

Tekirdağ İlinde Yetişen Asfalt Otu (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt) Bitkisinin Kimyasal Bileşenleri ve Antibakteriyel Aktivitesi

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 10.01.2024

Kabul/Accepted: 13.06.2024

Yayımlandı/Published: 20.08.2024

Chemical Components and Antibacterial Activity of Asphalt Grass (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt) Growing in Tekirdag Province

Hilmican ÇALIŞKAN^{1*}, Muazzez GÜRGAN²

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

² Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

Öz

Bu çalışmadaki amacımız, Tekirdağ ilinde yetişen *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt bitkisinin kimyasal bileşenlerini GC-MS yöntemi ile araştırmak ve ham ekstralarında antibakteriyel aktivitesini belirlemektir. *B. bituminosa* bitkisinde Soxhlet metodu ile elde edilen hekzan, diklorometan ve metanol ekstresinin kimyasal bileşenleri, GC-MS yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. *B. bituminosa*'nın kimyasal bileşenleri üzerine yaptığımız araştırma sonucunda hekzan ekstresinde otuz dört adet, diklorometan ekstresinde otuz sekiz adet ve metanol ekstresinde otuz beş adet bileşik tespit edilmiştir. Çalışmada denenen hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif bakteriler üzerinde en yüksek antibakteriyel etki *B. bituminosa*'nın hekzan ekstresinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bituminaria*; *B. bituminosa*; Kimyasal Bileşen; GC-MS Analizi; Antibakteriyel Aktivite.

Abstract

The aim of this study was to investigate the chemical constituents of *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt growing in Tekirdag province by GC-MS method and to determine the antibacterial activity of crude extracts. The chemical constituents of hexane, dichloromethane and methanol extracts obtained from *B. bituminosa* plant by Soxhlet method were investigated using GC-MS method. As a result of our research on the chemical components of *B. bituminosa*, thirty-four compounds were detected in hexane extract, thirty-eight compounds in dichloromethane extract and thirty-five compounds in methanol extract. The highest antibacterial effect on both Gram-positive and Gram-negative bacteria tested in the study was obtained in the hexane extract of *B. bituminosa*.

Keywords: *Bituminaria*; *B. bituminosa*; Chemical Components; GC-MS Analysis; Antibacterial Activity.

1. Giriş

Günümüzde antibiyotik direnci büyük ölçüde yaşamı tehdit edebilen ve birçok ölüme sebebiyet veren bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Laxminarayan vd. 2013). Birleşik Devletler Hastalık Kontrol Merkezinin yaptığı araştırmaya göre yaklaşık 2 milyon kişi antibiyotik dirençli bakterilerin neden olduğu hastalıklara yakalanıp 23 bin kişi de yaşamını yitirmektedir. Avrupa'da her yıl antibiyotik dirençli bakterilerin neden olduğu hastalıklardan 25 bin kişi yaşamını kaybetmektedir (Machowska ve Stalsby Lundborg, 2018). Yapılan çalışmalarda, Türkiye'de de antibiyotik direncinin çok yüksek oranda olduğu gözlenmektedir. Çalışma sonuçları, ülkemizde de antibiyotik dirençli bakterilerin tehlikeli olduğunu göstermektedir (Yunusoğlu vd. 2020). Bu nedenle, hastalıklara hatta ölümlere neden olan antibiyotik dirençli bakterilere karşı bütün dünyada var olan antibiyotiklere alternatif olarak kullanılabilir hem

doğal hem sentetik maddeler üzerindeki araştırmalar hız kesmeden devam etmektedir ve ilaçlara alternatif olarak bitkilerin kullanılması her geçen gün artmaktadır (Abascal ve Yarnell 2002).

Hayatın temelinde yer alan bitkiler, günümüze kadar hem yaşam sürdürebilmek amacıyla besin hem de hastalıkları önlemek amacıyla ilaç olarak kullanılmaktadır (Erdoğan ve Everest 2013; Yeşilbağ 2007; Şahin 2013). Sentetik etken maddelerin uzun süreli kullanımında yan etkileri ve etkisizliği konusundaki endişeler, doğal alternatiflerin ve tamamlayıcı tedavilerin kullanımına olan ilginin artmasına neden olmaktadır (Oğuztürk vd. 2021). Geçmiş yıllardan beri sağlık sisteminin önemli bir parçası olan şifalı bitkiler her zaman ön planda olmuştur. Yaşlanmayı, kanseri, kronik ve viral hastalıkları önlemek, yaşam kalitesini artırmak amacıyla bitki etken maddeleri üzerine pek çok araştırma yapılmaktadır (Rao vd. 2018). Ekonomik olmaları ve doğal olarak elde edilmeleri nedeniyle, bitki

etken maddelerinin günümüzde kullanımının en az %25 olduğu bilinmektedir (Andrade vd. 2014; Karasu ve Öztürk, 2014; Berber vd. 2013).

Bitkilerin kök, gövde, çiçek ve meyvelerinde, flavonoidler, alkaloidler, uçucu yağlar, terpenoidler, taninler, berberinler, kininler ve emetinler gibi aktif kimyasal bileşenler sentezlenmektedir. (Yeşilbağ 2007; Dorman ve Deans 2000; Berber vd. 2013; Andrade vd. 2014; Karasu ve Öztürk 2014). Bitkilerde sentezlenen aktif bileşenler halk arasında, özellikle gıda, kozmetik ve ilaç olarak kullanılmaktadır (Alma ve Ertaş 2007; Satıl vd. 2003). Aktif kimyasal bileşen içeren bitkiler halk arasında yaygın kullanılmasının yanı sıra yeni sentetik kimyasal bileşiklerin elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Houghton vd. 2000).

Bituminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt bitkisi Akdeniz havzasında yaygın olarak bulunan ve iklim koşullarına adapte olmuş çok yıllık bir baklagil türüdür (Munoz ve Correal 1998; Gutman vd. 2000). Dünyada Türkiye, Güney Avrupa, Kırım, Batı Suriye, Kafkasya, Kuzey Afrika ve Portekiz'de yayılım göstermekte olup, ülkemizde İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale, İzmir, Muğla, Antalya, Adana, Hatay, Yozgat, Sinop, Samsun ve Trabzon gibi illerimizde yetişmektedir (Davis 1965). *B. bituminosa* türünün yüksek besin değerlerine sahip olması ve biyokütlesinin yüksek olması sebebiyle küçük baş hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Ventura vd. 2000).

