

Investigation of the Antibacterial Activity of *Syzygium aromaticum* Essential Oils

Binnur Mericli Yapici (Corresponding author)
Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Arts and Sciences,
Biology of Department, Canakkale, Turkey
E-mail: byapici@comu.edu.tr

Merve Calisgan
Canakkale Onsekiz Mart University,
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Canakkale, Turkey
E-mail: mervecalisgan@hotmail.com

This work was financially supported by the Canakkale Onsekiz Mart University Scientific Research Projects Coordination Unit. (Project number: FYL-2017-1140)

Abstract

In this study, the antibacterial activity of *Syzygium aromaticum* commercial essential oils against eight different clinical bacteria was investigated. Five different commercial essential oils, the research material, were obtained from the market. *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* were used as clinical bacteria in the study. Antibacterial activity of commercial essential oils was determined by disk diffusion and Minimum Inhibition Concentration (MIC) tests. Disc diffusion findings obtained from essential oils against clinical bacteria were evaluated by comparing them with findings from various antibiotics. By considering the results of disk diffusion, the MIC values of three commercial oils were determined. When the results of the research were evaluated in general, two different commercial essential oils of *Syzygium aromaticum* species were found to be more effective than antibiotics against tested bacteria. In the next stages of the research, it is planned to determine the chemical components of commercial essential oils by GC-MS analysis and to demonstrate the effectiveness of essential oils on bacterial cells by electron microscopy.

Keywords: Clov bud, Essential oil, Clinic bacteria, Antimicrobial activity.

DOI: 10.7176/JSTR/6-10-02

Syzygium aromaticum Uçucu Yağlarının Antibakteriyal Aktivitesinin İncelenmesi

Özet

Bu çalışmada sekiz farklı klinik bakteriye karşı *Syzygium aromaticum* ticari uçucu yağlarının antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır. Araştırma materyali olan beş farklı ticari uçucu yağ piyasadan temin edilmiştir. Çalışmada klinik bakteri olarak *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Staphylococcus aureus* kullanılmıştır. Ticari uçucu yağların antibakteriyal aktivitesi disk difüzyon ve Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) testleri ile belirlenmiştir. Klinik bakterilere karşı uçucu yağlardan elde edilen disk difüzyon bulguları çeşitli antibiyotiklerden elde edilen bulgular ile karşılaştırılmak suretiyle değerlendirilmiştir. Disk difüzyon sonuçları dikkate alınarak etkili bulunan üç ticari yağın MİK değerleri tespit edilmiştir. Araştırma

sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; *Syzygium aromaticum* türüne ait iki farklı ticari uçucu yağın klinik bakterilere karşı antibiyotiklerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın bundan sonraki aşamalarında ticari ucu yağların GC-MS analizi ile kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi ve elektron mikroskobu ile uçucu yağların bakteriyal hücreler üzerine etkinliklerinin gösterilmesi planlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Karanfil tomurcuğu, Uçucu yağ, Klinik bakteriler, Antimikrobiyal aktivite

