

Yumuşak Çürüklük Etmeni *Bacillus pumilus* İzolatlarına Karşı Çakşır Otu (*Ferula communis*) Uçucu Yağ ve Ekstrelerinin Antibakteriyal Etkisi

Fatih DADAŞOĞLU¹

ÖZET: Bu çalışmada Dünya da çakşır otu (*Ferula communis*) olarak bilinen ve Ağrı ilinde de doğal olarak yetişen bu bitkinin yabani formundan elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerin; bazı sebze ve meyvelerde yumuşak çürüklüğe neden olan *Bacillus pumilus* türlerine karşı *in vitro* şartlarda antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla daha önce yapılmış olan çalışmalarda patates, soğan, çilek, kavun ve karpuz gibi bitkilerde yumuşak çürüklük etmeni olduğu belirlenmiş olan 18 *B. pumilus* izolatı kullanılmıştır. Denemelerde pozitif kontrol olarak ise ticari olarak satılan Penicilin antibiyotiği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; *F. communis* bitkisinden elde edilen uçucu yağların 18 bakteri izolatına karşı 10-14 mm oranlarında bakterisidal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak çalışmada kullanılan *F. communis* bitkisinden elde edilen ekstrelerden hiçbirinin *B. pumilus* türlerine karşı antibakteriyal etki göstermediği tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotiğin patojenlere karşı 12-31 mm aralığında antibakteriyal etkiye sahip olduğu ancak bu etkinin sadece bakteriyostatik olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan uçucu yağın yumuşak çürüklük patojenleri olan 18 farklı *B. pumilus* türüne karşı öldürücü etkiye sahip olduğu, ancak kullanılan Penicilin antibiyotiğinin ise sadece engelleyici özelliğe sahip olması nedeni ile bu patojenlerle mücadele de *F. communis* bitkisinden elde edilen uçucu yağın başarılı bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Antibakteriyal aktivite, *Ferula communis*, Yumuşak çürüklük

The Effect of Volatile Oil and its extracts of Giant Fennel (*Ferula communis*) against Soft Rot (*Bacillus pumilus* isolates)

ABSTRACT: In this study, it is aimed to be determined the antimicrobial effects of the volatile oil and its extracts *in vitro* conditions, extracted from wild forms of plant which is known as Giant Fennel (*Ferula communis*) around the world and grows naturally at Ağrı province of Turkey against *Bacillus pumilus* isolates, which are the agent of Soft Rot for some fruits and vegetables. For this purpose, 18 isolates of *B. pumilus* which have been determined as the agent of Soft Rot in previous studies performed in plants such as potato, onions, strawberries, melons and watermelons. As the positive control, Penicillin antibiotics sold as ready products were used. According to the obtained results, the volatile oils have the bactericidal effect of 10-14 mm against 18 isolates of *B. pumilus*. However, none of the extracts obtained from *F. communis* has antibacterial effect against *B. pumilus* isolates. It has been observed that the antibiotics used as the positive control has the antibacterial effect of 12-31 mm, But merely with bacteriostatic effect. In conclusion, the volatile oils has the lethal effect against 18 *B. pumilus* isolates which are agents of Soft Rot. It is assessed that these volatile oils extracted from Giant Fennel (*F. communis*) can be used against these Soft Rot pathogens, because penicillin antibiotics used has only prohibitor effect at struggles against these pathogens.

Key words: Antibacterial activity, *Ferula communis*, Soft rot

¹ Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ağrı, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatih DADAŞOĞLU, f-dadas@hotmail.com

GİRİŞ

Bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı yoğun bir şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır. Sentetik pestisitlerin çevre, insanlar ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı son yıllarda ekolojik tarım oldukça önem kazanmış ve bununla birlikte hastalık ve zararlıların kontrolünde sentetik pestisitlere alternatif olarak biyo ajanların ve de doğal kimyasalların kullanımı gündeme gelmiştir. Bitkisel yağlar, bunların bazı bileşenleri ve bitkisel ekstraktlar kullanılarak bitki, gıda ve klinik orijinli saprofitik ve patojenik mikroorganizmaların kontrolüne yönelik dünyada çok sayıda çalışma yapılmıştır (Santos et.al., 1997; Hammer et.al., 1999; Omar et.al., 2000; Okeke et.al., 2001; Sechi et.al., 2001; Abu-Shanab et.al., 2004; Adebolu and Oladimeji, 2005; Iroegbu and Nkere, 2005; Nair et.al., 2005; Rojas et.al., 2006; Maggi et.al., 2016; Nguir et.al., 2016).

