiziksel, optik ve direnç özelliklerini etkilemektedir. Uzun ve ince çeperli liflerin, lifler arası bağ yapma özellikleri iyi olduğundan bu liflerden üretilecek kâğıtların yoğunluğu yüksek olacaktır. Böylece kâğıtların su alma ve şişme değerleri ile bazı direnç özelliklerini iyileşecektir. Lif uzunluğu ve birim alandaki miktarı aynı kalmak kaydıyla, lif kabalığı artıkça bu liflerden yapılacak kâğıtların homojenliği azalacaktır (Eroğlu, 2003).

Fıstıkçamı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununun lif morfolojisi ve kâğıt hamuru özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bu araştırmada elde edilen bulgular ışığında fıstıkçamı öz ve diri odunu iğne yapraklı odun liflerinin karakteristik özelliklerini, yalancı akasya ise yapraklı odun liflerinin karakteristik özelliklerini taşımaktadır. Genel olarak fıstıkçamı uzun lifli, geniş lümenli ve orta ince çeperli lif özelliklerine sahiptir. Ayrıca fıstıkçamının öz odunu diri odununa göre daha kısa lifli, dar lümenli ve kalın çeperli olduğu tespit edilmiştir. Yalancı akasya ise kısa lifli, ince çeperli ve geniş lümenli olduğu tespit

edilmiştir. Yalancı akasyanın öz odunu ise diri odununa göre daha uzun lifli, ince çeperli ve geniş lümenli olup, öz odun ile diri odun lif morfolojik özellikleri arasındaki farkın fazla olmadığı belirlenmiştir.

Keçeleşme oranı lif uzunluğunun lif genişliğine oranı olup doğrudan lif uzunluğuyla ilgilidir. Çalışmamızda incelenen odunlardan fıstıkçami öz ve diri odunu uzun lifli fakat kalın çeperli olduğu için keçeleşme oranı 70'in altında olup yalancı akasya öz ve diri odunu uzun lifli ve ince çeperli olduğu için 70'in üzerinde keçeleşme oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Keçeleşme oranı 70'in üzerinde kağıdın fiziksel direnç özelliklerinden (patlama yırtılma ve çift katlama direnci) artacağından yalancı akasya öz ve diri odunu keçeleşme oranı 83.74 ve 84.87 olup ve bu odunlar kağıt hamuruna uygundur. Fıstıkçami ise öz ve diri odun olarak ortalama 55.31 keçeleşme oranına sahip olup kağıt hamurunda bu odunlar da değerlendirilebilir.

Rijidite (katılık katsayısı) lifin doğrudan hücre çeperi kalınlığıyla ilgili olup bu katsayı yükseldikçe kağıdın fiziksel direnç özellikleri olan kopma yırtılma, patlama ve çift katlama dirençlerini düşürür. Bu oran çalışmamızda fıstıkçami öz odununda 20'nin üzerinde yani yüksek olup fıstıkçami diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununda 20'nin altında bulunmuş olup söz konusu bu odunlar yazı ve baskı kağıdı yapımına uygundur.

Runkel değeri lif kabalığının en basit göstergelerinden olup lif kalınlığı, lümen genişliği ve hücre maddesi yoğunluğu ile ilişkilidir. Bu değer 1'den düşük olması yalancı akasya öz ve diri odun liflerinin ince çeperli ve geniş lümenli olduğunu göstermektedir. Bu liflerden üretilecek kağıtların kolay ezilerek iyi bağ yapabileceği ve direnç özellikleri yüksek kağıtlar verebileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca fıstıkçami öz ve diri odununun ortalama runkel değeri 1'e eşit olup kağıt hamuru üretimi için uygun olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda liflerin elastikiyet katsayısı öz odun ve diri odunda farklı olduğu belirlenmiş olup fıstıkçami öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunu 50-75 arasında elastikiyet katsayısına sahip olup hesaplanan bu değerlerin tamamının kağıdın fiziksel direnç özellikleri için uygun olduğu belirlenmiştir.

Mühlstep sınıflandırması hücre çeperinin kağıdın fiziksel nitelikleri üzerindeki etkisini belirlemektedir. İnce çeperli lifler kağıt yapımında kolayca ezilerek, kağıdın hem yoğunluğunu hem de direnç özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Bektaş ve ark., 1999). Çalışmamızda fıstıkçami öz odunu ile diri odunu arasında mühlstep değeri bakımından fazla fark olup fıstıkçami öz odunu mühlstep değeri 83.52 gibi yüksek değerdir. Fıstıkçami diri

odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunu 60-70 arasında mülhstep değerine sahip olup bu ve bu ise kağıt yapımı için uygun değerlerdir. Bu değer in düşüklüğü kağıdın sağlamlığını ve fiziksel direnç özelliklerini ve kaliteli kağıt yapımını olumsuz etkiler. Bu sonuçlara göre yalancı akasya hücre çeperleri daha ince olduğu için 62.93 ve 68.43 gibi düşük mülhstep değeri elde edilmiş olup bu ise kağıtçılık açısından uygun değerlerdir. Çalışmada fıstıkçanı diri odunu mülhstep sınıflandırması 62.52 olarak hesaplanmış olup çalışmamızdaki odunlardan en uygun mülhstep değerine sahip odundur.

