



Marine and Life Sciences

Journal Homepage: <https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife>



İşkarmoz (*Saurida lessepsianus*) balıklarından izole edilen patojenlere karşı Tirşik (*Arum dioscoridis*) hidrosolünün antibakteriyel etkisinin belirlenmesi

Hediye Tuğçe Şen¹ 

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü. 31200, İskenderun, Hatay, TÜRKİYE

✉ Corresponding Author: yurmay88@hotmail.com

Please cite this paper as follows:

Şen, H. T. (2026). İşkarmoz (*Saurida lessepsianus*) balıklarından izole edilen patojenlere karşı Tirşik (*Arum dioscoridis*) hidrosolünün antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. *Marine and Life Sciences*, 8(1), 15-20. <https://doi.org/10.51756/marlife.1861410>

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi: 11.01.2026

Kabul Tarihi: 18.02.2026

Online Yayınlanma: 17.04.2026



Anahtar Kelimeler:

Antibakteriyel aktivite

Arum dioscoridis

Balık patojenleri

Hidrosol

Saurida lessepsianus

Ö Z E T

Bu çalışmada, İskenderun Körfezi'nden temin edilen İşkarmoz (*Saurida lessepsianus*) balıklarından izole edilen bakteriyel patojenlere karşı Tirşik (*Arum dioscoridis*) bitkisinden elde edilen hidrosolün in vitro antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. Bakteri izolatlarının tanımlanması Phoenix 100 ID/AST (Becton Dickinson, Sparks, MD, ABD) otomatik tanımlama sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Hidrosolün antibakteriyel etkisi agar well difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş, dört farklı konsantrasyonda (%100, %75, %50 ve %25) inhibisyon zon çapları ölçülmüştür. Çalışmada *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* ve *Proteus mirabilis* izolatları test edilmiştir. Sonuçlara göre *A. dioscoridis* hidrosolü, özellikle *S. aureus* üzerinde yüksek antibakteriyel aktivite göstermiş ve %100 konsantrasyonda inhibisyon zon çapı 25 mm'ye kadar ulaşmıştır. Gram-negatif izolatlarda inhibisyon zonlarının daha düşük olduğu ve etkinliğin çoğunlukla yüksek konsantrasyonlarda görüldüğü belirlenmiştir. Buna karşın *E. coli* ve *P. mirabilis* üzerinde hiçbir konsantrasyonda inhibisyon zonu oluşmamıştır. Bu çalışma, hidrosollerin su ürünleri sektöründe balık patojenleriyle mücadelede alternatif antimikrobiyal ajanlar olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Antibacterial activity of *Arum dioscoridis* hydrosol against bacterial pathogens isolated from Lizardfish (*Saurida lessepsianus*)

A B S T R A C T

This study evaluated the in vitro antibacterial potential of hydrosol obtained from *Arum dioscoridis* (Tirşik) against bacterial pathogens isolated from lizardfish (*Saurida lessepsianus*) collected in İskenderun Bay. Bacterial isolates were identified using the Phoenix 100 ID/AST automated identification system (Becton Dickinson, Sparks, MD, USA). Antibacterial activity was assessed by the agar well diffusion assay, and inhibition zone diameters were recorded at four hydrosol concentrations (100%, 75%, 50%, and 25%, v/v). The tested isolates comprised *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, and *Proteus mirabilis*. The hydrosol exhibited the most pronounced activity against *S. aureus*, producing inhibition zones up to 25 mm at 100% concentration and maintaining detectable inhibition even at 25% concentration. In contrast, Gram-negative isolates displayed lower susceptibility, with inhibitory effects predominantly observed at higher concentrations. Notably, no antibacterial activity was detected against *E. coli* and *P. mirabilis* at any tested concentration. Overall, the findings highlight *A. dioscoridis* hydrosol as a promising natural antibacterial agent, particularly against Gram-positive fish-associated pathogens, and support further investigations including in vivo validation for potential aquaculture applications.

