



# UNUTULAN BİR ORMAN ÜRÜNÜ KAYNAĞI: ANADOLU SIĞLA AĞACI (*Liquidambar orientalis* Miller)

Mustafa Burak ARSLAN <sup>1,\*</sup>, Halil Turgut ŞAHİN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 35430, Urla, İzmir

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32200, Çünür, Isparta  
mustafaburakarслан@ogm.gov.tr, halilsahin@sdu.edu.tr

## ÖZET

Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Miller) odun ve odun dışı kullanımı olan önemli bir endemik türümüzdür. Odun olarak kullanılması ikincil faydalanma şeklidir. Esas yararlanma biçimi yaralanma sonucu oluşan patolojik balsam kanallarından salgılanan yağdır. 1950'li yıllardan sonra insan müdahalesi ve doğal sebepler sonucu Anadolu sığla sahalarında ciddi azalmalar olmuştur. Son yıllarda talep olmaması nedeniyle Anadolu sığla yağı üretimi ise ya çok az yapılmaktadır ya da hiç yapılmamaktadır. Bu çalışmadaki amaç unutulmak üzere olan Anadolu sığla ağacının özellikleri ve kullanım alanlarını mercek altına almaktır. Çalışmanın çerçevesi dört ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda Anadolu sığla ağacının genel özelliklerinden, ikinci kısımda odun özelliklerinden söz edilmektedir. Üçüncü kısım Anadolu sığla yağının özellikleri ve üretim tekniğinden oluşmaktadır. Dördüncü kısımda ise Anadolu sığlasının odun ve odun dışı kullanımı ile Anadolu sığla ağacından yararlanmaya yönelik yapılmış güncel çalışmalar incelenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Liquidambar orientalis, Anadolu sığla ağacı, Anadolu sığla yağı, odun özellikleri.

## A FORGOTTEN FOREST PRODUCT SOURCE: ANATOLIAN SWEETGUM TREE (*Liquidambar orientalis* Miller)

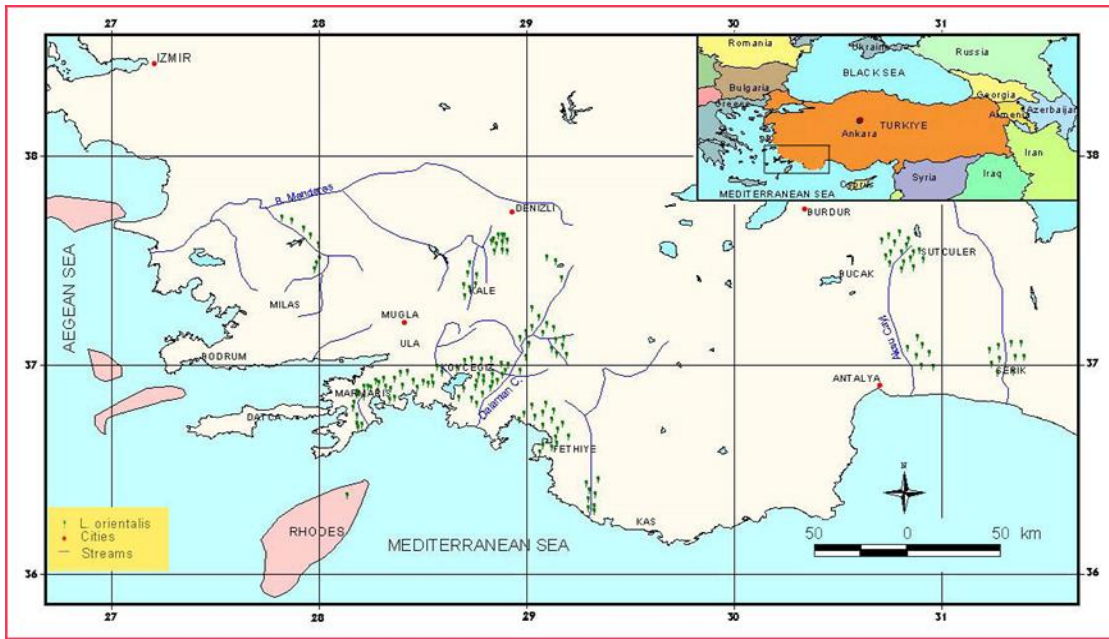
### ABSTRACT

The sweetgum tree (*Liquidambar orientalis* Miller) is also called Anatolian sığla (sweetgum) is a important endemic specie which primarily utilized for its oil. The wood of that tree is used for secondary purposes rather than oil. The olis of sweetgum is also known as storax that is generated from pathological wound channels. However, after the 1950s as a result of natural atmospheric causes and human interference, the gown lands of sweetgum has been serious decline. Recently, oil production from sweetgum is also serious decline (even no any products in some years) due to lack of demand. The aim of this study is attention on Anatolian sweetgum tree that naturally grown in Turkey. Hence, the scope of the study consists of four main section. In the first and second parts are describe in the general properties of Anatolian sweetgum trees and it's wood properties. The third part comprised of Anatolian sweetgum oil properties and it's production techniques. In the fourth section is described about Anatolian sweetgum's useage as either wood and non-wood. Also the literature studies for benefit from Anatolian sweetgum tree are rewied.

**Keywords:** Liquidambar orientalis, Anatolian sweetgum tree, Anatolian sweetgum oil, wood properties.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde geleneksel olarak “günlük ağacı” olarak da tanımlanan Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Miller) *Hamamelidaceae* familyasından, *Bucklandioideae* alt familyasının, *Liquidambar* cinsi olarak Türkiye’de yayılış yapan bir türdür. Patolojik balsam kanalları bulunan *Liquidambar*; Latince sıvı anlamına gelen “*liquidus*” ve Arapça güzel kokulu maddelere verilen ortak ad anlamına gelen “*amber*” sözcüklerinin birleşmesinden oluşmuştur ve dolayısıyla güzel kokulu sıvı anlamı taşımaktadır. Sığlanın Dünya genelinde Kuzey yarım kürede yaklaşık aynı enlemlerde Asya (*L. formosana* ve *L. edentata*) ve Amerika (*L. styraciflua* ve *L. macrophylla*)’da 2’şer tane olmak üzere 4 türü daha bulunmaktadır. Ülkemizde kapladığı alan 1950’li yıllardan sonra hızla azalan Anadolu sığlası esas yayılışını Türkiye’nin güneybatısında yapmaktadır. Yoğun yayılış gösterdiği yöreler Muğla’nın Marmaris, Fethiye, Köyceğiz, Dalaman ve Ula İlçeleridir. Bunların dışında Aydın, Denizli, Burdur ve Antalya illerinin bazı bölgelerinde az miktarda da olsa yayılış göstermektedir. Literatürde *Liquidambar orientalis* Miller’in Türkiye dışında Rodos, 12 Adalar ve Kuzey Suriye’de de yayılış olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır. Ancak Rodos ve Kıbrıs’ta kültüre alındıklarına dair ifadeler de mevcuttur (Acatay, 1963; Atay, 1985; Efe, 1987; Günel, 1994; İstek, 1994; Alan ve Kaya, 2003; Doğaç, 2008; Veliöğlu vd., 2008). Araştırmacılar arasında, *Liquidambar orientalis* Miller’in ülkemiz için endemik olup olmadığına dair bazı ihtilaflar söz konusudur. Ancak yaygın görüş endemik olduğu yönündedir. Anadolu sığla ağacının Türkiye’deki yayılışı Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Anadolu sığla ağacının Türkiye’de yayılışı (Çengel vd. 2008)

