

Anadolu Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) ve balsamı üzerine bir değerlendirme

Filiz Kılıç^{a,*} , Ayşe Betül Avcı^b 

Özet: Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis*) Altingiaceae familyasına ait, doğal olarak yalnızca Türkiye'nin güneybatısında yayılış göstermektedir. *L. orientalis* türünün var. *orientalis* ve var. *integriloba* Fiori olmak üzere iki varyetesi bulunmakta olup, endemik bir türdür. Relikt ve endemik bir tür olan, IUCN Kırmızı Listesi'nde "tehlike altındaki türler" kategorisinde yer alan Anadolu sığla ağacı (*L. orientalis* Mill.), halk arasında "günlük ağacı" olarak da bilinmektedir. Bu türün oluşturduğu sığla ormanlarının ekosistemine bütüncül bir bakışın sunulduğu bu derlemede; ağacın gövdesine açılan yaralardan doğal olarak sızan sığla balsamı incelenmiştir. Bu değerli reçinenin; antibakteriyel, antimikrobiyal, antitümör ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra, fiksatif özelliği sayesinde parfümeri ve kozmetik sanayisinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Geleneksel halk hekimliğinde mide ve cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sığla balsamının çeşitli kullanım alanlarına yönelik yürütülmüş bilimsel araştırmalar incelenerek Anadolu sığla ağacının ekolojik ve ekonomik önemini ortaya koymak, türün korunması ve sürdürülebilir kullanımına bilimsel katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Günlük ağacı, Günlük sakızı, Balsam, Endemik, Buhur, Antimikrobiyal

An evaluation of the Oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis* Mill.) and its balsam

Abstract: The Oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*), a member of the Altingiaceae family, occurs naturally only in the southwestern region of Türkiye. The species *L. orientalis* has two varieties: var. *orientalis* and var. *integriloba* Fiori, and it is an endemic species. Being both a relict and endemic species, the Oriental sweetgum (*L. orientalis* Mill.) is listed as "Endangered" in the IUCN Red List. It is also known locally as the "Günlük Tree." In this review, which provides a holistic perspective on the ecosystem of sweetgum forests formed by this species, the sweetgum balsam that naturally exudes from wounds made on the tree trunk is examined. This valuable resin is known to possess antibacterial, antimicrobial, antitumor, and antioxidant properties, as well as significant importance in the perfumery and cosmetics industries due to its fixative qualities. In traditional folk medicine, it has been used in the treatment of gastric and skin diseases. This study evaluates scientific research conducted on various applications of sweetgum balsam. In this study, scientific research conducted on various uses of sweetgum balsam was examined in order to reveal the ecological and economic importance of the Oriental sweetgum and to provide a scientific contribution to the conservation and sustainable utilization of the species.

Keywords: Günlük tree, Balsam, Storax, Balsam, Endemic, Styrax, Incense, Antimicrobial

1. Giriş

Anadolu sığla ağacının (*Liquidambar orientalis* Mill.) yer aldığı *Liquidambar* cinsi, önceleri Hammamelidaceae familyasında tanımlanmaktayken, yapılan taksonomi çalışmaları sonucunda Altingiaceae familyası altında tanımlanmaktadır (Ürker 2014).

Anadolu Sığla ağacının da içinde yer aldığı *Liquidambar* cinsine bağlı 4 tür bulunduğu kaynaklarda belirtilmektedir. *Liquidambar formosana* Hance. ve *L. acalycina* Chang. Doğu Asya'da bulunmaktadır. *L. styraciflua* L. Kuzey Amerika'da ve Meksika ile Orta Amerika'dan Honduras'a kadar uzanan yüksek dağlık kesimlerde yer almaktadır (Taşkın vd. 2010). Güncel çalışmalarda ise bu cinse ait toplam 15 adet türden bahsedilmektedir (Şekil 1).

Sığla ağacı, Anadolu sığla ağacı, günlük ağacı, günlük, günnük, kara günlük, sığala gibi isimlerle bilinmektedir (Baytop 1999; Büyükkılıç 2013). Turkish sweetgum,

Anatolian sweetgum, oriental sweetgum yaygın İngilizce isimleridir (Kavak ve Wilson 2018; Demir vd. 2021). *Liquidambar*, latince sıvı akışkan anlamında olan liquidus, Arapça güzel kokulu anlamında olan amber sözcüklerinin birleşmesinden türetilmiştir (Aydınöz ve Bulut 2014). Bu adlandırmanın kaynağını, sığla ağacından elde edilen medikal balsam oluşturmaktadır.

Anadolu sığla ağacı, Türkiye'nin boreal-terciyer kökenli relict endemik türlerinden biridir. Buzul Çağı sırasında Anadolu'daki nemli ve sıcak mikroklimatik bölgeler, bu türün günümüze ulaşmasına olanak sağlamıştır (Taşkın vd. 2010). Bolu-Seben fosil ormanlarında bulunan Anadolu sığla ağacı fosillerinin yaşı yaklaşık 18-20 milyon olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Ürker 2014).

^a Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tohumluk Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir

^b Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Ödemiş, İzmir

* Corresponding: filiz.kilic@ege.edu.tr

Received: 23.07.2025, Accepted: 12.09.2025



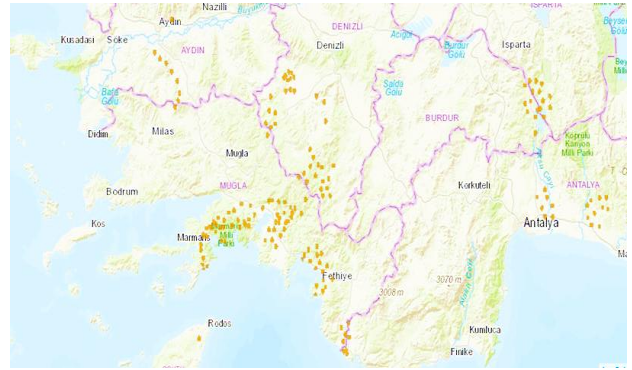
Şekil 1. Taksonomik Sınıflandırma (Smilyanets vd. 2024; Anonim (a), 2025)



Şekil 2. Bolu-Seben fosil ormanından görünüm (Ürker 2014)

Anadolu sığla ağacı, doğal olarak yalnızca Türkiye'nin güneybatısında yayılış göstermektedir (Şekil 3.). Bazı araştırmacılar bu türün Rodos ve Kıbrıs adalarında da görüldüğünü belirterek endemik sayılmaması gerektiğini ileri sürse de, literatürde bu bölgelerdeki varlığının sonradan insan eliyle gerçekleştirilen taşınma ve kültüre alma yoluyla oluştuğu ifade edilmektedir. Bu nedenle *L. orientalis*, Türkiye'ye özgü endemik bir tür olarak değerlendirilmekte ve (Taşkın vd. 2010; Ürker 2014) Anadolu'da yetişen iki varyetesi bulunmaktadır (Yüzer vd. 2022).

Anadolu sığla ağacının, en iyi gelişim gösterdiği alanlar rutubetli, alüvyal kil ve balçık topraklı nehir yataklarıdır. Türkiye'de özellikle Muğla çevresinde, denize yakın, alçak ve nemli çukur alanlarda yayılış göstermektedir. Deniz seviyesinden genellikle 15-20 metre yükseklikte bulunmaktadır. Bu alçak alanlardaki sığla meşcerelerine halk arasında "taban günlüğü", daha yüksek kesimlerde bulunanlara ise "dağ günlüğü" denilmektedir. Genellikle alçak bölgelerde yaygın olsa da, küçük gruplar halinde daha yüksek rakımlarda da (900-1000 metre) görülmektedir (Atay 1985).



Şekil 3. Anadolu Sığla ağacı yayılışı (Anonim (b) 2025)

Ortalama sıcaklığı 15-20°C olan bölgelerde yetişen sığla ağaçları 1000-1200 mm yağış alan yörede en soğuk ayların minimum sıcaklığı 4-7°C'dir (Öztürk vd. 2008; Ürker 2014).

Bu çalışma, Anadolu sığla ağacının ekolojik, ekonomik ve kültürel açıdan önemini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymayı; doğal yayılış alanlarının mevcut durumunu ve karşı karşıya olduğu tehditleri değerlendirmeyi, biyoçeşitliliğe katkısını vurgulamayı ve türün korunması ile sürdürülebilir kullanımına yönelik literatüre bilimsel katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2. Sığla ormanının genel özellikleri

İlk envanter çalışmalarında 6.312 hektar olarak belirlenen sığla orman varlığı, 1949 yılından itibaren turizm, orman yangınları ve bahçe açma gibi insan kaynaklı baskılar nedeniyle hızla azalmış; günümüzde ise parçalı bir yapı hâlinde, yetiştirme ve rezerv alanları dâhil olmak üzere toplam 1.654 hektara gerilemiştir. Ormanların en geniş yayılış gösterdiği yer olan Köyceğiz'de ise bu alan 770 hektara kadar düştüğü tespit edilmiştir (Ürker ve Günlü 2023). Endemik bir tür olan Anadolu sığla ağacı, IUCN Red List'e göre EN (Endangered) nesli tükenmekte olan kategorisinde bulunmaktadır (Kavak ve Wilson 2018).

