



Styrax officinalis Meyve Özütünün Toplam Kimyasal Bileşenler, Biyolojik Aktivite ve Kromatografik Analizleri

Sedat SAK¹, Melis SÜMENGEN ÖZDENEFE^{2*}, Ümit Haydar EROL³, Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI¹

¹ Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, Türkiye

² Biyomedikal Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Mersin 10, Türkiye

³ Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, Türkiye

Received: 08.07.2024

Accepted: 19.09.2024

Published: 30.09.2024

Atıf yapmak için: Sak, S., Sümengen Özdenefe, M., Erol, Ü.H. & Mercimek Takcı, H. A. (2024). *Styrax officinalis* Meyve Özütünün Toplam Kimyasal Bileşenler, Biyolojik Aktivite ve Kromatografik Analizleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 9(3), 457-463. <https://doi.org/10.35229/jaes.1511075>

How to cite: Sak, S., Sümengen Özdenefe, M., Erol, Ü.H. & Mercimek Takcı, H. A. (2024). Total Chemical Components, Biological Activity, and Chromatographic Analyzes of *Styrax officinalis* Fruit Extract. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(3), 457-463. <https://doi.org/10.35229/jaes.1511075>

<https://orcid.org/0009-0000-1185-6638>
<https://orcid.org/0000-0003-0804-9557>
<https://orcid.org/0000-0001-6126-5844>
<https://orcid.org/0000-0002-3388-1153>

***Sorumlu yazar:**

Melis SÜMENGEN ÖZDENEFE
Biyomedikal Mühendisliği, Mühendislik
Fakültesi, Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşa,
Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Mersin 10
Türkiye
✉: melissumengen@gmail.com

Öz: Bu çalışmanın amacı, Gaziantep bölgesindeki yöresel ürünlerin ticaretini yapan yerel marketlerden temin edilen *Styrax officinalis*'in meyve özütünün toplam kimyasal bileşenini, biyolojik aktivitesini ve kromatografik analizini araştırmaktır. Meyveyi oluşturan perikarp ve tohum örneklerini ekstrakte etmek için metanol kullanılmıştır. Yüksek fenolik içeriğe sahip meyve perikarp özütü tüm antioksidan aktivite analizlerinde önemli ölçüde bir kapasite göstermiştir. Özütlerin kullanılan standart suşlara karşı herhangi bir antibakteriyal aktivitesi gözlenememiştir. Fenolik asit içeriği bakımından meyve perikarp özütünde en bol bulunan fenolik asit krizin ve t-sinamik asit iken, tohum özütünde ise t-sinamik asit ve kuarsetin olmuştur. HPLC sonuçları, süksinik asitin tüm özütlerde organik asit içeriklerinin ana bileşeni olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yapılan tüm analizler sonucunda belirlenen temel bileşenlerin çeşitli güçlü farmakolojik aktivitelere sahip olması *S. officinalis*'in yaygın olarak kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Keywords: Fitokimyasal özellik, metanol ekstraktı, meyve perikarp, *Styrax officinalis*, tohum.

Total Chemical Components, Biological Activity, and Chromatographic Analyzes of *Styrax officinalis* Fruit Extract

Abstract: This study aims to investigate the total chemical component, biological activity, and chromatographic analysis of the fruit extract of *Styrax officinalis*, obtained from local markets trading local products in the Gaziantep region. Methanol was used to extract the pericarp and seed samples that make up the fruit. Fruit pericarp extract with high phenolic content showed a significant capacity in all antioxidant activity analyses. No antibacterial activity of the extracts was observed against the standard strains used. Regarding phenolic acid content, the most abundant phenolic acid in the fruit pericarp extract was chrysin and t-cinnamic acid. In contrast, in the seed extract, it was t-cinnamic acid and quercetin. HPLC results revealed that succinic acid was the main component of organic acid contents in all extracts. The fact that the main components determined from all analyses have various strong pharmacological activities reveals the importance of the widespread use of *S. officinalis*.

Anahtar kelimeler: Fruit pericarp, methanol extract, phytochemical property, seed, *Styrax officinalis*.

GİRİŞ

Son zamanlarda kullanılan doğal ilaçların çoğu, geleneksel tıpta yoğun olarak kullanılan bitkilerden hazırlanmıştır. En eski ve en ünlü geleneksel tıbbi

bitkilerden biri, yaygın olarak Storax olarak bilinen bitkisel ilacın resmi kaynağı olarak kabul edilen *Styrax officinalis* L.'dir. Storax, Eski Ahit'te Tabernacle tütsüsü yapmak için

kullanılan bir oleo-reçinedir. Antik Fenike, Mısır, İyon ve Roma medeniyetlerinde, Storax birçok hastalığın terapötik maddesi olarak kullanılmıştır. *S. officinalis*, çoğunlukla subtropikal ve tropikal bölgelerde yaşayan çalılar ve küçük ağaçlardan oluşan Styracaceae ailesine aittir. Styracaceae bitki ailesi, 130 türden oluşan *Styrax* cinsi de dahil olmak üzere on bir cinsten oluşur ve ilk olarak 1753 yılında Linnaeus tarafından belgelenmiştir (Dib vd., 2016; Faizan vd., 2022; Jaradat, 2020, Paşa, 2023).

