

## Bazı Bakteriyel Balık Patojenlerine Karşı Bazı Bitkisel Uçucu Yağlarının Antibakteriyel Aktivitesi

Seçil METİN<sup>1\*</sup>, Behire Işıl DİDİNEN<sup>1</sup>, Ecem Bercis MERCİMEK<sup>1</sup>, Ahmet Tahir ERSOY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>\* Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Isparta - Türkiye.

\*Sorumlu Yazar Tel.:+90 246 211 86 71  
E-posta: secil\_ekici@yahoo.com

Geliş Tarihi: 10.08.2016  
Kabul Tarihi: 23.12.2016

### Öz

Bu çalışmada, karanfil (*Eugenia caryophyllata*), nane (*Menta piperita*) ve lavanta (*Lavandula hybrida*) uçucu yağlarının kimyasal bileşimleri ve bakteriyel balık patojenler, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas salmonicida achromogenes*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio ordalli*, *Vibrio alginolyticus*, *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Lactococcus garvieae* ve *Vagacoccus salmoninarum*'a karşı *in vitro* antibakteriyel etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, karanfil uçucu yağının güçlü antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, nane ve lavanta yağları orta derecede etkili bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Antibakteriyel aktivite, Bakteriyel balık patojenleri, Uçucu yağ, Agar difüzyon.

### Abstract

#### Antibacterial Activity of Some Essential Plant Oils Againsts Some Bacterial Fish Pathogens

In this work, essential oils of clove (*Eugenia caryophyllata*), peppermint (*Menta piperita*) and lavender (*Lavandula hybrida*) were screened for their chemical composition and *in vitro* antibacterial activity against *Aeromonas sobria*, *Aeromonas salmonicida achromogenes*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio ordalli*, *Vibrio alginolyticus*, *Yersinia ruckeri*, *Flavobacterium psychrophilum*, *Lactococcus garvieae* and *Vagacoccus salmoninarum*. As a result of this study, it was found that clove essential oil showed a strong antimicrobial activity. However, peppermint and lavender oils were moderately effective.

**Keywords:** Antibacterial activity, Bacterial fish pathogens, Essential oil, Agar diffusion.

### Giriş

Su ürünleri yetiştiriciliğinde son yıllarda artan üretime bağlı olarak bakteriyel hastalıkların görülme sıklığı artmıştır. İşletmelerde hastalıkların ortaya çıkışı önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıklara karşı et-

kin tedavi yöntemlerinin belirlenmesi önemlidir (Noga, 2000).

Ülkemiz su ürünleri üretiminde ekonomik bakımdan önemli olan türlerin yetiştiriciliğinde epizootilere neden olan pek çok bakteriyel etken izole edilmiştir. Bu etkenler arasında en sık gö-

rülenler; *L. garvieae*, *Y. ruckeri*, *V. anguillarum*, *V. alginolyticus*, *A. hydrophila*, *F. psychrophilum* ve *V. salmoninarum* 'dur (Timur ve Timur, 1991; Çağırğan ve Yüreklitürk, 1991; Balta, 1997; Çağırğan, 1993; Akaylı, 2001; Korun ve Timur, 2001; Diler vd., 2002; Diler vd., 2003; Timur ve Korun, 2004; Tanrıkul, 2007; Didinen vd., 2011).

Bu hastalıkların tedavisinde antibiyotikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Schnick vd., 1997). Bununla birlikte, antibiyotiklerin bilinçsiz ve sürekli kullanımı, balık, tüketici ve çevre için tehlike oluşturmaktadır (Schnick vd., 1997; Daly, 1999; Dos Santos, 2000; Abutbul vd., 2005; Türker vd., 2009). Bu nedenle, su ürünleri yetiştiriciliğinde bakteriyel patojenlere karşı alternatif tedavilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Tıbbi bitkiler uzun yıllardan beri, insan ve hayvanlarda görülen enfeksiyonların tedavisi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Abutbul vd., 2005; Türker vd., 2009). Son yıllarda artan hastalıklara karşı antimikrobiyal ilaçların yetersiz kalması ve yan etkilerinin saptanması, enfeksiyöz etkenlerin tedavisi için kullanılacak doğal, güvenilir ve ucuz ürünlerin kullanılma zorunluluğunu arttırmıştır (Toroğlu ve Çenet, 2006; Çelik ve Çelik, 2007). Bu nedenle akuakültürde bakteriyel balık hastalıkları ile mücadele için bitkisel ürünlerin kullanımı alternatif ve güncel uygulamalardır.

Bakteriyel enfeksiyonları kontrol etmek için uygulanan bu tedavilerden bir tanesi de esansiyel yağlar ve bitki ekstraktlarıdır. Bu bileşikler, antibakteriyel özelliklerinden dolayı su ürünlerinde alternatif profilaktik ve terapötik ajanlar olarak kullanılabilir (Türker ve Birinci Yıldırım, 2015). Uçucu yağlar, farklı bileşenleri içeren kompleks bileşikler olduklarından biyolojik etkileri yönünden de farklılık göstermektedir (Toroğlu ve Çenet, 2006).

Karanfil, kekik, nane ve tarçın gibi bitkiler, başta antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle uzun yıllardır tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. Özellikle karanfil güçlü antioksidan, antimikrobiyal ve antifungal özelliği nedeniyle öne çıkmaktadır (Cortés-Rojas vd., 2014; Bhuiyan vd., 2010; Shan vd., 2005). Karanfil uçucu yağında yüksek oranda bulunan öjenol güçlü antimikrobiyal aktiviteyi sağlamaktadır (Bhuiyan vd., 2010).