Anadolu sığla ağacının yetiştiği subasar ormanlarının hassas ekosistemi, biyolojik çeşitlilik açısından son derece zengindir. Bu ormanlarda yaşayan 49 adet karayosunu türü tespit edilmiştir (Çatak ve Kırmacı 2020). Sığla ağaçlarının gövdelerinde, orman tabanında ve çürüyen sığla kalıntıları üzerinde bulunan çeşitli mantar türleri de Türkiye'den ilk kayıtlar arasında yer almaktadır (Kaygusuz vd. 2016; Çolak ve Kaygusuz 2018; Kaygusuz vd. 2022; Kaygusuz 2024). Sığla ormanlarından toplanan 613 bitki örneğinin değerlendirilmesi sonucunda 60 adet familyaya ait 150 adet cins, 212 adet tür, 8 adet alt tür ve 6 adet varyete belirlenmiştir (Akbaş ve Varol 2015). Ayrıca bu ormanlarda 33 familyaya ait 108 böcek türü kaydedilmiş; bu türlerden 15'i Türkiye için ilk kayıt niteliğindedir (Harman ve Avcı, 2023). Başka bir çalışmada ise yine Türkiye'de ilk kez kaydedilen sığla ağacı üzerinde yaşayan bir böcek türü rapor edilmiştir (Cebeci ve Korotyaev 2019).

Türkiye'de bulunan 39 adet yarası türünden 12 adedi sığla ormanlarında gözlemlenmiştir ve bunlardan 7 adedi koruma altındadır (Ürker ve Yorulmaz, 2020). Bu ormanlarda ayrıca 76 kuş türü (Ürker ve Benzeyen 2020)

ile dört anuran, dört kaplumbağa, dokuz kertenkele ve dokuz yılan türü olmak üzere toplam 26 amfibi ve sürüngen türü belirlenmiştir (Bozkurt vd. 2022). Memeli faunası açısından da zengin olan bu ormanlar; Avrasya su samuru, karakulak, yaban kedisi, Avrasya porsuğu, ağaç sansarı, kızıl tilki, yaban domuzu ve altın çakal gibi türlere ev sahipliği yapmaktadır (Ürker ve İlemin 2019).

04.04.2014 tarih ve 28962 sayılı Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği ile 23.04.2020 tarihinde yayınlanan Muğla İli, Ortaca ve Dalman ilçesi sınırları içerisinde Bulunan Ortaca-Dalaman Sığla Ormanları Doğal Sit Alanının değerlendirilmesi hakkındaki Cumhurbaşkanlığı Kararındaki haritada yer alan koruma alanının genişletilerek Ortaca-Dalaman Sığla Ormanları Kesin Korunacak Hassas Alan statüsü verilmesine ilişkin alınan 02.04.2021 tarihli Cumhurbaşkanlığı kararları, Anadolu sığla orman varlığı için olumlu olan devletin aldığı yasal tedbirlerdendir (Anonim c 2025; Anonim d 2025).

Hassas bir ekosistemde yaşayan sığla ağacı sahalarını genişletme stratejisi üzerine Ürker ve Günlü (2023) Analitik Hiyerarşi Süreci ve Coğrafi Bilgi Sistemleri gibi modern yöntemlerden faydalanarak toprak, sıcaklık, iklim, habitat, arazi eğimi gibi kriterleri inceledikleri çalışmalarında, araştırma alanının %50.7'sinin (600,384 ha) düşük, %41.2'sinin (488,448 ha) orta ve %8.1'inin (95,400 ha) yüksek uygunluğa sahip olduklarını bulmuşlardır. Sığla ağacı popülasyonlarına ilişkin bir diğer çalışmada (Selim ve Sönmez 2015) yine coğrafi bilgi sistemleri ve peyzaj metrikleri kullanılarak sığla ormanların bütünlüğünü korumak ve çevresel baskıyı azaltmak için ormanları çevreleyen tampon bölgelerin oluşturulması gerektiği önerilmiştir. Türkiye genelinde sığla potansiyel büyüme alanlarını kriging yöntemi ile araştıran çalışma (Çorbacı vd. 2019) sonuçlarına göre Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerini kapsayan alanlara sığla ekilebileceği, uygun sıcaklık ve nem koşullarında 0 ila 800 m rakımda yaşayabileceği tahmin edilmiştir.



Şekil 4. Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi ve Herbarium Araştırma ve Uygulama Merkezinde yer alan Anadolu sığla ağacının gövde ve yapraklarından bir görünüm

3. Botanik özellikleri

Anadolu sığla ağacı, ortalama 30-35 metreye kadar boylanabilen, 100 cm'ye kadar çap yapabilen ve 200-300 yıl ömrü olan bir ağaç türüdür. Geniş ve yuvarlak bir tepeye sahip olup, kalın dallarla bezenmiştir. Gençken pürüzsüz ve grimsi kabuğa sahip olup, yaşlandıkça kahverengimsi gri renge dönüşüp düzensiz çatlaklar oluşturmaktadır. Genç sürgünler çıplak ve yeşil renkte olup, sarmal dizili tomurcuklar 6-8 adet sivri pulla örtülüdür. Gövdelerde dallanma genellikle 3-5 metre yükseklikten itibaren başlamaktadır. Yaprakları genellikle 5 loblu, kenarları ince dişli olup, ince uzun saplarla bağlantılıdır; bazen 3 veya 7 loblu olmaktadır (Şekil 5.). Tek evcikli (Atay 1985; Yaltırık ve Efe 2000). Kök sistemi genellikle sığdır ve yer yer yayılıdır. Sığ kökler özellikle su tablasının yüksek olduğu alanlarda görülmektedir. Ancak, daha kuru habitatlarda yetişen bireylerde daha derin bir kazık kök sistemi gelişmektedir. Bitkinin kahverengimsi ve topuz biçimli sarkık meyve başları 2-3 cm çapında olup, 3-5 cm uzunluğundaki saplar üzerinde yer alır ve her biri 30-40 kapsül içermektedir. Bu başlar, 5 mm ile 1,5 mm arasında değişen boyutlarda, yassı, dikdörtgen şekilli ve kanatlı 50-75 adet küçük tohum üretmektedir. Kasım ayından aralık ayına kadar yapraklarını dökmeye başlayan ağacın şubat ayında yeni yaprakları çıkmaya başlamakta olup, mart ayı başında çiçeklenmektedir. Meyveler nisan ortasında belirginleşir, eylülde olgunlaşır ve ekim ayından itibaren 1,5 ay süreyle düşmeye başlar. Meyvelerini döken kapsüller ertesi yıla kadar ağaçlarda kalırlar (Öztürk vd. 2008).



Şekil 5. Anadolu sığla ağacının büyüme organları (A - çiçekli dal; 1 ve 2 - stamenler; 3 - topuz biçimli meyvede toplanmış dişi çiçekler; 4 - dişi çiçeğin uzunlamasına kesiti; 5-kaynaşmış kapsüllerin topuz biçimli meyvesi; 6 - meyvenin uzunlamasına kesiti ; 7 ve 8 - kanatlı tohum; 9 ve 10 - tohumun uzunlamasına ve enine kesiti; 11 - embriyo. (Anonim c 2025)

4. Sığla çoğaltım teknikleri

Anadolu sığla ağacı tohumla, yumuşak odun çelikleri ile ya da *in vitro* yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Her yıl tohum veren Anadolu sığla ağacı, üç yılda bir bol tohum üretimi gerçekleştirmektedir. Gri renk alan kapsüller toplanarak kurutulmakta ve sarsılarak tohumlar kapsüllerinden ayrılmaktadır. Elde edilen tohumlar, %10–15 nem oranında, ağzı kapalı kaplarda 2.2–4.4 °C’de 4 yıl süreyle saklanabilmektedir. Tohumlar, +5 °C’de 30–90 gün boyunca kumda soğuk-ıslak işleme tabi tutulduktan sonra 10–30 gün içinde çimlendiği ve ortalama %70 çimlenme oranı elde edildiği tespit edilmiştir (Atay 1985). Bununla birlikte, ön işleme gerek kalmaksızın tohumların 20–25 °C sıcaklıkta %87 oranında çimlenebildiği de bildirilmiştir (Bakır 2019). Rodos orijinli tohumlarda yapılan bir çalışmada 20/10 °C değişken sıcaklıkta, beyaz ışıktaki 12/12 saat karanlık/aydınlık koşullarında optimum çimlenme oranına ulaşılmıştır (Daskalakou ve Thanos 2014).