Anadolu sığla ağacının Türkiye’de kapladığı alan 21. Yüzyılın ikinci yarısından sonra büyük bir azalma göstermiştir. Muğla İl’indeki yayılış miktarının yıllara göre değişimi Tablo 1.’de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Anadolu sığla ağacının Muğla'da yıllara göre yayılış miktarı

Yıl	Anadolu Sığla Sahası Miktarı (hektar)	Kaynak
1949	6.312	Huş (1949), Tespitleri, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları
1955	4.316	Berkel (1955), Muğla Orman Baş Müdürlüğünden alınan verilere göre hazırlamıştır
1987	1.337	Iktüren ve Acar (1987), Muğla Orman Bölge Müdürlüğü kayıtlarına göre hazırlamıştır
2016	1.416,65	(Anonim 1) Muğla Orman Bölge Müdürlüğü güncel verileri

İnsan müdahalesi ve doğal nedenlerden dolayı yarım asırlık bir süre içerisinde Anadolu sığla varlığımızda büyük bir kayıp yaşanmıştır. Günümüzde Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları dışındaki irili ufaklı popülasyonlar da ilave edildiğinde yaklaşık 2000-2500 hektar civarında Anadolu sığla sahasına sahip olduğumuz ileri sürülmektedir (Ürker, 2014).

Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü idaresinde, gen koruma ormanı, tohum meşçeresi, tohum bahçesi ve deneme alanı olmak üzere toplamda 360 hektara yakın Anadolu sığla ıslah tesisi bulunmaktadır. Tablo 2'de Anadolu sığla ıslah tesislerinin işlevi, bulunduğu yer ve kapladığı alan gösterilmektedir.

Anadolu sığla ağacı ortalama 30-35 m boy, 100 cm çap yapabilen ve 200-300 yıl yaşayabilen bir türdür. Yuvarlak tepeli, kalın dallı bir ağaç olup, gençken grimsi ve çatlaksız, yaşlandıkça grimsi kahverengi ve düzensiz çatlaklı kabuk yapısına sahiptir. Genç sürgünleri çıplaktır. Yeşilimsi renkte ve sarmal dizili tomurcuklar kenarı kirpikli 6-8 pulla örtülüdür. İnce ve uzun saplı yaprakları bazen 3 veya 7 olmakla birlikte genellikle 5 lobludur (Atay, 1985; Yaltrık ve Efe, 1994; Anşin ve Özkan, 1997; Alan ve Kaya, 2003; Özmen, 2011). Şekil 2'de Anadolu sığla ormanlarından genel görünüm verilmektedir

**Tablo 2.** Anadolu sığla ağacı ıslah tesisleri (Anonim 2).

Saha İşlevi	Bölge Müd.	İşletme Müd.	Şeflik	Alan (Ha)
<b>Gen Koruma Ormanı</b>	Muğla	Muğla	Gökova (Arş. Or.)	108,4
	Isparta	Bucak	Pamucak	37
	Muğla	Aydın	Aydın	7,1
<b>Tohum Meşçeresi</b>	Muğla	Fethiye	Göcek	67,9
	Muğla	Marmaris	Çetibeli	125,4
<b>Tohum Bahçesi</b>	Muğla	Fethiye	Göcek	3,1
<b>Deneme Alanı</b>	Muğla	Muğla	Gökova Arş. Orm	9
<b>Toplam</b>				<b>357,9</b>

**Şekil 2.** Anadolu sığla ormanlarından genel görünüm (Fotoğraf: M.B. ARSLAN)

Genel olarak sığla ağacının en iyi büyüme, rutubetçe zengin, aliviyal, kil ve balçık toprakları üzerinde ve nehir yataklarında yaptığı belirtilmektedir. Anadolu sığla ağacı kışın şiddetli geçmediği (yıllık ortalama 18 °C sıcaklık), soğuk ve kuru rüzgarlara karşı korunmuş sıcak mıntikalarda, yağışın bol olduğu (yıllık ortalama 1000-1200 mm yağış), rutubetli ve taban suyunun yüksek olduğu sahalarda, bataklık, vadi, deniz kıyısı, akarsu ve dere kenarı gibi yerlerde yayılış göstermektedir. Arazinin eğimi Anadolu sığla ağacının yayılımında bir diğer önemli husustur. Suyun yayılabildiği düz arazilerde orman kurabilmektedir. Eğimin fazla olduğu yerlerde ise su boyunca şerit olarak varlığını sürdürebilmektedir Yöre halkınca “*Günlük Ağacı*” olarak adlandırılan Anadolu sığla ağacı yayılış gösterdiği mıntikalara göre ayrıca isimlendirilmektedir. Deniz seviyesinden 15-20 m yükseklikte olan yerlerde bulunuyorsa “*Taban Günlüğü*”, 400-450 m yükseklikteki meşcerelerde yer alıyorsa “*Dağ Günlüğü*” şeklinde tanımlanmaktadır (Acatay, 1963; Atay, 1985; Efe, 1987; İktüren ve Acar, 1987; Günel, 1994; Özmen, 2011).

## 2. ANADOLU SIĞLA AĞACININ GENEL ODUN ÖZELLİKLERİ

Anadolu sığla ağacının birincil kullanımı her ne kadar bir odun dışı orman ürünü olan yağı olsa da kullanım alanlarının belirlenebilmesi için odun özelliklerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu nedenledir ki alt başlıklarda belirtildiği gibi Anadolu sığla odununun anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine dair bazı çalışmalar yapılmıştır.

### 2.1. Anadolu Sığla Odununun Anatomik Özellikleri

Diri odunu geniş kirli kırmızımsı beyaz, öz odunu soluk kırmızımsı kahve renkli olan ve yağının aromatik kokusu kolay hissedilebilen, saten parlaklığına sahip Anadolu sığla ağacı odunu tekstür bakımından narin ve oldukça yeknesaktır. Genellikle geniş olan yıllık halkaların sınırları kaba dalgalıdır. İlkbahar odunu yaz odununa göre daha geniş ve açık renklidir. Yağ üretimi yapılan ve balsam kanalları bulunan odunlarda yıllık halkalar daha dardır (Berkel, 1955; Efe, 1987).

Enine kesitte küçük ve dağınık, boyuna kesitte narin ve ince olan traheler çok belirgin değildir. Doğrudan gözle fark edilemezler. Trahelerin yıllık halka içerisindeki yoğunluğu fazla olup, ilkbahar ve yaz odunundaki yoğunlukları ile çapları benzerdir. İki trahe arasında geçit teşkil eden perferasyon çok sayıda basamakları içeren merdiven şeklindedir. Bu özellik Anadolu sığla odununun teşhisinde önemli bir kriterdir (Berkel, 1955; Efe, 1987; İstek ve Hafizoğlu, 1998). Efe (1987)’ye göre Anadolu sığla ağacının trahe sayısı ilkbahar odununda  $mm^2$ ’de 49.018, yaz odununda 65.481’dir. Berkel (1955)’e göre ise enine kesitte  $mm^2$ ’deki trahe sayısı 170-200, yıllık halkalara teğet yönde trahe çapı 14-75 mikron arasındadır.