F faktörü lif uzunluğunun çeper kalınlığına oranlamasıyla bulunur. F faktörü (Fleksibilite) oranının yüksekliği bu tür liflerden elde edilecek kağıtların esnekliklerinin iyi olacağını belirler (Bektaş ve ark., 1999). F faktörü fıstıkçanı öz odununda düşük 169.7 ve fıstıkçanı diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odununda yüksektir. Bu bilgilere göre çalışmamızda yalancı akasya diri odunu F faktörü 428.14 olup çalışmamızdaki odunlardan en uygun F faktörü değerine sahip odundur.

5.3. Öneriler

Çalışmamızda fıstıkçanı öz ve diri odunu ile yalancı akasya öz ve diri odunu kimyasal ve morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Kimyasal özellikleri ve morfolojik özellikleri, söz konusu odunların kağıt hamuruna uygunluğu hakkında ve kağıdının fiziksel ve direnç özellikleri hakkında ön bilgi edinebilmek için belirlenmiştir. Genel olarak kimyasal özelliklerinden selüloz oranı % 50 civarında olup bu değer iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda selüloz bulunma yüzdesi değerinde olup söz konusu odunların hücre çeperlerinin yüksek oranda selüloz bulunduğunu gösterir. Kağıt yapımında selülozun yüksek ligninin düşük olması istenir. Lignin oranı ise diğer iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlara göre biraz yüksektir. Lignin kağıt hamurunda istenmeyen bir özellik olup kağıt hamurunda delignifikasyon işlemi sırasında fazla ağartıcı kimyasal kullanımını gerektirir. Çalışmamızda incelediğimiz odunların diğer iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlara nazaran çözünürlük değerleri yüksek olup bu ise ekstraktif madde oranlarının yüksek olduğunu gösterir. Bu değerlerin yüksek olması kağıdın pişirilme süresini, kağıdın pişirme sıcaklığını arttırıp, pişirme kimyasalının odunla temasını zorlaştırır. Bu yüzden bu söz konusu odunların içerisindeki ekstraktif maddelerin çeşidi ve miktarının önceden bilinip kağıt hamuru üretiminde buna uygun pişirme kimyasalı, pişirme koşullarının belirlenmesi önerilir.

Fıstıkçanı öz ve diri odunu ile Yalancı Akasya öz ve diri odunlarının morfolojik özellikleri incelenmiş olup iğne yapraklı ve yapraklı ağaç lif özelliklerine uygun özellikte liflere sahip olduğu tespit edilmiştir. Morfolojik özelliklerinin kağıt yapımına uygunluğunun

belirlenmesi amacıyla; keçeleşme oranı, rijidite katsayısı, runkel sınıflandırması, elastiklik katasyısı, mühlstep sınıflandırması ve F faktörü hesaplanmış olup bu oranlar kağıdın fizksel ve direnç özellikleri hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Bu bilgilere göre fıstıkçamı öz odunu gerek keçeleşme oranı gerekse elastiklik, runkel, rijidite, mühlstep, f faktörü oranı bakımından kağıt üretimi için fazla uygun değildir. Fakat runkel oranı 1’den yüksek, rijidite katılık değeri ve Mühlstep değeri yüksek ve F faktörü düşük olduğundan çok elastik liflere sahip olmayıp bu odun mukavva ve karton üretiminde kullanılabilir. Fıstıkçamı diri odunu ise keçeleşme, rijidite, runkel, elastiklik, mühlstep ve F faktörü oranı kağıt üretimi için uygun özelliklere sahip olup kağıdın fiziksel ve direnç değerleri yüksek kağıtlar elde edilir. Ancak fıstıkçamı öz ve diri odununun bütünü ele alındığında da mikrografik ölçüm sonuçlarına göre, söz konusu bu odunların, kağıt üretimi için uygun özelliklere sahip kağıtlar elde edilebilir. Yalancı Akasya z ve diri odunu gerek lif özellikleri gerekse mikrografik ölçüm sonuçlarından; keçeleşme oranı yüksek, rijidite oranı düşük, runkel oranı 1’den düşük, elastiklik oranı yüksek, mühlstep oranı düşük ve F faktörü yüksek olup kaliteli, sağlam ve direnç özellikleri yüksek kağıtlar elde edilebilir. Direnç özelliklerinden patlama direnci, çift katlama direnci ve kağıdın yoğunluğu iyileşen özelliklerde kağıt elde edilebilir. Bu yüzden çalışmamızda incelediğimiz bu odunlar beyaz kağıt üretiminde değerlendirilebilir.