Anadolu sığla ağacının proventif sürgünlerinden alınan çelikler %80–90 nem, 18–20 °C sıcaklık, pH 5.5–7 aralığında, tuzsuz ortamda %50 kum + %50 perlit karışımında %0,5’lik IBA uygulamasıyla %73 çimlenme oranı elde edilmiştir. Çakıl ve IBA kombinasyonunda ise çimlenme oranı %87’ye ulaşmıştır (Kızmaz 1994).

Anadolu sığla ağacının aksiller tomurcuklarından alınan örneklerin MS ve WPM kültür ortamlarında farklı bitki büyüme düzenleyiciler ile kültüre alınması sonucunda başarılı sonuçlar verdiği çalışmanın sonuçları (Bayraktar vd. 2015) ticari bir üretim şekline dönüştürülmüştür. Tohum örnekleri kullanılan bir çalışmada WPM kültür ortamında uygulanacak NAA+BAP kombinasyonlarının başarılı olduğu ifade edilmiştir (Acar vd. 2018). Huang vd. (2024) *L. formosana* üzerine Anadolu sığla ağacı aşılama, aşılama ağaçlarından alınan balsamın kimyasal ve biyolojik etkilerini benzer bulmuşlardır.

5. Sığla balsamı içeriği ve kullanım alanları

Anadolu sığla ağacı yapay ya da doğal yaralanması sonucunda yara etrafında diri odun kısımlarında patolojik vertikal balsam kanalları oluşmaktadır. Yaralanmayan ağacın odun ve kabuğunda balsam kanalları bulunmamaktadır (Arslan ve Şahin 2016). Sığla ağacının gövdesine açılan yaradan sızan sıvı, sığla yağı veya sığla balsamı olarak adlandırılmaktadır. Sweetgum, Styrax liquidus, Turkish sweetgum balsam, Storax, Styrax, Levant styrax gibi isimlerle de bilinir (Tekere ve Kolancılar 2020).

Şifalı özelliği olan bitkilerin kullanımına ilişkin bilgiler ve 12 çeşit ilaç ile 250 farklı bitki türünden bahsedilen Sümer tabletleri bitkilerin tedavide kullanımına ilişkin en eski yazılı kaynaklardır. Sığla balsamı kullanımının en eski kayıtları Asur tabletlerinde yer almış, Mısırlılar tarafından, balsam mumyalama işlemlerinde ve tütsü olarak kullanılmıştır (Taylan 2018; Baumann 1960). Fenikeliler tüccarlar balsamın ticaretini Akdeniz boyunca yaymışlardır. Herodot gibi antik yazarlar, Persler, Skyth’ler ve diğer toplumlar tarafından ritüel ve herbal

amaçlı storax, styrax denilen balsamın kullanıldığını aktarmışlardır. Dioscorides ve Theophrastus gibi dönem hekimleri, sığla balsamını tedavi edici özellikleriyle öne çıkarmışlar, Hipokrates’in de storax ya da styrax isminle anılan mür’e benzeyen bir sıvıdan bahsettiği kaynaklarda yer almaktadır (Taylan 2018; Baumann 1960). Ancak literatürdeki diğer görüş de tıbbi ve ekonomik önemi yüksek olan Boswellia türlerinden elde edilen balsamın Sığla Ağacı’na atfedildiği, özellikle yöresel kullanımlarda ve modern literatürde bu iki türün sıkça karıştırılabileceği ya da antik kaynaklardan yapılan çeviri hataları nedeniyle yanlış değerlendirildiği yönündedir (Ürker 2014; Aydınöz ve Bulut 2014). Baytop’un (1999) drog tanımlarında, *Boswellia* türlerinden elde edilen usareyi ak günlük olarak tanımlarken, *L.orientalis* türünün gövde kabuklarından sığla balsamı elde edildikten sonra geriye kalan kabukları kara günlük olarak tanımlaması, halk arasında günlük ağacı da denilen sığla ağacının tanımlanmasına ilişkin kavramlardaki karmaşaya ilişkin görüşü destekler niteliktedir.

Bizanslılar döneminde ticareti yapılan *Styrax officinalis*’ten elde edilen altın renkli katı reçine ve *L. orientalis*’ten elde edilen sıvı, kırmızımsı kahverengi storaks balsamının, iki farklı ağaç türünden elde edildiği bu iki türün genellikle karıştırılarak veya aynı adla anılarak kullanıldığı, bunun da tarihsel kayıtlarda karışıklığa neden olduğu, storaksın, özellikle Bizans ve İslam dünyasında geniş ticaret ağlarına sahip olduğu, 10. yüzyıldan itibaren Bizans’ın, Anadolu’nun geniş bölgelerinden storaks ticaretini kontrol ederek uluslararası pazarlarda önemli bir konuma sahip olduğu Durak (2022) tarafından aktarılmıştır.

Evliya Çelebi, ünlü Seyahatnamesinde, sığla ağacının Osmanlı dönemi coğrafyasındaki yayılımını ve sığla balsamının, ağaçların kabuklarının kesilip sıkılmasıyla çıkarıldığını, kokusunun hoş olduğunu ve cüzam gibi hastalıkların tedavisinde kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca, sığla balsamının Hindistan’a kadar gönderildiğini ve orada tedavi amacıyla kullanıldığını ifade etmiştir. Evliya Çelebi’nin, Hellenistik dönemde Büyük İskender ile III. Darius arasındaki savaşta sığla balsamının kullanıldığından bahsetmesi ve doğal yayılım alanına ilişkin verdiği bilgiler sığlanın yayılışı ve kullanım alanlarıyla örtüşmektedir (Taylan 2018).

Anadolu sığla ağacı, özellikle Akdeniz bölgesinde geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan endemik bir bitkidir. Sığla balsamı, solunum yolu hastalıkları (astım, bronşit), romatizma ağrıları, cilt hastalıkları (mantarlara ve uyuz), yara iyileştirme ve sindirim sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde geleneksel olarak tercih edilmiştir. Günümüzde ise sığla balsamı, parfümeri ve kozmetik ürünlerde koku sabitleyici olarak, sabun, sakız ve tütün aromalandırmada, ayrıca eczacılıkta bazı ilaçların yapımında kullanılmaktadır. İçerdiği sinamik asit ve sinamik alkol gibi bileşiklerle önemli bir doğal kaynak olma özelliği taşımaktadır. Balsam çıkarıldıktan sonra kalan odunsu parça "buhur" olarak adlandırılmakta olup, tarih boyunca dini törenlerde tütsü, olarak kullanılmıştır (Büyükkılıç 2013; Aydınöz ve Bulut 2014).

Sığla balsamı, kahverengimsi sarı renkte, yarı akışkan bir yapıya sahiptir. Acımsı tadıyla birlikte sinamik aside benzer karakteristik bir kokuya sahiptir. Bileşiminde %35-40 oranında sinamik asit bulunmakta ve bu asit hem serbest formda hem de esterleşmiş halde yer almaktadır. Yaklaşık %1 oranında uçucu yağ (sığla uçucu yağı), içeren sığla balsamı ayrıca %60 oranında sitoressin adı verilen triterpenik asitleri de içerir. Suda çözünmeyen bu yağ; benzen, eter ve aseton gibi organik çözücülerde çözünmektedir. Fiziksel özellikleri arasında özgül ağırlığının 1,091–1,113 arasında olduğu, asit sayısının 50–85 ve sabunlaşma sayısının ise 160–180 olduğu belirlenmiştir (Teker ve Kolancılar 2020).

Geleneksel sığla balsamı elde etme süreci, taban günlüklerinde en az 15 cm çapında, ova günlüklerinde en az 10 cm çapında olan ağaçların seçilerek ağaçların mart ayında yara açılacak bölgelerindeki kabuklarının inceltmesiyle başlamaktadır. Mayıs ayında "kaşık" adı verilen aletle dış kabuk, diri kabuk ve biraz oduna kadar yaralar açılır. Bir hafta sonra yaralar tazelenip, iki hafta sonra biriken yağ sıyrılarak alınmaktadır. Temmuz ve Ekim ayları arasında, her 15 günde bir yaralar üzerindeki yağ, kabuk ve odunla birlikte toplanmaktadır. Bu yağlar bakır kaplarda kaynatılmakta, sonra preslenerek çıkarılmakta ve beton havuzlarda toplanmaktadır. Kalan küspe ise kurutulmaktadır. Kuru küspeye günlük veya buhur adı verilmektedir. (Arslan ve Şahin, 2016, Aydınöz ve Bulut, 2014) Sığla balsamı alınan ağaçların boyları 28.5 metreye, sığla balsamı üretimi yapılmayan ormanlardaki ağaçların boyları ise 35 metreye kadar uzayabilmektedir (Bakır 2019).

1940'lı yıllardan itibaren 200.000 kg olan Anadolu sığla balsamı üretimi, orman alanlarının daralması, ekonomik öneminin azalması ve kimyasal fiksatorlerin yaygınlaşması gibi nedenlerle büyük ölçüde düşüş göstermiştir. Günümüzde ise yalnızca sınırlı alanlarda

otantik amaçlarla ve çoğunlukla kayıt dışı olarak sürdürülmektedir (Ürker 2014).