Nane uçucu yağı ise % 40-70 mentolden oluşmaktadır. Diğer aktif maddeler menthon (% 7-25), menthofuran (% 2,5-5), mentilasetat (%3,5), karvon (%3,5)'dur (Sustrikova ve Salamon, 2004). Yüksek konsantrasyonlarda mentol içeren nane uçucu yağı antibakteriyel, antifungal, anestetik ve analjezik etkilere sahiptir (Kamatou vd., 2013). Lamiaceae familyasından çok değerli bir uçucu yağ bitkisi olan lavanta ise dünyada kültürü yapılan önemli bir parfüm, kozmetik ve ilaç bitkisidir. Bu bitkide en fazla bulunan monoterenler linalool, linalil asetat, borneol, kafur ve 1,8 sineol' dur (Kara ve Baydar, 2013). Lavantanın sakinleştirici, antiviral ve antibakteriyel terapötik etkileri vardır (Kim ve Lee, 2002).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda pek çok bitkisel ürünün bakteriyel balık patojenlerine karşı antibakteriyel etkileri saptanmıştır. *Asparagopsis armata*, *Ceramium rubrum*, *Drachiella minuta*, *Falcnbergia rufolamosa*, *Gracillaria cornea* ve *Halopitys incurvus*'un tohum ekstraktlarının *V. anguillarum*, *Pseudomonas angulliseptica*, *A. salmonicida*, *A. hydrophila* ve *Y. ruckeri* (Bansemir vd., 2006); kekik ve melisa uçucu yağlarının *Y. ruckeri*, *A. hydrophila*, *V.anguillarum*, *V. alginolyticus*, *F. psychrophilum* ve *L. garvieae* (Ekici vd., 2011); çörekotu yağının *V. anguillarum* ve *L. garvieae* (Yıldırım vd., 2013); *Coleus aromaticus* (Lamiaceae) ve *Tabernaemontana divaricata*

(Apocynaceae) türlerinin metanol ekstraktlarının *A. hydrophila* (Haniffa ve Kavitha, 2012); *Olea europea*, *Myrtus communis*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis* ve *Achillea falcata* ekstraktların *A. hydrophila* (Al Laham ve Al Fadel, 2014); farklı çöl bitkilerinden hazırlanan sulu ekstraktların *A. hydrophila*, *Photobacterium damsela* *subspecies piscicida*, *Streptococcus iniae* ve *V. alginolyticus*'a (Abutbul vd., 2005) karşı antibakteriyel aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, karanfil (*Eugenia caryophyllata*), nane (*Menta piperita*) ve lavanta (*Lavandula hybrida*) uçucu yağlarının kimyasal bileşimleri ve bakteriyel balık patojenleri *A. sobria*, *A. salmonicida achromogenes*, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *V. anguillarum*, *V. ordalli*, *V. alginolyticus*, *Y. ruckeri*, *F. psychrophilum*, *L. garvieae* ve *V. salmoninarum* üzerinde *in vitro* antibakteriyel etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Bitkisel Yağlar;

Çalışmamızda %100 saf karanfil (*Eugenia caryophyllata*), nane (*Menta piperita*) ve lavanta (*Lavandula hybrida*) bitkilerinin ticari yağları Botalife/Manolya Doğal ve Aromatik Ürünler isimli bir firmadan temin edilmiştir. Uçucu yağ örneklerinin kimyasal bileşimleri SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezinde GC (Gaz Kromatografi) ve MS (Kütle Spektrometresi) cihazları kullanılarak belirlenmiştir.

### GC-MS Analizi;

GC-MS analizleri QP 5050 mass selektif dedektörden oluşan GC/MS kullanılarak yapılmıştır. Analizler Sonsuzer Hancı vd. (2003) ve

Azaz vd. (2002)' ne göre modifiye edilerek yapılmıştır. GS-MS analizleri QP 5050 mass selektif dedektörden oluşan GC/MS kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ örnekleri Cp WAX 52 CB kapillar kolondan geçirilmiştir (50 m x 0.32 mm x 1.2 µm). Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Akış hızı 10 psi olarak belirlenmiştir. Kolon sıcaklığı başlangıçta 60°C olup, 220°C'ye dakikada 2°C'lik artışla ulaşmıştır. 220°C'de 20 dak. süreyle sabit tutulmuştur. Bileşenler kolonda kalma sürelerine ve kütle spektralarına göre standartlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada Wiley, Nist, Tutor kütüphaneleri çıkan spektrumların otomatik taranması ile analizler gerçekleştirilmiştir

### Bakteriyel Balık Patojenleri;

Patojen suşlar, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları laboratuvarındaki kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan bakteriyel balık patojenleri ve kökenleri Tablo 1'de verilmiştir.