Ülkemizde de bitkisel ekstre ve yağlarla ilgili çalışmaların sayısı son yıllarda hızla artmaktadır (Basım ve ark., 2000; Karaman ve ark., 2001; Meral ve Karabay, 2002; Yeğen ve ark., 2002; Şahin ve ark., 2003; Basım ve Basım, 2003; Güllüce ve ark., 2003; Adıgüzel ve ark., 2005; Tepe ve ark., 2006; Kotan ve ark., 2014; Dadaşoğlu ve ark. 2015; Gormez ve ark., 2015).

Son yıllarda, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de organik tarım yapmak veya tarımsal üretimde sentetik kimyasal kullanımını azaltacak alternatif mücadele yöntemleri geliştirmek üzere gerçekleştirilen çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (Demir ve Gündoğdu, 1993; Özaktan ve Türküsay, 1994; Bora ve Özaktan, 1998; 2000; Kotan ve ark., 2010).

Basım ve Basım (2003), *Rosa damascena* bitkisel yağının domates ve biberde hastalık oluşturan *Xanthomonas axonopodi* spp. *vesicatoria*

bakteriyel patojenine karşı potansiyel bir biyo ajan olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada *Rosa damascena*’nın bitkisel yağının ateş yanıklığı hastalığına karşı doğal pestisit olarak kullanılabilceği belirtilmektedir (Basım ve Basım, 2001).

Yapılan bir diğer çalışmada çeşitli bitkilerin kompost, ekstrakt ve eterik yağlarının domateste önemli bazı bitki patojeni fungusların (Soylu ve ark., 2005) ve bitki patojeni bakterilerin (Soylu ve ark., 2007) kontrolünde kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalara bakıldığında; bitkisel ekstre ve uçucu yağların bitki hastalıklarına karşı mücadelede kullanılabilirliği ile ilgili çalışmaların sayısında artış olduğu görülmektedir.

Bu çalışma da; *F. communis* bitkisinin bitkisel ekstre ve yağlarının *in-vitro* ortamda yumuşak çürüklük hastalığının kontrolünde pratikte uygulanabilirliğinin tespiti bakımından önem arz etmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Kullanılan Patojen Bakteri İzolatları

Bu çalışmada kullanılan ve daha önce yapılmış olan çalışmalarda patojen olduğu belirlenen bakteri izolatları ve konukçu listesi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Bitki Türü

Bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmalarında; Ağrı Eleşkirt İlçesi’nde yaygın olarak yetişen *Ferula communis* bitki türü kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki patojeni bakteri izolatları ve konukçu listesi

Kullanılan bakteri izolatları	İzolat no	Konukçu	Bitki Aksamı	
1	<i>Bacillus pumilus</i>	F-243	Patates	Gövde
2	<i>Bacillus pumilus</i>	F-281	Çilek	Meyve
3	<i>Bacillus pumilus</i>	F-296	Elma	Meyve
4	<i>Bacillus pumilus</i>	F-311	Soğan	Gövde
5	<i>Bacillus pumilus</i>	F-313	Soğan	Gövde
6	<i>Bacillus pumilus</i>	F-323	Erik	Meyve
7	<i>Bacillus pumilus</i>	F-546	Turp	Meyve
8	<i>Bacillus pumilus</i>	F-554	Biber	Meyve
9	<i>Bacillus pumilus</i>	F-562	Domates	Gövde
10	<i>Bacillus pumilus</i>	F-570	Domates	Gövde
11	<i>Bacillus pumilus</i>	F-575	Karpuz	Meyve
12	<i>Bacillus pumilus</i>	F-578	Karpuz	Meyve
13	<i>Bacillus pumilus</i>	F-588	Kavun	Meyve
14	<i>Bacillus pumilus</i>	F-608	Kabak	Meyve
15	<i>Bacillus pumilus</i>	F-614	Dut	Meyve
16	<i>Bacillus pumilus</i>	F-641	Patates	Gövde
17	<i>Bacillus pumilus</i>	F-658	Biber	Meyve
18	<i>Bacillus pumilus</i>	F-778	Lahana	Gövde