Bu çalışmada, Tekirdağ ilinde yetişen *B. bituminosa* bitkisinin Soxhlet ekstraksiyon metodu kullanarak elde edilen üç ham ekstresinin (hekzan, diklorometan ve metanol) GC-MS metodu ile kimyasal bileşenlerinin aydınlatılması ve tüm ekstrelerde antibakteriyel aktivite tayini amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitki ve Ekstraksiyon

Tekirdağ ilinde yetişen *B. bituminosa* (35,120 g) bitkisi Haziran 2023'te toplanmıştır (Lokasyon: 40°59'10.2" N 27°32'39.0" E). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi'nde Prof. Dr. E. Cabi tarafından bitkinin teşhisi yapılmış ve herbaryum numarası (NAKU-7345) verilmiştir. Bitkinin toprak üstü kısımları (çiçek, yaprak ve gövde) toplandıktan sonra gölgede kurutulmuş ve küçük parçalara bölünmüştür. Soxhlet ekstraksiyon metodu kullanarak, polarite sırasına göre hekzan (Merck-1043742500) (0,424 g), diklorometan (Merck-1070202500) (0,203 g) ve metanol (Merck-1070184000) (8,616 g) ile ekstrakte edilmiştir. Her bir çözücü için 4 saat olacak şekilde ekstraksiyon süresi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra çözücüler evaporatörde buharlaştırılmış ve toplamda üç

ham ekstre elde edilmiştir (Orak vd. 2019). Elde edilen ekstrelerin, ekstraksiyon verimleri hekzan için %1,20, diklorometan için %0,57 ve metanol için %24,53 olarak hesaplanmıştır. Hekzan, diklorometan ve metanol ekstralarının kimyasal bileşenlerini belirlemek için GC-MS yöntemi kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, üç ekstrenin antibakteriyel aktivite testleri de yapılmıştır.

2.2. GC-MS Analizi

Hekzan ve diklorometan ekstralarının GC-MS analizi için Shimadzu QP2010-Ultra Model cihazında, HP5MS (30m x 250 µm x 0.25 mm) kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1 µl enjeksiyon yapılarak, 1,51 ml/dakika akış hızında taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 50°C, enjeksiyon sıcaklığı 250°C ve toplam akış 19,6 ml/min'dir. Analiz programı, 50°C'de 5 dakika bekletildikten sonra dakikada 10°C artışla 220°C çıkarılarak gerçekleştirilmiştir (Kasuni Keshala vd. 2021).

Metanol ekstresi için GC-MS analizi için Shimadzu QP2010-Ultra Model cihazında, HP5MS (30m x 250 µm x 0.25 mm) kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1 µl enjeksiyon yapılarak, 0,7 ml/dakika akış hızında taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 60°C, enjeksiyon sıcaklığı 250°C ve toplam akış 10,7 ml/min'dir. Analiz programı, 60°C'de 8 dakika bekletildikten sonra dakikada 2°C artışla 280°C çıkarılıp 15 dakikada bu sıcaklıkta bekletilip gerçekleştirilmiştir (Lemouchi vd. 2017).

Wiley 7, NIST107, NIST27 ve NIST147 kütüphaneleri kullanılarak kimyasal bileşenlerin analizi gerçekleştirilmiştir.

2.3. Antibakteriyel Aktivite

Elde edilen ekstralar agar kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak 2 Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 278523) ve 2 Gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Enterococcus faecalis* ATCC 29212) bakteri üzerinde test edilmiştir (Balouri vd. 2016). Bakteriler Türkiye Cumhuriyeti Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye'den temin edilmiştir. İlk olarak kanlı agarda (BioMerieux, Fransa) büyütülen bakteriler steril salin çözeltisi içerisinde konsantrasyonları 0,5 McFarland olacak şekilde ayarlanmış ve Mueller Hinton agar plaklarına (HiMedia, Hindistan) aseptik koşullar altında yayılmıştır. Agar üzerinde 8,5 mm çapında agar kuyucukları oluşturulmuş ve kuyucuklara susuz DMSO (%99,9, Sigma Aldrich, Almanya) içinde çözülmüş her ekstraktan 100 µl eklenmiştir. DMSO aynı zamanda negatif kontrol olarak kullanılırken, Gentamisin sülfat (Sigma Aldrich, Almanya) pozitif kontrol olarak

kullanılmıştır. Plakalar gece boyunca 37°C'de inkübe edildikten sonra her bir kuyucuk etrafındaki zonların çapı ölçülmüştür. Deney iki kez tekrarlanmıştır. Ekstraktların etkileri Minitab 13 yazılımında tek yönlü ANOVA kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular / Results and Discussions

GC-MS analizi sonuçlarına göre bileşikler, alıkonma zamanlarına (RT) ve konsantrasyonlarına (% pik alanı) göre belirlenmiştir. *B. bituminosa* bitkisinin hekzan ekstresinde 34 bileşik tanımlanmıştır (Çizelge 1). *B. bituminosa* bitkisinin hekzan ekstresinde Tetradekan (%10,02), (Z)-9,17-Oktadekadienal (%6,93), 3-Dodekanon (%5,54) ve Bromosikloheksan (%4,79) bileşikler yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Bu bileşikler fonksiyonel gruplarına göre değerlendirildiğinde; hekzan ekstresindeki ana bileşenleri alkanlar (%37,54), ketonlar (%11,78), aldehitler (%11,22) ve alkenler (%8,04) olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. *B. bituminosa* bitkisinin hekzan ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler.