Sığla ağacının kimyasal içeriğini belirlemek için birçok çalışma yapılmış, yapılan çalışmalarda sadece balsamı değil yaprakları da materyal olarak kullanılmış, ekstraksiyonda ve analizde farklı yöntemler denenmiştir. İncelenen çalışmalarda farklı ana bileşenler bulunmuştur (Tablo 1). Sekonder metabolitlerin bileşim ve miktarındaki farklılıklar, bitkinin genetik yapısı (genotip ve kemotip çeşitliliği), gelişim aşamaları (ontogenez), farklı organ yapıları (morfojenetik) ve çevresel koşullardaki değişimlerin metabolit üretimini etkilemesiyle açıklanabilir (Verma ve Shukla 2015). Bu farklılıklar materyal, yöntem ve analiz farklılıklarından kaynaklanabilir. Duru vd. (2002) üç farklı yöntemle elde ettikleri yağdaki bileşiklerin oranlarındaki değişimi yöntemlerin farklılığına bağlamıştır. Analiz yöntemi ve cihazların farklılığı da sonuçlarda farklılıklara neden olabilmektedir (Teker ve Kolancılar 2020).

Yapraklar ve sığla balsamı bazı araştırmacılar tarafından doğrudan ağaçlardan toplanırken (Duru vd. 2002; Sıcak ve Eliuz 2018; Saraç ve Şen 2014; Keskin ve Güvensen 2022; Aşkun vd. 2021; Büyükkılıç vd. 2022), diğer bazıları ise sığla balsamı piyasadan satın almıştır. Ayrıca, ilaç şirketleri Mu vd. (2023) veya Muğla Orman İşletme Müdürlüğü'nden Gürbüz vd. (2013) temin eden araştırmalar da bulunmaktadır.

Sığla yağının antibakteriyel etkilerinin incelendiği çalışmalarda (Tablo 2), özellikle gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus aureus* üzerinde yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği birçok araştırmada bildirilmiştir (Bilgili vd. 2016; Köse vd. 2016; Dönmez ve Önem 2018; Kılınç vd. 2020; Keyvan ve Savaş 2021; Ayrılmış vd. 2021; Demir vd. 2021; Demir vd. 2022; Çakmak vd. 2023; Çağlar ve Şahbaz 2023; Yurttaş vd. 2023; Nakipoğlu vd. 2024).

Tablo 1. Anadolu sığla ağacından elde edilen sekonder metabolit analiz sonuçları

Çalışma	Kullanılan materyal	Ekstraksiyon yöntemi	Kimyasal analiz	Ana bileşenler ve oranları
Aşkun vd. (2021)	Balsam	Hidrodistilasyon	HPLC, GC-MS	E-Ethyl cinnamate (%27.5-30.6), Torreyol (%11.0-12.0), Cinnamyl alcohol (%7.2-7.9)
Büyükkılıç vd. (2022)	Balsam	Hidrodistilasyon	GC-MS	Styrene (%92.59), α -Pinene (%2.2)
Mu vd. (2023)	Rafine Balsam	-	GC-TOF-MS	Cinnamyl cinnamate (%29.46), Cinnamyl alcohol (%11.17), Benzyl cinnamate (%8.83), Cinnamyl benzoate (6.69%), Caryophyllene (2.47%), Cinnamaldehyde (2.02%) and Styrene (0.77%).
Mutlu vd. (2024)	Balsam	-	GC-MS	Ethyl cinnamate (%56.06), Cinnamyl cinnamate (%35.51), Methyl cinnamate (%2.73)
Gürbüz vd. (2013)	Balsam	Uçucu yağ fraksiyonu/Mikro analiz	GC-MS	Styrene (%81.9), Cinnamyl alcohol (%6.9), α -Pinene (%3.5)
Topal vd. (2008)	Balsam	Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE)	GC-MS	octyl alcohol acetate (12.42%), rimuene (5.82%), N-nordextromethorphan (7.19%), 6a,17b-dihydroxy-5b-androstan-3one (22.92%), menthol (31.59%)
Topal vd. (2008)	Balsam	Su Buharı Distilasyonu	GC-MS	octyl alcohol acetate (20.12%), neocembrene (4.66%), N-nordextromethorphan (14.38%), phenanthrene (8.75%), 6a,17b-dihydroxy-5b-androstan-3one (12.87%), menthol (23.14%)
Huang vd. (2024)	Balsam	-	GC-MS	Cinnamyl cinnamate (%51.40), 3-Phenylpropyl cinnamate (%31.79), Cinnamyl alcohol (%2.48), Benzyl cinnamate (%2.35) ve 3-Phenylpropyl-2-propenyl ester (%0.72)
Huang vd. (2024)	Rafine Balsam	-	GC-MS	Cinnamyl cinnamate (%49.52), 3-Phenylpropyl cinnamate (%29.68), Cinnamyl alcohol (%3.28), Benzyl cinnamate (%2.46) ve 3-Phenylpropyl-2-propenyl ester (%0.92)

Tablo 1. Devamı

Çalışma	Kullanılan materyal	Ekstraksiyon yöntemi	Kimyasal analiz	Ana bileşenler ve oranları
Huang vd. (2024)	Graft edilmiş Balsam	-	GC-MS	Cinnamyl cinnamate (%51.39), 3-Phenylpropyl cinnamate (%30.04), Cinnamyl alcohol (%2.52), Benzyl cinnamate (%2.31) ve 3-Phenylpropyl-2-propenyl ester (%1.01)
Demirtaş vd. (2023)	Balsam	Hidrodistilasyon	GC-MS	E-Cinnamyl cinnamate (%38.8), 3-Phenylpropanyl cinnamate (%38.1), δ-Cadinol (%4.9)
Baloğlu vd. (2023)	Yapraklar, ağaç kabuğu	-	GC-MS	Styrene (%78.5), Benzene propanol (%10.4), Cinnamyl alcohol (%5.9)
Urgancı vd. (2022)	Uçucu yağ	-	GC-MS	Cinnamyl cinnamate (%64.71), p-Ethylphenol (%8.63), α-Pinene (%3.26)
Koutsavi vd. (2018)	Yaprak	Hidrodistilasyon	GC-MS	Sabinene (%38.6), α-Pinene (%15.1), Terpinen-4-ol (%12.2), Germacrene D (%5.5)
Altop vd. (2018)	Yaprak	Hidrodistilasyon	GC-MS, Co-GC, RI	Terpinen-4-ol (%31.86), γ-Terpinen (%14.38), Sabinene (%8.61), Germacrene D (%5.8)
Saraç ve Şen (2014)	Yaprak	Soxhlet ekstraksiyonu	RP-HPLC	Protocatechuic acid (12.232 mg/g), (-)-Epicatechin (7.954 mg/g), Gallic acid (3.258 mg/g)
Duru vd. (2002)	Yaprak var. <i>orientalis</i>	Hidrodistilasyon, buhar distilasyonu, ekstraksiyon	GC, GC-MS	Terpinen-4-ol (%35 %22 %15), α-Terpineol (%1.9, %25, %29), Sabinene (%13, %11, %7.0), α-pinene (%6.3, %4.1, %2.6), viridifloren (%1.8, %1.7, %2.1) ve germacrene D (%0.4, %5.9, %4.5)
Duru vd. (2002)	Yaprak Var. <i>integriloba</i>	Hidrodistilasyon, buhar distilasyonu, ekstraksiyon	GC, GC-MS	terpinen-4-ol (%33 %20 %9.4), α-Terpineol (%5.1, %28, %23), Sabinene (%1.7, %9.4, %15), α-pinene (%3.5, %3.6, %8.6), viridifloren (%4.7, %2.4, %9.7) ve germacrene D (%5.4, %5.3, %11)
Sıcak ve Eliuz (2018)	Yaprak	Su buhar distilasyonu	GC-MS	Terpinen-4-ol (%39.53), α-Terpineol (%16.21), Sabinene (%11.12), α-Pinene (%8.05), Veridiflorol (%6.37)
Keskin ve Güvensen (2022)	Yaprak	Ekstraksiyon (çeşitli çözücüler)	GC-MS	Benezepropanol (%49.30), Cinnamic acid (%35.89)

Tablo 2. Anadolu sığla ağacından elde edilen balsam ve özütlerin etkinliğinin araştırıldığı bakteri, fungus ve patojenler