Keywords:

Antibacterial activity

Arum dioscoridis

Fish pathogens

Hydrosol

Saurida lessepsianus

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği (akuakültür) dünya genelinde hızla büyüyen bir gıda üretim alanıdır (FAO, 2024). Ancak yoğun üretim koşullarında stres faktörleri, su kalitesi dalgalanmaları ve taşıma/işleme uygulamaları balıkların bağışıklık sistemini zayıflatabilmekte ve fırsatçı patojenlerin enfeksiyonlarına zemin hazırlamaktadır (Austin ve Austin, 2007). Bakteriyel hastalıklar; mortalite artışı, büyüme kaybı ve tedavi maliyetleri nedeniyle önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Lafferty ve ark., 2015). Akuakültürde antibiyotik kullanımı antimikrobiyal direnç gelişimi, çevresel kalıntı ve gıda güvenliği kaygılarını artırmıştır. (Cabello ve ark., 2016). Bu nedenle bitkisel kökenli doğal ürünler (uçucu yağlar, ekstraktlar ve hidrosoller) alternatif antimikrobiyal ajanlar olarak araştırılmaktadır. Hidrosoller, uçucu yağ distilasyonu sonrası elde edilen aromatik sulu fraksiyonlar olup suda çözünebilir biyoaktif uçucu bileşenler içerir (Verpe ve Balta, 2023).

Arum dioscoridis (Tirşik), Akdeniz havzasında yayılış gösteren ve geleneksel kullanımı bulunan bir bitkidir (POWO, 2025). *Araceae* geniş ekolojik habitatlara yayılmış çok sayıda cins ve türle temsil edilen geniş bir bitki ailesine sahiptir (Boyce ve Croat, 2011). *Araceae* familyasına ait olan *Arum dioscoridis*, ülkemizde kış aylarında sıklıkla bulunmaktadır (Balos ve ark., 2021). *A. dioscoridis*, yerel olarak 'Gavur pancarı', 'Yılan yastığı' olarak adlandırılan, sap ve yaprakları 'Tirşik' adı verilen bir yemekte ana malzeme olarak kullanılan yabancı bir bitkidir (Emre ve ark., 2021). Bu bitkiden halk hekimliğinde ve modern tıpta birçok hastalık için yararlanılmaktadır. Kanseri, diyabet, çiban, yılanık hastalığı, basur, deri enfeksiyonları ve mide rahatsızlıkları gibi çeşitli hastalıkları önlemek için geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Seğmenoğlu ve Sevindik, 2024).

Kapalı tohumlu ve tek çenekli olan *A. dioscoridis* toksik bir bitkidir (Khumalo et al., 2023). Tarla ve bahçelerde, yol kenarlarında, dağda taş aralarında ve boş arazilerde kendiliğinden yabancı olarak yetişen bu bitkinin Türkiye'de birçok ilimizde yayılış göstermektedir (Güner ve Aslan, 2012). Kronik hastalıkların yanı sıra memeli hayvanlarda yem olarak, kıyafetlerin kolalanmasında, temizlikte sabun yerine de kullanılmaktadır (Emre ve ark., 2021). Günlük diyetlerde özellikle Adana, Osmaniye, Hatay ve Kahramanmaraş'ta yaprak ve yaprak sapları doğranarak yoğurtla karıştırılarak veya nar ekşisi ile 'tirşik' adı verilen yerel bir sulu yemek yapılmaktadır (Değer, 2022).

Bu çalışmada Hatay yöresinden toplanılan *A. dioscoridis* bitkisinden elde edilen *A. dioscoridis* hidrosolünün, İskenderun Körfezi'nden elde edilen *Saurida lessepsianus* balıklarından izole edilen patojenlere karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örnekleme, bakteriyel izolasyon ve tanımlama

İskenderun Körfezi'nde faaliyet gösteren balıkçıdan temin edilen *Saurida lessepsianus* örnekleri soğuk zincir koşullarında laboratuvara taşınmıştır. Standart bakteriyolojik yöntemlerle bağırsak ve solungaç doku örneklerinden ekim yapılmış, morfolojik olarak farklı koloniler saflaştırılmıştır. Bakteri izolatları Phoenix 100 ID/AST (Becton Dickinson, Sparks, MD, ABD) otomatik tanımlama sistemi ile tanımlanmıştır.