Ekstre ve Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Gölgede kurutulmuş bitki örneklerinin uçucu yağları Clevenger aparatı kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile izole edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile ekstre edilerek susuz sodyum sülfat ile sudan arındırılmıştır. Kloroform döner buharlaştırıcıda düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Ekstrelerin elde edilmesinde; bitkisel droglar (50'er gram) iyice ufalanarak 500 ml'lik balonlara konulmuş ve balonlara 500'er ml ayrı ayrı *n*-hekzan, kloroform, aseton ve metanol ilave edilmiştir. Bitki örnekleri 48 saat oda şartlarında organik çözücülerle muamele edilerek 48 saat sonra süzümüştür. Bitkisel droglar üzerine tekrar 500'er ml çözücüler eklenerek bu işlemler 4 kez tekrarlanmıştır. Organik çözücü içeren süzüntüler birleştirilmiş, düşük sıcaklık ve basınçta bir döner buharlaştırıcı kullanılarak çözücüler

uçurulmuştur. Elde edilen uçucu yağlar ve ekstreler *in vitro* (petri denemeleri) çalışmalarda kullanılmak üzere buzdolabında -4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Uçucu Yağların Patojenlere Karşı İnhibisyon Zon Değerlerinin Belirlenmesi

Bakteriyel izolatların Trypticase Soy Agar (TSA) besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart turbidimetri kullanarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹ ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dk bekletilerek süspansiyonların kurumması sağlanmıştır. Daha sonra bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, uçucu yağları emdirilmiş (12.5 µl

disk⁻¹) Oxoid standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

Ekstrelerin Patojenlere Karşı İnhibisyon Zon Değerlerinin Belirlenmesi***

Benzer şekilde bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart turbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dakika bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra her bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, çözücülerde çözülmüş 1 mg ml⁻¹ konsantrasyondaki bitkisel ekstre emdirilmiş (12.5 µl disk⁻¹) ve Oxoid Standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

Uçucu Yağın Minimal İnhibisyon Konsantrasyonunun (MIC) Belirlenmesi

Test edilen ekstrelerin antimikrobiyal etkisi olmadığı için sadece uçucu yağın MIC değerlerini belirlemek amacı ile belirtilen prosedür uygulanmıştır. Test edilen bitkisel yağın MIC değerlerinin hesaplanması için yağ %10 dimetilsülfoksit (DMSO) çözeltisi ile başlangıç dilisyonu 1/1 v v⁻¹ olacak şekilde on kat seri dilisyonları hazırlanmıştır (500, 250, 125, 62.5, 31.25, 16.5, 8.25, 4.12, 2.1 µl ml⁻¹

yağ / %10 DMSO). Bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart turbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dakika bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra her bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, direkt farklı konsantrasyonlar da bitkisel yağ konsantrasyonları emdirilmiş (12.5 µl disk⁻¹) Oxoid Standard antibiyotik (blank) diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 6 adet olacak şekilde yerleştirilerek kültürler 28 °C'ye ayarlanmış etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra plate üzerinde bulunan diskler etrafındaki inhibisyon zonunun oluşup oluşmadığına bakılmıştır. İnhibisyon zonunun olduğu en küçük konsantrasyon MIC değeri olarak değerlendirilmiştir. MIC değerlerinin bir düşük konsantrasyonu minimal bakterisidal konsantrasyonu (MBC) olarak değerlendirilmiştir.