1. Giriş

Bitkisel ilaçlar, gelişen toplulukların kültür ve geleneklerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Niyogi SK., 2005). Yüzyıllardır antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bilinen ve özellikle hastalıkların tedavisinde kullanılan uçucu yağların günümüzde birçok tıbbi özellikleri açığa çıkarılmaktadır. Günümüzde çeşitli bitkilerden elde edilen bitkisel ekstraktlar; çiğ ve işlenmiş gıdaların muhafaza edilmesinde, alternatif tıp ve doğal terapiler de dahil olmak üzere ilaç olarak da kullanılmaktadır (Hammer ve ark., 1999). Uçucu yağların diğer etken maddelere göre az toksisite göstermeleri durumunda hastalıkların tedavisi için tercih edilebilecekleri araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Belmekki ve ark., 2013). Doğada yetişen 300'e yakın bitki ailesinden yaklaşık 1/3'ü uçucu yağ asidi içermekte ve antimikrobiyal bileşenler çoğunlukla uçucu yağ kısmında yer almaktadır. Karanfil tomurcuğu yemeğe tat vermesi, karanfil çayı (rahatlatıcı etki) olarak tüketilmesi, ağız kokusunu gidermesi gibi sebeplerle halk tarafından çokça kullanılmaktadır. Karanfil (*Syzygium aromaticum*) ağacından toplanan karanfil tomurcukları iyice kurutulduktan sonra öğütülüp baharat haline de getirilmektedir. Omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin en çok bulunduğu ender bitkilerden olan karanfil yüksek oranda uçucu yağ içermektedir. A, K, E ve B6 vitaminleri açısından oldukça zengin olan karanfil, aynı zamanda kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum deposudur. İçerisinde bulundurduğu bileşikler sindirimi sağlayan enzimler içerdiğinden sindirimi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca ağrı kesici etkisi bulunması sebebi ile diş ve diş eti hastalıklarında da kullanılmaktadır. Karanfil tomurcuğu aynı zamanda tıpta cilt ve deri hastalıklarında ve saç sağlığı için kullanılmaktadır. Vücudumuzda önemli problemlere neden olan patojen bakterileri öldürme özelliği nedeniyle karanfil tomurcuğu ilaç endüstrisi için ön planda olabilecek bir ürün olarak görülmektedir. Uçucu yağlar ile patojen bakterilerle mücadelede ve birçok ilaca dirençli patojen bakterilerin kontrolünü sağlamada karanfilin kullanılmasının gerekli olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Akthar ve ark., 2014).

Yukarıda belirtilen literatür bilgileri ışığında çalışmamızda sekiz farklı klinik bakteriye karşı beş farklı ticari *Syzygium aromaticum* uçucu yağının antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarının; bundan sonra yapılacak olan çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olan ve piyasadan temin edilen beş farklı ticari *Syzygium aromaticum* uçucu yağının (TK1, TK2, TK3, TK4, TK5) antibakteriyal aktivitesi *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Staphylococcus aureus* klinik bakterilerine karşı araştırılmıştır. Klinik bakteriler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji laboratuvarından elde edilmiştir.

Araştırmada kullanılan ticari uçucu yağların klinik bakterilere karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olup olmadığı disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Stok kültürler 37 °C'de 24 saatlik bir aktivasyondan sonra Mc-Farland cihazı ile konsantrasyonları 10⁶ kob/ml'ye ayarlanmış ve bu kültürler Disk Difüzyon Yönteminde kullanılmıştır. Boş diskler negatif ve çeşitli antibiyotik diskler ise pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir.

Triptic Soy Agar (TSA) içeren petripler 37 °C'de 24 saat boyunca inkübe edildikten sonra oluşan inhibisyon zon çapları mm cinsinden ölçülmüştür. Bu çalışmalar tripletli olarak yürütülmüştür (EUCAST, 2015). Disk difüzyon sonuçları dikkate alınarak etkili bulunan üç farklı ticari yağın Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) değerleri tespit edilmiştir. MİK değerlerinin belirlenmesinde mikropak tekniği kullanılmıştır. Ticari uçucu yağların %8 ile %0,015625 arasında değişen MİK konsantrasyonları Mueller-Hinton Broth (MHB, Merck) besiyerinde yapılmıştır. Bu yöntemde kullanılan kültürlerin yoğunluğu yine Mc-Farland cihazı ile 10⁶ kob/ml olarak ayarlanmıştır. Plakalar 37°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra her bir kuyucuğa 20 µl %1'lik steril tetrazolium klorür

ilave edilerek 20 dk. bekletildikten sonra üremelerin olup olmadığı hem renk değişimi ve hem de TSA içeren petrilere 5µl hacimde damla ekim yöntemi ile değerlendirilmiştir. TSA içeren petrilere 37°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra üremenin olup olmadığı kontrol edilerek Minimum İnhibitör Konsantrasyon değerleri belirlenmiştir (EUCAST, 2015).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan TK1, TK2, TK3, TK4, TK5 uçucu yağlarının öncelikle *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa* klinik bakterilerine karşı elde edilen inhibisyon zon çapı değerleri sırasıyla Çizelge 1'de verilmiş ve bulgularımız diğer araştırmaların bulguları ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1: *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa* klinik bakterilerine karşı ticari karanfil uçucu yağlarının inhibisyon zon çapları.