### Antibakteriyel Aktivitenin Tespiti;

Bitkisel yağların antibakteriyel etkileri agar diffüzyon metodu ile saptanmıştır (NCCLS, 2001). Bitkisel yağlar 1000, 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 15.62 ve 7.8 µl/ml'lik oranlarında metanolde homojenize edilmiştir (Borisutpeth vd., 2005). Antibakteriyel etkinin belirlenmesinde, *Y. ruckeri*, *A. salmonicida achromogenes*, *A. hydrophila*, *A. sobria*, *A. caviae*, *V. salmoninarum* ve *L. garvieae* suşları için triptik soy agar (TSA), *V. anguillarum*, *V. ordalli* ve *V. alginolyticus* suşları için % 2 tuz ilavesi yapılmış TSA, *F. psychrophilum* için anackerordal agar hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyerleri döküm sıcaklığına geldiğinde, Mc Farland 0,5'e ayarlanan bakteri süspansiyonun (10<sup>8</sup> cfu/ml)' dan 100 µl alınarak, 100 ml besi-

yerine eklenmiş ve petri kaplarına döküm yapılmıştır. Döküm yapıldıktan 15-20 dak. sonra, besiyerleri üzerinde 3 mm çapında çukurlar açılmış ve bu çukurlara her bitkinin farklı konsantrasyonda metanolla hazırlanmış solüsyonlarından 25 µl ilave edilmiştir. Kontrol olarak metanol kullanılmıştır. *F. psychrophilum* 18 °C'de 48 saat, diğer bakteriler ise 25 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra oluşan inhibisyon zonlarının çapları ölçülmüştür. Her uçucu yağ iki paralel olarak çalışılmış ve inhibisyon zon çaplarının ortalaması alınmıştır. İnhibisyon aktivitesi; inhibisyon zonu 15 mm'den büyük olursa kuvvetli, 8-15mm arası orta ve 1-8mm arası zayıf aktivite olarak değerlendirilmiştir (Bansemir vd., 2006).

#### İstatistiksel Hesaplamalar;

Antibakteriyel etkinin saptanmasında elde edilen zon çapları SPSS 17.0 paket programında Anova testi ile değerlendirilmiştir

(SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Parametrelerin önem derecelerini karşılaştırılırken Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve önem düzeyi P=0,05 olarak seçilmiştir.

#### Bulgular

##### GC-MS Analiz Sonuçları;

Lavanta, nane ve karanfile ait uçucu yağ bileşenleri ele alındığında, karanfilde eugenol (%95,74), lavantada linalool (%41,87) ve linalyl acetate (%42,32) ve nanede P menthol (%53,94) yüksek oranda tespit edilmiştir.

##### Antibakteriyel Aktivite;

Çalışmamız sonucunda, karanfil yağının 1000 µl/ml konsantrasyonu *A.sobria*, *A. salmonicida achromogenes*, *A. caviae* ve *F. psychrophilum* suşları hariç, test edilen tüm bakteriyel suşlara karşı güçlü antibakteriyel etki göstermiştir (Tablo 3). Bununla birlikte,

**Tablo 1.** Bakteri türleri ve kökenleri

No	Bakteri türleri	Köken
1	<i>A. sobria</i>	Alabalık-Muğla
2	<i>A. salmonicida achromogenes</i>	NCMB 1110
3	<i>A. caviae</i>	ATCC 15468
4	<i>A. hydrophila</i> 1	ATCC 7966
5	<i>A. hydrophila</i> 2	Japon balığı
6	<i>V. anguillarum</i> 1	ATCC 14181
7	<i>V. anguillarum</i> 2	Alabalık-Muğla
8	<i>V. ordalli</i>	DSMZ 19621
9	<i>V. alginolyticus</i> 1	Levrek-Muğla
10	<i>V. alginolyticus</i> 2	Levrek-Muğla
11	<i>Y. ruckeri</i> 1	NCTC 10476
12	<i>Y. ruckeri</i> 2	Alabalık-Muğla
13	<i>F. psychrophilum</i>	NCMB 1947
14	<i>L. garvieae</i> 1	Alabalık-Muğla
15	<i>L. garvieae</i> 2	Alabalık-Muğla
16	<i>L. garvieae</i> 3	Alabalık-Muğla
17	<i>V. salmoninarum</i>	ATCC 51200

karanfil yağı 125-1000 µl/ml arasındaki konsantrasyonlarının *A. hydrophila* (1), *V. ordalli*, *V. alginolyticus* (1), *Yersinia ruckeri* (2) ve *V. salmoninarum* üzerindeki antibakteriyel etkisi karşılaştırıldığında benzer etki görülmüştür ( $p>0.05$ ).

Lavanta yağının 500-1000 µl/ml konsantrasyonları *A.sobria*, *A. salmonicida achromogenes*, *A.hydrophila* (2), *F. psychrophilum*, *V. alginolyticus* ve *V. anguillarum* suşlarına karşı kuvvetli bir antimikrobiyal etki göstermiştir (Tablo 4). 250-1000 µl/ml konsantrasyonlarının *A. hydrophila* (1), *A. caviae*, *A.sobria*, *V. salmoninarum* ve *V.ordalli* üzerindeki antibakteriyel etkileri benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Lavanta yağının *L. garvieae* suşlarına karşı ise inhibe edici etkisi saptanmamıştır (Tablo 4).

Nane yağının 125-1000 µl/ml konsant-

rasyonları *L. garvieae* (2), *A.sobria*, *A.salmonicida achromogenes*, *A.hydrophila* (1), *V. alginolyticus* (1,2) suşlarına karşı kuvvetli inhibe edici etkileri olmuştur. Nane yağı kullanılan tüm konsantrasyonlarında *V. salmoninarum*, *V. ordalii*, *F.psychrophilum* ve *Y. ruckeri* (1) suşlarına karşı etki göstermemiştir.