Antibiyotik Duyarlılık Testleri

Test edilen bitki bakteriyel patojenlerinin bitkisel ekstre ve uçucu yağlara karşı duyarlılıklarının değerlendirilmesinde kıyaslama yapılabilmesi amacı ile Penisilin antibiyotiği kullanılmıştır. Bakteriyel izolatların TSA besi yerinde 24-48 saatlik genç kültürleri üretilmiştir. Sonra 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek ve 0.5 McFarland standart turbidimetri kullanılarak konsantrasyonları 10⁸ hücre ml⁻¹'ye ayarlanmıştır. Sonra bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp her biri ayrı ayrı bir TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Bakteri ekilen TSA besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dk bekletilerek süspansiyonların kuruması sağlanmıştır. Daha sonra bakteri ekimi yapılmış TSA besi yerlerine, penisilin içeren antibiyotik diskler eşit aralıklarla ve her Petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış

etüvde 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin çapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. İnhibisyon zon değerleri tablolarda yapılan 6 uygulamanın tam sayı ortalaması olarak verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ferula communis uçucu yağ ve ekstrelerinin antibakteriyel aktiviteleri test edilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Uçucu yağın test edilen toplam 18 bakteriyal izolatın tamamına karşı değişen oranlarda inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. En yüksek inhibisyon zonu 14 mm ile F-608 izolatına karşı gözlenmiştir. En düşük inhibisyon zonu ise 10 mm ile F-296 izolatına karşı gözlenmiştir. Bakterilere karşı MIC değerleri ise 125-250 µl ml⁻¹ arasında belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan dört farklı ekstrenin (hekzan, kloroform, metanol ve aseton) patojenlere karşı herhangi bir antibakteriyel aktiviteye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Pozitif kontrol olarak kullanılan penisilin antibiyotiğinin en yüksek inhibisyon zonu 31 mm ile F-546 izolatına karşı olduğu, ancak antibiyotiğin F-296 izolatına karşı ise inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kullanılan antibiyotiğin çalışmada kullanılan patojen türlerin tamamına karşı yapmış olduğu tüm antibakteriyel aktivitelerin öldürücü değil engelleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle *F. communis* bitkisinin uçucu yağının özellikle çalışmada kullanılan ve farklı konukçularda yumuşak çürüklük oluşturan *Bacillus pumilus* patojenlerinin tamamına karşı öldürücü etkiye sahip olması bu hastalıklarla mücadelede bu bitkisel yağın kullanılabilme ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Bitki patojeni bakterilerle mücadelede bakırlı bileşikler ve antibiyotikler kullanılmakta olup bu

uygulamaların pek çok dezavantajları bulunmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada fitopatojen bakterilerin pek çok antibiyotiğe karşı zamanla dayanıklılık kazandığı bildirilmiştir. Bu yüzden antibiyotik kullanımı pek çok ülkede yasaklanmıştır. Örneğin; *Xanthomonas campestris* patovaryalarının kanamycin, ampicillin, penicillin ve streptomycin’e karşı dayanıklı strainlerinin bulunduğunu belirten çok sayıda çalışma mevcuttur (Rodriguez et al., 1997; Sahin and Miller 1997; White et al., 2002). Yapılan bu çalışmada da test edilen antibiyotiğe karşı patojen bakterilerde orta ya da yüksek derecede bir direncin olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmanın en önemli özelliği hem Türkiye’de hem de Dünya’da Ağrı ilinde doğal olarak yetişen *F. communis* bitkisinden elde edilen ekstre ve uçucu yağların yumuşak çürüklük etmeni 18 *B. pumilus* türüne karşı uygulandığı ilk çalışmadır. Çalışmada kullanılan bitkinin uçucu yağından elde edilen başarılı sonuçlar yine aynı şekilde bu patojen grubuna karşı elde edilmiş ilk sonuçlardır. Çalışmada kullanılan antibiyotiğin engelleyici özellikte, uçucu yağın ise öldürücü aktiviteye sahip olması yapılan çalışmanın önemini bir kat daha artırmıştır. Bu durum patojenlerin gün geçtikçe antibiyotiklere karşı daha dirençli hale geldiğinin bir kanıtıdır. Bu nedenle yapılmış olan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar son yıllarda giderek önemini artırmakta olan organik tarım, sürdürülebilir tarım sistemlerine uygun sonuç ve önerileri de bünyesinde barındırmaktadır. Ayrıca çalışmadan elde edilen sonuçlardan etkili olan konsantrasyonlar pratik uygulamalar içinde denenecek olup beklenen sonuçların elde edilmesi durumunda bu patojenlerle mücadelede uygulamaya yönelik ürünlerin oluşturulması ve pazarlanması hedeflenmektedir.