No	RT	Bileşikler	Miktar (%)	Kapalı Formül
1	4,981	m-Ksilen	1,54	C ₈ H ₁₀
2	6,027	Nonan	4,24	C ₉ H ₂₀
3	6,155	1-etil-4-metilsikloheksan	1,76	C ₉ H ₁₈
4	6,265	4-metil-2-heptanon	2,69	C ₈ H ₁₆ O
5	6,357	2-metil-2-pentantiol	4,59	C ₆ H ₁₄ S
6	6,830	3-Dodekanon	5,54	C ₁₂ H ₂₄ O
7	7,206	3-etil-2-metil heptan	1,63	C ₁₀ H ₂₂
8	7,733	3-metil pirolidin	1,96	C ₅ H ₁₁ N
9	7,781	2,3,4-trimetil heptan	2,87	C ₁₀ H ₂₂
10	7,851	2-metil nonan	2,95	C ₁₀ H ₂₂
11	7,977	Bromosikloheksan	4,79	C ₆ H ₁₁ Br
12	8,017	3-metil nonan	3,87	C ₁₀ H ₂₂
13	8,325	1,2-dimetil-3-(1-metiletil)-siklopentan	1,08	C ₁₀ H ₂₀
14	8,470	2,2,4,6,6-pentametil heptan	1,89	C ₁₂ H ₂₆
15	8,738	n-Tetradekan	10,02	C ₁₄ H ₃₀
16	9,249	4-metil dekan	3,11	C ₁₁ H ₂₄
17	9,388	2-etil hekzanol	3,07	C ₈ H ₁₈ O
18	10,003	5-metil dekan	1,42	C ₁₁ H ₂₄
19	10,144	2-metil dekan	1,62	C ₁₁ H ₂₄
20	10,274	3-metil dekan	1,45	C ₁₁ H ₂₄
21	12,529	1-Dodesen	1,02	C ₁₂ H ₂₄
22	15,641	1-Tetradesen	3,27	C ₁₄ H ₂₈
23	15,753	Hekzadekan	1,39	C ₁₆ H ₃₄
24	16,176	Trans-karyofilen	2,25	C ₁₅ H ₂₄
25	16,930	1,2,4a,5,6,8a-hekzahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-naftalen	1,33	C ₁₅ H ₂₄
26	18,313	Seten	3,75	C ₁₆ H ₃₂
27	18,393	Trans-α-bisobelen epoksit	2,91	C ₁₅ H ₂₄ O

Çizelge 1 (devamı). *B. bituminosa* bitkisinin hekzan ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler.

No	RT	Bileşikler	Miktar (%)	Kapalı Formül
28	19,767	4-(1,1,3,3-tetrametilbütil)-fenol	1,11	C ₁₄ H ₂₂ O
29	19,866	p-Nonilfenol	1,23	C ₁₅ H ₂₄ O
30	20,078	(Z)-9,17-Oktadekadienal	6,93	C ₁₈ H ₃₂ O
31	20,260	6(Z),9(Z)-Pentadekadien-1-ol	3,88	C ₁₅ H ₂₈ O
32	20,694	E-14-Hekzadesenal	4,29	C ₁₆ H ₃₀ O
33	21,282	6,10-Dimetilundekan-2-on	3,55	C ₁₃ H ₂₆ O
34	21,659	1-Hekzadekanol	0,99	C ₁₆ H ₃₄ O
Fonksiyonel Grup			Miktar (%)	
Aromatik Bileşik			2,87	
Alkol			7,94	
Sikloalkan			1,76	
Keton			11,78	
Tiyol			4,59	
Azot İçeren			1,96	
Heterosiklik Bileşik				
Alkil Halojenür			4,79	
Alkan			37,54	
Alken			8,04	
Terpen			5,16	
Fenolik Bileşik			2,34	
Aldehit			11,22	
Toplam			99,99	

B. bituminosa bitkisinin diklorometan ekstresinde tanımlanan 38 bileşik Çizelge 2'de gösterilmiştir. *B. bituminosa* bitkisinin dikloroheran ekstresinde 1-Hekzadekanol (%11,92), trans-Karyofilen (%10,74), Psoralen (%6,57) ve (-)-Karyofilen oksit (%6,42) bileşikler yüksek konsantrasyonda tanımlanmıştır. Tanımlanan bileşikler fonksiyonel gruplarına göre değerlendirildiğinde; diklorometan ekstresindeki ana bileşenleri terpenler (%59,37), alkoller (%16,74), benzopiranlar (%9,42) ve aromatik bileşiklerdir (%6,37) (Çizelge 2).

Çizelge 2. *B. bituminosa* bitkisinin diklorometan ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler.

No	RT	Bileşikler	Miktar (%)	Kapalı Formül
1	15,112	α-Kubeben	1,33	C ₁₅ H ₂₄
2	15,457	α-Ylangen	0,49	C ₁₅ H ₂₄
3	15,670	β-Borbonen	1,26	C ₁₅ H ₂₄
4	15,720	α-Amorfen	0,63	C ₁₅ H ₂₄
5	16,175	Trans-Karyofilen	10,74	C ₁₅ H ₂₄
6	16,298	Germakren-D	1,82	C ₁₅ H ₂₄
7	16,505	Valensen	0,36	C ₁₅ H ₂₄
8	16,563	7,11-dimetil-3-metilen-(E)-1,6,10-Dodekatrien	1,63	C ₁₅ H ₂₄
9	16,651	α-Humulen	2,58	C ₁₅ H ₂₄
10	16,755	Aloaromadendren	2,27	C ₁₅ H ₂₄

Çizelge 2 (devamı). *B. bituminosa* bitkisinin diklorometan ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler

No	RT	Bileşikler	Miktar (%)	Kapalı Formül
11	16,929	1,2,4a,5,6,8a-hekzahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-naftalen	6,37	C ₁₅ H ₂₄
12	17,101	β-Selenin	0,73	C ₁₅ H ₂₄
13	17,183	α-Kopaen	2,96	C ₁₅ H ₂₄
14	17,241	α-Murolen	1,19	C ₁₅ H ₂₄
15	17,310	β-Bisabolen	1,30	C ₁₅ H ₂₄
16	17,464	Subenol	5,12	C ₁₅ H ₂₆ O
17	17,541	δ-Kadinen	3,21	C ₁₅ H ₂₄
18	17,668	Sedren	1,70	C ₁₅ H ₂₄
19	17,987	Nerolidol	4,59	C ₁₅ H ₂₆ O
20	18,297	(-)-Spatulenol	0,40	C ₁₅ H ₂₄ O
21	18,384	(-)-Karyofilenoksit	6,42	C ₁₅ H ₂₄ O
22	18,512	Salvial-4(14)-en-1-on	0,37	C ₁₅ H ₂₄ O
23	18,657	Sedrol	0,63	C ₁₅ H ₂₆ O
24	18,905	Trans-α-Bisabolen epoksit	1,00	C ₁₅ H ₂₄ O
25	19,043	(+)-Aromadendren	1,66	C ₁₅ H ₂₄
26	19,180	1-Heptadek-1-il-sikloheksanol	0,48	C ₂₃ H ₄₂ O
27	19,236	α-Sadinol	2,67	C ₁₅ H ₂₆ O
28	19,572	Ledenoksit-(II)	0,80	C ₁₅ H ₂₄ O
29	19,634	Aromadendren epoksit	4,37	C ₁₅ H ₂₄ O
30	20,231	Limonendioksit	0,32	C ₁₀ H ₁₆ O ₂
31	20,310	Tetradekanoik Asit	0,43	C ₁₄ H ₂₈ O ₂
32	20,588	Cis-α-Bisabolen epoksit	0,30	C ₁₅ H ₂₄ O
33	20,687	Angesin	2,85	C ₁₁ H ₆ O ₃
34	21,222	Sitronelil asetat	0,36	C ₁₂ H ₂₂ O ₂
35	21,284	Psoralen	6,57	C ₁₁ H ₆ O ₃
36	21,372	(Z,Z)-9,12-oktadekadien-1-ol	4,34	C ₁₈ H ₃₄ O
37	21,438	(Z,Z)-9,12-oktadekadienoil klorür	3,82	C ₁₈ H ₃₁ Cl O
38	21,662	1-Hekzadekanol	11,92	C ₁₆ H ₃₄ O
Fonksiyonel Grup			Miktar (%)	
Terpen			59,37	
Aromatik Bileşik			6,37	
Siklik Olefin			3,84	
Karboksilik Asit			0,43	
Benzopiran			9,42	
Alkol			16,74	
Açıl Halojenür			3,82	
Toplam			99,99	

B. bituminosa bitkisinin metanol ekstresinde 35 bileşik tanımlanmıştır (Çizelge 3). *B. bituminosa* bitkisinin metanol ekstresinde 1-Tetradekanol (%41,38), Tetratetrakontan (%10,38), Oktadekanoik asit bütül esteri (%5,54) ve 4-[4-(2-metilpropil) fenil]-N-(3,4-metilendioksi)-tiazol-2-amin (%5,47) bileşikleri yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Bu bileşikler fonksiyonel gruplarına göre değerlendirildiğinde; metanol

ekstresindeki ana bileşenleri alkoller (%48,97), alkanlar (%14,90), yağ asidi esterleri (%6,56) ve esterler (%6,55) oluşturmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. *B. bituminosa* bitkisinin metanol ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler.

No	RT	Bileşikler	Miktar (%)	Kapalı Formül
1	55,587	E-15-Heptadesenal	0,73	C ₁₇ H ₃₂ O
2	61,862	Psoralen	2,00	C ₁₁ H ₆ O ₃
3	63,716	(Z,Z)-9,12-Oktadekadien-1-ol	3,88	C ₁₈ H ₃₄ O
4	64,596	Angesin	4,50	C ₁₁ H ₆ O ₃
5	68,753	n-Eikosan	1,02	C ₂₀ H ₄₂
6	72,384	n-Hekzadekanoik asit	0,76	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
7	74,344	Oktadekanoik asit	0,71	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
8	76,570	1-Dokosanol	1,46	C ₂₂ H ₄₆ O
9	83,554	n-Nonadekan	1,04	C ₁₉ H ₄₀
10	87,273	Eikosoanik asit	0,63	C ₂₀ H ₄₀ O ₂
11	88,978	1-Trikosanol	0,95	C ₂₃ H ₄₈ O
12	94,264	Henekosan	0,80	C ₂₁ H ₄₄
13	97,264	Dokosanoik asit	0,23	C ₂₂ H ₄₄ O ₂
14	98,534	n-Hentriakontanol	0,40	C ₃₁ H ₆₄ O
15	102,681	1-Eikosanol	0,90	C ₂₀ H ₄₂ O
16	104,231	Metil lignoserat	0,51	C ₂₅ H ₅₀ O ₂
17	104,618	Di-(2-etilhekzil) izoftalat	1,65	C ₂₄ H ₃₈ O ₄
18	104,870	(Z)-9-Oktadesen amit	0,71	C ₁₈ H ₃₅ N O
19	105,781	Cis-11-Eikosen amit	0,60	C ₂₀ H ₃₉ N O
20	106,533	Bütül sterat	5,47	C ₂₂ H ₄₄ O ₂
21	107,878	Skualen	0,27	C ₃₀ H ₅₀
22	109,441	4-[4-(2-metilpropil) fenil]-N-(3,4-metilendioksi)-thizol-2-amin	5,47	C ₂₀ H ₂₀ N ₂ O ₂ S
23	110,092	2-Bromoakrilik asit 2,6-di-t-bütül-4-metil fenil esteri	4,90	C ₁₈ H ₂₅ Br O ₂
24	110,910	1-Tetradekanol	41,38	C ₁₄ H ₃₀ O
25	114,255	Nonakosan	1,66	C ₂₉ H ₆₀
26	115,563	Oktadekanal	0,50	C ₁₈ H ₃₆ O
27	116,108	Laurik asit 2-metilbütül esteri	0,58	C ₁₇ H ₃₄ O ₂
28	117,704	n-Tetratetrakontan	10,38	C ₄₄ H ₉₀
29	122,886	Cis-1-kloro-9-oktadesen	0,95	C ₁₈ H ₃₅ Cl
30	125,045	β-Sitosterol	0,50	C ₂₉ H ₅₀ O
31	125,398	γ-Sitosterol	2,42	C ₂₉ H ₅₀ O
32	125,695	Gorgosterol	0,54	C ₃₀ H ₅₀ O
33	126,500	(5α,16β)-D-Norandrostan-16-ol asetat	0,48	C ₂₀ H ₃₂ O ₂
34	127,636	Lupeol	0,36	C ₃₀ H ₅₀ O
35	129,595	İzolongifolen	0,64	C ₁₅ H ₂₄