Bakteri, Fungus, Patojen	Referans
<i>Acinetobacter baumannii</i> ATCC 19606	(Aykol ve Doğanay 2022; Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC8093	(Ökmen vd. 2014)
<i>Acinetobacter lwoffii</i> ATCC 19002	(Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Aeromonas hydrophila</i> ATCC19570	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Bacillus brevis</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Bacillus cereus</i>	(Dönmez ve Önem 2018; Sağdıç vd. 2005; Demir vd. 2021; Demir vd. 2022)
<i>Bacillus cereus</i> CCM99	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Bacillus licheniformis</i> MTCC73537	(Ayrılmış vd. 2021)
<i>Bacillus megaterium</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Bacillus subtilis</i> RSKK245	(Ökmen vd. 2014)
<i>Bacillus subtilis</i>	(Sağdıç vd. 2005; Sıcak ve Eliuz 2018; Köse vd. 2016)
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Clostridium perfringens</i> ATCC 10388	(Altup vd. 2018)
<i>Corynebacterium xerosis</i>	(Sağdıç vd., 2005)
<i>Enterobacter aerogenes</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC 13048	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Enterococcus durans</i>	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	(Aykol ve Doğanay 2022; Büyükkılıç vd. 2022; Çakmak vd. 2023; Kılınç vd. 2020; Altup vd. 2018)
<i>Enterococcus faecalis</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Enterococcus faecium</i>	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Enterococcus hirae</i> ATCC 10541	(Demir vd. 2021)
<i>Enterococcus hirae</i>	(Demir vd. 2022)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	(Demir vd. 2022)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	(Yurttaş vd. 2023; Büyükkılıç vd. 2022; Demir vd. 2022; Çakmak vd. 2023; Altup vd. 2018)
<i>Escherichia coli</i> ATCC11229	(Ökmen vd. 2014)
<i>Escherichia coli</i> MTCC1652	(Ayrılmış vd. 2021)
<i>Escherichia coli</i>	(Keyvan ve Savaş 2021; Çağlar ve Şahbaz 2023; Dönmez ve Önem 2018; Sağdıç vd. 2005; Sıcak ve Eliuz 2018; Bilgili vd. 2016; Köse vd. 2016; Demir vd. 2021; Karademir ve Ayhan 2021; Baloğlu vd. 2023)
<i>Escherichia coli</i> ATCC35218	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	(Sağdıç vd. 2005; Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 700603	(Aykol ve Doğanay 2022; Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Klebsiella pneumonia</i> CCM 2318	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	(Sağdıç vd. 2005; Bilgili vd. 2016; Karademir ve Ayhan 2021)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> ATCC 11975	(Altup vd. 2018)
<i>Legionella pneumophila</i> subsp. <i>Pneumophila</i> ATCC33152	(Demir vd. 2022)
<i>Legionella</i>	(Demir vd. 2021)
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC7644	(Ökmen vd. 2014; Baloğlu vd. 2023)
<i>Listeria monocytogenes</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i>	(Dönmez ve Önem 2018)
<i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i> ATCC43300	(Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Micrococcus luteus</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> H37Ra	(Aşkun vd. 2021)

Tablo 2. Devamı

Bakteri, Fungus, Patojen	Referans
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> H37Rv	(Aşkun vd. 2021)
<i>Proteus vulgaris</i>	(Sağdıç vd. 2005; Baloğlu vd. 2023)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	(Aykol ve Doğanay 2022; Keskin ve Güvensen 2022; Büyükkılıç vd. 2022; Çakmak vd. 2023)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	(Demir vd. 2022)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> MTCC2453	(Ayrılmış vd. 2021)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(Dönmez ve Önem 2018; Sıcak ve Eliuz 2018; Sağdıç vd. 2005; Bilgili vd. 2016; Köse vd. 2016; Demir vd. 2021; Karademir ve Ayhan 2021; Baloğlu vd. 2023)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PA01	(Dönmez ve Önem 2018)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Salmonella</i> Enteritidis	(Keyvan vd. 2022)
<i>Salmonella</i> Enteritidis PT4	(Keyvan vd. 2022)
<i>Salmonella</i> Kentucky	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Salmonella</i> Typhimurium RSKK19	(Ökmen vd. 2014)
<i>Salmonella</i> typhimurium CCM 583	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Serratia marrescens</i>	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Staphylococcus alpha haemolyticus</i>	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	(Baloğlu vd. 2023)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	(Kılınç vd. 2020; Altop vd. 2018)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	(Yurttaş vd. 2023; Büyükkılıç vd. 2022; Demir vd. 2022)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC29213	(Büyükkılıç vd. 2022; Çakmak vd. 2023)
<i>Staphylococcus aureus</i> MTCC96	(Ayrılmış vd. 2021)
<i>Staphylococcus aureus</i> RSKK2392	(Ökmen vd. 2014)
<i>Staphylococcus aureus</i>	(Keyvan ve Savaş 2021; Çağlar ve Şahbaz 2023; Dönmez ve Önem 2018; Sağdıç vd. 2005; Sıcak ve Eliuz 2018; Bilgili vd. 2016; Demir vd. 2021; Karademir ve Ayhan 2021; Nakipoğlu vd. 2024)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538/P	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 49461	(Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	(Köse vd. 2016; Baloğlu vd. 2023)
<i>Staphylococcus epidermidis</i> NRRLB-4268	(Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Staphylococcus haemolyticus</i> ATCC 43252	(Aykol ve Doğanay 2022)
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC8043	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Streptococcus mutans</i> ATCC 25575	(Kılınç vd. 2020)
<i>Streptococcus mutans</i> ATCC10449	(Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC49619	(Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Vancomycin Resistant Enterococcus faecium</i> DSMZ 13590	(Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Yersinia enterocolitica</i> NCTC11174	(Ökmen vd. 2014)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	(Sağdıç vd. 2005)
<i>Candida albicans</i>	(Sıcak ve Eliuz 2018; Köse vd. 2016; Demir vd. 2021; Karademir ve Ayhan 2021; Demir vd. 2022)
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	(Keskin ve Güvensen 2022)
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	(Yurttaş vd. 2023; Kılınç vd. 2020)
<i>Candida albicans</i> ATCC 66027	(Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Candida albicans</i> RSKK02029	(Ökmen vd. 2014)
<i>Candida albicans</i> DSMZ 5817	(Bayraktar ve Özyıldız 2019)
<i>Candida glabrata</i> ATCC2001	(Büyükkılıç vd. 2022)
<i>Candida parapsilosis</i>	(Sıcak ve Eliuz 2018)
<i>Fusarium oxysporum</i>	(Onaran ve Bayan 2016)
<i>Botrytis cinerea</i>	(Onaran ve Bayan 2016)
<i>Rhizoctonia solani</i>	(Onaran ve Bayan 2016)
<i>Alternaria solani</i>	(Onaran ve Bayan 2016)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	(Onaran ve Bayan 2016)
<i>Phytophthora cactorum</i>	(Lee vd. 2009)
<i>Cryphonectria parasitica</i>	(Lee vd. 2009)
<i>Fusarium circinatum</i>	(Lee vd. 2009)
<i>Sitophilus oryzae</i> (Pirinç biti)	(Koutsaviti vd. 2018)
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Patates böceği)	(Ertürk ve Sarıkaya 2017)
<i>Varroa</i>	(Utkan ve Eroğlu 2024)

Çalışmalarda, gram negatif bakterilerden *Pseudomonas aeruginosa* üzerinde sığla balsamının antibakteriyel özellikleri bulunmuştur. (Sağdıç vd. 2005; Köse vd. 2016; Bilgili vd. 2016; Sıcak ve Eliuz 2018; Ayrılmış vd. 2021; Demir vd. 2021; Karademir ve Ayhan 2022).

Sığla balsam ve ekstratlarının *Echerichia coli* üzerinde antibakteriyel özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda (Sağdıç vd. 2005; Köse vd. 2016; Bilgili vd. 2016; Ayrılmış vd. 2021; Yurttaş vd. 2023; Çağlar ve Şahbaz 2023) sığla balsamı etkili bulunurken Dönmez ve Önem (2018) ile Bayraktar ve Özyıldız (2019) çalışmalarında ürettikleri malzemenin *E. coli* üzerinde etki göstermediğini ifade etmişlerdir.

Sığla balsamının, gram pozitif bakterilerle yapılan çalışmalarda gram negatif bakterilerden daha başarılı olduğu, bunun gram-pozitif, gram- negatif bakteri gruplarının farklı kalınlıkta hücre duvarları olmasıyla

açıklanmaktadır (Ökmen vd. 2014; Demir vd. 2021; Demir vd. 2022).

Sığla balsamı, antibakteriyel özellikleri sayesinde farklı disiplinlerdeki araştırmacıların ilgisini çekmiş ve bu nedenle sığla içeren antibakteriyel materyaller bilimsel çalışmalara konu olmuştur. Örneğin, Keyvan ve Savaş (2021), sığla balsamının endüstriyel yüzeyler ve süt tanklarının temizliğinde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Karademir ve Ayhan (2022) ise, hemodiyaliz süreçlerinde kullanılan kan tüplerinin yüzeylerinde, sığla ekstratı ile zenginleştirilmiş PEG/gümüş nanopartiküllerinin etkinliğini incelemiş ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Çağlar ve Şahbaz (2023), jelatin ve Arap zıncı kullanarak, ultrason destekli kompleks koaservasyon yöntemiyle sığla balsamı mikrokapsülleri sentezlemişlerdir. Yurttaş vd., (2023) ise, sığla yaprağından su distilasyonu yoluyla elde edilen ekstratı,

gümüş nanopartikülleri ve odun unu ile birlikte PLA biyopolimerine entegre ederek 3D yazıcıyla biyofilament üretmişlerdir. Aynı çalışmada, altı farklı formülasyonla PLA biyokompozit malzemeleri hazırlanmıştır.