Fıstıkçamı türünün odunu sarıçam ve karaçam kadar değerli değilse de; reçine üretimi ve bazı yerel ihtiyaçların giderilmesinde kullanılmaktadır. Direk, travers, kaplama. amabalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, gemi-tekne yapımı, lif ve yonga levha, selüloz ve kağıt, reçine, ağaç kabuğu üretiminde odunu kullanılmaktadır. Fıstıkçamı odunu kozalaklarından elde edilen tohumlar “am fıstığı” olarak bilinir ve bunun i ve dış pazarda ticareti yapılır. (Gönültaş, 2008).

Yalancı Akasya odunu ise sert ve orta ağırlıktadır. Sert olmasına rağmen, bklebilmektedir. ivi ve vida tutma özelliği iyidir. Bu nedenle, yalancı akasya odunu kereste üretimi, it ve asma direği ile hangar ve yüzme havuzu çatısını rtmede kiriş olarak, şarap fıçısı, mobilya ayağı, sandalye, sandık, koltuk iskeleti, parke ve palet, yonga ve lif levha yapımında, depo, köprü ve su altı inşaatlarında, maden ocaklarında ve yakacak odun üretiminde kullanılır. Ayrıca arıılık ve bal üretiminde, hayvan yemi üretiminde, fakir toprakların ıslahında, enerji ormanı üretiminde, tarım arazileri üretiminde ve tarımdan sonra verimsiz arazilerin iyileştirilmesinde, kıyı ağalandırmasında ayrıca sürgün verme özelliği iyi olduğundan baltalık orman kurmada değerlendirilir (Aktaş, 2003).

KAYNAKLAR

Anonim, 1969. Manipulations de Chimi Papeti'ere EFP, Grenoble, France.

Anonim, 1992. TAPPI Test Methods 1992-1993, Tappi Press, Atlanta, Georgia, U.S.A.

Anonim, (2012). www. agaclar.net

Alkan, Ç., Eroğlu, H. ve Yaman, B., 2003. Z.K.Ü. Bartın Orman Fakóltesi Dergisi, Cilt:5,Sayı:5, Bartın.

Akgün, H.C., 2005. Anadolu Kestanesi Odununun Kimyasal Bileşimi ve Kağıt Yapımına Uygunluğu, Yüksek Mühendislik Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.

Aktaş, A., 2003. Yalancı Akasya'nın (*Robinia pseudoacacia* L.) Tohum-Fidan Özellikleri İle Fidanlıkta Yetiştirme Tekniği Üzerine Araştırmalar, S.D.Ü. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Anşın, R. ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakóltesi Yayınları, K.T.Ü. Yayın No:167, O.F. Yayın No: 19, Trabzon.

Ataç, Y., 2009. Bazı Yapraklı ve İğne Yapraklı Ağaçların Öz ve Diri Odunlarının Kağıt Özellikleri Yönünden İncelenmesi, B.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.

Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakóltesi Yayınları, Orman Fakóltesi Matbaası, s.45, Trabzon.

Bektaş, İ., Tutuş, A., Eroğlu, H., 1999. Türkiye'de Doğal olarak yetişen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odunlarının Lif Morfolojisinin Kağıt Yapımına Uygunluğunun Araştırılması, J. of Agriculture and Forestry, 23(3):589-597

Bozkurt, Y., 1971. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. et Carr.) ile Toros Karaçamı (*Pinus nigra* var. *caramanica* Loud.) Rehd.)'dan Birer Ağaçta Lif Morfolojisi Üzerine Denemeler, İ.Ü. Orman Fakóltesi Dergisi, Seri A, 21 (1), 70-93.

Bozkurt, Y., 1992. Odun Anatomisi, İ.Ü. Orman Fakóltesi, Üniversite Yayın No:3652, Fakólte Yayın No:415 298 s. İstanbul.

Bozkurt Y. A., Erdin N., Ünligil, A., 1995. Odun Patolojisi İ.Ü. Basımevi, Üniversite Yayın No:3878, Fakólte Yayın No:432, İstanbul,398s.