Çizelge 3. (devamı) *B. bituminosa* bitkisinin metanol ekstresinde bulunan kimyasal bileşenler

Fonksiyonel Grup	Miktar (%)
Aldehit	1,23
Benzopiran	6,50
Alkol	48,97
Alkan	14,90
Yağ Asidi	2,33
Yağ Asidi Esteri	6,56
Ester	6,55
Amit	1,31
Terpen	1,27
Azot, Kükürt ve Oksijen İçeren Heterosiklik Bileşik	5,47
Alken	0,95
Steroid	3,94
Toplam	99,98

Literatüre bakıldığında; Lübnan'da yetişen *B. bituminosa* bitkisinin sinonimi olan *P. bituminosa* bitkisinde yapılan GC-MS analizinde, metanol ekstresinde heksadekanoik asit metil ester (%34,62), hekzan ekstresinde izokaryofilen (%15,29) bileşikler gözlenmiştir (Al Ayoubi vd. 2018). Yaptığımız çalışma ile kıyasladığımızda metanol ekstresinde 1-Tetradekanol (%41,38) ve hekzan ekstresinde Tetradekan (%10,02) ana bileşik bulmamız iki bitkinin farklı ortamda yetişmiş olmasından kaynaklandığını düşündürmüştür. Usai vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada İspanya'nın üç farklı bölgelerinden topladıkları *B. bituminosa* var. *bituminosa* bitkisinin GC-MS metoduyla uçucu bileşiklerin analizinde, Llano del Beal bölgesinden toplanan bitkide ana bileşik karyofilen (%34,47), Calnegre bölgesinden topladıkları bitkide ana bileşik cis,cis-9,12-oktadekadien-1-ol (%15,76) ve San Cristobal de la laguna bölgesinden topladıkları bitkide ana bileşik (cis,cis)-9,12-oktadekadien-1-ol (%11,06) şeklinde bulunmuştur. Bunun yanı sıra yine aynı çalışmada, Kanarya Adaları'nın iki bölgesinden toplanan *B. bituminosa* var. *albomarginata* bitkisinin GC-MS metoduyla uçucu bileşiklerin analizinde, Caleta de Famara bölgesinde toplanan bitkide ana bileşik (cis,cis)-9,12-oktadekadien-1-ol (%14,96) ve Arcife bölgesinde toplanan bitkide ana bileşik lauril alkol (%13,83) bulunmuştur. Usai vd. (2021) yaptığı çalışmaya benzer şekilde, çalışmamızda da, bitkinin diklorometan ekstresinde karyofilen ve (Z,Z)-9,12-oktadekadien-1-ol temel bileşik olarak tespit edilmiştir.

Antibakteriyel aktivite çalışmalarında, karbon zincirinin uzunluğu ile aktivitenin arttığı (Kabelitz vd. 2003; Lansfort vd. 1960; Mates 1974); tetradekan, heksadekan, nonadekan, henekosan ve eikosan gibi uzun zincirli karbon bileşiklerinin, antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu literatürde (Begum vd. 2016) bildirilmiştir. Naeim vd. (2020)'nin yaptığı bir çalışmada, *C. pumilio* bitkisinde

alkanların ana bileşen olduğu kloroform ekstresinin antibakteriyel aktivite yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda da alkanların ana bileşen olduğu hekzan ekstresinde antibakteriyel aktivite yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada iki Gram pozitif ve iki Gram negatif bakteri kullanılmıştır. Bitki ekstralarının bu bakteriler üzerindeki etkisi, agar plak üzerinde oluşturdukları zon çapları ölçülerek değerlendirilmiştir (Şekil 1). Zon çapları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Bitki ekstralarının farklı bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkileri (Zon çapları, mm)

	Metanol	Dikloro metan	Hekzan	Gentamisin *
<i>E. coli</i>	8,75 ± 0,354	9,25 ± 1,061	32,4 ± 0,283	16
<i>P. aeruginosa</i>	8,50 ± 0,00	18,20 ± 0,141	17,65 ± 0,354	22
<i>S. aureus</i>	8,50 ± 0,00	17,05 ± 0,354	17,0 ± 0,707	20
<i>E. faecalis</i>	8,50 ± 0,00	18,5 ± 0,424	13,75 ± 1,061	19
P-değeri	0,479	0,000	0,000	

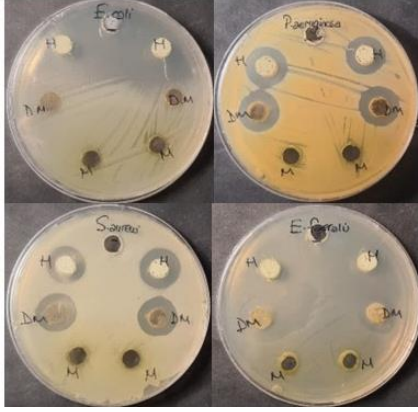
Zon çapları ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

* EUCAST, 2020

Bu çalışmada denenen bakteriler, patojen suşları olan, özellikle günümüzde hastane kaynaklı enfeksiyonlar açısından ve bir ya da daha fazla antibiyotiğe direnç kazanmış suşlarının varlığından dolayı önemli olan bakterilerden seçilmiştir. Bu bakteriler insanlarda normal flora üyeleri olmakla beraber, immün yetmezliği olan hastalar başta olmak üzere fırsatçı patojen özellik göstermekte ve hastalarda ciddi anlamda tehlikeli enfeksiyonlara sebep olabilmektedirler (Gülbandılar 2009; Jang vd. 2017).