Öz ışınları çok ince, sık ve fazla sayıdadır. Üniseri ve multiseri olan, homoselüler şeklindeki özışını hücreleri çoğunlukla yatık, bazen de kare veya dikinedir (Berkel, 1955; İstek ve Hafizoğlu, 1998). Efe (1987)’ye göre  $mm^2$ ’deki özışını sayısı 17.294’dir. Berkel (1955)’e göre ise enine kesitte  $mm^2$ ’deki ortalama öz ışını sayısı 11 olup, teğet kesitte öz ışını genişliği normalde 11-36 mikron iken patolojik balsam kanalları içeren odunda 93 mikrona kadar yükselmektedir. Odun boyuna paransim hücreleri zengin ve çok sayıda olup, apotraheal-dağınık ya da tekli, ikili juxtavascular konumundadır. Radyal çeperde gruplar halinde bir araya toplanmış küçük basit geçitleri fazla sayıdadır. Dar lümen ve kalın çaplı liflere sahip olması Anadolu sığlasının ayırt edici özelliklerindedir. 7-32 mikron çapa sahip olan traheid liflerinin, çeperleri kalın olup, yaklaşık 4-5 mikrondur. Radyal çeper üzerinde bol miktarda büyük kenarlı geçit ihtiva eden traheid lifleri köşelidir (Berkel, 1955; Efe, 1987; İstek ve Hafizoğlu, 1998).

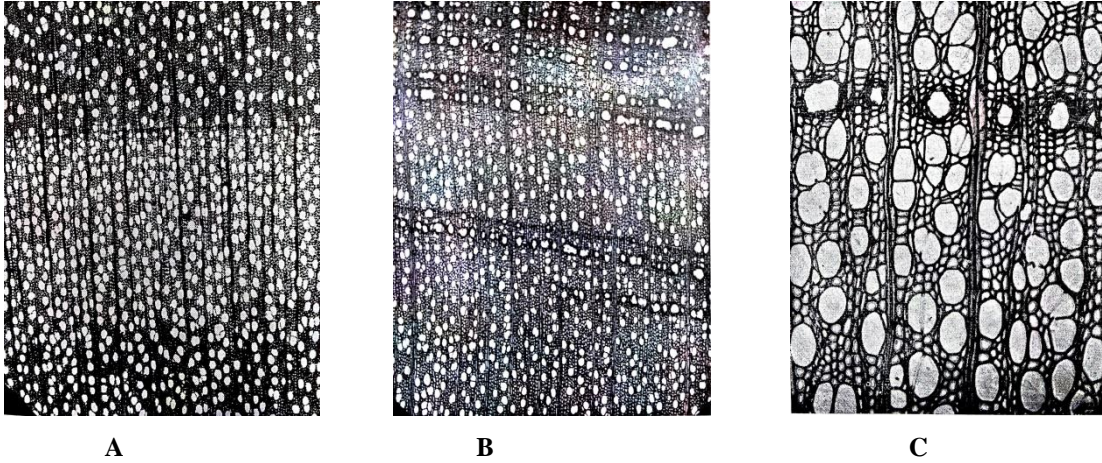
Normal halde Anadolu sığla ağacının odun veya kabuğunda yağ salgılayan balsam kanalları bulunmamaktadır. Bununla birlikte yapay ya da doğal yaralanması neticesinde yara çevresindeki diri odun kısımlarında patolojik vertikal balsam kanalları oluşmaktadır. Balsam kanalları liflere paralel yönde, yaranın üst ve alt tarafında, yıllık halkalar içerisinde meydana gelmektedir. Kanallar yan yana geldiklerinde, tek sıra halinde teşkil ettiklerinde gözle görülebilen yıllık halka sınırına teğet ya da kısmen paralel bulunan kahve renkli bir çizgi görünümünde, gözle fark edilebilmektedir. Kanalların çevresi kalın çeperli olan ve geçitleri bulunan epitel hücreler ile çevrelenmiştir. Literatürde, balsam kanallarının yaralanma sonucu oluştuğu belirtilmekle birlikte, gövde ve sürgün özünde doğal

kanallar bulunduğuna dair bilgiler de söz konusudur. (Berkel, 1955; Efe, 1987; İstek ve Hafizoğlu, 1998). Şekil 3’de normal ve yaralanarak balsam kanalı ile etrafını çeviren epitel hücreleri ihtiva eden Anadolu sığla odun örneklerinin enine kesit görüntüleri verilmektedir. Şekil 4’ de ise Anadolu sığla odununun enine, radyal ve teğet kesit görüntüleri bulunmaktadır. Berkel (1955)’e göre balsam kanallarının teğet yöndeki çapı 14-110 mikron arasında olup, mm’deki sayıları 9-12’dir. Efe (1987)’ye göre kesitleri köşeli olan kanalların boşluk radyal çapı 88.97 mikron, teğet çapı 82.2 mikrondur ve mm’deki sayısı 7.526 adettir.

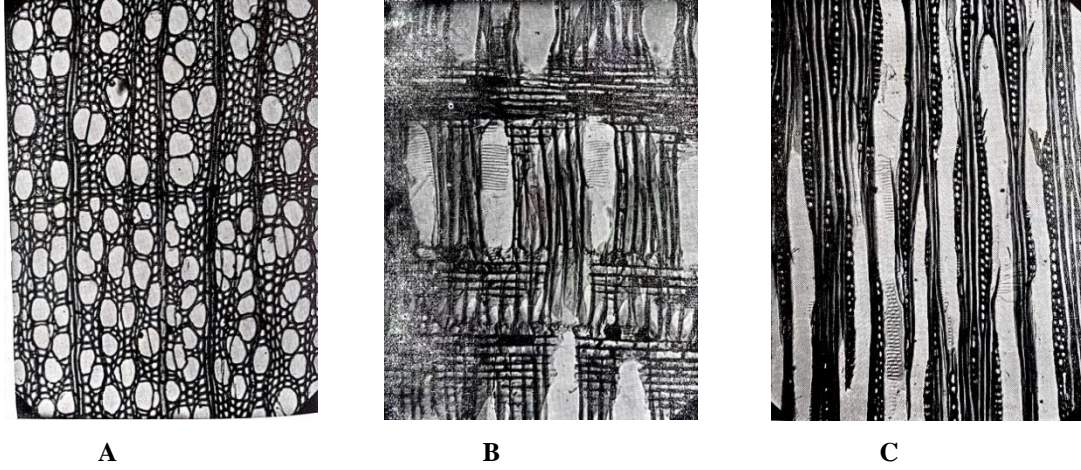
Yağ üretimi gerçekleştirilen Anadolu sığla ağacının anatomik özellikleri, balsam üretimi yapılmayana göre bazı farklılıklar göstermektedir. Yağ üretimi yapılan ve yapılmayan Anadolu sığla odunlarının bazı anatomik özellikleri Tablo 3’de gösterilmektedir. Balsam veren ağaçların odunlarının anatomik değerleri balsam vermeyenlere yakın ve daha düşüktür.

**Tablo 3.** Balsam veren ve vermeyen Anadolu sığla odununun anatomik özellikleri (Efe, 1987).

<b>Analizler</b>	<b>Balsam Veren</b>	<b>Balsam Vermeyen</b>
İlkbahar Odunu Trahe Teğet Çeper ( $\mu$ )	1.981	2.226
Yaz Odunu Trahe Teğet Çeper ( $\mu$ )	2.681	2.756
İlkbahar Odunu Trahe Radyal Çeper ( $\mu$ )	1.956	2.188
Yaz Odunu Trahe Radyal Çeper ( $\mu$ )	2.600	2.744
Trahe Hücresi Boyu (mm)	0.709	0.798
Trahenin Oduna Katılma Oranı (%)	25.710	27.892
Özişinlerinin Oduna Katılma Oranı (%)	26.303	27.682
Lif Boyu (mm)	1.364	1.445
Lif Eni ( $\mu$ )	28.544	29.813
Lif Lümeni ( $\mu$ )	12.263	13.013
Lif Çeperi ( $\mu$ )	8.275	8.363



**Şekil 3.** Anadolu sığla odunundan anatomik resimler **A.** Balsam kanalı olmayan normal enine kesit (X30), **B.** Yaralanmış ve balsam kanalları ihtiva eden enine kesit (X30), **C.** Balsam kanalları ve balsam kanallarının etrafını çevreleyen epitel hücreleri içeren enine kesit (X75) (Fotoğraf: A. BERKEL)



**Şekil 4.** Anadolu sığla odununun kesitleri, **A.** Enine kesit (X75), **B.** Radyal kesit (X75), **C.** Teğet kesit (X75) (Fotoğraf: A. BERKEL).