- Browning, B.L., 1967. Methods of Chemistry, Vol: I, Interscience Publishers, New York, London, Sydney.
- Casey, J.P., 1961. Cellulose and Paper Chemistry and Chemistry Technology, Interscience Publishers, INC, New York.
- Doğu, A. D., 1993. Suni Olarak Yetiştirilen Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda Bazı Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikler, Yüksek Mühendislik Tezi, İ.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erdin, N., 1985. Toros Sediri (*Cedrus libani* A.Ric.) Odununun Anatomik Yapısı ve Özgöl ağırlığı Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No:3245, O.F. Yayın No:369, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Eroğlu, H. and Usta, M., 1989. Investigation on Utilization Possibilities of White Willow (*Salix alba* L.) Wood in Pulp and Paper Industry, journal of agriculture and forestry of TUBITAK, 13(2): 235-245.
- Eroğlu, H. ve Kırmızı, A., 1979. Pamuk Sapının Kimyasal Analizi ve Lif Özellikleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 2, 2 pp: 209-223,1979.
- Eroğlu, H.,1990. Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:6, Trabzon, 623 s.
- Eroğlu, H., 2003. Kağıt Hamuru ve Kağıt Fiziği, Z.K.Ü. Yayın No:27, Bartın. 144s.
- Eroğlu, H., 2005. Lif Preparasyon Tekniği ve Mikrografi Ders Notları.
- Gönültaş, O., 2008. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Kozalak, Odun ve İbrelelerinin Kimyasal Karakterizasyonu, Yüksek Mühendislik Tezi, İ.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Hafızoğlu, H., 1982. Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 52, Trabzon.
- İstek A., Eroğlu, H., Gülsoy, S.K., 2008. Karaçam Yaşına Bağlı Olarak Lif ve Kağıt Özelliklerinin Değişimi, K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 2008, 8(1):61-66.
- İstek, A., Tutuş, A., Gülsoy, S.K., 2008. Sahil Çamı Odununun Lif Morfolojisi ve Kağıt Özellikleri Üzerine Ağaç Yaşının Etkisi, K.S.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2009, 12, (1).

- Hafızoğlu H. ve Usta M., 2005. Chemical Compositon of Coniferous Wood Species Occuring in Turkey, Holz als Roh-und Werkstoff, 63: 83-85.
- Hillis W.F., 1968. Chemical Aspect of Heartwood Formation, Wood Sci. Technol., 2:pp 241-259.
- Huş, S., Tank, T., Göksel, E., 1975. Türkiye (Tarsus Karabucak)'da Yetişen Okalıptus Odunlarının Morfolojik Yönden Etüdü ve Yarıkimyasal Selülozun Kağıt Sanayiinde Değerlendirilme İmkanları, TÜBİTAK Yayınları, No:275, 66 s.
- Kalay, Z., 1987. Ülkemiz Ekolojik Şartlarına Uyumu ve İlginç Özellikleri Bakımından Önemli Bir Yabancı Ağaç Türünden Faydalanma İmkanları, Orman Mühendisliği Dergisi, Ağustos Sayı 8, 35-41, Ankara.
- Kırcı, H., 1986. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Odununun Kağıt Endüstrisinde Değerlendirilme Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kırcı, H., 2000. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:63, Trabzon, s. 274.
- Kırcı, H., 2006. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon, s.115.
- Panshin ve De Zeeuw, 1980. Textbook of Wood Technology. Fourty edition, McGraw-Hill series in forest resources, USD, 721.
- Parham, R.A., 1983. Structure, Chemistry and Physical Properties and Coarseness for the Characterisation of Softwood Kraft Pulp, Doctorate Thesis, Helsinki University of Tech. Finland.
- Şirin, G., 2006. Akdut (*Morus alba* L.) Ağacının Bazı Anatomik ve Kimyasal Özellikleri, Yüksek Mühendislik Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Tank, T., 1980. Lif ve Selüloz Teknolojisi, İ.Ü. Orman fakültesi, No:2362/272, İstanbul, s.178.
- Topçuğlu, A., 1985. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Carr.) Odununun İç Morfolojisi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Teknik Bülteni, Seri No:134, s.77, Ankara.

- Toplu, F., 2000. Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, 54s. Elazığ.
- Tutuş, A., Kurt, R., Alma, M.H. ve Meriç, H., 2010. Sarıçam Odununun Kimyasal Analizi ve Termal Özellikleri, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt:V Sayfa:1845-1851.
- Wise, E.L. ve Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemiselulose. In: Earl Libby C, editor. Pulp and Paper Science and Technology, vol. I. New York, USA: Mc Graw Book Co.
- Yaltırık, F. ve Efe, A. 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae, İ.Ü. Yayın No:4265, Fak. Yayın No:465, ISBN 975-404-594-1, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Saniye ERKAN
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.07.1985. Simav/KÜTAHYA
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 537 740 68 62
e-posta : saniye.erkkan@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Orman Endüstri Mühendisliği	2012
Lisans	KSÜ/ Orman Endüstri Mühendisliği	2008
Lise	Uşak Atatürk Lisesi	2003

Yabancı Dil

İngilizce