Uçucu Yağ ve Antibiyotikler	İnhibisyon Zon Çapı Değerleri (mm)			
	Klinik Bakteriler			
	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
TK1	14,25	17,83	10,00	15,00
TK2	42,50	69,00	45,50	59,00
TK3	14,25	12,50	20,75	20,50
TK4	06,00	10,00	12,50	06,00
TK5	06,00	06,00	06,00	06,00
Amoxycillin	06,00	06,00	06,00	06,00
Cefixime	10,00	06,00	-*	32,00
Vancomycin	06,00	06,00	-	-
Tetracycline	06,00	06,00	09,25	06,00
Fosfomycin/trometamol	14,00	-	-	06,00
Ampicillin	-	06,00	06,00	06,00
Kanamycin	-	-	16,16	-
Gentamicin	-	-	14,50	-

*-: Test edilmedi

Araştırma bulgularına göre *Proteus mirabilis* klinik bakterisine karşı TK2 ticari uçucu yağından 42,50 mm, TK1 ve TK3 ticari uçucu yağlarının her ikisinden de 14,25 mm'lik inhibisyon zon çapı değerleri elde edilmiştir. *Proteus mirabilis* bakterisine karşı pozitif kontrol olarak denenen beş farklı antibiyotikten sadece Cefixime ve Fosfomycin/trometamol antibiyotiklerinden sırasıyla 10,00 mm ve 14,00 mm inhibisyon zon çapı değerleri tespit edilmiştir. Ancak bu değerler özellikle TK2 uçucu yağından elde edilen değere göre oldukça düşük bulunmuştur. Çalışmada incelenen TK4 ve TK5 ticari uçucu yağlarının ise klinik bakteriye karşı etkili olmadığı belirlenmiştir. Dorman ve Deans (2000), tarafından karanfil uçucu yağının *Proteus vulgaris* NCIB 4175 bakteri izolatına karşı 44,60 mm'lik inhibisyon zon çapı değeri tespit edildiği bildirilmiştir. Saeed ve Tariq (2008), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Proteus mirabilis* bakteri izolatına karşı antimikrobiyal aktivitesini 16,50 mm olarak belirlemişlerdir. Prabuseenivasan ve ark (2006), tarafından *Proteus vulgaris* bakteri izolatına karşı 4 farklı konsantrasyonda *Syzygium aromaticum* uçucu yağının disk difüzyon bulguları sırasıyla 20,10 mm, 18,20 mm, 11,80 mm, 08,00 mm olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda TK2 ticari uçucu yağından *Proteus mirabilis* bakterisine karşı elde edilen İnhibisyon zon çapı değeri; hem araştırmamızda kullanılan antibiyotiklerden hem de diğer araştırmacıların bulgulardan daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda *Shigella dysenteriae* bakterisine karşı TK2 uçucu yağından 69,00 mm, TK1, TK3 ve TK4 ticari uçucu yağlarından ise sırasıyla 17,83 mm, 12,50 mm ve 10,00 mm inhibisyon zon çapı değerleri tespit edilmiştir. Ancak TK5 uçucu yağı ve denenen beş farklı antibiyotik *Shigella dysenteriae* bakterisine karşı herhangi bir etkinlik sergilememiştir. Hersch–Martínez ve ark. (2005), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Shigella sonnei* bakteri izolatına karşı 21,70 mm inhibisyon zon çapı verdiğini bildirmişlerdir. Arora ve Kaur (2007), agar difüzyon metodu ile *Syzygium aromaticum* sulu ekstraktının *Shigella flexneri* MTCC 1457 suşuna karşı inhibisyon zon çapı değerini 13,00 mm olarak tespit etmişlerdir. Saeed ve Tariq (2008), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının ve sulu ekstraktının *Shigella dysenteria* suşuna karşı antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlar ve uçucu yağın inhibisyon zon çapı değerini 16,50 mm olarak belirlemişler ancak sulu ekstraktın ise etkili olmadığını ifade etmişlerdir. *Shigella dysenteria* dizanteri hastalığına neden olan önemli bir insan patojenidir. TK2 ticari uçucu yağından *Shigella dysenteria* klinik izolatına karşı 69,00 mm'lik oldukça yüksek inhibisyon zonu elde edilmiştir. Bu değer diğer araştırmacıların bulgularına göre bu klinik bakteri için de yine daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmamızda çalışılan diğer bir klinik bakteri *Serratia marcescens* için TK2 uçucu yağından 45,00 mm gibi yüksek bir inhibisyon zon değeri elde edilmiş, TK1, TK3 ve TK4 ticari uçucu yağlarından ise sırasıyla 10,00 mm, 20,75 mm, 12,50 mm'lik TK2'ye göre daha küçük inhibisyon zon çapı değerleri belirlenmiştir. *Serratia marcescens* klinik bakterisine karşı Kanamycin, Gentamicin ve Tetracycline antibiyotiklerinden sırasıyla 16,16 mm, 14,50 mm ve 9,25 mm inhibisyon zon çapı değerleri elde edilirken Amoxylin ve Ampicillin antibiyotiklerinin bu bakteriye etkili olmadığı tespit edilmiştir. Hersch–Martínez ve ark. (2005), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Serratia marcescens* bakterisine karşı inhibisyon zon çapı değerini 9,00 mm olarak bildirmişlerdir. Dorman ve Deans (2000), ise *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Serratia marcescens* NCIB 1377 bakterisine karşı inhibisyon zon değerini 18,90 mm olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarımıza göre *Serratia marcescens* izolatına karşı TK2 ve TK3 ticari uçucu yağlarının çalışılan diğer yağlardan ve farklı araştırmacıların bulgularından daha yüksek sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. TK1 ve TK4 ticari uçucu yağları antimikrobiyal aktivite sergilemişler ancak kullanılan bazı antibiyotiklerden daha küçük inhibisyon zonu vermişlerdir.