Bilgili vd. (2016), pamuk ve pamuk/polyester karışımlarında kullanılmak üzere, sıgla yaprağı ekstraktı yüklü gümüş nanopartiküllerin antibakteriyel tekstil uygulamalarındaki potansiyelini araştırmışlardır. Demir vd. (2021), sıgla balsamı eklenmiş kitosan ve polivinil alkol (PVA) kriyojellerinin doku mühendisliğinde kullanımına yönelik çalışmalar yapmıştır yine Demir vd. (2022), elektrosin yöntemiyle sıgla balsamı içeren polikaprolakton (PCL) nanolifli iskeleler üretmiş, Bayraktar ve Özyıldız (2019), ozonla köpük forma getirilen ipek fiberine sıgla yaprağı ekstraktı ekleyerek yeni bir malzeme geliştirmiştir.

Kılınç vd. (2020), sıgla balsamının etanol ekstraktı ile cerrahi ipek sütür kaplaması gerçekleştirmiştir. Nakipoğlu vd. (2024), sıgla yüklü hidroksietil kitosan/kappa-karagenan bazlı hidrojel ile yara örtüsü üretmişlerdir. Ayrıca, sıgla balsamı içerisinde yer alan doğal bileşiklerin, süt sığırcılığında yaygın olan mastitis etkenlerine karşı etkili olduğu belirtilmiştir (Ökmen vd. 2017).

Chen vd. (2024), fare makrofaj modeli olan RAW264.7 hücrelerinde gerçekleştirdikleri çalışmada sıgla balsamının inflamasyona bağlı hastalıkların tedavisinde kullanılabileceğini öne sürmüştür. Köse vd. (2016) ise, sıgla balsamının yara iyileşme sürecinde DNA bölünmesini teşvik edici etkisine dikkat çekmiştir. Çakmak vd. (2023) ise PLA ve kitosan gibi biyopolimerlerle 5 farklı kombinasyonda hazırlanan malzemeleri 3D yazıcıda kullanarak yara örtüsü geliştirmiştir. Aynı çalışmada, %1 sıgla balsamı içeren malzemenin insan fibroblast hücrelerinde yüksek yara kapatma etkisi gösterdiği vurgulanmıştır. Gürbüz vd. (2013) balsamın geleneksel kullanımda yeri olan antiülserojenik etkisini kanıtlamışlardır ayrıca gastrit üzerinde olumlu etkileri değerlendirilmiştir (Kıyıcı vd. 2024).

Balsamın mitokondri fonksiyonlarını iyileştirmekte ve iskemik kalp hasarını azalttığına ilişkin çalışmalar mevcuttur (Mu vd. 2023). Balsamın etkilerini meme kanseri hücre hatlarında çalışan Baloğlu vd. (2023), kanser tedavisinde yan etkileri az olan yeni alternatifler arasında potansiyel taşıdığını belirtmişlerdir. Çetinkaya vd. (2022) çalışmalarında sıgla yaprak metanol ekstraktının HCT-116 ve HT-29 kolorektal kanser hücre hatlarında in vitro antikanser etkiler gösterdiğini ifade etmişlerdir. HEP-2 kanser hücrelerinde (Duran ve Tuncer 2023), prostat kanser hücrelerinde (Atmaca vd. 2022), yine meme (MDA-MB-231), akciğer (A549) ve prostat (PC3) kanser hücrelerinde antitümör özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Baloğlu vd. 2023).

Yapılan farklı antioksidan testleri, sıgla balsamının serbest radikallerle mücadelede yüksek düzeyde etkili olduğunu ve güçlü bir antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermiştir (Ökmen vd. 2014; Nalbantsoy vd. 2016; Demir vd. 2021; Büyükkılıç 2022; Baloğlu vd. 2023).

Tarım alanında da bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Koutsaviti vd., (2018), pirinç biti (*Sitophilus oryzae*)

üzerinde sıgla balsamının fümigant etkisini araştırmış ancak etkinlik görülmemiştir. Buna karşılık, Ertürk ve Sarıkaya (2017), sıgla balsamının patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) üzerinde yumurta bırakma davranışını etkileyerek kimyasal pestisitlere alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Utkan ve Eroğlu (2024) tarafından yürütülen çalışmada, sıgla balsamının bal arılarında yaygın bir parazit olan *Varroa*'ya karşı etkili olduğu, ancak arılar üzerinde stres yaratmadığı tespit edilmiştir. Son olarak, Yavuz ve Öztürk (2023) sıgla yapraklarının geviş getiren hayvanlarda yem olarak kullanım potansiyelini olumlu değerlendirmiştir.

Lee vd. (2009), *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria parasitica* ve *Fusarium circinatum* gibi fungal patojenlere karşı 40 farklı esansiyel yağı test ettikleri çalışmada sıgla balsamını da değerlendirmişlerdir.

6. Sonuç ve öneriler

Anadolu sıgla ağacı yalnızca Türkiye'ye özgü endemik bir tür olmasının ötesinde, ekolojik, ekonomik ve kültürel açıdan büyük öneme sahip değerli bir doğal mirastır. Sıgla ormanları, içinde barındırdığı yosunlar, mantarlar, kuşlar ve memeliler gibi pek çok canlı türü için kritik yaşam alanları oluşturarak benzersiz ve hassas ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle, sıgla ormanlarının ve türün genetik çeşitliliğinin korunması, sadece türün devamlılığı açısından değil, aynı zamanda bölgesel biyolojik çeşitlilik ve ekosistem sağlığı açısından da hayati öneme sahiptir.

Doğal yaşam ortamındaki tür üzerindeki insan kaynaklı baskıların azaltılması ve biyolojik kaynakların sürdürülebilir kullanımı için zirai yöntemlerle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Sıgla ağacının çimlenme ve köklenme açısından herhangi bir engelinin bulunmaması, bu türün kontrollü koşullarda başarılı şekilde çoğaltılabileceğini göstermektedir. Ancak, sıgla hassas ekosistemlere bağlı bir tür olduğundan, yetiştiricilik ve plantasyon çalışmalarının ekosistem dostu ve bilimsel temellere dayalı bir şekilde planlanması gerekmektedir.

Öte yandan, doğada hali hazırda kıt olan sıgla balsamı ürününün yoğun tasarım ve üretim süreçlerine tabi tutulması, tür üzerindeki baskıyı artırabilir. Bu nedenle, üretim ve kullanımda sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda hareket edilmelidir. Alternatif olarak, benzer özelliklere sahip olan *Styrax officinalis* ve *Boswellia* gibi diğer bitki türlerinden elde edilen ürünlerin kullanımının teşvik edilmesi, sıgla türünün korunmasına katkı sağlayabilir ve mevcut kaynakların tükenme riskini azaltabilir.

Anadolu sıgla ağacının korunması ve sürdürülebilir kullanımına yönelik kapsamlı stratejiler geliştirilmesi, hem biyolojik çeşitliliğin korunması hem de ekonomik ve kültürel değerlerin yaşatılması açısından zorunludur. Bu bağlamda, multidisipliner çalışmalarla hem doğal habitatların korunması hem de tarımsal üretim tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Açıklama