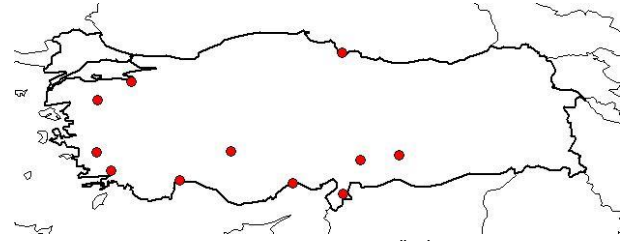
Styrax türleri dünya çapında dağılmıştır ve kuraklığa dayanıklı bir bitki olan bu tür çoğunlukla Akdeniz havzası bölgelerinde, Asya'nın doğu bölgelerinde, Amerika'nın kuzey bölgelerinde ve Güney Amerika'da dağılmış türlerin çoğunda bulunur. *Styrax officinalis* L. Güney Avrupa, Doğu Akdeniz, Kıbrıs, İsrail, Ürdün ve Türkiye'de dağılım göstermektedir. Yapraklar oval şeklidir, her dem yeşil, alternatif ve yaprak dökendir. Yaprakların uzunluğu ve genişliği sırasıyla 1–18 cm ve 2–10 cm'dir. Oysa çiçekleri sarkık ve beyazdır 5-10 loblu taçyapraklıdır. Meyveleri dikdörtgen şeklinde ve pürüzsüzdür (Dib vd., 2016; Faizan vd., 2022; Jaradat, 2020, Paşa, 2023).

Lübnan'da bu ağacın meyveleri geleneksel olarak balıkçılıkta kullanılmaktadır. Meyveler saponin bakımından zengindir ve olgunlaştığında ezilerek suya atılmakta, bu da balıkların korkup yüzeye çıkmasına neden olmaktadır (Paşa, 2023). Müslüman ülkede Storax, esas olarak nazardan korunmak için kullanılan dumanı üretmek için yakılan tespah ve tütsü üretiminde kullanılır. Dahası, Latin Amerika geleneksel tıbbında, terapötik olarak antiseptik, balgam söktürücü olarak ve ayrıca kalp rahatsızlıkları, felç, cüzzam, kabızlık ve bronşit tedavisinde kullanılır. Ayrıca, cilt yaralarını iyileştirmek için haricen ve uyuz tedavisinde kullanılır. Dahası, benzoin balsamı ve Storax karışımı, Firavunlar tarafından kronik solunum yolu enfeksiyon hastalıklarını ve mikrobiyal enfeksiyonları, öksürüğü ve yaraları iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmıştır (Faizan vd., 2022, Jaradat, 2020, Paşa, 2023). Çin'de *S. officinalis* bitkisinin tamamı geleneksel olarak antibakteriyel, antifungal olarak ve yara iyileşme sürecini hızlandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Tentürünün gargara olarak kullanılmasının yanı sıra astım, öksürük, bel soğukluğu, tüberküloz ve ödemlere karşı da kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca geleneksel Ürdün ve Filistin ilaçlarında *S. officinalis* tohumları deri döküntüsü, cüzzam ve diğer cilt hastalıklarında kullanılmaktadır. Ancak *S. officinalis*'in yaprak ve çiçekleri de öksürük, difteri ve lökoreye karşı geleneksel ilaç olarak kullanılmaktadır. Ayrıca birçok ülkede *S. officinalis* oleoresini, meyveleri ve yaprakları tümörleri, ateşi, bağırsak ülserlerini, böbrek ve mesane ağrılarını, bronşit, göz iltihabı, döküntü, diş ağrısı, akut kulak ağrısı ve hemoroidi önlemek için ağızdan kullanılmıştır. İran halk

hekimliğinde kabızlığın önlenmesi için *S. officinalis* tohumu yağı kullanılmaktadır (Faizan vd., 2022, Paşa, 2023).

MATERYAL VE METOT

Bitkinin temini ve özüt hazırlanması: Çok yıllık bir bitki olan *S. officinalis* ülkemizde endemik olmayıp, TÜBİVES (2024) verilerine göre Adıyaman, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Hatay, İçel, Konya, Kahramanmaraş, Muğla ve Samsun illerimizde yayılış göstermektedir (Şekil 1). Bu bölgelerde toplanan bitki farklı illerimizdeki yerel halk tarafından çeşitli hastalıkların tedavileri için fitoterapik ajan olarak aktarlardan temin edilmektedir. Söz konusu bitkinin meyveleri Gaziantep bölgesindeki yöresel ürünlerin ticaretini yapan yerel marketlerden temin edilmiştir.