Çalışmamızda *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine karşı TK2 uçucu yağından 59,00 mm gibi dikkate değer bir inhibisyon zon çapı değeri tespit edilmiştir. Diğer yandan TK1 ve TK3' uçucu yağlarından sırasıyla 15,00 mm ve 20,50 mm gibi daha düşük inhibisyon zon çapı değerleri elde edilmiştir. TK4 ve TK5 ticari uçucu yağları ise bu bakteri üzerinde herhangi bir etkinlik sergilememişlerdir. *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine karşı çalışılan antibiyotiklerden sadece Cefixime antibiyotiklerinden 32,00 mm inhibisyon zon çapı değeri elde edilirken geri kalan antibiyotiklerin tamamının bu bakteriye karşı etkili olmadığı tespit edilmiştir. Goni ve ark (2009) tarafından *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Pseudomonas aeruginosa* bakteri izolatına karşı 12,00 mm'lik inhibisyon zon çapı değeri tespit edilmiştir. Arora ve Kaur (2007), *Syzygium aromaticum* sulu ekstraktının *Pseudomonas aeruginosa* suşuna karşı 10,00 mm inhibisyon zonu verdiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda kullanılan TK2 ticari uçucu yağından *Pseudomonas aeruginosa* izolatına karşı elde edilen İnhibisyon zon çapı değeri Cefixime antibiyotiklerinden elde edilen değerden ve diğer araştırmacıların bulgularından daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmamızda ayrıca TK1, TK2, TK3, TK4, TK5 uçucu yağlarının *Staphylococcus* genusuna ait dört farklı klinik bakteriye karşı antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır. Stafilocok türlerine karşı ticari karanfil uçucu yağlarının etkinliğini değerlendirmek amacıyla pozitif kontrol olarak Linezolid, Clindamycine, Oxacillin, Bacitracin, Amoxylin, Vancomycin ve Methicillin antibiyotikleri kullanılmıştır. *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Staphylococcus aureus* klinik bakterilerine karşı elde edilen inhibisyon zon çapı değerleri ise Çizelge 2'te verilmiştir.