## 2.2. Anadolu Sığla Odununun Kimyasal Özellikleri

Anadolu sığla ağacı odunun temel kimyasal bileşen değerleri yapraklı ağaç odunları için kabul edilen genel değerler ile uyumludur. İstek ve Hafizoğlu (2005), Köyceğiz ve Ula bölgelerinden aldıkları 20-25 yaşındaki Anadolu sığla ağaçlarının odun ve kabuklarının holoselüloz, selüloz, lignin, kül miktarı ve çözünürlük değerlerini tespit etmişlerdir. Anadolu sığla odununun kabuğa göre daha yüksek holoselüloz, selüloz ve soğuk su çözünürlüğü değerleri, daha az lignin, kül, sıcak su ve alkol-benzen çözünürlüğü değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Anadolu sığla odunu ve kabuğunun temel kimyasal bileşenleri (İstek ve Hafizoğlu,2005)

Analizler	Odun (%)	Kabuk (%)
Holoselüloz	73,7	55,9
Selüloz	42,4	26,3
Lignin	25,7	42,0
Kül Miktarı	0,8	4,1
Soğuk Su Çözünürlüğü	5,3	4,9
Sıcak Su Çözünürlüğü	5,5	8,3
Alkol-Benzen Çözünürlüğü	12,8	15,9

## 2.3. Anadolu Sığla Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Orta ağırlık, sertlik ve mukavemette olan Anadolu sığla odununun aletlerle işlenmesi de orta derecede iyidir. Çok çalışan ve iyi cila kabul eden Anadolu sığla odunu öz odunundaki siyah çizgilerden dolayı cevize benzetilmektedir (Atay, 1985, “Bozkurt ve Göker, 1981’e atfen”). Bozkurt vd. (1990), Ortaca, Dalaman ve Köyceğiz bölgelerinden 18-38 yaşlarında ve 20-36 cm çaplarındaki Anadolu sığla ağaçları odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda Anadolu sığla odununun, kolay işlenebilme ve düzgün yüzey verme kabiliyeti ile renk ve anatomik özellikleri dikkate alınarak mobilya üretimi için gayet elverişli olduğunu ifade etmişlerdir. Anadolu sığla odununa ilişkin fiziksel ve mekanik değerler Tablo 5’de gösterilmektedir.

**Tablo 5.** Anadolu sığla odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt vd., 1990)

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler	
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	0,555	Basınç direnci (kp/cm <sup>2</sup> )	328,7
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	0,586	Eğilme direnci (kp/cm <sup>2</sup> )	780,5
Hacim ağırlık değeri (gr/cm <sup>3</sup> )	0,468	Eğilmeye elastikiyet modülü(kp/cm <sup>2</sup> )	58783
Boyuna daralma (%)	0,31	Dinamik eğilme direnci (kpm/cm <sup>2</sup> )	0,64
Radyal daralma (%)	6,36	Liflere dik çekme (kp/cm <sup>2</sup> )	23,510
Teğet daralma (%)	9,45	Radyal yönde yarıma (kp/cm <sup>2</sup> )	7,067
Hacmen daralma (%)	16,12	Radyal yönde Brinell Sertlik(kp/mm <sup>2</sup> )	2,561
Lif doyunluğu noktası (%)	34,44		

## 2.4. Anadolu Sığla Ağacının Odun Kusurları

Yağ üretimi Anadolu sığla ağacının odun kalitesini olumsuz etkilemektedir. Balsam eldesi için açılan yaralar ağacın şeklini biçimsizleştirmektedir. Yara oluşturmak için kabuğu soyulan kısımlarda rüzgar gibi etmenlerden dolayı mantar ve böcekler oluşabilmektedir. Ayrıca kuvvetli yaralar sonucu ağacın tepesinde kısmen ya da tamamen kuruma görülebilmektedir. Kesim alanlarında bekletilen tomrukların diri odunlarında mavi renkleme ortaya çıkabilmektedir. Orta miktarda hacimsel daralma yüzdesine sahip olan Anadolu sığla odununun kurutma işlemine dikkat edilmelidir. Zira eğilme, bükülme, çarpılma, oluklaşma ve çatlama gibi boyutsal stabilizasyonu olumsuz etkileyen kusurlar meydana gelebilmektedir. Yine uygun bir kurutma programı uygulanmaz ise içerdiği yüksek su miktarı nedeniyle atmosferik koşulların etkisiyle çalşıabilmekte ve çatlayabilmektedir. Hızlı büyüme sonucu odununun nispeten poröz bir yapıya sahip olması sebebiyle düşük değerde liflere paralel basınç direncine sahiptir. Yıllık halka genişliği içerisindeki yaz odununun iştirak oranının az olmasından dolayı eğilme direnci düşüktür. Eğilme ve/veya basınç dirençlerinin önem arz ettiği yerlerde kullanılması uygun görülmemektedir (Bozkurt vd., 1989; Bozkurt vd., 1990).

## 3. ANADOLU SIĞLA YAĞI

Anadolu sığla ağacının odunundan daha ziyade, odun dışı orman ürünü olarak değerlendiren balsamı önem kazanmıştır. Storax ve sweetgum olarak da bilinen Anadolu sığla yağı kahverengimsi sarı renktedir. Yüzeyi oksidasyona maruz kaldığında grimsi bir renge dönüşmektedir. Saydam görünüme sahip olan balsam kıvamlı ve yapışkandır. Vanilyayı anımsatan aromatik kokuya sahiptir ve ısıtıldığında tarçın kokusuna benzemektedir. Özgül ağırlığı 1,091-1,113 arasındadır (İstek, 1994).

### 3.1. Anadolu Sığla Yağının Kimyasal Özellikleri

Anadolu sığla yağı esas olarak yapısında asit, ester, alkol, fenolik ve uçucu bileşikler ihtiva etmektedir. Başlıca bileşenleri ise sinnamik asit, styracin, styrol, stoyrone, storesinol, storesin, sinnamil sinnamat, 3- fenilpropil sinnamat, benzil sinnamat, styrene, trans-cinnamyl alkol, hydrocinnamyl alkol ve vanillindir. Öne çıkan uçucu yağları ise styrene,  $\alpha$ -pinen, cinnamyl alcohol ve  $\beta$ -pinendir. Anadolu (*L. orientalis*) ve Amerika sığla (*L. styraciflua*) yağlarını uçucu bileşen oranı olarak ayıran en önemli bileşenler styrene ve  $\beta$ -Caryophyllene'dir. Anadolu sığla yağında styrene, Amerika sığla yağında  $\beta$ -Caryophyllene daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Huş, 1969; İstek 1994; Fernandez vd., 2005; Kim vd., 2008; Gürbüz vd., 2013; Lingbeck vd., 2015, "Guenther, 1952'ye atfen"). Anadolu sığla ve Amerika sığla yağlarının bazı uçucu bileşen oranları karşılaştırılmalı olarak Tablo 6'da verilmektedir. Anadolu sığlasının yaprakları terpinen-4-ol,  $\alpha$ -terpineol, sabinen,  $\alpha$ -pinen, viridiflorene ve germance D gibi uçucu yağlar ile protocatchuic asit, epicatechin ve gallik asit gibi fenolik bileşenler içermektedir. (Duru vd., 2002; Saraç ve Şen, 2014), Anadolu sığla yapraklarının uçucu bileşenleri yetiştirme yerine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin Fethiye ve Marmaris'te yetişen Anadolu sığla yaprakları terpinolen içermekzen, Köyceğiz'de yetişenler tujen-a ve b-karyofilen gibi bileşenleri ihtiva etmemektedir (Akpolat ve Odabaş, 2016).