Şekil 1. *S. officinalis*'in coğrafik dağılımı (TÜBİVES, 2024).

Figure 1. Geographic distribution of *S. officinalis* (TÜBİVES, 2024).

S. officinalis'in tohum ve perikarp (Şekil 2) kısımlarının %80 metanol (1:10 [ağırlık/hacim]) ile oda sıcaklığında 1 saat boyunca manyetik karıştırıcıda muamele edilerek özütleri çıkarılmıştır. Whatman No. 4 kağıdı kullanılarak filtrelenmiş özütler biyolojik ve kimyasal araştırmalar için, +4°C'de bir buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 2. *S. officinalis*'in metanol özütü hazırlanırken kullanılan kısımları a: Meyve; b: meyve perikarp; c: tohum.

Figure 2. Parts of *S. officinalis* used in the preparation of methanol extract a: Fruit; b: fruit pericarp; c: seed.

Toplam Kimyasal Bileşenler ve Biyolojik Aktivite Analizleri: Tohum ve perikarp özütlerinin total fitokimyasal içerikleri Folin-Ciocalteu kolorimetrik prosedürü ile gallik asit eşdeğerleri (mg GAE)/g olarak ifade edilen toplam fenolik miktarı (Stankovic, 2011) belirlenmiştir. Sharm ve Vig (2013)'in analiz yöntemine göre rutin eşdeğer mg (mg RE)/g cinsinden toplam

flavonoid içerik hesaplanmıştır. Spektrofotometre analizleri üç kez tekrarlanmıştır (Sharm & Vig, 2013).

Antioksidan aktivite, Blois (1958), Ucan Türkmen ve Mercimek Takci, (2018) tarafından bildirilen kararlı 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikal (DPPH) kullanılarak test edilmiştir (Blois, 1958; Ucan Türkmen & Mercimek Takci, 2018). Demir İndireme Antioksidan Gücü olarak bilinen FRAP testi ise Oyaizu, 1986 protokolünü takip ederek gerçekleştirilmiştir (Oyaizu, 1986). Özütlerin Fe²⁺ şelat oluşturma potansiyelini değerlendirmek için Dinis vd., (1994) tarafından rapor edilen analiz yöntemi izlenmiştir (Dinis vd., 1994). Fosfomolibdenyum testi ile özütlerin total antioksidan kapasitesi belirlenmiştir (Zengin vd., 2014). Spektrofotometre analizleri üç kez tekrarlanmıştır.

Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) yönergelerine göre, özütlerin antibakteriyel aktivitesi, Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi (CLSI, 2012; Owusu vd., 2021) ile *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 referans suşlarına karşı incelenmiştir. Her özüt için analizler 3 kez tekrarlanmıştır.

Kromatografik Analizler: Fenolik bileşenler, yaklaşık 25 g bitkiye 100 ml metanol eklenerek ve oda sıcaklığında manyetik karıştırıcılarda ekstraksiyon çözücüsü (metanol/kloroform/su; 7:2:1) ile karıştırılarak çıkarılmış ve bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen özütler Whatman filtre kağıdı ile filtrelenmiş ve süzütümler toplanmıştır. Daha sonra çözücü, Buchi, R300 model buharlaştırıcıda 60°C'de uzaklaştırılmıştır. Hacimsel şişenin dibinde oluşan kalıntılar metanolde çözülmüştür (Zhang vd., 2018).

Özütteki her standart fenolik kimyasal bileşiğin kromatogramlarını belirlemek için ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi analizi (Agilent, 1260 Infinity RP-HPLC, ABD) gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşenlerin ayrılması C18 ters fazlı (110 Å, 5 µm, 4,6 x 250 mm, ACE Generix) HPLC kolonunda gerçekleştirilmiştir. Ayırma işleminde 10 µl enjeksiyon hacmi, mobil faz A (% 0,1 fosforik asit-su çözeltisi) ve B (% 100 asetonitril) gradyan sistemi, fırın sıcaklığı 30°C ve DAD dedektörü kullanılmıştır (Gupta vd., 2012). Veri analizi Agilent Lab Advisor yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Fenolik bileşikler, tutulma süresi kullanılarak her tanımlanan bileşiğin standartlarıyla karşılaştırılarak tanımlanmış olup, veriler (mg/kg) kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Analizler üç kez tekrarlanmıştır.

Organik asitlerin ekstraksiyonu Gallardo-Guerrero vd., (2010) tarafından açıklanan yöntemle gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 1 g numune, yüksek hızlı bir parçalayıcı (IKA, T18 modeli) kullanılarak 25 mL deiyonize su/metanolde (7/3, v/v) homojenize edilmiştir. Karışım, 30 dakika boyunca 80°C'de bir su banyosunda

bekletilmiştir. Daha sonra, bu özüt 4°C'de 10 dakika boyunca 10.000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Üstteki sıvı 0,45 µm'lik bir filtreden süzölmüş ve analiz için 20 µL kullanılmıştır (Gallardo-Guerrero vd., 2010).