Çalışmanın sonuçları hekzan ekstresinin denenen tüm bakteriler üzerinde antibakteriyel etkisi olmakla beraber özellikle *E. coli* üzerinde çok yüksek antibakteriyel etkisi olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,05$). Bunun aksine, metanol ekstresinin bu çalışmada kullanılan bakterilerin hiçbirinde antibakteriyel etkisi gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Şekil 1). Diklorometan ekstresinin etkisine bakıldığında ise, hekzanın aksine *E. coli* üzerindeki etki diğer bakteriler üzerindeki etkiden çok daha düşüktür (Çizelge 4). Antibiyotik maddelerin bakteriler üzerindeki etkisi farklı mekanizmalar üzerinden gerçekleşmektedir. Bazı bakteriler hücre membranı ve hücre duvarı sentezi üzerinde etkili olurken, bazı antibakteriyel maddeler bakteri hücreindeki protein sentezini inhibe ederek bakterinin üremesini engellemektedir. Bazı maddeler ise hücrede folik asit metabolizmasını engellerken bazıları ise nükleik asitlerin sentezini durdurabilirler. Örneğin, Gentamisin antibiyotiği bakterilerde ribozomun 30S alt birimine bağlanarak bakteride protein sentezine

müdahale ederek bakteri büyümesini engeller (Fitzgerald ve Newquist 2013; Yan vd. 2021). Bu çalışmada da farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların, bakterilerde farklı mekanizmalara müdahale ettiği düşünülebilir. Bununla birlikte türe özgü yapısal ve genetik farklılıklar da bakterilerin farklı maddelere farklı tepki vermelerine sebep olmaktadır.



Şekil 1. Bitki ekstraktlarının farklı bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkisi.

B. bituminosa antibakteriyel etkileri olan bioaktif moleküller içeren bir bitkidir. Farklı solventler kullanılarak bu bitkiden elde edilen ekstraktların biyolojik aktiviteleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda solvent seçimi kritik bir öneme sahiptir (Ngo vd. 2017). Etanol, metanol ya da etil asetat gibi polar çözücüler hidrofilik bileşiklerin ekstraksiyonunda seçilirken, daha lipofilik olanlar için diklorometan tercih edilir. Bazı durumlarda, hekzan klorofillerin ekstraksiyonunda kullanılabilir (Cos vd. 2006; Sasidharan vd. 2011). Yapılan bir çalışma, farklı *B. bituminosa* genotiplerinin farklı gelişme evrelerinde yapraklardan elde edilen etanol ekstraktlarının özellikle Gram pozitif bakteriler olmak üzere farklı bakteriler üzerinde antibakteriyel etkisi olduğunu göstermiştir. Çiçeklenme döneminde elde edilen ekstraktların da daha yüksek antibakteriyel etkisi olduğu bildirilmiştir (Darcan vd. 2021). Ayrıca, yapılan çalışmanın sonuçları, farklı genotiplerde ve farklı büyüme evrelerinde farklı sekonder metabolit üretimi ile antibakteriyel etkinin değişebileceği de vurgulanmaktadır.

Azzouzi vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada *B. bituminosa*'nın toprak üstü kısımlarından elde edilen etil asetat, n-bütanol ve diklorometan ekstraktlarının antibakteriyel etkisini araştırmışlar ve bu çözücüler arasında en yüksek antibakteriyel etkiyi diklorometan kullanarak elde ettikleri ekstraktlarda gözlemlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da diklorometan ile elde edilen ekstraktların denenen tüm bakteriler üzerinde antibakteriyel etkisi olduğu açıktır (Çizelge 4).

Yakın zamanda yapılan başka bir çalışma *Plumbago zeylenica* bitkisinde özellikle *E. coli* ve *S. aureus* üzerinde

yüksek antibakteriyel etkisi olduğunu henekosan bileşiğinin varlığı ile açıklamışlardır (Vanitha vd. 2020). Bu bağlamda, çalışmamızda da hekzan ekstresinin diğer ekstraktlara göre daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterme sebebi olarak, uzun zincirli bir hidrokarbon olan, tetradekan bileşiğinden kaynaklanacağını düşündürmüştür. Bu hipotezimiz, literatür ile de uyum sağlamıştır (Begum vd. 2016).

4. Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada, *B. bituminosa* bitkisinin Soxhlet ekstraksiyon metodu kullanılarak elde edilen hekzan, diklorometan ve metanol ekstraktlarının GC-MS ile kimyasal bileşenleri tayin edilmiştir. Ayrıca, Ham ekstraktlarının antibakteriyel aktivite testleri gerçekleştirilmiştir.

B. bituminosa bitkisinin ham ekstraktlarının kimyasal bileşenleri Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'te rapor edilmiştir. Hekzan ekstresinde bulunan fonksiyonel gruplar, aromatik bileşik, alkol, sikloalkan, keton, tiyol, azot içeren heterosiklik bileşik, alkil halojenür, alkan, alken, terpen, fenolik bileşik, aldehit olmak üzere otuz dört bileşik gözlenmiştir. Diklorometan ekstresinin fonksiyonel grupları, terpen, aromatik bileşik, siklik olefin, karboksilik asit, benzopiran, alkol, açil halojenür olup, otuz sekiz bileşik tayin edilmiştir. Metanol ekstresinde bulunan fonksiyonel gruplar, aldehit, benzopiran, alkol, alkan, yağ asidi, yağ asidi esteri, ester, amit, terpen, azot, kükürt ve oksijen içeren heterosiklik bileşik, alken, steroid olmak üzere otuz beş bileşik belirlenmiştir. *B. bituminosa* bitkisinin GC-MS analizinde ana bileşik olarak, hekzan ekstresinde Tetradekan (%10,02), diklorometan ekstresinde 1-Hekzadekanol (%11,92) ve metanol ekstresinde de 1-Tetradekanol (%41,38) bulunmuştur.