**Tablo 6.** *L. orientalis* ve *L. styraciflua*'nın uçucu yağ kompozisyonu (Fernandez vd., 2005)

Bileşenler (%)	<i>L. orientalis</i>	<i>L. styraciflua</i>
Styrene	70.4	30.9
$\alpha$ -Pinen	19.4	19.6
$\beta$ -Pinee	4.3	4.1
$\beta$ -Caryophyllene	0.2	20.2

### 3.2. Anadolu Sığla Yağı Üretim Tekniği

Üretimi yüzlerce yıl öncesine dayanan Anadolu sığla yağı için öncelikle uygun ağaç seçimi gerçekleştirilmektedir.

- Düzgün gövdeli göğüs çapı taban günlüklerinde 15 cm, dağ günlüklerinde 10 cm'den az olmayan ağaçlar işaretlenmektedir. Çapı düşük olan ağaçlarda verim az olmakta ve ağacın gelişimi olumsuz etkilenmektedir.
- Belirlenen ağaçların mart ayı itibariyle gövdelerinin 1/3'lük kısmı sağlam kalacak şekilde 2/3'lük kısmında, ağaç çapına göre değişen sayıda 10 cm genişlikte 50 cm uzunlukta şeritler oluşturacak biçimde kambiyuma kadar kabuklar sıyırılmaktadır. Kabuk soyma işlemi gerçekleştirilirken kambiyumun zedelenmemesine dikkat edilmelidir. Açılacak yara yüzeylerinde kabuğun yontulmasındaki amaç, damar açmayı kolaylaştırmak için düzgün bir yüzey hazırlamak ve diri odun kısmını güneşin etkisine maruz bırakarak patolojik balsam kanallarının oluşmasına zemin hazırlamaktır.
- Yaklaşık bir ay bu şekilde bekletilen ağaçlarda, mayıs ayı içerisinde kaşık ismi verilen bir alet ile yaraların açılması işlemine başlanır. Diri oduna yaklaşık 3-4 mm girilerek 4-5 cm genişliğinde yara oluşturma işlemi "**damar açma**" olarak isimlendirilmektedir. Damar sayısı ağaç çapına göre değişmektedir. Bu işlem mayıs sonuna kadar devam etmektedir. Damar açma işlemi tamamlandıktan 1 hafta sonra yara yüzeyleri tekrar kaşıkla kazınır ve bu işleme "**sur**" adı verilmektedir.
- Sur işleminden 15 gün sonra yağ alma geçekleşmekte ve bu işe de "**sur arkası**" denilmektedir. 15 gün sonra ise "**sefer**" adı verilen asıl yağ alma işlemi başlamakta ve Temmuz ortasından Ekim sonuna kadar her 15 günde bir damarlar kaşıkla sıyrılarak devam etmektedir. Bu süreçte ağaçta biriken çeşitli etkiler ile katılaşp rengi değişen sızıntılar son ürün olarak sıyrılır. Bu iş de "**karakap**" olarak tabir edilmektedir.
- Kıl torbalar içerisinde toplanmış olan yağın içinde odun ve kabuk parçacıkları da bulunmaktadır ki bu karışım "**sıyrıntı**" olarak adlandırılmaktadır. Torbalardan çuvallara alınan sıyrıntılar sıkıldıktan sonra 1/3'ü su ile dolu kazanlarda yaklaşık 30 dk kaynatılır. Yağın mekanik ya da hidrolik yollarla odun ve kabuk sıyrıntılarında ayrılması işlemi ise "**presleme**" olarak tanımlanmaktadır. Presten arta kalan az da olsa yağ içeren sıyrıntılara "**buhur**" ismi verilmektedir. Su ile karışık Anadolu sığla yağı beton havuzlarda dinlendirilmektedir. Her ne kadar karışımın üstünde kalan su uzaklaştırılsa da bünyesinde yaklaşık %25-30 su bulunduran Anadolu sığla yağı piyasaya arz edilecek hale getirilmiştir (Berkel, 1955; İktüren ve Acar, 1987; Gül, 1986; Bozkurt vd., 1989; İstek, 1994). Anadolu sığla yağı üretim süreci Şekil 5-8'de gösterilmektedir.





Şekil 5. Anadolu sığla yağı üretimi yapılmış sahadan görünüm (Fotoğraf: M.B. ARSLAN)



Şekil 6. Anadolu sığla yağı üretiminde kullanılan kaşık aleti, damar açma işlemleri (Fotoğraf: S. AKKAYA)



Şekil 7. Anadolu sığla yağı üretim sürecinden görüntüler (Fotoğraf: S. AKKAYA)



Şekil 8. Üretim süreci sonunda ortaya çıkan Anadolu sığla yağı ve buhur (Fotoğraf: S. AKKAYA)

### 3.3. Anadolu Sığla Yağı Üretim Miktarı

Anadolu sığla yağı önemli bir odun dışı orman ürünüdür. Ülkemizdeki Anadolu sığla sahalarının azalması, Amerikan sığla yağının piyasa girmesi, sonrasında sentetik ürünlerin kullanılmaya başlamasıyla zamanla Anadolu sığla yağı üretiminde çok ciddi bir düşüş yaşanmıştır. Tablo 7'de Türkiye'de Anadolu sığla yağının yıllara göre üretim miktarları verilmektedir.

**Tablo 7.** Yıllara göre Anadolu sığla yağı üretimi (Anonim 3; Anonim 4; Bozkurt vd., 1989; Ürker, 2014)

Yıl	Üretim Miktarı (ton)	Yıl	Üretim Miktarı (ton)
1947	200,000	2000	3,286
1950	181,279	2003	1,702
1955	100,000	2005	1,207
1960	93,000	2008	0,340
1968	63,100	2009	0,100
1970	60,000	2010	3,000
1975	19,627	2011	-
1980	19,515	2012	-
1985	8,000	2013	1,110
1990	2,000	2014	-
1995	4,000	2015	-
1997	3,000	2016	-

Yıllık Anadolu sığla yağı üretimi 200 tondan kg olarak ölçülenebilecek miktarlara kadar gerilemiştir. Tablo 7’ de görüldüğü üzere 2011, 2012, 2014 ve 2015 yılları itibariyle üretim gerçekleştirilmemiştir. Bu dikkat çekilmesi gereken mühim bir husustur. Zira Anadolu sığla yağı tarihsel süreçte görüldüğü gibi çok önemli bir kaynaktır.

#### 4. ANADOLU SIĞLA AĞACININ KULLANIM ALANLARI

Anadolu sığlası odun ve odun dışı kullanım alanı olan bir ağaç türümüzdür. Birincil kullanımı yağ elde etmektir. Odununun ülkemizde özel bir kullanım alanı olmamakla birlikte bazı yerel ihtiyaçların karşılanmasında değerlendirilmektedir. Ayrıca peyzaj ve estetik açıdan önemli bir türdür. Bununla birlikte yapısında bulunan hoş kokulu bileşikler nedeniyle son yıllarda aroma terapi ormanı olarak yararlanılma çalışmaları başlatılmıştır.