Hidrosol ve dilüsyonların hazırlanması

A. dioscoridis bitkisi HATAY / Belen bölgesinden temin edilmiştir. Temin edilen *A. dioscoridis* bitkisi Hatay Valiliği tabiat şifhanesi yayınından ve alanda çalışan akademisyenlerce teyit edilmiştir. Temin edilen Tirşik (*A. dioscoridis*) bitkisi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Altınözü Tarım Bilimleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi ve Aromatikler laboratuvarında, homojen 100 g tirşik tozu, 2000 mL hacminde cam balonlara alınmıştır. Cam balon içerisine 1:10 (w/v) oranında distile su eklenmiş ve karışım manyetik karıştırıcı elektrikli ısıtıcıya yerleştirilmiştir. Balonun ağzına soğutucu bağlı clevenger aparatı takılmıştır. Sistem, uçucu yağ çıkışı tamamen duruncaya kadar yaklaşık 3 saat süreyle ısıtılmıştır. Bu işlem sonucunda, uçucu yağ elde edilememiştir. Ayrıca distilasyon sonucu elde edilen tirşik hidrosolü, aynı şekilde membran filtrelerden geçirilerek sterilize edilmiş ve +4°C'de ışığın olumsuz etkilerinden korumak amacıyla amber renkli şişelerde muhafaza edilmiştir. Hidrosolün antimikrobiyal testlerde kullanılmadan önce fiziksel ve mikrobiyolojik kontrolleri yapılmıştır (Asil ve Taşgın, 2021, Asil ve Köroğlu, 2023). *A. dioscoridis* hidrosolünün uçucu bileşen analizi Agilent marka 7890B GC, 7010B MS sistemi Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında (ÇÜMERLAB) analiz edilmiştir. Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle, 20 mL'lik şişe içerisine 2g numune konularak 15 dakika boyunca 60°C'de bekletildikten sonra SPME aparatı 75 µm'lik Karboksen/Polidimetilsilpksan (CAR/PDMS, 1cm) kaplı fiber ile uçucu bileşenler 30 dakika boyunca adsorbe edilmiştir. Daha sonra DB-Wax kapiler kolonuna 5 dakika boyunca desorbe edilerek enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 250°C, kolon sıcaklığı 40°C'de 4 dakika beklemeden sonra dakikada 3°C arttırılarak 90°C'ye sonra dakikada 4°C arttırılarak 130°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta bekledikten sonra da dakikada 5°C arttırılarak sıcaklık 240°C'ye ayarlanmıştır bu sıcaklıkta da 8 dakika bekletilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Elektron enerjisi 70 eV ve kütle aralığı ise 30-600 m/z'dir. Split oranı 1:10 dur. *A. dioscoridis* bitkisinden elde edilen hidrosol steril koşullarda muhafaza

edilmiş ve %100, %75, %50 ve %25 (v/v) konsantrasyonlarında hazırlanmıştır.

Agar well difüzyon testi

Bakteri süspansiyonları 0,5 McFarland standardına ayarlanmış, Mueller-Hinton agar yüzeyi inoküle edilmiş ve agar üzerine kuyucuklar açılarak hidrosol dilüsyonları eklenmiştir. Plaklar 37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiş, inhibisyon zon çapları mm cinsinden ölçülmüştür. Testler her bakteri örneği ve her yüzdelik için üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

GC-MS analizi

Hidrosolün kimyasal bileşen profili Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) ile belirlenmiş; bileşenler alıkonma zamanı (RT) ve yüzde oranlarına göre raporlanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

Zon çapı ölçümleri tekrarlar halinde kaydedilmiş, sonuçlar ortalama±standart sapma (SS) olarak ifade edilmiştir.

BULGULAR

A. dioscoridis hidrosolünün farklı konsantrasyonlarda bakteriler üzerinde oluşturduğu inhibisyon zon çapları Tablo 1'de sunulmuştur. Antibakteriyel etkinlik patojene ve doza bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 1).