Bu çalışmada konu edilen Anadolu sığla ağacı türünün korunmasına yönelik bugüne dek katkı sunmuş tüm araştırmacılara, akademisyenlere ve doğa koruma alanında çalışan uzmanlara, bu değerli türün yaşatılması için destek veren tüm kurumlara ve gönüllülere saygıyla teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim (a) (2025). Plants of the world online. *Liquidambar orientalis* Mill. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:430714-1>, Erişim Tarihi: 26.06.2025
- Anonim (b) (2025). IUCNREDLIST. Oriental Sweetgum, *Liquidambar orientalis*. <https://www.iucnredlist.org/species/62556/42326468> Erişim Tarihi: 29.06.2025
- Anonim (c) (2025). T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Sistemi. 23.04.2020 tarihli Cumhurbaşkanlığı Kararı. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/20.5.2476.pdf> Erişim Tarihi: 13.07.2025
- Anonim (d) (2025). T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Sistemi. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19546&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> Erişim Tarihi: 13.07.2025
- Anonim (e) (2025). *Liquidambar orientalis* Mill. fotoğrafı: Düzenleyen: Thomas SCHOEPEKE. <https://web.archive.org/web/2007062222320/http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de/allgemei/koehler/koeh-089.jpg> Erişim Tarihi: 16.07.2025
- Acar YS, Ayaz ÖB, Bürün B (2018). Adventitious shoot formation from hypocotyl and cotyledon explants of relict endemic *Liquidambar orientalis* Miller. *Mugla Journal of Science and Technology*, 4(2):137-142.
- Akbaş K, Varol Ö (2015). Floristic properties and life forms of *Liquidambar orientalis* forests naturally distributed in Muğla Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3):159-167.
- Altop A, Erener G, Duru ME, Isik K (2018). Effects of essential oils from *Liquidambar orientalis* Mill. leaves on growth performance, carcass and some organ traits, some blood metabolites and intestinal microbiota in broilers, *British Poultry Science*, 59 (1):121-127.
- Arslan M, Şahin H (2016). Unutulan bir orman ürünü kaynağı: Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1):103-117.
- Aşkın Tülin, Kürkçüoğlu M, Güner Pınar (2021). Antimycobacterial activity and chemical composition of essential oils and phenolic extracts of the balsam of *Liquidambar orientalis* Mill. (*Altingiaceae*). *Turkish Journal of Botany* 45(8): 800-808.
- Atay İ (1985). Sığla Ağacı'nın (*Liquidambar orientalis* Miller) önemi ve silvikültürel özellikleri. *İ.Ü. Orman Fak. Dergisi*, 12:15-21.
- Atmaca H, Camli Pulat C, Citan M (2022). *Liquidambar orientalis* Mill. gum extract induces autophagy via PI3K/Akt/mTOR signaling pathway in prostate cancer cells. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(5):1011-1019.
- Aydınöz M, Bulut S (2014). Egenin gizli kalmış şifa iksiri: Sığla. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 14:1-6.
- Aykol ŞMÖ, Doğanay D (2022). Antibacterial Effect of *Liquidambar Orientalis* Miller Resin on Nosocomial Infection Agents. *International Journal of Basic and Clinical Studies*, 11(2):58-66.
- Ayrılmış N, Yurttaş E, Durmuş A, Özdemir F, Nagarajan R, Kalimuthu M, Kuzman MK (2021). Properties of biocomposite films from PLA and thermally treated wood modified with silver nanoparticles using leaf extracts of oriental sweetgum. *Journal of Polymers and the Environment*, 29:2409-2420.
- Bakır GB (2019). Anadolu sığlasında (*Liquidambar orientalis* Mill.) bazı orijinlerin tohum ve çimlenme özellikleri üzerine incelemeler. *İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Baumann BB (1960). The Botanical aspects of ancient Egyptian embalming and burial. *The New York Botanical Garden*, 14 (1):84-104.
- Baloğlu MC, Yıldız Özer L, Pirci B, Zengin G, İbrahim Uba A, Çelik Altunoğlu Y (2023). Evaluation of the potential therapeutic properties of *Liquidambar orientalis* oil. *Chemistry & Biodiversity*, 20(10):e202300291.
- Bayraktar M, Hayta S, Parlak S, Gurel A (2015). Micropropagation of centennial tertiary relict trees of *Liquidambar orientalis* Miller through meristematic nodules produced by cultures of primordial shoots. *Trees*, 29(4):999-1009.
- Bayraktar O, Özyıldız F (2019). Use of ozone for the preparation of functional silk fibroin-based biomaterial loaded with bioactive compounds for biomedical applications. *Ozone: Science & Engineering*, 41(1):80-91.
- Baytop T (1999). Türkiye'de Bitkilerle Tedavi Geçmiş ve Bugün. *Nobel Tıp Kitabevi*.
- Bilgili B, Karademir F, Bozacı E, Özdoğan E, Ayhan H, Ayhan F (2016). *Liquidambar orientalis* Mill. leaf aqueous extract for the synthesis of silver nanoparticles and immobilization on textile fabrics for biomedical applications. *Textile and Apparel*, 26(4):421-429.
- Bozkurt E, Ürker O, Elverici M (2022). An assessment of the herpetofauna of the Oriental Sweetgum forests in southwestern Anatolia, Turkey. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 21(2):125-139.
- Büyükkılıç Altınbaşak B, Issa G, Zengin Kurt B, Demirci B (2022). Biological activities and chemical composition of Turkish Sweetgum balsam (*Styrax Liquidus*) essential oil. *Bezmialem Science*, 10(6):709-715.
- Büyükkılıç B (2013). Sığla (*Liquidambar orientalis* Miller) uçucu bileşenlerinin kimyası ve biyolojik aktivitelerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans tezi, Anadolu Üniversitesi*.
- Çakmak HY, Ege H, Yılmaz S, Ağtürk G, Dal Yöntem F, Enguven G, Ege ZR (2023). 3D printed *Styrax Liquidus* (*Liquidambar orientalis* Miller)-loaded poly (L-lactic acid)/chitosan based wound dressing material: Fabrication, characterization, and biocompatibility results. *International Journal of Biological Macromolecules*, 248: 125835.
- Çetinkaya S, Çınar Ayan İ, Süntar İ, Dursun HG (2022). The phytochemical profile and biological activity of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis* via NF-κB and apoptotic pathways in human colorectal cancer. *Nutrition and Cancer*, 74(4):1457-1473.
- Cebeci HH, Korotyaev BA (2019). A new species for the fauna of Turkey: *Euryommatus berytensis* (Marseul, 1868) (*Coleoptera*, *Curculionidae*, *Conoderinae*). *Entomological News*, 128(2):120-122.
- Chen H, Li SH, Cheng YX (2025). Five anti-inflammatory compounds from the resins of *Liquidambar orientalis*. *Journal of Asian Natural Products Research*, 27(1):1-10.
- Çolak ÖF, Kaygusuz O (2018). First record of *Scutellinia legaliae* (*Ascomycota*, *Pyronemataceae*) from relict endemic *Liquidambar orientalis* forest in Turkey. *Czech Mycology*, 70(1):57-65.
- Çorbacı ÖL, Bilgili BC, Öner N, Erşahin S, Kasko-Arici Y (2019). Potential use of natural Turkish sweetgum species in landscape design in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2A):1610-1615.
- Daskalaku E, Thanos AK (2014). Sexual reproduction in native trees of Greece. *Current Technologies of Forest Seed Treatment*, 31-49.