##### 4.1. Anadolu Sığla Odununun Kullanım Alanları

Anadolu sığla ağacı, orman ürünleri sanayinde, öz odunundaki siyah şeritler nedeniyle cevize, odun rengi ve dokusuna göre de kavak ile kızılğaca benzetilmektedir. Çok çalışkan ve iyi cila tutan Anadolu sığla odunu orta sertlik ve orta derecede işlenme kabiliyetine sahiptir. Genel özellikleri ve yerel bilgiler itibariyle Anadolu sığla odununun suya dayanıklı, ancak hava ile temas eden yerlerde iyi dayanım göstermediği anlaşılmıştır. Bina inşaatlarının kapalı yerlerinde, çatı altlarında kullanılmaktadır. Ayrıca saban ve bazı el aletlerinin yapımında faydalanılmaktadır (Acatay, 1963; Atay, 1985; Bozkurt vd., 1989). Sığlanın Amerika’da yetişen türü olan *L. styraciflua* kereste üretiminde ön sıralarda yer almaktadır. Amerika orman ürünleri sanayinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Bozkurt vd., 1989).

##### 4.2. Anadolu Sığla Yağının Kullanım Alanları

Anadolu sığla ağacının birincil kullanımı patolojik balsam kanallarından elde edilen yağdır. Binlerce yıldır kullanılan ve ticareti yapılan Anadolu sığla yağı kozmetik, ilaç ve kimya sanayi için önemli bir hammadde kaynağıdır ve dünya piyasalarında “Türk sitiraksi” olarak isimlendirilmektedir. Fenikeliler ticaretini yapmıştır. Roma ve Mısır’da parfüm yapımında, sağlık merkezlerinde kullanılan bir kaynak olmuştur. Mısır piramitlerindeki mezarlara gömülen Anadolu sığla yağının balsamik kokusunun günümüze kadar geldiği ileri sürülmektedir. Anadolu sığla yağının kullanıldığı belli başlı alanlar aşağıda özet olarak belirtilmiştir

- Anadolu sığla yağı parfüm çözeltilerinde fiskatör (koku tutucu) işlevinde,
- İyi bir antiseptik ve parazit öldürücü özellikte olup, astım, bronşit gibi solunum yolu ve akciğer hastalıklarında, pomat ve yakı halinde uyuz ve mantar gibi cilt rahatsızlıklarında,
- Buhur halinde ise ibadet mekanlarında tütsü olarak kullanılmaktadır (Huş, 1969; Örtel, 1988; Acar, 1989; Bozkurt vd., 1989; İstek, 1994; Aydınöz ve Akbulut, 2014).

### 4.3. Anadolu Sığla Ağacından Yararlanmaya Yönelik Güncel Çalışmalar

Sağdıç vd. (2005), Anadolu sığla yağının birçok bakteriye karşı; %10 konsantrasyonda, bazı bakterilere karşı da %0,1, %0,2 ve %0,4 konsantrasyonda antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yine Oskay vd. (2009), Anadolu sığla yaprağı ekstraktının antibakteriyel özelliklerinden dolayı yeni ilaç araştırmalarında antimikrobiyal etken madde olarak kullanılabilmesini önermişlerdir. Lee vd. (2009), Anadolu sığla balsamının antifungal etkisini saptamışlardır. Eke Bayramoğlu (2010), Anadolu sığla yağının deri endüstrisinde anti bakteriyel olarak kullanılabilmesini tespit etmiştir. Park (2014), Anadolu sığla yağının *Reticulitermes speratus* termitine karşı fumigant toksisitesinde, yapısında bulunan hydrocinnamyl alkol ve trans-cinnamyl alkolün önemli rol oynadığını ve Anadolu sığla yağının ticari bir fumigant olabilmesi için ise daha fazla çalışma yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Suzek vd, (2016), fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada Anadolu sığla yağının karbon tetra klorit (CCl4) toksisitesine karşı antioksidan kapasitesi ve karaciğer koruyucu etkisinin olduğunu ancak moleküler mekanizmanın ve sürecin iyi anlaşılabilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Aynı şekilde Kim vd. (2016), Anadolu sığla balsamının uçucu yağı ve bileşenlerinin *Drosophila suzukii* sineğine karşı fumigant ve sprey tipi kontrol maddeleri olarak kullanılabilmesini, bununla birlikte pratik ve ticari kullanımının gerçekleştirilmesine yönelik daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliğine dikkat çekmişlerdir.

Gürlek, (2011), tarafından yapılan bir incelemede 16. YY başında tıp metni olarak yazılmış “Ala’im-i Cerrahi” (Cerrahi Belirtiler) isimli eserde ismi geçen bitkiler arasında Anadolu sığlasının da bulunduğu belirtilmektedir. Gürdal ve Kültür (2013), Marmaris’te tıbbi bitkilerin etnobotaniksel (bitki-insan ilişkisi) incelemesini yapmışlardır. Anadolu sığla balsamının tıbbi amaçlı geleneksel kullanımı olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte literatürdeki bilgiler referans verilerek ülser, yanık, kesik, ağız hastalıkları, deri hastalıkları, akciğer hastalıkları, mide ağrısı vb. rahatsızlıklarda tedavi edici etkisi olduğu belirtilmiştir. Gürbüz vd. (2013), yerel halkın geleneksel tedavi olarak mide hastalıklarında kullandıkları Anadolu sığla yağının anti-ülserojen etkisini yaptıkları çalışma ile doğrulamışlardır. Saraç ve Şen (2014), Anadolu sığla yapraklarından elde ettikleri etanol ekstrenin antioksidan ve antimutagenik etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır. Okmen vd. (2015), ise yaptıkları çalışmada, Anadolu sığla yapraklarından sağladıkları ekstrelerin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini rapor etmişlerdir. Hasanhocaoğlu Yapıcı vd. (2015), Anadolu sığla yapraklarından elde ettikleri ekstraktın kültür levrek balıklarının raf ömürlerini duyuşsal olarak 3 gün uzattığını tespit etmişlerdir. Değirmen-tepe vd. (2015), Anadolu sığla balsamı ile emprenye edilmiş kayın odunun su emme, yüzey parlaklığı ve yüzey sertliği gibi bazı fiziksel özelliklerin iyileştiğini ifade etmişlerdir. Yine Değirmen-tepe vd. (2015), Anadolu sığla balsamı ile emprenye işlemi uyguladıkları kayın odununda çürüme direnci seviyesinde iyileşme, eğilme direnci, elastikiyet modülü, liflere paralel basınç direnci gibi mekanik özelliklerde azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Kösa ve Atik (2013), bitkisel peyzaj tasarımında çınar ve Anadolu sığla kullanımında peyzaj mimarlığı öğrencilerinin tercihleri konulu bir çalışmalarında, öğrencilerin tercihleri doğrultusunda estetik özellikleri daha ön plana çıkan Anadolu sığlasının kent koşullarında tercih edilebileceğini rapor etmişlerdir. Gül vd. (2014), “Kent Ağaçları Bilgi Modeli” isimli çalışmasında Anadolu sığla ağacının sonbahar renklenmesinden dolayı park ve bahçelerde kullanıldığını belirtmiştir. Ürker (2014), “Çevre Etiği Bağlamında Anadolu Sığla Ormanları” çalışmasında, Anadolu sığla ormanlarını tahrip etme ekseninde oluşan toplumsal faydanın, çevre etiği araçlarının kullanılarak Anadolu sığla ormanlarının korunmasına yönlendirilebileceğini tavsiye etmiştir.