### Tartışma

Bu araştırmada, karanfil, nane ve lavanta bitkilerinin içerdikleri uçucu yağların kimyasal bileşenleri tespit edilerek, bazı balık patojenleri üzerine antibakteriyel etkileri agar diffüzyon metodu testi ile belirlenmiştir.

Bitki tür veya alt türlerinin esansiyel /uçucu yağ içerikleri bakımından önemli derecede farklılıklara sahip oldukları bildirmektedir. Bu farklılıklar üzerine örneklerin alındığı

**Tablo 2.** Yağlara ait GC-MS sonuçları

Bitkisel Yağlar	Tanımlanan Kimyasallar	Oran (%)
Lavanta ( <i>Lavandula hybrida</i> )	Cineole	5,16
	Beta ocimene	0,54
	Camphole	3,43
	Linalool	41,87
	Linalyl acetate	42,32
	Borneol	3,70
	Geranyl acetate	1,07
	Geraniol	1,16
	Bisabolol	0,73
Karanfil ( <i>Eugenia caryophyllata</i> )	Caryophyllene	2,98
	Alpha humulene	1,28
	Eugenol	95,74
Nane ( <i>Mentha piperita</i> )	P menthone	20,98
	O menthone	5,91
	İso pulegol	1,90
	Neomenthol	14,32
	P menthol	53,94
	Cyclohexanol	2,95

**Tablo 3.** Karanfil yağının farklı bakteriyel balık patojenlerine karşı antibakteriyel aktivite (inhibisyon zon çapı, mm)

Bakteri Türü	Konsantrasyonlar (µl/ml)							
	7,8	15,62	31,25	62,5	125	250	500	1000
<i>A. sobria</i>	9±4,2 <sup>b</sup>	10,5±0,7 <sup>b</sup>	8,5±0,7 <sup>b</sup>	15,5±0,7 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	12,5±1,4 <sup>ab</sup>	12 <sup>ab</sup>	13,5±2,1 <sup>ab</sup>
<i>A. salmonicida</i>	-	6,5±0,7 <sup>c</sup>	8±1,4 <sup>bc</sup>	10 <sup>ab</sup>	11,5±2,1 <sup>ab</sup>	13 <sup>a</sup>	11,5±0,7 <sup>ab</sup>	10,5±0,7 <sup>ab</sup>
<i>A. chromogenes</i>	-	8±5,6 <sup>c</sup>	9 <sup>bc</sup>	11 <sup>abc</sup>	14 <sup>a</sup>	12,5±0,7 <sup>ab</sup>	14±1,4 <sup>a</sup>	10,5±0,7 <sup>abc</sup>
<i>A. caviae</i>	13±7,1 <sup>cd</sup>	8,5±2,1 <sup>d</sup>	16,5±2,1 <sup>cb</sup>	19±4,2 <sup>ab</sup>	21±4,2 <sup>ab</sup>	21,5±3,5 <sup>ab</sup>	23±1,4 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>
<i>A. hydrophila</i> (1)	8±1,4 <sup>d</sup>	10,5±0,7 <sup>d</sup>	14,5±0,7 <sup>c</sup>	14±1,4 <sup>c</sup>	15±1,4 <sup>c</sup>	20±7,1 <sup>b</sup>	26,5±0,7 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
<i>A. hydrophila</i> (2)	9±1,4 <sup>d</sup>	15±0,7 <sup>c</sup>	15,5±0,7 <sup>c</sup>	18,5±0,7 <sup>bc</sup>	18,5±0,7 <sup>bc</sup>	22,5±3,5 <sup>b</sup>	26±1,4 <sup>a</sup>	27,5±0,7 <sup>a</sup>
<i>V. anguillarum</i> (1)	3,5±0,7 <sup>f</sup>	5±2,1 <sup>f</sup>	10 <sup>e</sup>	14,5±0,7 <sup>d</sup>	14,5±2,1 <sup>d</sup>	21±1,4 <sup>c</sup>	28±1,4 <sup>b</sup>	31,5±2,1 <sup>a</sup>
<i>V. anguillarum</i> (2)	12 <sup>d</sup>	12,5±0,7 <sup>d</sup>	14,5±0,7 <sup>cd</sup>	17,5±3,5 <sup>bcd</sup>	22,5±2,1 <sup>ab</sup>	22±5,6 <sup>ab</sup>	19,5±4,9 <sup>bc</sup>	27±7,1 <sup>a</sup>
<i>V. ordalii</i>	10 <sup>c</sup>	15±2,8 <sup>b</sup>	17±1,4 <sup>a</sup>	17±1,4 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	17±1,4 <sup>a</sup>	17±2,8 <sup>a</sup>	17±1,4 <sup>a</sup>
<i>V. alginolyticus</i> (1)	3,5±0,7 <sup>d</sup>	4,5±0,7 <sup>d</sup>	11±1,4 <sup>c</sup>	12,5±0,7 <sup>c</sup>	12,5±0,7 <sup>c</sup>	16,5±2,1 <sup>b</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>
<i>V. alginolyticus</i> (2)	5±3,5 <sup>b</sup>	6±4,2 <sup>b</sup>	9±1,4 <sup>ab</sup>	9,5±0,7 <sup>ab</sup>	11±1,4 <sup>a</sup>	11,5±0,7 <sup>a</sup>	12±2,8 <sup>a</sup>	12,5±0,7 <sup>a</sup>
<i>Y. ruckeri</i> (1)	-	7 <sup>b</sup>	8,5±0,7 <sup>b</sup>	12±1,4 <sup>ab</sup>	14 <sup>a</sup>	14,5±0,7 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	16,5±0,7 <sup>a</sup>
<i>Y. ruckeri</i> (2)	9,5±0,7	8,5±0,7	8,5±0,7	9,5±0,7	9,5±0,7	10	11,5±0,7	10
<i>F. psychrophilum</i>	6 <sup>d</sup>	7,5±0,7 <sup>c</sup>	10,5±0,7 <sup>b</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	12±2,8 <sup>b</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	13±2,8 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>
<i>L. garvieae</i> (1)	-	-	14±1,4 <sup>b</sup>	14,5±0,7 <sup>b</sup>	13,5±2,1 <sup>b</sup>	12±1,4 <sup>b</sup>	13±2,8 <sup>b</sup>	20±1,4 <sup>a</sup>
<i>L. garvieae</i> (2)	-	-	13±2,8 <sup>b</sup>	15±2,8 <sup>ab</sup>	14±1,4 <sup>ab</sup>	15 <sup>ab</sup>	13±2,1 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>
<i>L. garvieae</i> (3)	13±2,8 <sup>b</sup>	12±2,8 <sup>b</sup>	13±2,8 <sup>b</sup>	15±1,4 <sup>ab</sup>	18±4,2 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	18,5±2,1 <sup>a</sup>	19±1,4 <sup>a</sup>