Çizelge 2: *Staphylococcus* genusuna ait dört farklı klinik bakteriye karşı ticari karanfil uçucu yağlarının inhibisyon zon çapı değerleri

	İnhibisyon Zon Çapı Değerleri(mm)			
	Klinik Bakteriler			
Uçucu Yağ ve Antibiyotikler	<i>S.haemolyticus</i>	<i>S. caprae</i>	<i>S.epidermidis</i>	<i>S. aureus</i>
TK1	31,50	17,16	60,00	16,25
TK2	48,50	52,00	29,50	31,25
TK3	11,75	15,83	13,50	14,25
TK4	06,00	14,80	06,00	06,00
TK5	06,00	06,00	06,00	06,00
Linezolid	25,50	06,00	06,00	12,50
Clindamycin	06,00	06,00	06,00	10,00
Oxacillin	06,00	06,00	06,00	10,50
Bacitracin	06,00	06,00	06,00	06,00
Amoxycillin	06,00	06,00	06,00	06,00
Vancomycin	24,50	06,00	06,00	06,00
Methicillin	06,00	06,00	06,00	06,00

Staphylococcus haemolyticus bakterisine karşı TK1, TK2, TK3 uçucu yağlarından sırasıyla 31,00 mm, 48,50 mm ve 11,75 mm inhibisyon zon çapı değerleri tespit edilirken TK4 ve TK5 uçucu yağları bu bakteriye karşı etkili bulunmamıştır. Linezolid ve Vancomycin antibiyotiklerinden ise bu bakteriye karşı sırasıyla 25,50 mm ve 24,50 mm'lik inhibisyon çapı değerleri elde edilmiştir. Çalışmamızda *Staphylococcus caprae* bakterisine karşı TK1, TK2, TK3 ve TK4 uçucu yağlarından sırasıyla 17,16 mm, 52,00 mm, 15,83 mm ve 14,80 mm'lik inhibisyon zon çapı değerleri tespit edilmiştir. Ancak denenen antibiyotiklerin hiçbirisi bu bakteriye karşı antibakteriyal aktivite sergilememiştir. *Staphylococcus epidermidis* klinik bakterisine karşı beş farklı ticari uçucu yağın sadece ikisinden inhibisyon zonu elde edilmiştir. Buna göre TK2 ve TK3 uçucu yağlarından sırasıyla 29,50 mm ve 13,50 mm'lik inhibisyon zon çapı değerleri tespit edilmiştir. Yine denenen antibiyotiklerin hiçbirisi bu bakteriye karşı da etkili olmamıştır. Son olarak *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı TK1, TK2 ve TK3 uçucu yağlarından sırasıyla 16,25 mm, 31,25 mm ve 14,25 mm inhibisyon zon çapı değerleri belirlenmiştir. TK4 ve TK5 uçucu yağları çalışmada kullanılan diğer birçok klinik bakteride olduğu gibi *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı da antibakteriyal aktivite sergilememişlerdir. Linezolid, Clindamycin ve Oxacillin antibiyotiklerinden ise sırasıyla 12,50 mm, 10,00 mm ve 10,50 mm inhibisyon çapı değerleri elde edilmiştir. Dorman ve Deans (2000), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Staphylococcus aureus* NCIB 6571 bakterisine karşı inhibisyon zon çapı değerini 17,60 mm, Goni ve ark. (2009) *Staphylococcus aureus* bakteri izolatına karşı 19,00 mm olarak belirlemişlerdir. Hersch-Martínez ve ark. (2005), Koagülaz negatif *Staphylococcus* ve *Staphylococcus aureus* türüne karşı *Syzygium aromaticum* uçucu yağlarının inhibisyon zon çapı değerlerini sırasıyla 12,90 mm, 14,30 mm olarak bulmuşlardır. Özdikmenli ve Zorba (2014), *Syzygium aromaticum* uçucu yağının *Staphylococcus aureus* türüne karşı 25,00 mm ve ayrıca Metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* suşu için 19,00 mm inhibisyon zon çapı değeri tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Önceki çalışmalarda *Syzygium aromaticum* uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesinde Stafilokok genusuna ait sadece *Staphylococcus aureus* bakterisi tercih edilmiştir. Araştırmamızda ise *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* olmak üzere Stafilokok genusuna ait dört farklı klinik bakteriye karşı ticari *Syzygium*

aromaticum uçucu yağlarının antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır. Bu yönüyle araştırma sonuçlarımız literatüre katkı sağlar niteliktedir. Bununla birlikte *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* klinik bakterileri için TK2 den elde edilen inhibisyon zon çapı değerlerinin dikkate değer olduğu söylenebilir. Çalışmamızda kullanılan ve metsilin dirençli olan *Staphylococcus aureus* için yine TK2'den elde edilen 31,25 mm'lik inhibisyon zon çapı değeri diğer araştırmacıların tespit ettikleri değerlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma bulgularımıza göre daha etkili olduğu tespit edilen TK1, TK2 ve TK3 uçucu yağlarının MİK değerleri araştırılmış ancak TK3 uçucu yağının belirlediğimiz MİK değer aralığında sonuç vermediği tespit edilmiştir. Bu nedenle klinik bakterilere karşı sadece TK1 ve TK2 uçucu yağlarından elde edilen MİK değerleri çizelgede verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3: Klinik bakterilere karşı TK1 ve TK2 uçucu yağlarının MİK değerleri