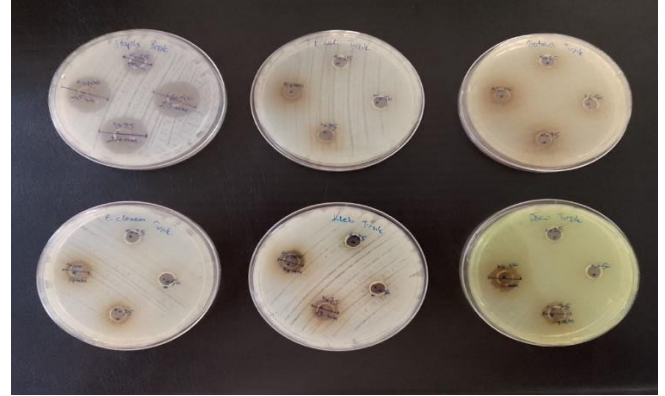
Tablo 1. *A. dioscoridis* hidrosolünün farklı dozlarda bakterilere karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları (mm) (Ortalama ± SS)

Table 1. Mean inhibition zone diameters (mm) produced by different concentrations of *A. dioscoridis* hydrosol against bacterial strains (Mean ± SD)

Bakteri	%100	%75	%50	%25
<i>Staphylococcus aureus</i>	22,60 ± 3,58 (n=5)	22,33 ± 2,08 (n=3)	21,33 ± 1,53 (n=3)	15,00 ± 0,00 (n=2)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	13,33 ± 1,15 (n=3)	12,00 ± 0,00 (n=3)	-	-
<i>Enterobacter cloacae</i>	14,00 ± 0,00 (n=2)	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15,33 ± 1,15 (n=3)	13,00 ± 1,73 (n=3)	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-

En yüksek antibakteriyel etki *S. aureus* üzerinde belirlenmiş ve %25 konsantrasyonda dahi inhibisyon zonu gözlenmiştir. *K. pneumoniae* ve *P. aeruginosa* üzerinde etkinlik yalnızca yüksek konsantrasyonlarda saptanmıştır. *E. cloacae* üzerinde ise yalnızca %100 konsantrasyonda inhibisyon

oluşturmuştur. *E. coli* ve *P. mirabilis* üzerinde hiçbir konsantrasyonda zon oluşmamıştır. İnhibisyon zonu oluşan en düşük konsantrasyon MEC olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MEC değeri *S. aureus* için %25, *K. pneumoniae* ve *P. aeruginosa* için %75, *E. cloacae* için ise %100 olarak belirlenmiştir. *E. coli* ve *P. mirabilis* üzerinde ise ≥%100 konsantrasyonda dahi herhangi bir inhibisyon etkisi gözlenmemiştir.



Şekil 1. *A. dioscoridis* bitki hidrosolünün bakterilere dört farklı dozda uygulanmasıyla oluşturduğu zon çaplarının petrilerdeki görüntü örneği

Figure 1. Representative images of inhibition zones on Petri dishes formed after the application of *A. dioscoridis* plant hydrosol to bacterial strains at four different concentrations

GC-MS analizinde hidrosolde çeşitli aldehitler, alkoller, terpenler ve yağ asidi türevleri tespit edilmiştir. Tespit edilen bileşenler Tablo 2'de sunulmuştur.

TARTIŞMA

Günümüzde hidrosoller, patojenik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel ajan olarak kullanılmaktadır. In vivo çalışmalarda ekstraktlar ve uçucu yağlar yan etki göstermesine rağmen hidrosoller, kedi ve kuşlar gibi uçucu yağlara karşı çok hassas canlıların hastalık tedavilerinde güvenle kullanılabilir. (Dikmetaş ve ark., 2019).

Literatürde tıbbi ve aromatik bitkilerin ve ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır (Şen ve Bircan Yıldırım, 2024). Uçucu yağ damıtma atığı, bitki materyali ve su kalıntılarında birçok değerli bileşik içermesiyle dikkat çekmektedir (Dikmetaş ve ark., 2019).