- Demir D, Özdemir S, Ceylan S, Yalçın MS, Sakım B, Bölgen N (2022). Electrospun composite nanofibers based on poly (ϵ -caprolactone) and styrax liquidus (*Liquidambar orientalis* Miller) as a wound dressing: preparation, characterization, biological and cytocompatibility results. *Journal of Polymers and the Environment*, 30(6): 2462-2473.
- Demir D, Özdemir S, Gonca S, Bölgen N (2021). Novel styrax liquidus loaded chitosan/polyvinyl alcohol cryogels with antioxidant and antimicrobial properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 139(17):52033.
- Demirtas A, Pacifico C, Gruber T, Chizzola R, Zebeli Q, Khiaosa-Ard R (2023). Sigla storax (*Liquidambar orientalis*) mitigates in vitro methane production without disturbances in rumen microbiota and nutrient fermentation in comparison to monensin. *J Appl Microbiol* 1:134(8):lxad154.
- Dönmez İE, Önem E (2018). Anti-bacterial, anti-biofilm and anti-swarming effects of eucalypt and oriental sweet gum bark extractives. *Applied Ecology & Environmental Research*, 16(5):6267-6279.
- Durak Koray (2022). The story of Storax in the byzantine world: A fragrant resin of international fame from Southern Anatolia. *Adalya*, (25):179-207.
- Duru ME, Çakır 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. *Flavour and Fragrance Journal*, 17:95-98.
- Duran T, Tuncer Z (2023). Investigation of cytotoxic and apoptotic effects of styrax liquidus obtained from *Liquidambar orientalis* Miller (*Hamamelidaceae*) on HEP-2 cancer cell with caspase pathway. *The Eurasian Journal of Medicine*, 55(3):185.
- Ertürk Ö, Sarıkaya A (2017). Effects of various plant extracts on the development of the potato beetle under laboratory and field conditions: a combined study. *Journal of the Entomological Research Society*, 19(2):101-112.
- Gürbüz İ, Yeşilada E, Demirci Betül, Sezik E, Demirci F, Başer KHC (2013). Characterization of volatiles and anti-ulcerogenic effect of Turkish sweetgum balsam (*Styrax liquidus*), *Journal of Ethnopharmacology*, 148(1): 332-336.
- Harman İ, Avcı M (2023). Contributions to the knowledge of Turkish saproxylic beetle fauna of Anatolian sweetgum forests. *Turkish Journal of Entomology*, 47(4):415-431.
- Huang S, Cai J, Ma L, Zhang Q, Sun Y, Zhang Q, et al. (2024). Effects of grafting on chemical constituents, toxicological properties, antithrombotic activity, and myocardial infarction protection of styrax secreted from the trunk of *Liquidambar orientalis* Mill., *PLoS ONE*, 19(1):e0289894.
- Karademir F, Ayhan F (2021). Antimicrobial surface functionality of PEG coated and AgNPs immobilized extracorporeal biomaterials. *Biointerface Res. Appl. Chem*, 12(1):1039-1052.
- Kavak S, Wilson B (2018). *Liquidambar orientalis*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- Kaygusuz O (2024). First record of *Hygrophoropsis flavidus* (*Hygrophoropsidaceae*, *Agaricomycetes*) from Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 8(2):176-180.
- Kaygusuz O, Gezer K, Şeker M (2016). Four new records of *Pluteus* Fr. from interesting habitats in the Aegean region of Turkey. *Botany Letters*, 163(3):251-259.
- Kaygusuz O, Knudsen H, Bandini D, Türkeul I (2022). *Inocybe viscida* (*Inocybaceae*: *Agaricomycetes*), a new species from Mediterranean forests of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 46(5):517-527.
- Keskin D, Güvensen N (2022). Investigation of antimicrobial properties and chemical composition of different extracts of Sweet gum leaves (*Liquidambar orientalis*). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 6(1):13-18.
- Keyvan E, Savaş MM (2021). Evaluation of antibacterial activities of *Stryx Liquidus* on *Staphylococcus aureus* on stainless steel surface. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Health Sciences Institute*, 9(1):7-11.
- Keyvan E, Tutun H, Kahraman HA, Şen E, et al. (2022). Determination of time-dependent antibacterial activities of curcumin, carvacrol and *Styrax liquidus* on *Salmonella Enteritidis*. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 69(4):355-360.
- Kılınç Y, Baygar T, Saraç N, Uğur A, Karaca İ (2020). Anti-adhesion activity and physicochemical features of the surgical silk sutures coated with *Liquidambar orientalis* styrax. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 11(5):359-365.
- Kıyıcı R, Akkan HA, Karaayvaz BK, Karaca M, Özmen O, Kart A, Garlı S (2024). Effects of Sweetgum oil on experimental chronic gastritis in rat model. *Indian Journal of Animal Research*, 58(9):1493-1502.
- Kırmacı M, Çatak U (2020). Epiphytic bryophyte flora of *Liquidambar orientalis* forests. *Anatolian Bryology*, 6(2):70-77.
- Kızmaz M (1994). Bazı yapraklı ağaç türlerinin çelikle üretilmesi üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Köse MD, Bayraktar O, Balta AB (2016). Antioxidant and antimicrobial activities of extracts from some selected Mediterranean plant species. *International Journal of New Technology and Research*, 2(5):113-118.
- Koutsaviti A, Antonopoulou V, Vlasi A, et al. (2018). Chemical composition and fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae). *J. Pest Sci.*, 91:873-886.
- Lee YS, Kim J, Lee SG, Oh E, Shin SC, Park IK (2009). Effects of plant essential oils and components from Oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*) on growth and morphogenesis of three phytopathogenic fungi. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93(3):138-143.
- Mu F, Zhao J, Zhao M, Lin R, Liu K, Zhao S, Tao X, Li W, Dai Q, Xi M, Tang H, Wang J (2023). Styrax (*Liquidambar orientalis* Mill.) promotes mitochondrial function and reduces cardiac damage following myocardial ischemic injury: the role of the AMPK-PGC1 α signaling pathway. *J. Pharm. Pharmacol*, 75(12):1496-1508.
- Mutlu D, Günel B, Seçme M, Bozbeyoğlu KNN, Abban MG, Mercan DN, Arslan S (2024). Biological activities of *Liquidambar orientalis*: antibiofilm, cytotoxicity, apoptosis, and miRNA expressions. *Botanica Serbica*, 48(1):17-26.
- Nalbantsoy A, Karış M, Karakaya L, Akgül Y (2016). Antioxidant, cytotoxic and iNOS activity of *Liquidambar orientalis* Mill. resin extracts. *Turkish Journal of Biochemistry*, 41(3):198-205.
- Nakipoglu M, Özkabadayı Y, Karahan S, Tezcaner A (2024). Bilayer wound dressing composed of asymmetric polycaprolactone membrane and chitosan-carrageenan hydrogel incorporating storax balsam. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254:128020.
- Ökmen G, Cantekin Z, Alam MI, Türkcan O, Ergün Y (2017). Antibacterial and antioxidant activities of *Liquidambar orientalis* Mill. various extracts against bacterial pathogens causing mastitis. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(8):883-887.
- Ökmen G, Türkcan O, Ceylan O, Gork G (2014). The Antimicrobial activity of *liquidambar orientalis* mill. against food pathogens and antioxidant capacity of leaf extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 11(5):28-32.
- Öztürk M, Çelik A, Güvensen A, Hamzaoglu E (2008). Ecology of tertiary relict endemic *Liquidambar orientalis* Mill. forests. *Forest Ecology and Management*, 256(4):510-518.
- 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(6):549-551.
- Saraç N, Şen B (2014). Antioxidant, mutagenic, antimutagenic activities, and phenolic compounds of *Liquidambar orientalis* Mill. var. *orientalis*. *Industrial Crops and Products*, 53:60-64.

- Selim S, Sönmez NK (2015). Sığla (*Liquidambar orientalis* Miller) popülasyonları dağılımının CBS ile belirlenmesi ve habitat kalitesinin peyzaj metrikleri kullanılarak değerlendirilmesi; Muğla Köyceğiz örneği. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 12(1):30-38.
- Sıcak Y, Eliuz EAE (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of Anatolian sweetgum (*Liquidambar orientalis* Mill.) leaf oil. Turkish Journal of Life Sciences, 3(2):277-281.
- Smilyanets N, Vakulenko T, Svitylko I (2024). Morphological structure of infructescence, fruits, and seeds of some species of the Genus *Liquidambar* L. in species identification. Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual, 8(1):108-121.
- Şengün DN, Karaca İR, Öztürk HS (2023). Antioxidant effects of *Styrax liquidus* on DMBA-exposed rat tongue tissues. Meandros Medical And Dental Journal, 24(4):303-308.
- Taşkın BG, Taşkın V, Varol Ö, Arslan T, Küçükakyüz K (2010). Türkiye'deki relikt endemik Sığla ağacı (*Liquidambar Orientalis* Mill. var. *Orientalis* ve *L. Orientalis* Mill. var. *Integriloba Fiori*) popülasyonlarında genetik çeşitliliğin izoenzimler ve RAPD (Rasgele üretilen polimorfik DNA) belirteçleri yardımıyla saptanması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TOVAG-104 O 529.
- Taylan H (2018); Idyma sikkelerinde yaprak betimi: Anadolu Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.). Journal of ArchaeologyveArt., 159:55-68.
- Teker N, Kolancılar H (2020). Sığla yağının sinnamik asit ve alkollerinden elde edilen türevler. Eurasian Journal of Forest Science, 8(3):285-294.
- Topal U, Sasaki M, Goto M, Otlis S (2008). Chemical compositions and antioxidant properties of essential oils from nine species of Turkish plants obtained by supercritical carbon dioxide extraction and steam distillation. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 59(7-8):619-634.
- Urgancı BE, Doğan C, Şimşek S, Açıkbaş İ (2022). The Antioxidant role of *Storax* in Boron compounds induced hacat cells. IJHSRP, 7(3):280-288.
- Ürker O, İlemin Y (2019) A pioneer study on the wildlife properties of anatolian sweetgum forests, a case assesment on mammalian diversity in terms of ecosystem integrity. Fresenius Environmental Bulletin, 28(7):5474-5480.
- Ürker O (2014). Çevre etiği bağlamında Anadolu Sığla ormanları. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ürker O, Benzeyen ST (2020). The importance of Endangered Anatolian (Oriental) Sweetgum forests for the bird Species. International Journal of Nature and Life Sciences, 4(1):14-25.
- Ürker O, Günlü A (2023). Identification of plantation areas for the endangered oriental sweetgum tree (*Liquidambar orientalis* Miller, 1768) in Türkiye. International Journal of Environmental Science and Technology, 21(1):153-168.
- Ürker O, Yorulmaz T (2020). Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi'ndeki Anadolu sığla ormanlarında yarasa (*Chiroptera*) aktivitesinin belirlenmesi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 7(1):88-103.
- Utkan NG, Eroğlu GB (2024). Using some herbal essential oils to biological control *Varroa* and molecular investigation of the stress level of these products on Honey bees. Bee World, 101(1):9-14.
- Verma N, Shukla S (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. Journal of applied research on medicinal and aromatic plants, 2(4):105-113.
- Yaltırık F, Efe A (2000). Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae Angiospermae, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yavuz S, Öztürk D (2023). Investigation of potential nutritive values of some tree leaves and its extracts by using in vitro gas production. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(2):459-469.
- Yurttaş E, Tetik N, Ayrılmış N (2023). Antimicrobial properties of 3D printed biocomposites with heat-treated wood flour using silver nanoparticles with leaf extract. Wood Material Science & Engineering, 18(2):663-671.
- Yüzer Ö, Tonguç A, Doğan E (2022). Genetic characterization of endemic *Liquidambar orientalis* populations in Muğla province based on ISSR polymorphism. Preprint (Version 1), Research Square.