Klinik Bakteriler	Uçucu Yağlar	
	TK1	TK2
<i>Proteus mirabilis</i>	%0,50	%0,125
<i>Shigella dysenteriae</i>	%0,25	%0,125
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	%8	%0,125
<i>Serratia marcescens</i>	%0,25	%0,0625
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	%0,50	%0,50
<i>Staphylococcus caprae</i>	%0,0625	%0,0625
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	%0,0625	%0,125
<i>Staphylococcus aureus</i>	%0,50	%0,25

Çalışmada araştırılan klinik bakterilerin birçoğuna karşı TK2 uçucu yağından TK1 uçucu göre yağına göre daha düşük MİK değerleri elde edilmiştir. Bu sonuç ise TK2 ve TK1 uçucu yağlarından elde edilen disk difüzyon bulgularını destekler nitelikte olmuştur.

Araştırmamızda TK1, TK2, TK3, TK4, TK5 gibi 5 farklı ticari *Szygium aromaticum* uçucu yağının *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Staphylococcus aureus* gibi klinik bakterilere karşı antibakteriyal aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmamızda kullanılan bu bakteriler insan sağlığını tehdit edebilen klinik bakteriler arasında yer almaktadır. *Proteus* enfeksiyonlarının yüzde doksanı *Proteus mirabilis* olarak ortaya çıkmaktadır. *Proteus* enfeksiyonunun en yaygın klinik bulguları idrar yolu enfeksiyonlarıdır. Sık sık yaşanan böbrek taşı problemi altta yatan kronik bir *Proteus* enfeksiyonunun göstergesi olabilmektedir (Foris ve Snowden 2017). *Serratia marcescens* çoğunlukla yara enfeksiyonları, üriner sistem enfeksiyonları, pnömoni, menenjit gibi merkezi sinir sistemi enfeksiyonları ve kan dolaşımı enfeksiyonları da dahil olmak üzere çok çeşitli klinik hastalığa neden olmaktadır (Ogtrop ve ark., 1997). *Shigella dysenteriae* genellikle kontamine yiyecek ve su yoluyla vücuda alınmakta, barsaklarda inflamasyon ve kanamaya neden olmaktadır. İlaç direncinin küresel olarak ortaya çıkması nedeniyle, *Shigella dysenteriae* tedavisinde antimikrobiyal ajanların seçimi sınırlı kalmaktadır (Niyogi, 2005). *Pseudomonas aeruginosa*, hastane enfeksiyonlarının önde gelen etkenlerinden biridir ve birçok antibiyotiğe doğal olarak dirençli olan bu bakteri aynı zamanda tedavi sırasında da direnç geliştirebilmesi nedeni oldukça tehlikelidir.

Staphylococcus suşlarının en önemli kontaminasyon kaynağını çiğ hayvansal gıdalar, hastane alet ve ekipmanları oluşturmaktadır. Bu bakteri türleri kuru yüzeylerde yaşamakta olup, septisemiye ve toksik şok sendromu ile ölüme neden olabilmektedir. Özellikle metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) enfeksiyonları giderek artmakta ve ciddi problemler yaratmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda hastanelerden izole edilen *Staphylococcus aureus* bakterilerinin yaklaşık %80'ninin metisiline dirençli olduğu sonucuna varılmıştır. Varılan başka bir sonuç ise *Staphylococcus aureus*

bakterilerinin Vankomisin duyarlılığındaki azalmadır (Sancak B., 2011). Araştırma bulgularımız da bu sonuçları destekler nitelikte bulunmuştur.