-: Antibakteriyel etki saptanmadı. Veriler ortalama (±standart sapmalar) olarak verilmiştir. Aynı satırdaki değerlerin karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

**Tablo 4.** Lavanta yağının farklı bakteriyel balık patojenlerine karşı antibakteriyel aktivite (inhibisyon zon çapı, mm)

Bakteri Türü	Konsantrasyonlar (µl/ml)									
	7,8	15,62	31,25	62,5	125	250	500	1000		
<i>A. sobria</i>	6±0 <sup>d</sup>	11,5±0,7 <sup>b</sup>	9±1,4 <sup>c</sup>	12±2,8 <sup>b</sup>	14±1,4 <sup>ab</sup>	15±1,4 <sup>a</sup>	16,5±0,7 <sup>a</sup>	17,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>A. salmonicida achromogenes</i>	7,5±0,7 <sup>d</sup>	4,5±0,7 <sup>e</sup>	8,5±0,7 <sup>d</sup>	12,5±3,5 <sup>c</sup>	16,5±0,7 <sup>b</sup>	16±4,2 <sup>b</sup>	16±1,4 <sup>b</sup>	22,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>A. caviae</i>	7,5±0,7 <sup>c</sup>	7,5±0,7 <sup>c</sup>	9,5±0,7 <sup>b</sup>	9,5±0,7 <sup>b</sup>	10,5±0,7 <sup>b</sup>	12,5±0,7 <sup>ab</sup>	14±1,4 <sup>a</sup>	14,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>A. hydrophila</i> (1)	8,5±0,7 <sup>d</sup>	8,5±0,7 <sup>d</sup>	10±0 <sup>d</sup>	15±7,1 <sup>c</sup>	14±1,4 <sup>c</sup>	17,5±0,7 <sup>ab</sup>	17±4,2 <sup>ab</sup>	19,5±2,1 <sup>a</sup>		
<i>A. hydrophila</i> (2)	8±2,8 <sup>d</sup>	11,5±0,7 <sup>c</sup>	11±1,4 <sup>c</sup>	13±0 <sup>c</sup>	15,5±0,7 <sup>bc</sup>	17,5±3,5 <sup>b</sup>	22 <sup>ab</sup>	26±1,4 <sup>a</sup>		
<i>V. anguillarum</i> (1)	-	-	-	6±1,4 <sup>c</sup>	9±1,4 <sup>d</sup>	14±1,4 <sup>c</sup>	23,5±4,9 <sup>b</sup>	31±1,4 <sup>a</sup>		
<i>V. anguillarum</i> (2)	7,5±2,1 <sup>c</sup>	10 <sup>d</sup>	11,5±0,7 <sup>cd</sup>	13±1,4 <sup>c</sup>	14,5±0,7 <sup>c</sup>	24±1,4 <sup>a</sup>	18±1,4 <sup>b</sup>	22,5±6,4 <sup>a</sup>		
<i>V. ordalii</i>	6 <sup>cd</sup>	5,5±0,7 <sup>d</sup>	6,5±0,7 <sup>cd</sup>	8,5±0,7 <sup>c</sup>	8 <sup>c</sup>	11,5±0,7 <sup>ab</sup>	13,5±0,7 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>		
<i>V. alginolyticus</i> (1)	11±1,4 <sup>d</sup>	12±2,8 <sup>d</sup>	14,5±0,7 <sup>cd</sup>	14,5±2,1 <sup>cd</sup>	12,5±0,7 <sup>d</sup>	18,5±7,8 <sup>c</sup>	29,5±6,4 <sup>b</sup>	34±5,6 <sup>a</sup>		
<i>V. alginolyticus</i> (2)	9±1,4 <sup>c</sup>	8,5±2,1 <sup>e</sup>	10 <sup>e</sup>	14,5±2,1 <sup>d</sup>	18±1,4 <sup>c</sup>	22±2,8 <sup>b</sup>	23±1,4 <sup>b</sup>	28,5±2,1 <sup>a</sup>		
<i>Y. ruckeri</i> (1)	11	10,5±0,7	10,5±0,7	11±1,4	12,5±0,7	12,5±0,7	12,5±3,5	11,5±0,7		
<i>Y. ruckeri</i> (2)	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>F. psychrophilum</i>	6 <sup>d</sup>	7,5±0,7 <sup>cd</sup>	9±1,4 <sup>c</sup>	8,5±0,7 <sup>c</sup>	9,5±0,7 <sup>c</sup>	14,5±0,7 <sup>b</sup>	17,5±2,1 <sup>ab</sup>	22,5±3,5 <sup>a</sup>		
<i>L. garvieae</i> (1)	-	-	-	-	-	-	10	12		
<i>L. garvieae</i> (2)	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>L. garvieae</i> (3)	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>V. salmoninarum</i>	7,5±0,7 <sup>c</sup>	9 <sup>c</sup>	10,5±0,7 <sup>bc</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	11,5±0,7 <sup>b</sup>	13,5±0,7 <sup>ab</sup>	14,5±0,7 <sup>a</sup>	16±1,42 <sup>a</sup>		