Organik asit analizi, Zong vd., (2016)'ya göre bir HPLC (Shimadzu marka, Prominence Modular LC20A modeli) ile gerçekleştirilmiştir. Ayırma, 210 nm'ye ayarlanmış bir UV dedektörü ile 50°C'de Rezex marka, ROA-Organik Asit H+ (8%) modeli, LC Kolon 300 x 7,8 mm kullanılarak yapılmıştır. Mobil faz, izokratik akışta 0,7 mL/dakika hızında 0,01 N H₂SO₄'tir. Organik asitlerin miktarı standartlara göre mg/kg kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Tüm analizler üç kez gerçekleştirilmiştir (Zong vd., 2016).

BULGULAR

Polifenolik bileşikler, birincil antioksidanlar veya serbest radikalleri sonlandıran biyoaktif bitki bileşiklerinin ana gruplarıdır. Metanolik özütlerin toplam fenolik içeriği (mg/g), standart bir gallik asit eğrisinden (R²=0,997) gallik asit eşdeğerleri (GAE) olarak ifade edilmiştir (Tablo 1). En yüksek fenolik içerik *Styrax* sp. meyve perikarp özütünde (45,4±0,005 mg GAE/g) belirlenirken, tohum özütünde de fenolik içerik 19,7±0,006 mg GAE/g olarak gözlenmiştir. DPPH' radikal indirgeme kapasitesi, metal şelatlama, demir indirgeme kapasitesi (FRAP) ve fosfomolibdenyum analizleri ile antioksidan aktiviteyi ölçmek için yaygın olarak kullanılan parametrelerdir. Yüksek fenolik içeriğe sahip meyve perikarp özütü tüm antioksidan aktivite analizlerinde dikkate değer bir kapasite göstermiştir. En etkili DPPH' radikal giderme etkinliği meyve perikarp özütünde %81±0,001 (0,52 µg TE/g) olarak tespit edilmiştir. Tablo 1'de gözlendiği gibi özütlerin genel antioksidan aktivitelerinin karşılaştırmaları için uygulanan diğer analizlerde de *Styrax* sp. meyve perikarp özütünün yüksek antioksidan kapasitesi teyit edilmiştir. Antimikrobiyal analizler Kirby-Bauer disk difüzyon standart yöntemine bağlı olarak sürdürölmüş ve özütlerin kullanılan standart suşlara karşı herhangi bir antibakteriyel aktivitesi gözlenmemiştir.

Tablo 1. *Styrax officinalis* metanol özütlerinin fitokimyasal özellikleri ve biyolojik aktiviteleri.

Table 1. Phytochemical properties and biological activities of *Styrax officinalis* methanol extracts.

	Meyve perikarp özütü	Tohum özütü
Toplam fenolik içerik (mg GAE/g)	45,4±0,005	19,7±0,006
Toplam flavanoid içerik (mg RE/g)	0,046±0,010	0,033±0,023
DPPH' (%µg TE/g)	%81±0,001 0,52 µg TE/g	%50±0,020 0,33 µg TE/g
Demir indirgeme kapasitesi (µg TE/g)	33,02±0,027	13,44±0,039
Metal (Fe ²⁺) şelatlama aktivitesi (%)	57±0,014	28±0,030
Fosfomolibdenyum (µg TE/g)	337,0±0,020	147,3±0,056

S. officinalis meyve perikarp özütünün ön fitokimyasal taramasında 26 adet fenolik asit tanımlanmış ve ölçülmüştür (Tablo 2). Meyve perikarp özütünde en bol bulunan fenolik asitler hesperidin (238,28 mg/kg kuru numune), kateşin ve kateşin hidrat (280,72-345,42 mg/kg kuru numune), kuarsetin (299,37 mg/kg kuru numune), naringenin (466,45 mg/kg kuru numune), t-sinamik asit (1497,16 mg/kg kuru numune) ve kirizindir (2737,43 mg/kg kuru numune). En yüksek kuarsetin (1724,05 mg/kg kuru numune) ve t-sinamik asit (3207,60 mg/kg kuru numune) fenolik asitleri meyve özütünde gözlenmiştir. Rutin ve hiperosit fenolik asitlerine her iki özütte de rastlanırken en yüksek miktarları tohum özütünde tespit edilmiştir. Hesperidin tohum özütünde tanımlanamamış olup, krizin ve naringenin miktarları da perikarp özütüne göre oldukça düşüktür (4,99 ve 36,83 mg/kg kuru numune). İlginç olarak tohum özütünde de rutin (137,08 mg/kg kuru numune), hiperosit (175,34 mg/kg kuru numune) ve salisilik asit (354,49 mg/kg kuru numune) perikarp özütüne kıyasla oldukça yüksektir.

Tablo 2. *Styrax officinalis* metanol özütlerinin fenolik asitlerin alınma süresi (dak) ve miktarı (mg/kg).

Table 2. Retention time (min) and amount (mg/kg) of phenolic acids in *Styrax officinalis* methanol extracts.