Bu çalışmada kullanılan bakteriyel suşlar, yaygın olarak ortaya çıkan patojenlerdendir. Çalışmamızla benzer bir çalışma olan Türkmen ve arkadaşlarının (2019) *A. dioscoridis* ekstraktlarının antioksidan ve antibakteriyel aktivite araştırmalarında kullanmış oldukları *A. dioscoridis* sulu bitkisel ekstraktın en yüksek inhibisyon zonunu *Klebsiella* bakterisine karşı 17 mm olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 2. *A. dioscoridis* hidrosolünde GC-MS ile tespit edilen bileşenler**Table 2.** Compounds identified in *A. dioscoridis* hydrosol by GC-MS analysis

Bileşen	AS	%
Butanal, 3-methyl-	7,4372	2,943
1-(5-Bicyclo[2,2,1]heptyl)ethylamine	8,50548	0,965
Hexanal	13,42638	2,509
Ethanone, 1-(3-methylenecyclopentyl)-	15,60902	0,395
Cyclopentanol	16,8922	1,224
Isopinocarveol	18,36877	0,796
Butane, 1-chloro-3-methyl-	19,32347	1,707
D-Limonene	19,40328	2,465
2-Hexenal, (E)-	19,76553	3,858
Acetoin	22,62965	2,976
Octanal	23,52295	1,617
Benzene, (2-methylbutyl)-	24,493	0,515
Decane, 1-chloro-	24,9412	1,429
5-Hepten-2-one, 6-methyl-	25,51832	1,58
Hexane, 1-chloro-	26,16076	2,208
1,9-Dichlorononane	26,50065	0,792
3-Hexen-1-ol, (E)-	27,36442	14,589
Nonanal	28,21972	16,512
Dodecanal	29,53052	2,896
3-Octanol, 3,7-dimethyl-	29,79808	2,67
trans-2-Undecen-1-ol	30,16595	0,978
1,2-15,16-Diepoxyhexadecane	30,66018	0,567
9-Octadecenoic acid (Z)-, phenylmethyl ester	31,43988	0,747
13,16-Octadecadynoic acid, methyl ester	32,28712	0,55
1-Decen-4-yne, 2-nitro-	32,87652	1,038
Isopinocarveol	33,50273	0,471
2-Decyn-1-ol	34,2978	1,061
5-Tridecene, (Z)-	34,83653	1,326
7-Oxabicyclo[4,1,0]heptane, 1-methyl-4-(2-methylxiranyl)-	34,9885	0,577
1,2-15,16-Diepoxyhexadecane	36,89175	0,794
Z,Z,Z-1,4,6,9-Nonadecatetraene	37,57323	1,18
2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol, 1,1,E,E-	37,89555	3,233
Benzyl oxy tridecanoic acid	38,09815	4,875
2-Dodecanal, (E)-	38,59852	2,05
9-Octadecenoic acid (Z)-, phenylmethyl ester	38,67218	2,126
10-Undecenal	38,77042	2,388
Oxacyclotetradecan-2-one	39,23085	0,843
9,12-Octadecadienoyl chloride, (Z, Z)-	39,8018	0,884
cis-Vaccenic acid	40,07498	0,444
17-Octadecynoic acid	40,47097	1,384

AS: Alikonma Süresi

Seğmenoğlu ve Sevindik'in (2024) *A. dioscoridis* bitkisinin çeşitli ekstraktlarıyla denemiş oldukları antimikrobiyal çalışmalarında tüm ekstraktların *E. coli* bakterisinde düşük etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Literatürde başta *Eucalyptus camaldulensis*, *Achillea millefolium*, *Cinnamomum zeylanicum* ve *Rosmarinus officinalis* olmak üzere birçok bitkiden elde ettikleri hidrosollerin, balık patojenlerine karşı etkili olduğunu ve balık bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler yarattığı raporlamıştır (Altınterim ve ark., 2012; 2018). Ayrıca, bu hidrosollerin *Yersinia ruckeri* enfeksiyonuna karşı bağışıklık yanıtlarını artırdığı, aynı zamanda hematolojik parametreleri iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, bu bileşiklerin balıklar üzerinde toksik etkiler oluşturmadığı ve su kalitesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığı da bu çalışmalarında vurgulanmıştır. hidrosollerin güvenli, doğal ve sürdürülebilir alternatifler olduğunu yaptıkları çalışmalar desteklemektedir.