-: Antibakteriyel etki saptanmadı. Veriler ortalama (±standart sapmalar) olarak verilmiştir. Aynı satırdaki değerlerin karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.

**Tablo 5.** Nane yağının farklı bakteriyel balık patojenlerine karşı antibakteriyel aktivite (inhibisyon zon çapı, mm)

Bakteri Türü	Konsantrasyonlar (µl/ml)									
	7,8	15,62	31,25	62,5	125	250	500	1000		
<i>A. sobria</i>	-	-	-	18 <sup>b</sup>	17,5±0,7 <sup>b</sup>	17,5±0,7 <sup>b</sup>	17±1,4 <sup>b</sup>	23,5±4,9 <sup>a</sup>		
<i>A. salmonicida</i>	13±2,8 <sup>c</sup>	11 <sup>c</sup>	17,5±0,7 <sup>b</sup>	18±1,4 <sup>b</sup>	18,5±0,7 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	21±1,4 <sup>b</sup>	26±2,8 <sup>a</sup>		
<i>achromogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>A. caviae</i>	-	-	-	-	-	12 <sup>b</sup>	15,5±3,5 <sup>b</sup>	26±1,4 <sup>a</sup>		
<i>A. hydrophila</i> (1)	10,5±0,7 <sup>e</sup>	13±1,4 <sup>d</sup>	13 <sup>d</sup>	13,5±0,7 <sup>d</sup>	20±5,6 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	35±7,1 <sup>a</sup>	26,5±3,5 <sup>b</sup>		
<i>A. hydrophila</i> (2)	6,5±0,7 <sup>d</sup>	8 <sup>c</sup>	9,5±0,7 <sup>c</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	14,5±0,7 <sup>a</sup>	15±0,7 <sup>a</sup>	16±1,4 <sup>a</sup>		
<i>V. anguillarum</i> (1)	-	-	-	10 <sup>c</sup>	12,5±0,7 <sup>c</sup>	18,5±0,7 <sup>b</sup>	24,5±3,5 <sup>a</sup>	26,5±2,1 <sup>a</sup>		
<i>V. anguillarum</i> (2)	7,5±0,7 <sup>d</sup>	10,5±0,7 <sup>c</sup>	10 <sup>c</sup>	10,5±0,7 <sup>c</sup>	11,5±0,7 <sup>bc</sup>	12,5±0,7 <sup>b</sup>	14 <sup>ab</sup>	16,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>V. ordalli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>V. alginolyticus</i> (1)	13±1,4 <sup>c</sup>	10 <sup>d</sup>	16±1,4 <sup>b</sup>	19,5±0,7 <sup>a</sup>	19,5±0,7 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	21±1,4 <sup>a</sup>	20,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>V. alginolyticus</i> (2)	-	-	20±1,4 <sup>c</sup>	19±1,4 <sup>c</sup>	20±4,2 <sup>c</sup>	21,5±7,8 <sup>c</sup>	25,5±2,1 <sup>b</sup>	30±1,4 <sup>a</sup>		
<i>Y. ruckeri</i> (1)	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Y. ruckeri</i> (2)	12,5±0,7 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>	12,5±3,5 <sup>b</sup>	10,5±0,7 <sup>b</sup>	11,5±2,1 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	14,5±0,7 <sup>a</sup>		
<i>F. psychrophilum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>L. garvieae</i> (1)	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>L. garvieae</i> (2)	-	-	18 <sup>b</sup>	18 <sup>b</sup>	18,5±2,1 <sup>b</sup>	19±1,4 <sup>b</sup>	6±0	8,5±0,7		
<i>L. garvieae</i> (3)	-	-	-	-	-	-	33±4,2 <sup>a</sup>	34±1,4 <sup>a</sup>		
<i>V. salmoninarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	19,5±2,1		

-: Antibakteriyel etki saptanmadı. Veriler ortalama (±standart sapmalar) olarak verilmiştir. Aynı satırdaki değerlerin karşılaştırılmasında küçük harfler kullanılmıştır.