Sonuç olarak; çalışmamızda incelenen *Szygium aromaticum* uçucu yağlarından TK1 ve TK2 uçucu yağlarının disk difüzyon ve MİK bulgularına göre dikkate değer antibakteriyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Klinik bakterilere karşı denenen antibiyotiklerin birçoğunun, hatta bazı bakterilere karşı tamamının etkisiz olduğu bulunmuştur. Araştırmanın bundan sonraki aşamalarında incelenen beş farklı ticari uçucu yağın GS-MS analizlerinin yapılması ve etkili bulunan TK1 ve TK2 uçucu yağlarının bazı klinik bakterilere karşı etkinliğinin elektron mikroskobu ile değerlendirilmesinin gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

4. Kaynaklar

- Akthar M. S., Degaga B. ve Azam T., 2014. Antimicrobial Activity of Essential oils Extracted from Medicinal Plants Against the Pathogenic Microorganisms: A Review. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2 (1): 001-007.
- Arora D. S., Kaur G. J., 2007. Antibacterial Activity of Some Indian Medicinal Plants. *J Nat Med* 61: 313–317.
- Belmekki N., Bendimerad N., Bekhechi C. ve Fernandez X., 2013. Chemical Analysis and Antimicrobial Activity of *Teucrium polium* L. Essential Oil from Western Algeria. *Academic Journals*, 7 (14):897-902.
- Bercion R., Demartin M., Recio C., Massamba P-M., Frank T., Escribá J. M., Grimont F., Grimont P. A. D., Weill F-X., 2006. Molecular Epidemiology of Multidrug-Resistant *Shigella dysenteriae* type 1 Causing Dysentery Outbreaks in Central African Republic, 2003-2004. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*.
- Dorman H. J. D., Deans S. G., 2000. Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology* 88: 308–316.
- EUCAST, 2015. Antimikrobik Duyarlılık Testine Yönelik EUCAST Disk Difüzyon Yöntemi. Sürüm 5.0, Ocak.
- EUCAST, 2016. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint Tables for Interpretation of MICs and Zone Diameters. Version 6.0, Ocak.
- Fabio A., Cermelli C., Fabio G., Nicoletti P., Quaglio P., 2007. Screening of the Antibacterial Effects of a Variety of Essential Oils on Microorganisms Responsible for Respiratory Infections. *Phytotherapy Research* 21: 374–377.
- Foris, L.A., and Snowden, J. 2017. *Proteus Mirabilis* Infections. *In StatPearls*. StatPearls Publishing. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28723046> [accessed 19 November 2017].
- Goñi P., López P., C. Sánchez C., R. Gómez-Lus R., Becerril R., Nerín C., 2009. Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry* 116, 982–989.
- Hammer K. A., Carson C. F., Riley T. B., 1999. Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts. *Journal of Applied Microbiology* 86: 985–990.
- Hersch-Martínez P., Leños-Miranda B. E., Solórzano-Santos F., 2005. Antibacterial Effects of Commercial Essential Oils over Locally Prevalent Pathogenic Strains in Mexico. *Fitoterapia* 76: 453–457.

- Niyogi SK., 2005. Shigellosis. *Journal of Microbiology* 43(2):133-143.
- Sancak B., 2011. *Staphylococcus aureus* ve Antibiyotik Direnci. *Mikrobiyol Bul.* 45(3): 565-576.
- Saeed S. Tariq P., 2008. *In Vitro* Antibacterial Activity of Clove Against Gram Negative Bacteria. *Pakistan Journal of Botany*, 40 (5): 2157-2160.
- Ogtrop ve ark., 1997. *Serratia marcescens* infections in neonatal departments: description of an outbreak and review of the literature. *Jornal of the Hospital Infection.* 1997 Jun;36(2):95-103.
- Özdikmenli S., Zorba N. N., 2014. Uçucu Yağların *Staphylococcus aureus* Üzerine Etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(5): 228-235.
- Prabuseenivasan S., Jayakumar M., Ignacimuthu S., 2006. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2006, 6:39.
- Xinxian L., Xuemei C., Yagang C., Won-Chung W. J., Zebin W., Qitang W., 2011. Isolation and Characterization Endophytic Bacteria from hyperaccumulator *Sedum alfredii* Hance and their potential to promote phytoextraction of zinc polluted soil. *World J Microbiol Biotechnol* 27: 1197–1207.