Çalışmamız, *B. bituminosa* bitkisiyle yapılan literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslandığında, Usai vd. (2021) yaptığı çalışma ile benzer temel bileşikler (karyofilen ve (Z,Z)-9,12-oktadekadien-1-ol) tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Al Ayoubi vd. (2018) *B. bituminosa* bitkisiyle yapmış olduğu GC-MS çalışmasında bulunduğu bileşiklerin bizim yaptığımızda bulduğumuz bileşiklerle örtüşmemesi; iki aynı bitki türünün farklı toprak, iklim ve coğrafi koşullardan olduğunu düşündürmüştür.

Antibakteriyel aktivite testleri, 2 Gram negatif ve 2 Gram pozitif bakteri kullanarak zon çapları ölçülerek gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4, Şekil 1). Test sonuçlarına bakıldığında, *B. bituminosa*'nın hekzan ekstresinde diğer iki ekstreye (diklorometan ve metanol) göre daha iyi sonuç gözlenmiştir.

Bitkilerden elde edilen ham ekstrakt ile bu ekstraktlardan izole edilen bioaktif moleküller ve bu moleküllerin sahip

oldukları biyolojik aktivite çalışmaları günümüzde önem kazanmıştır. Bunun üzerine çalışmamızdaki sonuçlar değerlendirildiğinde, *B. bituminosa* bitkisinin ham ekstrelerinde antibakteriyel MIC testi ve bioaktif moleküllerin izolasyonu için gelecekte yapılacak olan bir çalışma için ışık tutacaktır.

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar 1: Kaynaklar, Araştırma, Deney, Yazma – orijinal taslak
Görselleştirme, Yazma – orijinal taslak

Yazar 2: Kaynaklar, Araştırma, Deneyleme, Biçimsel analiz, Doğrulama,
Metodoloji, Görselleştirme, Yazma – orijinal taslak,

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen tüm veriler, yayınlanan bu makaleye dahil edilmiştir.

Teşekkür

Bitki teşhisi için, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde Prof. Dr. Evren Cabı'ye teşekkür ederim. GC-MS analizinin yapılmasındaki yardımları için Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Kimya Bölümü'nde Prof. Dr. Temine Şabudak'a teşekkür ederim.

5. Kaynaklar / References

Abascal, K. and Yarnell, E., 2002. Herbs and Drug Resistance: Potential of Botanical in Drug Resistant Microbes. *Alternative & Complementary Therapies*, **1**, 237-241.
<https://doi.org/10.1089/107628002320351370>

Al Ayoubi, S., Raafat, K., El-Lakany, A. and Aboul-Ela, M., 2018. Phytochemical investigation of *Psoralea bituminosa* L. and its anti-diabetic potentials. *Pharmacognosy Journal*, **10(5)**, 841-853.
<https://doi.org/10.5530/pj.2018.5.143>

Alma, M. and Ertas, M., 2007. Essential oil content, Turkish Clove. *Bio Resources*, **2(2)**, 265-269.

Andrade, B.F.M.T., Barbosa, L.N., Probst I.S. and Junior, A.F., 2014. Antimicrobial activity of essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, **26**, 34-40.
<https://doi.org/10.1080/10412905.2014.926087>

Azzouzi, S., Zaabat, N., Medjroubi, K., Akkal, S., Benlabeled, K., Smati, F. and Dijoux-Franca, M.G., 2014. Phytochemical and biological activities of *Bituminaria bituminosa* L. (Fabaceae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, **7(1)**, 481-484.
[https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60278-9](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60278-9)

Begum, I.F., Mohankumar, R., Jeevan, M. and Ramani, K., 2016. GC-MS analysis of bio-active molecules derived from *Paracoccus pantotrophus* FMR19 and the antimicrobial activity against bacterial pathogens and MDROs. *Indian Journal of Microbiology*, **56**, 426-432.
<https://doi.org/10.1007/s12088-016-0609-1>

Balouiri, M., Sadiki, M. and Ibsouda, S.K., 2016. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, **6(2)**, 71-79.
<https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>

Berber, İ., Avşar, C., Çine, N., Bozkurt, N. and Elmas, E., 2013. Sinop'da yetişen bazı bitkilerin metanolik ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin belirlenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, **3**, 10-16.
<https://doi.org/10.7212/zkufbd.v3i1.87>

Cos, P., Vlietinck, A.J., Berghe, D.V. and Maes, L. 2006. Anti-infective potential of natural products: how to develop a stronger *in vitro* "proof-of-concept". *Journal of Ethnopharmacology*, **106(3)**, 290-302.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.04.003>

Darcan, C., Kaygusuz, Ö., Leblebici, S., Gülümser, E. and Acar, Z., 2021. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Bituminaria* sp. genotypes at different growth stages. *Indian Journal of Experimental Biology*, **59**, 302-309.
<https://doi.org/10.56042/ijeb.v59i05.50484>

Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, 567.

Dorman, H.J.D. and Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, **88**, 308-316.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>

Erdoğan, A.E. and Everest, A., 2013. Antimikrobiyal ajan olarak bitki bileşenleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, **6**, 27-32.

Fitzgerald, K.T. and Newquist, K.L., 2013. Poisonings in the Captive Reptile. In *Small Animal Toxicology*, W.B. Saunders, 229-249.
<https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0717-1.00020-X>

Gülbandılar, A., 2009. Investigation of *Staphylococcus aureus* carriage and antibiotic sensitivity in nose mucous membrane in Kutahya Province. *DPÜ Fen Bilimleri Dergisi*, **18**, 1-6.