Bileşikler	Meyve perikarp özütü		Tohum özütü	
	Alınma zamanı (dak)	Miktar mg/kg	Alınma zamanı (dak)	Miktar mg/kg
Kolorojenik asit	6,106	71,34	6,224	14,69
Kateşin	6,627	280,72	6,491	33,03
Kateşin hidrat	6,627	345,42	6,491	39,78
Kafeik asit	9,647	6,42	9,592	17,94
Vanilik asit	9,647	7,87	9,592	22,17
Gentisik asit	10,406	18,49	10,667	20,50
4-hidroksi benzoik asit	13,653	0,00	13,745	44,99
Vanillin	16,495	20,80	16,639	8,09
p-kumarik asit	17,241	44,30	17,654	19,78
Rutin	19,563	23,93	19,575	137,08
Sinapik asit	19,987	29,79	19,799	49,14
t-Ferulik asit	20,674	12,19	20,437	10,44
Hiperosit	20,674	17,32	21,265	175,34
İzokuarsitrin	21,883	0,00	22,084	19,34
Hidroksi sinamik asit	23,699	15,12	23,460	9,71
Naringin	27,565	69,60	27,498	0,00
o-kumarik asit	28,948	38,60	28,808	51,70
Protokateşik asit etil ester	30,325	20,29	30,052	16,73
Rosmarinik asit	30,325	9,78	30,052	8,08
Salisilik asit	31,625	49,03	31,623	354,49
Resveratrol	32,670	42,39	32,452	35,04
Baisalin	32,607	10,84	32,452	30,39
Oleropin	34,787	0,00	34,676	19,55
Kuarsetin	35,029	299,37	35,068	1724,05
t-sinamik asit	35,749	1497,16	35,807	3207,60
Naringenin	36,320	466,45	36,292	36,83
Hesperidin	36,775	238,28	36,759	0,00
6-hidroksi-flavon	37,861	68,76	38,023	4,08
Krizin	39,375	2737,43	39,352	4,99
Kurkumin	39,973	0,00	39,973	0,00
Flavonlar	40,770	0,00	40,770	0,00

Tablo 3. *Styrax officinalis* metanol özütlerinin organik asit içeriğinin alınma süresi (dak.) ve miktarı (mg/kg).

Table 3. Retention time (min.) and amount (mg/kg) of organic acid content of *Styrax officinalis* methanol extracts.

Bileşikler	Meyve perikarp özütü		Tohum özütü	
	Alınma zamanı (dak.)	Miktar mg/kg	Alınma zamanı (dak.)	Miktar mg/kg
İzositrik asit	9,052	1641,22	9,057	399,04
Sitrik asit	9,052	8631,74	9,017	32,27
Malik asit	10,484	4815,66	10,541	0,00
Şikimik asit	12,834	219,10	12,871	14,86
Süksinik asit	12,834	20242,90	12,871	2450,23
Formik asit	14,501	0,00	14,309	450,02
Asetik asit	15,725	0,00	15,877	786,24
Fumarik asit	16,797	130,53	17,023	7,07
Propionik asit	19,015	0,00	19,077	150,51

HPLC sonuçları, izositrik asit ve süksinik asitin tüm özütlerde organik asit içeriklerinin ana bileşenleri olduğunu ortaya çıkarmıştır (Tablo 3). Meyve perikarp özütünde 6 adet organik asit tanımlanırken, tohum özütünde ise 8 adet organik asit belirlenmiştir. Meyve perikarp özütündeki organik asitlerin major bileşenleri süksinik asit (20242,90 mg/kg kuru numune), sitrik asit (8631,74 mg/kg kuru numune) ve malik asittir (4815,66 mg/kg kuru numune). Buna karşın tohum özütünde malik asite rastlanmamış olup, yüksek miktarlarda formik asit (450,02 mg/kg kuru numune), asetik asit (786,24 mg/kg kuru numune) ve propionik asit (150,51 mg/kg kuru numune) gibi organik bileşenler tanımlanmıştır.

TARTIŞMA

Farklı *Styrax* türlerinde yapılan çalışmada, Timmers vd., (2015) *S. ramirezii* meyve özütünde 17,8 mg/g GAE kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir. Bu değer çalışmamızda *S. officinalis* meyve perikarp (45,4±0,005 mg/g GAE kuru ağırlık) ve tohum (19,7±0,006 mg/g GAE kuru ağırlık) metanol özütünden elde edilen total fenolik içerikten oldukça düşüktür. Aynı çalışmada *S. ramirezii* meyve özütünde 114,6 mg TE/g DPPH' radikal indirgeme kapasitesi belirlenmiş olup, mevcut çalışmanın değerlerinden (0,33-0,52 µg TE/g) düşüktür (Timmers vd., 2015).