Amerika’da son zamanlarda Amerika sığlasından biyokütle ve biyoenerji açısından yararlanmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Hassan vd. (2016), Amerikan sığla odunundan hızlı piroliz ile elde edilen yağı karakterize etmiş ve Amerikan sığla odununun bu amaç için ümit verici olduğunu belirtmiştir. Zhang vd. (2016), Amerikan sığla odun yongalarına gliserol termal proses kullanarak enzimatik sakarifikasyon ön işlemi uygulamış ve bu ön işlemin hidroliz hızını arttırdığını ifade etmişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yıllara göre Anadolu sığla ağacının kapladığı alanlar incelendiğinde; 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra Anadolu sığla varlığımızın yaklaşık %60-70'ni kaybettiğimiz anlaşılmaktadır. Tarımsal faaliyetler ve kentleşme politikaları gibi insan eksenli sebepler ile taban suyunun azalması gibi doğal nedenler Anadolu sığla sahalarının azalmasındaki başlıca etmenlerdir. Anadolu sığla sahalarının azalması, Amerikan sığla ağacından elde edilen balsamın piyasaya arz edilmesi ve sentetik ürünlerin pazarda büyük pay sahibi olması sebepleri bir araya geldiğinde ülkemizde Anadolu sığla yağı üretimi çok ciddi bir düşüş yaşamıştır. Yıllık Anadolu sığla yağı üretimi 200 ton/yıl civarından kg cinsinden ölçülür duruma dönüşmüştür. Dahası son yıllarda talep olmaması nedeniyle üretim yapılamaz hale gelmiştir.

Anadolu Sığla ağacının yayıldığı saha genişliği ve kullanım miktarı eskisi kadar olmasa da önemli bir orman kaynağıdır. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü idaresinde toplamda 360 hektara yakın Anadolu Sığla Ağacı Islah Tesisi bulunmaktadır. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nce halkın hizmetine sunulmak üzere Anadolu Sığla Aroma Terapi Ormanının oluşturulma faaliyetleri devam etmektedir.

Marmaris Kent Konseyi koordinasyonunda Orman Genel Müdürlüğü, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Marmaris Belediyesi, ilgili diğer kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları katılımları ile belirli aralıklarla "Sığla Koordinasyon Toplantıları" düzenlenmektedir. Toplantılara Orman Genel Müdürlüğü adına uygulama birimi olan Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün yanı sıra araştırma birimleri Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü katılım sağlamaktadır. Toplantılar kapsamında Anadolu sığla ağacının yayılışı, ekolojisi, korunması, Anadolu sığla yağı üretimi ve kullanım alanları ile değerinin artırılmasına yönelik çalışmalar alt yapı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bir bütün olarak Anadolu sığla ağacının önemine dikkat çekilmektedir.

Tarih boyunca her zaman değerli olan Anadolu sığla ağacından çok yönlü faydalanma olanakları üzerine yapılan çalışmalara yoğunluk verilmelidir. Günümüz teknolojisine uygun ham balsam ve uç ürün elde etme yöntemleri geliştirilebilir. Yağ üretimine uygun olmayanlar ise, odun ürünleri sanayinde kolaylıkla değerlendirilebilir. Yeni alternatif kullanım alanları araştırılabilir. Odun ve odun dışı orman ürünleri pazarında Anadolu sığla ağacına kalıcı bir yer açılabilir. İhtiyaçlar doğrultusunda yeni Anadolu sığla sahaları tesis edilebilir. Anadolu sığla ağacından yararlanırken koruyucu tedbirler göz ardı edilmemelidir. Yağ verimi ve kalitesi yüksek bireylerin genetik yapıları muhafaza edilmeli, ihtiyaç olması halinde gerekli ekolojik, silvikültürel, ıslah, vb. faaliyetler zamanında ve doğru şekilde yapılmalıdır. Ülkemiz için bir değer olan Anadolu sığla ağacının geçmişteki önemi artırılarak geleceğe taşınmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Acar, M.İ., 1989. (Liquidambar orientalis Mill.) Balsamı (Sığla Yağı) Eterik Yağının GC-MS-DS Sistemi ile Analiz Edilerek Birleşiminin Belirlenmesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Raporlar Serisi No:33, 5-21.
- Acatay, A.,1963. Sığla ağacı'nın (Liquidambar orientalis Mill.) Türkiye'de yayılışı, yeni tespit edilen Liquidambar orientalis var. suber varyetesi ve sığla ağacına musallat olan böcekler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 8 (2), 40-56.
- Alan, M., Kaya, Z. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for oriental sweet gum (Liquidambar orientalis). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Akpolat, O., Odabaş, S.Ç., 2016. KNIME Yazılımı ile Kimyasal Analiz Verilerinin Kümelenmesi. 18. Akademik Bilişim Konferansı, 3-5 Şubat, 2016. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

- Anonim 1. Orman Genel Müdürlüğü, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Sığla Yayılış Miktarı Verileri 2016, Muğla.
- Anonim 2. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Islah Tesisleri, 2016, Ankara.
- Anonim 3. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri 2014, Ankara.
- Anonim 4. Orman Genel Müdürlüğü, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Sığla Yağı Üretim Miktarı Verileri 2016, Muğla.
- Anşin, R., Özkan, Z.C. 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, 167/19, Trabzon.
- Atay, I., 1985. Sığla ağacının (Liquidambar orientalis Mill.) önemi ve Sivikültürel özellikleri. G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi (35), 15-21.
- Aydıngöz, M., Bulut, S. 2014. Egenin Gizli Kalmış Şifa İksiri: Sığla. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 14, 1-6.
- Berkel, A., 1955. Sığla Ağacı (Liquidambar orientalis Mill.) odununun makroskopik özellikleri ve anatomik striktürü hakkında araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt V, (I -I I), 1-17.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Kurtoğlu, A., 1989. Sığla ağacının bazı özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt: 39, Sayı: 1, 43-52.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Kurtoğlu, A., 1990. Sığla odununun fiziksel ve mekanik özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt: 40, Sayı: 2, 1-18.
- Çengel, B., İçgen, Y., Kandemir, G., Özdilek, A., Velioglu, E. Kaya, Z. 2008. Anadolu sığlasının (Liquidambar orientalis Miller) populasyon düzeyinde genetik yapısı ve koruma stratejileri. 1. Uluslararası Sığla Çalıştayı, 9-12 Ekim 2008, Dalaman.
- Degirmen-tepe, S., Baysal, E., Türkoğlu, T., Toker, H., 2015. Some properties of Turkish sweetgum balsam (styrax liquidus) impregnated oriental beech wood part I: physical properties. Wood Research 60 (3), 397-408.
- Degirmen-tepe, S., Baysal, E., Türkoğlu, T., Toker, H., Deveci, I., 2015. Some properties of Turkish sweetgum balsam (styrax liquidus) impregnated oriental beech wood part II: decay resistance, mechanical, and thermal properties. Wood Research, 60(4), 591-604.
- Doğaç, E., 2008. Türkiye'deki Relikt Endemik Sığla Ağacı (Liquidambar orientalis Mill. var. orientalis ve L. orientalis Mill. var. integriloba Fiori) Populasyonlarındaki Genetik Çeşitliliğin RAPD (Rastgele Üretilen Polimorfik DNA) Belirteçleri Yardımıyla Belirlenmesi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80 s. Muğla.
- Duru, M.E., Cakır, A., Harmandar, M., 2002. Composition of the volatile oils isolated from the leaves of Liquidambar orientalis Mill. var. orientalis and L. orientalis var. integriloba from Turkey. Flav. Fragr. J. 17, 95-98.
- Efe, A., 1987. Liquidambar orientalis Mill. (sığla ağacı)'in morfolojik ve palinolojik özellikleri üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A. Cilt 37(2), 84-114.
- Eke Bayramoğlu, E., 2010. Soaking with storax- possibility of using sığla tree (Liquidambar orientalis Mill. var. orientalis) storax as bactericide in the soaking float, Jalca, 105, 62-68.
- Fernandez, X., Cuvelier, L.L., Loiseau, A.M., Perichet, C., Delbecque, C., Arnaudo, J.F., 2005.. Chemical composition of the essential oils from Turkish and Honduras Styrax. Flavour and Fragrance Journal. 20, 70-73.
- Genç, A. 1999. Sığla ağacı (Liquidambar orientalis Mill.)'nın doku kültürü tekniği ile üretilmesi. Orman Bakanlığı Teknik Bülten No:14, 57 s.