Bu çalışmada *A. dioscoridis* hidrosolünün antibakteriyel etkisinin patojene özgü olduğu belirlenmiştir. En yüksek etkinliğin *S. aureus* üzerinde görülmesi, Gram-pozitif bakterilerin dış membran taşıması nedeniyle bitkisel kökenli bileşiklere daha duyarlı olmasıyla açıklanabilir. *S. aureus* için MEC'nin %25 olması, hidrosolün düşük konsantrasyonda dahi etkili olabildiğini göstermektedir. (D'Amato ve ark., 2018; Yavuzer ve Kuley Boğa, 2020; Almeida ve ark., 2024).

Gram-negatif bakterilerde (*K. pneumoniae*, *E. cloacae* ve *P. aeruginosa*) etkinliğin sınırlı olması, lipopolisakkarit (LPS) içeren dış membran bariyeri ile ilişkili olabilir. *P. aeruginosa*'da yalnızca yüksek dozlarda inhibisyon gözlenmesi; bu türün efflux pompa sistemleri, biyofilm kapasitesi ve yüksek direnç potansiyeli ile bağlantılı olabileceğini düşündürmüştür.

E. coli ve *P. mirabilis* üzerinde inhibisyonun gözlenmemesi, hidrosol bileşenlerinin bu bakteriler üzerinde yetersiz kalması veya difüzyon sınırlılıkları ile ilişkili olabilir. Bu sonuç, hidrosollerin antibakteriyel spektrumunun seçici olabileceğini göstermektedir. (D'Amato ve ark., 2018; Yavuzer ve Kuley Boğa, 2020; Almeida ve ark., 2024).

Ayrıca, son yıllarda hidrosolların nanoformülasyonları da geliştirilmiş ve çoklu ilaca dirençli bakterilere karşı daha güçlü etkiler elde edildiği bildirilmektedir. Gümüş ve bakır destekli nano-hidrosol uygulamaları, biyofilm oluşumunu engellemekte ve bu hidrosollerin düşük dozlarda bile yüksek antibakteriyel etki sağladığı belirtilmektedir (Ershov ve ark., 2022). Çalışmamız ile literatürler arasında gözlemlenen farklılıklar, test edilen bitkinin kimyasal özelliklerinin değişken bileşimine bağlanabilir.

GC-MS analizinde tespit edilen D-limonen, 3-hexen-1-ol, nonanal, dodecanal gibi bileşenler ile çeşitli aldehit ve alkol türevlerinin antibakteriyel etkiye katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Özellikle aldehitlerin (nonanal, dodecanal) hücre membran bütünlüğünü bozarak antimikrobiyal etki gösterebildiği bilinmektedir (Lin ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2024; Ferreira ve ark., 2025).

SONUÇ

Çalışmada İskenderun Körfezi'nden avlanan *S. lessepsianus* balıklarından elde edilen patojenlere karşı *A. dioscoridis* bitki hidrosolünün antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. *A. dioscoridis* hidrosolü, test edilen izolatlar içerisinde en yüksek antibakteriyel etkiyi *S. aureus* üzerinde göstermiştir. Gram-negatif izolatlarda etkinlik daha sınırlı olup çoğunlukla yüksek konsantrasyonlarda gözlenmiştir. *E. coli* ve *P. mirabilis* üzerinde etkinlik saptanmamıştır. Bu bulgular, *A. dioscoridis* hidrosolünün özellikle Gram-pozitif

balık patojenlerine karşı doğal bir alternatif ajan olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu hidrosolün akuakültür sistemlerinde kullanım potansiyeli, elde edilen antibakteriyel aktivite bulguları doğrultusunda değerlendirildiğinde, özellikle balık yetiştiriciliğinde hastalık kontrolüne yönelik destekleyici bir doğal ajan olarak öne çıkmaktadır. Hidrosol, akuakültür tanklarında veya balık yemlerine ilave edilerek, uygun konsantrasyonlarda patojen yükünün azaltılmasına katkı sağlayabilir. Ancak uygulama dozlarının balık türüne, gelişim evresine ve çevresel koşullara bağlı olarak optimize edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, farklı balık türleri üzerinde letal doz, subletal doz ve güvenli kullanım aralıklarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Buna ek olarak, hidrosolün yalnızca antibakteriyel etkinliği değil, aynı zamanda sucul organizmaların bağışıklık sistemi üzerindeki olası uyarıcı etkileri de araştırılmalıdır. Gelecek çalışmalarda, kontrollü in vivo deneylerle büyüme performansı, stres parametreleri, hematolojik ve immünolojik göstergeler üzerindeki etkilerinin ortaya konulması önerilmektedir. Bu kapsamda elde edilecek veriler, bitkisel kaynaklı hidrosollerin akuakültürde antibiyotik kullanımını azaltmaya yönelik sürdürülebilir alternatifler arasında yer almasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Etik Standartlar ile Uyum