Sejahtera Naiborhu vd., (2022) *Styrax* sp. yaprak özütünün total fenolik içeriği (40,834±0,356 mg GAE/g) meyve perikarp sonuçlarımızdan düşüktür (Sejahtera Naiborhu vd., 2022). Kalpoutzakis vd., (2023) *S. officinalis* çiçek özütlerinde 48,2±1,2 mg/g GAE kuru ağırlık olarak belirledikleri fenolik içeriğe karşın antioksidan aktivite <math><50^{\circ}</math>den küçük bulunmuştur (Kalpoutzakis vd., 2023). Çalışmamızda *S. officinalis* meyve perikarp ve tohum özütünün total fenolik içerikleri çiçek özütünden küçük olmasına karşın, yüksek antioksidan aktivite (%50-81) gözlenmiştir. Silva vd., (2016) farklı *Styrax* türleri ile

yaptıkları çalışmada metanol özütlerinin DPPH' radikal indirgeme kapasitesi ile belirledikleri antioksidan aktivite (% 4,28-18,47) mevcut çalışmamızda elde edilen % değerlerinden oldukça düşüktür (Silva vd., 2016).

Bazı literatür çalışmaları, antioksidan aktivite ile toplam fenolik içerik arasında bir ilişki olduğunu ve ayrıca polifenolik bileşiklerin antioksidan potansiyeline katkıda bulunmak için etkileşime girdiğini öne sürmektedir (Stompor-Goraçy vd., 2021). Bu fenomen total fenolik içeriğin yüksek bulunduğu çalışmamızda literatüre göre yüksek gözlenen antioksidan aktivite sonuçlarımızı desteklemektedir.

Yaşar vd., (2016) *S. officinalis*'in kimyasal bileşenlerini HPLC analizleri belirledikleri çalışmada sonuçlarımıza benzer olarak klorojenik asitin (0,15 mg/g) varlığını belirlemişlerdir (Yaşar vd., 2016). *S. officinalis* yaprak özütünün fenolik içeriğinin analiz edildiği diğer bir çalışmada Paşa, (2023) gentsik, kafeik, p-kumarik, vanilik, ferulik ve p-hidroksibenzoik gibi çeşitli fenolik asitler tespit etmişlerdir. Belirlenen bu içerik *S. officinalis* meyve perikarp ve tohum metanolik özütü ile belirlediğimiz fenolik asit desenini desteklemektedir (Paşa, 2023). Proestos vd., (2006) ise *S. officinalis*'in naringenin ve kateşin gibi flavonoidler içerdiğini ortaya koymuş. Bu sonuçlar meyve perikarp özütümüzdeki flavanoid profilini teyit etmektedir (Proestos vd., 2006). *S. officinalis*'in fenolik asitlerinin sınıflandırıldığı benzer bir çalışmada, Jaradat, (2020) gentsik kafeik, p-kumarik, vanilik, ferulik ve p-hidroksibenzoik asitlerin varlığını belirtmiştir. Organik asitlerin de tanımlandığı çalışmada, mevcut çalışmamıza benzer şekilde *S. officinalis*'in ana organik asiti süksinik asit olarak belirlenmiştir (Jaradat, 2020). Fenoliklerin bir temsilcisi olan benzoinin, birincil uçucu bileşiklerde esas olarak benzoik asit, sinamik asit ve bunların türevleri şeklinde bulunmaktadır. Birçok çalışma, benzoinin ham ekstraksiyonlarının veya benzoinden elde edilen saflaştırılmış monomerlerin, antitümör, nöroprotektif, sitotoksik, antimikrobiyal, anti-inflamatuar ve pestisit özellikleri gibi farmakolojik aktiviteler sergilediğini belirtmiştir (He vd., 2023). *S. officinalis*'in meyve perikarp ve tohum özütünde sinamik asitin en bol bulunan fenolik içeriklerden biri olması bitkinin fitokimyasal kalitesini arttırmaktadır.

Doğal polifenol fitokimyasalardan baisalin flavonoidi *S. officinalis* özütlerimizde ara metabolit olarak tanımlanmıştır. Dopaminerjik fonksiyon bozukluğu ve lipit peroksidasyonu üzerinde koruyucu etkiler gösteren nörotoksin 6-OHDA'lı Parkinson hastalığının *in vivo* modelinde, baisalinin nöroprotektif etkilerinin olduğu gösterilmiştir (Rahman vd., 2022). Bu flavonun tohum özütümüzde meyve perikarpına göre yüksek miktarda bulunması *S. officinalis* tohumunun farmakolojik açıdan değerini ortaya koymaktadır.

Krizin doğal polifenoller grubuna ait olup, bal, propolis ve meyvelerde bulunmaktadır. Oksidatif stres, iltihaplanma, nörodejenerasyon ve karsinogenin önlenmesinde dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir. İnsan beslenmesinin bir parçası olan krizin, kanserler, diyabet ve Alzheimer veya Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıklar da dahil olmak üzere birçok hastalığın önlenmesinde kullanılabilecek umut verici bir fenolik bileşik olarak değerlendirilmektedir (Stompor-Goraçy vd., 2021). *S. officinalis*'in meyve perikarp özütünde yüksek (2737,43 mg/kg) oranda bulunması bal dışında farklı biyolojik ürünlerden krizin temin edilebilmesi yönünde bitkimizin ekonomik değerini de arttırmaktadır.