coğrafik bölgeler, iklimsel farklılıkları, toprak koşullarındaki farklılıkları, farklı orijinlerden gelmeleri veya vejetasyon döngülerinin etkili olduğu belirtilmektedir. Karanfil ile yapılan çalışmalarda, kimyasal içerik analizlerine göre ağırlıklı bileşiklerin  $\beta$ -caryophyllene ve eugenol olduğu tespit edilmiştir (Öztürk ve Özbek, 2005; Chaieb vd., 2007). Bu çalışmada, karanfil uçucu yağında ana bileşenin eugenol (%95,74) olduğu tespit edilmiştir. Lavantada en fazla bulunan monoterpenler linalool, linalil asetat, borneol, kafur ve 1,8 sineol'dur. Bunlar arasında linalool, linalil asetat ve kafur lavanta uçucu yağının kalitesini belirlemektedir (Kara ve Baydar, 2013). Bu çalışmada lavanta uçucu yağında linalool (% 41,87) ve linalyl acetate (% 42,32) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Nane yağının başlıca bileşenleri ise mentol ve türevleridir (Evren ve Tekgüler, 2011). Bu çalışmada da, nane yağında ana bileşenlerin P menthol (% 53,94), P menthone (% 20,98) ve Neomenthol (% 14,32) olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, karanfil yağının 125-1000  $\mu$ l/ml arasındaki konsantrasyonları *A. hydrophila*, *V. ordalli*, *V. alginolyticus*, *Yersinia ruckeri* ve *V. salmoninarum* üzerindeki antibakteriyel etkisi karşılaştırıldığında benzer etki görülmüştür ( $p>0.05$ ). Lavanta yağı ise 250-1000  $\mu$ l/ml konsantrasyonlarının *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria*, *V. salmoninarum* ve *V. ordalli* üzerindeki antibakteriyel etkileri benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Nane yağının 125-1000 $\mu$ l/ml konsantrasyonlarının *L. garvieae*, *A. sobria*, *A. salmonicida* *achromogenes*, *A. hydrophila*, *V. alginolyticus*'a karşı inhibe edici etkisi saptanmıştır. Benzer şekilde, Ekici vd., (2011), kekik ve melisa uçucu yağlarının *Y. ruckeri*, *A. hydrophila*, *V. anguillarum*, *V. alginolyticus*, *F. psychrophilum* ve *L. garvieae* karşı güçlü bir antimikrobiyal etki

gösterdiğini tespit etmişlerdir. *Allium sativum* sulu ekstraktının, *A. hydrophila* ve *P. fluorescens*'e karşı, *Calotropis gigantea* sulu ekstraktının *Edwardsiella tarda*'ya karşı etkili bir inhibisyon zonu oluşturduğu bildirilmiştir (Muniruzzaman ve Chowdhury, 2004). Başka bir çalışmada, çöl bitkilerinden hazırlanan sulu ekstraktların, *A. hydrophila*, *P. damsela subsp. piscicida*, *S. iniae* ve *V. alginolyticus*'a karşı antibakteriyel aktivitesi belirlenmiştir (Abutbul vd., 2005). *T. pannonicum* 'un alkol ekstraktın *A. hydrophila*, *Y. ruckeri*, *Streptococcus agalactia* ve *L. garvieae* üzerinde geniş spektrumlu antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Türker vd., 2009).

*Coleus aromaticus* ve *Tabernaemontana divaricata* metanol ekstraktlarının *A. hydrophila*'ya karşı etkili olduğu bulunmuştur (Haniffa ve Kavitha, 2012). *T. vulgaris*'in etanol ekstraktının da *A. hydrophila*'ya karşı güçlü bir etki gösterdiği belirlenmiştir (Al Laham ve Al Fadel, 2014).

Sonuç olarak, karanfil uçucu yağının balık patojenlerine karşı güçlü *in vitro* antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, gelecekte yapılacak olan çalışmalarda karanfil uçucu yağının balık patojenlerine karşı *in vivo* antibakteriyel etkilerinin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Abutbul, S., Golan-Goldhirsh, A., Barazani, O., Ofir, R. ve Zilberg, D. 2005. Screening of desert plants for use against bacterial pathogens in fish. *Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh*, 57(2): 71-80.
- Akaylı, T. 2001. Kültür çipura balıklarında (*Sparus aurata*, L.1758) vibriosis'in elisa ve bakteriyolojik yöntemlerle teşhisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi. Al Laham, S. A. ve Al Fadel, F. M. 2014. Antibacterial activity of various plants extracts against antibiotic-resistant *Aeromonas hydrophila*. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(7): 1-7. doi: 10.5812/jjm.11370.