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Finansman

Bu araştırma, hiçbir hibe, fon veya başka bir finansman desteği almamıştır.

Etik Onay

Yazar balık örneklerini ölü bir şekilde balıktan temin ettiğini ve bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

Veri Kullanılabilirliği

Çalışmanın bulgularını destekleyen veriler talep üzerine yazardan temin edilebilir.

Yapay Zeka Açıklaması

Yazar, bu araştırma makalesinde üretken yapay zeka kullanılmadığını beyan etmiştir.

KAYNAKLAR

- Altınterim, B., Aksu, Ö., & Küçükgül, A. (2012). Determination of safety dose of Eucalyptus camaldulensis hydrosol on mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(5), 1219-1222.
- Altınterim, B., Danabaş, D., & Aksu, Ö. (2018). The effects of common yarrow (*Achillea millefolium*), cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*), and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) hydrosols on some immunological and hematological parameters of common carp (*Cyprinus carpio* L.) against *Yersinia ruckeri*. *Cellular and Molecular Biology*, 64(14), 19-24. <https://doi.org/10.14715/cmb/2018.64.14.4>
- Almeida, H. H. S., Fernandes, I. P., Amaral, J. S., Rodrigues, A. E., & Barreiro, M.-F. (2024). Unlocking the potential of hydrosols: Transforming essential oil byproducts into valuable resources. *Molecules*, 29(19), 4660. <https://doi.org/10.3390/molecules29194660>
- Asil, H., & Taşgun, S. (2021). Hatay'a Özgü Kırmızı Ölmez Çiçek (*Helichrysum sanguineum* (L.) Kostel ile Sarı Ölmez Çiçeğin (*Helichrysum stoeschas* spp. barallieri) biyo aktif özellikleri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(2), 48-52. <https://doi.org/10.46810/tdfd.851177>
- Asil, H., & Köroğlu, M. (2023). Analysis of essential oil and volatile components of different organs of isgin (*Rheum ribes* L.) plant by ultrasound-assisted extraction method. *International Journal of Chemistry and Technology*, 7(2), 131-138. <https://doi.org/10.32571/ijct.1326549>
- Austin, B., & Austin, D. A. (2007). *Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6069-4>
- Balos, M. M., Akan, H., Durmaz, E. N., & İlğaz, F. Z. (2021). Araceae familyasına ait bazı taksonların süt pıhtılaştırma özelliklerinin araştırılması. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(3), 412-419. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.889548>
- Boyce, P. C., & Croat, T. B. (2011). The Überlist of Araceae, totals for published and estimated number of species in aroid genera. *International Aroid Society*.
- Cabello, F. C., Godfrey, H. P., Buschmann, A. H., & Dölz, H. J. (2016). Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance. *The Lancet Infectious Diseases*, 16(7), e127-e133. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00100-6)
- D'Amato, S., Serio, A., Chaves-López, C., & Paparella, A. (2018). Hydrosols: Biological activity and potential as antimicrobials for food applications. *Food Control*, 86, 126-137. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.030>
- Değer, S. (2022). *Arum dioscoridis* bitkisi ekstraktlarının antimikrobiyal ve antiviral özelliklerinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi]