- Gurbuz, I., Yesilada, E., Demirci, B., Sezik, E., Demirci, F., Baser KH., Characterization of volatiles and anti-ulcerogenic effect of Turkish sweetgum balsam (*Styrax liquidus*). *Journal of Ethnopharmacology* 148, 332-336.
- Gül, A. Topay, M., Polat, E. Gülcü, S., Çatal Y., Yılmaztürk, A., 2014. Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Modeli. TÜBİTAK Proje Numarası: 110Y301 (2011-2014).
- Gül, S., 1986. Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) Kabuk sıyrıntılarında yağ elde etme yöntemleri üzerine araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:178*.
- Günel, N., 1994. *Liquidambar orientalis* (Anadolu sıgla ağacı)'in güneybatı Anadolu'daki yayılışında relief, iklim ilişkileri. *Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 29, 175-190*.
- Gürdal, B., Kültür, Ş., An ethnobotanical study of medicinal plants in Marmaris (Muğla, Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 146, 113-126.
- Gürlek, M., 2011. Alâ'im-i Cerrâhîn'de Geçen Bitki Adları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 7, 123-145.
- Hasanhocaoğlu Yapıcı, H., Baygar, T., Metin, C., Alparslan, Y., 2015. Günlük ağacı (*Liquidambar orientalis*) yapraklarından elde edilen ekstraktın kültür levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) raf ömrü ve et kalitesi üzerine etkisi. *Journal of Food and Health Science* 1 (4), 166-177.
- Hassan, E.B., Yousef, H.A., Steele, P., Giar, E.E., 2016. Characterization of bio-oils from the fast pyrolysis of white oak and sweetgum. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects* 38 (1), 43-50.
- Huş, S., 1949. Sığla Ağacı'nın (*Liquidambar orientalis* Mill) Ormancılık Bakımından Önemi ve Sığla Yağının Kimyasal Araştırılması. *Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından Özel Sayı: 83, İstanbul*.
- Huş, S., 1969. Orman mahsulleri kimyası. *İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1451, Orman Fakültesi Yayın No: 150, İstanbul*.
- İktüeren, Ş., Acar, İ. 1987. Sığla Ağacı'nın (*Liquidambar orientalis* Mill.) Doğal Yayılışı, Sığla Yağı Üretimi ve Pazarlaması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Dergi Serisi, Cilt 33, Sayı 2, No:66, 7-15*.
- İstek, A., 1994. Sığla yağı (*storax*)'nın kimyasal bileşenleri. *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 50 s. Trabzon*.
- İstek, A., Hafizoğlu, H., 1998. Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) odununun anatomik özelliklerinin belirlenmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 1 (1), 18-26*.
- İstek, A., Hafizoğlu, H., 2005. Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) odunu ve kabuğunun kimyasal bileşenleri, *G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5 (1), 1-6*.
- Kim J, Seo, S.M., Lee, S.G., Shin, S.C., Park, I.K., 2008. Nematicidal activity of plant essential oils and components from coriander (*Coriandrum sativum*), Oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*), and valerian (*Valeriana wallichii*) essential oils against pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (16), 7316-7320.
- Kim, J., Jang, M., Shin, E., Kim, J., Lee, S.H., Park, C.G., 2016. Fumigant and contact toxicity of 22 wooden essential oils and their major components against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology, (Accepted 16 March 2016, In Press)*.
- Kösa, S., Atik, M., 2013. Bitkisel Peyzaj Tasarımında Renk ve Form; Çınar (*Platanus orientalis*) ve Sığla (*Liquidambar orientalis*) Kullanımında Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Tercihleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 4 (1), 13-24.
- Lee, Y.S., Kim, J., Lee, S.G., Oh, E., Shin, S.C., Park, I., 2009. Effect of plant essential oils and components from oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*) on growth and morphogenesis of three phytopathogenic fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 93, 138-143.

- Lingbeck, J.M., O'Bryan, C.A., Martin, E.M., Adams, J.P., Crandall, P.G., 2015. Sweetgum: An ancient source of beneficial compounds with modern benefits. *Phcog Rev* (9), 1-11.
- Okmen, G., Turkcan, O., Ceylan, O., Gork, G., 2014. The antimicrobial activity of *Liquidambar orientalis* Mill. against food pathogens and antioxidant capacity of leaf extracts. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 11 (5), 28-32.
- Oskay, M., Oskay, D., Kalyoncu, F., Activity of Some Plant Extracts Against Multi-Drug Resistant Human Pathogens. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 8 (4), 293-300.
- Örtel, E., 1988. Sığla ormanlarımızın durumu. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt 34, Sayı 2, No: 68, 93-96.
- Özmen, K., 2011. Sığla ağacının (*Liquidambar orientalis* Miller) in vitro koşullarda çoğaltım özelliklerinin araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 45 s. Antalya.
- Park, I.K., 2014. Fumigant Toxicity of Oriental Sweetgum (*Liquidambar orientalis*) and Valerian (*Valeriana wallichii*) Essential Oils and Their Components, Including Their Acetylcholinesterase Inhibitory Activity, against Japanese Termites (*Reticulitermes speratus*). *Molecules*, 19, 12547-12558.
- Sağdıç, O., Özkan, G., Özcan, M., Özçelik, S., 2005. A Study on Inhibitory Effects of Sığla Tree (*Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis*) Storax Against Several Bacteria. *Phytotherapy Research* 19, 549-551.
- Sarac, N., Sen, B., 2014. Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis*. *Industrial Crops and Products* 53, 60-64.
- Suzek, H., Celik, I., Dogan, A., Yildirim, S., 2015. Protective effect and antioxidant role of sweetgum (*Liquidambar orientalis*) oil against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity and oxidative stress in rats. *Pharm Biol*, 54(3), 451-457.
- Ürker, O., 2014. Çevre etiği bağlamında Anadolu sığla ormanları. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 325 s. Ankara.
- Velioglu, E., Kandemir, G., Tayanç, Y., Çengel, B., Alan, M., Kaya, Z., 2008. Türkiye'deki sığla (*Liquidambar orientalis* Miller) popülasyonlarının genetik yapısının moleküler belirteçlerle belirlenmesi ve koruma stratejileri geliştirilmesi. *Çevre ve Orman Bakanlığı Teknik Bülten* No: 20, 43 s.
- Yaltırık, F. ve Efe, A. 1994. *Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3836, O.F. Yayın No: 431, İstanbul.
- Zhang, W., Sathitsuksanoh, N., Barone, J.R., Renneckar, S., 2016. Enhanced enzymatic saccharification of pretreated biomass using glycerol thermal processing (GTP). *Bioresource Technology* 199,148-154.