Literatürde baisalin ve krizin gibi fenolik asitlerin *S. officinalis* özütlerinde rastlanma sıklığının az olması çalışmamızın özgünlüğünü arttırmakta olup, söz konusu bitkinin pek çok farklı farmakolojik alanlarda kullanılabilirliğine de işaret etmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

130 tür içeren *Styrax* cinsi ülkemizde yaygın dağılım göstermektedir. Fitokimya ve farmakoloji açısından *Styrax* familyasının türleri tıbbi açıdan önemli biyoaktif maddeler içermektedir. Çalışmamızda Gaziantep bölgesinden elde edilen *S. officinalis* türünün farklı kısımlarının özütlerinde çeşitli fitokimyasal bileşenleri tanımlanmış ve yüksek antioksidan aktiviteleri tespit edilmiştir. *S. officinalis* türü üzerinde yapılan çalışmamızda ana fenolik bileşenlerin krizin ve t-sinnamik asit olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra süksinik asit meyve perikarp ve tohum özütlerinde en yüksek seviyede bulunan organik asittir. Belirlenen bu temel bileşenlerin antioksidan aktivite, antifungal aktivite, apoptotik aktivite, anti-inflamatuar aktivite, anti-tamamlayıcı aktivite ve benzeri gibi güçlü farmakolojik aktiviteleri bilinmektedir.

Yine de *Styrax* türlerinden elde edilen çoğu biyoaktif bileşiğin yapı-aktivite ilişkileri hakkındaki bilgilerin, türevlerin bulunmamasından dolayı yetersiz olduğu dikkate alınmalıdır.