- Dikmetaş, D. N., Konuşur, G., Mutlu-İngök, A., Gülsünoğlu, Z., & Karbancıoğlu-Güler, F. (2019). Portakal (*Citrus sinensis*) kabuğundan elde edilen hidrosol/esansiyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 274-283. <https://doi.org/10.29130/dubited.440286>
- Emre, G., Dogan, A., Haznedaroglu, M. Z., Senkardes, I., Ulger, M., Satiroglu, A., Emmez, B. C., & Tugay, O. (2021). An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants in Mersin (Turkey): Gizem Emre, Ahmet Dogan, Mehmet Zeki Haznedaroglu, Ismail Senkardes, Mahmut Ulger, Aysen Satiroglu, Berivan Can Emmez, Osman Tugay:[Ressource électronique]. *Frontiers in Pharmacology*, 12(664500). <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.664500>
- Ershov, V., Tarasova, N., Abkhalimov, E., Safonov, A., Sorokin, V., & Ershov, B. (2022). Photochemical synthesis of silver hydrosol stabilized by carbonate ions and study of its bactericidal impact on *Escherichia coli*: Direct and indirect effects. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(2), 949. <https://doi.org/10.3390/ijms23020949>
- FAO, (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Ferreira, F. S., Silva, A. C. D., Aguiar, J. C. D., Moura, M. C. D., Pimentel, C. S., Coelho, L. C., Paiva, P. M. G., Napoleão, T. H., & Navarro, D. M. (2025). Antimicrobial and antibiofilm activities of the essential oil from the inflorescence of *Etlingera elatior* (Zingiberaceae) and its main constituents (dodecanal and 1-dodecanol). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 36(4), e-20240215. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20240215>
- Güner, A., & Aslan, S., (2012). *Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- Khumalo, G. P., Van Wyk, B. E., Feng, Y., & Cock, I. E. (2023). Toxicity and phytochemical properties of southern African medicinal plants used traditionally to treat pain and inflammatory ailments. *South African Journal of Botany*, 160, 102-122. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.07.005>
- Lafferty, K. D., Harvell, C. D., Conrad, J. M., Friedman, C. S., Kent, M. L., Kuris, A. M., Powell, E. N., Rondeau, D., & Saksida, S. M. (2015). Infectious diseases affect marine fisheries and aquaculture economics. *Annual Review of Marine Science*, 7(1), 471-496. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010814-015646>
- Lin, H., Li, J., Chen, Y., & Wang, X. (2024). D-Limonene: Promising and sustainable natural bioactive compound. *Applied Sciences*, 14(11), 4605. <https://doi.org/10.3390/app14114605>
- POWO, (2025). *Arum dioscoridis* Sm. Royal Botanic Gardens, Kew. Plants of the World Online <https://powo.science.kew.org>
- Seğmenoğlu, M. S., & Sevindik, M. (2024). Antioxidant and antimicrobial potentials of functional food *Arum dioscoridis*. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 42(1), 116-120. <https://doi.org/10.14744/sigma.2024.00013>
- Şen, H. T., & Yıldırım, Y. B. (2024). İskenderun Körfezi'nden avlanan *Nemipterus randalli* (Russell, 1986)'den elde edilen patojenlere karşı *Corchorus olitorius* bitki hidrosolünün antibakteriyel etkisi. *Marine and Life Sciences*, 6(2), 90-95. <https://doi.org/10.51756/marlife.1524015>
- Türkmen, F. U., Takcı, H. A. M., Onalan, F. E. S., & Sağlam, H. (2019). *Arum dioscoridis* ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid içerikleri ile antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 102-108. <https://izlik.org/IA27BS98KS>
- Verrep, B., & Balta, F. (2023). Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarında deniz kafeslerinde balık yetiştiriciliği potansiyeli ve sürdürülebilir çevre. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(4), 679-690. <https://doi.org/10.35229/jaes.1388002>
- Yavuzer, E., & Kuley Boğa, E. (2020). Testing the antimicrobial effects of some hydrosols on food borne-pathogens and spoilage bacteria. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(1), 47-51. <https://doi.org/10.17216/LimnoFish.618101>
- Zhang, W., Liu, Y., Chen, Y., & Li, X. (2024). Synergistic antifungal mechanism of cinnamaldehyde and related aldehydes: membrane disruption and oxidative stress pathways. *Food Microbiology*, 121, 104524. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104524>