- Gutman, M., Perevolotsky, A. and Sternberg, M., 2000. Grazing effects on a perennial legume, *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, in a Mediterranean rangeland. *Cahiers Options Mediterraneennes*, **45**, 299-303.
- Houghton, R.A., Skole, D.L., Nobre, C.A., Hackler, J.L., Lawrence, K.T. and Chomentowski, W.H., 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, **403**, 301-304.
<https://doi.org/10.1038/35002062>
- Jang, J., Hur, H.G., Sadowsky, M.J., Byappanahalli, M.N., Yan, T. and Ishii, S., 2017. Environmental *Escherichia coli*: ecology and public health implications-a review. *Journal of Applied Microbiology*, **123**(3), 570-581.
<https://doi.org/10.1111/jam.13468>
- Kabelitz, N., Santos, P.M., Heipieper, H.J., 2003. Effect of aliphatic alcohols on growth and degree of saturation of membrane lipids in *Acinetobacter calcoaceticus*. *FEMS Microbiology Letters*, **220**, 223-227.
[https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00103-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00103-4)
- Karasu, K. and Öztürk, E., 2014. Tibbi ve aromatik bitkilerin kanatlılarda antioksidan ve antimikrobiyal etkileri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **2**, 1766-1772.
- Kasuni Keshala, K., Bandara, A.M.P.W., Padumadasa, C. and Peiris, L.D.C., 2021. Bioactivities and GC-MS profiling of Malewana Madhumeha Choorna polyherbal hot infusion. *South African Journal of Botany*, **140**, 194-203.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.015>
- Lansford, E.M., Jr., Hill, I.D., Shive, W., 1960. Reversal by ribonucleosides of bacterial growth inhibition caused by alcohol. *Journal of Biological Chemistry*, **235**, 3551-3555.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64506-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64506-5)
- Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A.K.M., Wertheim, H.F.L., Sumpradit, N., Vlieghe, E., Hara, G.L., Gould, I.M., Goossens, H., Greko, C., So, A.D., Bigdeli, M., Tomson, G., Woodhouse, W., Ombaka, E., Peralta, A.Q., Qamar, F.N., Mir, F., Kariuki, S., Bhutta, Z.A., Coates, A., Bergstrom, R., Wright, G.D., Brown, E.D, Cars, O., 2013. Antibiotic resistance-the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, **13**(12), 1057-1098.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(13\)70318-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(13)70318-9)
- Lemouchi, R., Selles, C., El Amine Dib, M., Benmansour, N., Allal, A., Tabti, B. and Ouali, K., 2017. Chemical composition and antioxidant activity of essential oil and hydrosol extract obtained by hydrodistillation (HY) and liquid-liquid extraction (LLE) of *Psoralea bituminosa*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, **23**(4), 299-307.
<https://doi.org/10.1080/10496475.2017.1329765>
- Machowska, A. and Stalsby Lundborg, 2018. Drivers of Irrational Use of Antibiotics in Europe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**(1), 1-14.
<https://doi.org/10.3390/ijerph16010027>
- Mates, A., 1974. The effect of alcohols on growth and lipase formation by *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Bacteriology*, **37**, 1-6.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1974.tb00409.x>
- Munoz, A. and Correal, E., 1998. *Bituminaria bituminosa*, leguminosa de interes forajero en la Cuenca mediterranea: I. Situacion taxonomica, autoecologica y distribución. *Actos de la XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P. Soria*, 87-91.
- Naeim, H., El-Hawiet, A., Abdel Rahman R.A., Hussein, A., El Demellawy, M.A. and Embaby, A.M., 2020. Antibacterial activity of *Centaurea pumilio* L. root and aerial part extracts against some multidrug resistant bacteria. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, **20**, 1-13.
<https://doi.org/10.1186/s12906-020-2876-y>
- Ngo, T.V., Scarlett, C.J., Bowyer, M.C., Ngo, P.D. and Vuong, Q.V., 2017. Impact of different extraction solvents on bioactive compounds and antioxidant capacity from the root of *Salacia chinensis* L. *Journal of Food Quality*, **2017**, 1-8.
<https://doi.org/10.1155/2017/9305047>
- Oğuztürk, G.E., Turna, T., Yüksek, T. and Uğur Kaval, U., 2021. Bazı Bitki Ekstraktlarının Antiviral Etkileri Üzerine Bir Derleme. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **4**(2), 156-163.
- Orak, H.H., Sevik Bahrisefit I. and Sabudak, T., 2019. Antioxidant Activity of Extracts of Soursop (*Annona muricata* L.) Leaves, Fruit Pulps, Peels, and Seeds. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **69**(4), 359-366.
<https://doi.org/10.31883/pjfn/112654>
- Rao, S.V., Tulasi, D.P., Pavithra, K., Rameen, T.S. and Balasubramanian, S., 2018. In silico studies on dengue

and MERS coronavirus proteins with selected *Coriandrum sativum* L. herb constituents. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, **7(12)**, 970-989.
<https://doi.org/10.20959/wjpps201812-12821>

Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K.M. and Latha L.Y., 2011. Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Plants' Extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, **8(1)**, 1-10.
<https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i1.60483>

Satıl, F., Azcan, N. and Baser, K.H.C., 2003. Fatty acid composition of Pistachio nuts in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, **39**, 322-324.
<https://doi.org/10.1023/B:CONC.0000003408.63300.b5>

Şahin, B., 2013. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen bazı tıbbi bitkilerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya. 143.

Usai, M., Marchetti, M., Melis, R.A.M. and Porqueddu, C., 2021. Volatolomics of Sarinian and Spanish *Bituminaria*: Characterization of different accessions using chemometrics. *Molecules*, **26**, 1-28.
<https://doi.org/10.3390/molecules26175247>

Vanitha, V., Vijayakumar, S., Nilavukkarasi, M., Punitha, V.N., Vidhya, E. and Praseerha, P.K., 2020. Heneicosane-A novel microbicidal bioactive alkane identified from *Plumbago zeylanica* L. *Industrial Crops and Products*, **154**, 112748.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112748>

Ventura, M.R., Mendez, P., Flores, M.P., Rodriguez, R. and Castanon, J.I.R., 2000. Energy and protein content of tедера. *CIHEAM Options Mediterraneennes*, **45**, 219-221.

Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B. and Li, M., 2021. Research Progress on Antibacterial Activities and Mechanisms of Natural Alkaloids: A Review. *Antibiotics*, **10(3)**, 1-30.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10030318>

Yeşilbağ, D., 2007. Fitobiyotikler. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, **26**, 33-39.

Yunusoğlu, O., Berköz, M. and Yardım, Y., 2020. Çoklu antibiyotik direnci gösteren bakterilere karşı geliştirilen yeni antibiyotikler; dalbavansin, telavansin ve oritavansin. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, **13(2)**, 45-54.