Bu nedenle, bu türden elde edilen potansiyel olarak biyoaktif doğal bileşiklerin çok yönlülüğünden faydalanılması büyük talep görmektedir. Geleneksel tıpta kullanılan bazı *Styrax* türlerinden hâlâ faydalanılmamışken, modern fizyokimyasal ve farmakolojik araştırmalar eksiktir. Ayrıca gelecekte izole edilecek biyomoleküllerin özellikle *in vivo* çalışmalar olmak üzere derinlemesine farmakolojik çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmanın literatürdeki *S. officinalis* türüne ait fizyokimyasal analizlere ilişkin eksiklikleri tamamlayacağını öngörmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Blois, M.S. (1958).** Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 1199–1200. DOI: [10.1038/1811199a0](https://doi.org/10.1038/1811199a0)
- CLSI. (2012).** *Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests*; approved standard, (11th ed.). CLSI document M02-A11, Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA, 58p.
- Dib, R., Makhoul, K. & Maalouf, R. (2016).** Preliminary bioactivity investigation of *Styrax officinalis* fruit extract as potential biopesticide. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, **8**(12), 209–213. DOI: 10.5897/JPP2016.0422
- Dinis, T.C., Madeira, V.M. & Almeida, L.M. (1994).** Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and assay peroxy radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **315**(1), 161–169. DOI: [10.1006/abbi.1994.1485](https://doi.org/10.1006/abbi.1994.1485)
- Faizan, M., Afzal, S., Ahmed, S.M., Faraz, A., Chen, C., Yu, F. & Hayat, S. (2022).** *Styrax*: A review on its past and traditional uses. *Acta Scientific Agriculture*, **6**(10), 41–44. DOI: 10.31080/ASAG.2022.06.1189
- Gallardo-Guerrero, L., Perez-Galvez, A., Aranda, E., Minquez-Mosquera, M.I. & Hornero-Mendez, D. (2010).** Physicochemical and microbiological characterization of the dehydration processing of red pepper fruits for paprika production. *LWT - Food Science and Technology*, **43**, 1359–1367. DOI: [10.1016/j.lwt.2010.04.015](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.015)
- Gupta, M., Sasmal, S., Majumdar, S. & Mukherjee, A. (2012).** HPLC profiles of standard phenolic compounds present in medicinal plants. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, **4**(3), 162–167.
- He, Q., Sun, Y., Chen, X., Feng, J. & Liu, Y. (2023).** Benzoin Resin: An overview on its production process, phytochemistry, traditional use and quality control. *Plants*, **12**, 1–13. DOI: 10.3390/plants12101976
- Jaradat, N. (2020).** Phytochemistry, traditional uses and biological effects of the desert plant *Styrax officinalis* L. *Journal of Arid Environments*, **182**, 1–15. DOI: [10.1016/j.jaridenv.2020.104253](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104253)
- Kalpoutzakis, E., Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Mitakou, S., Aligiannis, N., Bozinou, E., Gortzi, O., Skaltsounis, L.A. & Lalas, S.I. (2023).** Determination of the total phenolics content and antioxidant activity of extracts from parts of plants from the Greek Island of Crete. *Plants*, **12**, 1–15. DOI: 10.3390/plants12051092
- Oyaizu, M. (1986).** Studies on products of browning reaction - Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, **44**(6), 307–315. DOI: [10.5264/eiyogakuzashi.44.307](https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307)
- Owusu, E., Ahorlu, M.M., Afutu, E., Akumwena, A. & Asare, G.A. (2021).** Antimicrobial activity of selected medicinal plants from a Sub-Saharan African Country against bacterial pathogens from post-operative wound infections. *Medical Sciences*, **9**(2), 23:1–16. DOI: [10.3390/medsci9020023](https://doi.org/10.3390/medsci9020023)
- Paşa, C. (2023).** The use of *Styrax officinalis* L. in folk medicine and chemical composition. *GSC Advanced Research and Reviews*, **17**(03), 086–089. DOI: [10.30574/gscarr.2023.17.3.0462](https://doi.org/10.30574/gscarr.2023.17.3.0462).
- Proestos, C., Boziaris, I.S., Nychas, G.J.E. & Komaitis, M. (2006).** Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chemistry*, **95**, 664–671. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.01.049
- Rahman, M.M., Wang, X., Islam, M.R., Akash, S., Supti, F.A., Mitu, M.I., Harun-Or-Rashid, M., Aktar, M.N., Khatun Kali, M.S., Jahan, F.I., Singla, R.K., Shen, B., Rauf, A. & Sharma, R. (2022).** Multifunctional role of natural products for the treatment of Parkinson's disease: At a glance. *Frontiers in Pharmacology*, **6**(13), 1–23. DOI: 10.3389/fphar.2022.976385
- Sejahtera Naiborhu, S.M., Manurung, A., Martgrita, M.M. (2021).** The study of antibacterial and antioxidant activities of *Styrax* leaves fermentation by *Aspergillus niger*. *4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Atlantis Press, 2022, 79–87. DOI: 10.2991/978-94-6463-062-6_9
- Sharma, S. & Vig, A.P. (2013).** Evaluation of *in vitro* antioxidant properties of methanol and aqueous extracts of *Parkinsonia aculeata* l. leaves. *The Scientific World Journal*, **1**, 2–7. DOI: [10.1155/2013/604865](https://doi.org/10.1155/2013/604865)
- Silva, T.A., Polo, E.M., Henrique, C.Y., Alves, O.J.A., Nicoletta, H.D., Gimenez, V.M.M., Araújo, A.R.B., Tavares, D.C., Silva, M.L.A., Cunha, W.R., Januário, A.H. & Pauletti, P.M. (2016).** *Styrax camporum* and *S. ferrugineus* fruits: norneolignans, antioxidant and cytotoxic activities. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **6** (11), 075–080. DOI: 10.7324/JAPS.2016.601112
- Stanković, M.S (2011).** Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* l. extracts. *Kragujevac Journal of Science*, **33**, 63–72.
- Stompor-Gorać, M., Bajek-Bil, A. & Machaczka, M. (2021).** Chrysin: Perspectives on contemporary status and future possibilities as pro-health agent. *Nutrients*, **13**, 1–17. DOI: 10.3390/nu13062038.
- Timmers, M.A., Guerrero-Medina, J.L., Esposito, D., Grace, M.H., Paredes-López, O., García-Saucedo, P.A. & Lila, M.A. (2015).** Characterization of phenolic compounds and antioxidant and anti-inflammatory activities from

Mamuyo (*Styrax ramirezii* Greenm.) fruit. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, **63**(48), 10459-65. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b04781.

- Ucan Turkmen, F. & Mercimek Takci, H.A. (2018).** Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, **12**, 1038–1046. DOI: [10.1007/s11694-018-9719-2](https://doi.org/10.1007/s11694-018-9719-2)
- Yaşar, S., Demir, F., & Karatepe, Y. (2016).** Bazı maki türlerinin kimyasal içeriği ve fenolik ekstraktifleri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Forestry*, **17**(2), 187-193.
- Zengin, G., Sarikurkcü, C., Aktumsek, A. & Ceylan, R. (2014).** *Sideritis galatica* Bornm.: A source of multifunctional agents for the management of oxidative damage, Alzheimer's and diabetes mellitus. *Journal of Functional Foods*, **11**, 538–547. DOI: [10.1016/j.jff.2014.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.08.011)
- Zhang, Q-W., Lin, L-G. & Ye, W-C. (2018).** Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*, **13**(20), 1-26. DOI: 10.1186/s13020-018-0177-x
- Zong, Y., Li, J., Sun, W., Liu, G., Lu, J. & Shan, G. (2016).** Determination of succinic acid in desvenlafaxine succinate by high performance ion-exclusion chromatography and high performance ion-exchange chromatography. *Chinese Journal of Chromatography*, **34**(2), 189-193. DOI: 10.3724/SP.J.1123.2015.08017