- Azaz, A. D., Demirci, F., Satıl, F., Kürkçüoğlu, M. ve Başer, K. H. C. 2002. Bazı *Satureja* uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Balta, F. 1997. Kültürü yapılan alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) görülen *Flexibacter psychrophila* enfeksiyonu. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 19 Eylül 1997, Eğirdir - Isparta.
- Bansemir, A., Blume, M., Schröder, S. ve Lindequist, U. 2006. Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquaculture*, 252: 79-84.
- Bhuiyan, M. N. I., Begum, J. ve Akter, F. 2010. Constituents of the essential oil from leaves and buds of clove (*Syzygium caryophyllatum* (L.) Alston). *African Journal of Plant Science*, 4(11): 451-454.
- Borisutpeth, P., Kanbutra, P., Weerakhun, S., Sarachoo, K. ve Porntrakulpipat, S. 2005. Anti-bacterial activity of Thai medicinal plant extracts on *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus agalactiae* isolated from diseased tilapia (*Oreochromis niloticus*). 31 st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18-20 October 2005, Thailand.
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A. B., Rouabhia, M., Mahdouani, K. ve Bakhrouf, A. 2007. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review. *Phytotherapy Research*, 21: 501-506.
- Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F. ve Oliveira, W. P. 2014. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(2): 90-96.
- Çağırğan, H. ve Yürekli Türk, O. 1991. First isolation of *Yersinia ruckeri* from rainbow trout farm in Turkey. 5 th EAFF International Conference on Diseases of Fish and Shellfish, 24-29 August 1991, Hungary.
- Çağırğan, H. 1993. Kültürü yapılan çipura (*Sparus aurata*, L) ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L.) balıklarında görülen bakteriyel hastalıkların teşhis ve tedavisi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi.
- Çelik, E. ve Çelik, G. Y. 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5 (2): 1-6.
- Daly, J. 1999. Other bacterial pathogens. P.T.K. Woo ve D.W. Bruno (eds), *Fish Diseases and Disorders*, Vol. 3, Viral, Bacterial and Fungal Infection, New York: 577-584.
- Didinen, B. I., Kubilay, A., Diler, Ö., Ekici, S., Onuk, E. ve Fındık, A. 2011. First isolation of *Vagococcus salmoninarum* from cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) broodstocks in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 31(6): 235-243.
- Diler, Ö., Altun, S., Adiloğlu, A. K., Kubilay, A. ve Işıklı, B. I. 2002. First occurrence of streptococcosis affecting farmed rainbow trout (*O. mykiss*) in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 22 (1): 21-26.
- Diler, Ö., Altun, S. ve Işıklı, B. I. 2003. Kültürü yapılan gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan izole edilen *Flavobacterium psychrophilum*'un fenotipik karakterleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (1): 1-8.
- Dos Santos, N. M. S. 2000. Development of immunity in sea bass: A study towards vaccination against Pseudotuberculosis. PhD Thesis. Wageningen University.
- Ekici, S., Diler, Ö., Didinen, B. I. ve Kubilay, A. 2011. Antibacterial activity of essential oils from medicinal plants against bacterial fish pathogens. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(Supplement A): 47-54.
- Evren, M. ve Tekgüler, B. 2011. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(3): 28-40.
- Haniffa, M. A. ve Kavitha, K. 2012. Antibacterial activity of medicinal herbs against the fish pathogen *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Agricultural Technology*, 8(1): 205-211.
- Kamatou, G. P., Vermaak, I., Viljoen, A. M. ve Lawrence, B. M. 2013. Menthol: a simple monoterpene with remarkable biological properties. *Phytochemistry*, 96: 15-25.
- Kara, N. ve Baydar, H. 2013. Lavantanın uçucu yağ oranı ve kalitesine distilasyon suyuna eklenen katkı maddelerinin etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (2): 52-58.
- Kim, N. S ve Lee, D. S. 2002. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from lavender species by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 982: 31-47.

- Korun, J. ve Timur, G. 2001. Gökkuşluğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) fry mortalite sendromu (FMS) üzerinde bir çalışma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 12: 15-30.
- Muniruzzaman, M. ve Chowdhury, M. B. R. 2004. Sensitivity of fish pathogenic bacteria to various medicinal herbs. Bangladesh Journal of Veterinary Medicine, 2: 75-82.
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standard of Antimicrobial Susceptibility), 2001. Testing; Eleventh Information Supplement. NCCLS document M100-S11 NCCLS, Pennsylvania, USA.
- Noga, E. J. 2000. Fish Diseases: Diagnosis and Treatment. Iowa State University Press, Ames, p. 367.
- Öztürk, A. ve Özbek, H. 2005. The Anti-inflammatory activity of *Eugenia caryophyllata* essential oil: an animal model of anti-inflammatory activity. European Journal of General Medicine, 2(4): 159-163.
- Schnick, R. A., Alderman, D. J., Armstrong, R., Le Gouvello, R., Ishihara, S. ve Roth, M. 1997. Worldwide aquaculture drug and vaccine registration progress, Bulletin of the European Association of Fish Pathologists, 17 (6): 251-260.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M. ve Corke, H. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(20): 7749-7759.
- Sonsuzer Hancı, S., Şahin, S. ve Yılmaz, L. 2003. Isolation of volatile oil from thyme (*Thymbra spicata*) by steam distillation. Nahrung/Food, 47 (4): 252-255.
- Sustrikova, A. ve Salamon, I. 2004. Essential oil of peppermint (*Mentha x piperita* L.) from fields in Eastern Slovakia. Horticultural Science, 31(1): 31-36.
- Tanrıkul, T. 2007. Vibriosis as an Epizootik Disease of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(10): 1733-1737.
- Timur, G. ve Timur, M. 1991. An outbreak of enteric redmouth disease in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists, 11(5): 181-182.
- Timur, G. ve Korun, J. 2004. First outbreak of vibriosis in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. İstanbul University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18: 1-9.
- Toroğlu, S. ve Çenet, M. 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 9 (2): 12-20.
- Türker, H., Yıldırım, A. B., Karakaş, F. P. ve Köylüoğlu, H. 2009. Antibacterial activities of extracts from some Turkish endemic plants on common fish pathogens. Turkish Journal of Biology, 33(1): 73-78.
- Türker, H. ve Yıldırım, A. B. 2015. Screening for antibacterial activity of some Turkish plants against fish pathogens: a possible alternative in the treatment of bacterial infections. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 29(2): 281-288.
- Yıldırım, P., Kubilay, A. ve Güney, Ş. 2013. *Lactococcus garvieae* ve *Vibrio anguillarum* balık patojenlerine karşı bazı bitkisel yağların in vitro antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi. Yunus Araştırma Bülteni, 3: 33-37.