Çizelge 2. *Ferula communis* uçucu yağ ve ekstraları ile Penisilin antibiyotiginin antibakteriyal aktiviteleri

İzolasyon No	Bakteriler	Uçucu yağ	Ekstre									Antibiyotik	
			Hekzan		Kloroform		Aseton		Metanol		Penisilin		
			İZ	MIC	İZ	MIC	İZ	MIC	İZ	MIC	İZ		MIC
F-243	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12 ^E
F-281	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24 ^E
F-296	<i>Bacillus pumilus</i>	10*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 ^E
F-311	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27 ^E
F-313	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23 ^E
F-323	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 ^E
F-546	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31 ^E
F-554	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-562	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-570	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-575	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18 ^E
F-578	<i>Bacillus pumilus</i>	11*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-588	<i>Bacillus pumilus</i>	11*	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ^E
F-608	<i>Bacillus pumilus</i>	14*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18 ^E
F-614	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26 ^E
F-641	<i>Bacillus pumilus</i>	13*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17 ^E
F-658	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 ^E
F-778	<i>Bacillus pumilus</i>	12*	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 ^E

İZ: inhibisyon zon değerleri 12.5 µL yağ ve 1.25 mg ekstre emdirilen 6 mm çapındaki disklerin etrafında oluşan zon değeri olarak ölçülmüştür. MIC: Minimal inhibisyon Konsantrasyon değerleri yağ için µL mL⁻¹, ekstralar için ise mg mL⁻¹ olarak ölçülmüştür. *: Bakterisidal etki görülmüştür; ^E: Engelleyici etki görülmüştür; -: Aktivite yok; MIC değerlerinin bir düşük konsantrasyonu minimal bakterisidal konsantrasyonu (MBC) olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abu-Shanab B, Adwan G, Abu-Shanab D, Jarrar N, Adwan K, 2004. Antibacterial activities of some plant extracts utilized in popular medicine in palestine, *Turk J. Bio.*, 28, 99- 102.
- Adebolu TT, Oladimeji AS, 2005. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Ocimum gratissimum* on selected diarrhoea causing bacteria in southwestern Nigeria, *African Journal of Biotechnology*, 4(7), 682- 684.
- Adıgüzel A, Güllüce M, Şengül M, Ögütçü H, Şahin F, Karaman İ, 2005. Antimicrobial effect of *Ocimum basilicum* (labiateae) extract, *Turk J. Bio.*, 29, 155-160.
- Basım E, Basım H, 2001. Antibacterial activity effect of essential oil produced by *Rosa damascena* on *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*. *Phytopathology*, 91(6), s6.
- Basım E, Basım H, 2003. Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil, *Fitoterapia*, 74, 394-396.
- Basım H, Yeğen O, Zeller W, 2000. Antibacterial effect of essential oil of *Thymra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria, *Journal of Plant Disease and Protection*, 279 (3), 279-284.
- Bora T, Özaktan H, Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Prizma Matbaası, İzmir, s. 205. (1998).
- Dadaşoğlu F, Kotan R, Cakir A, Cakmakci R, Kordali S, Ozer H, Karagoz K, Dikbas N, 2015. Antibacterial Activities of Essential Oils, Extracts and Some of Their Major Components of *Artemisia* spp. L. Against Seed-Borne Plant Pathogenic Bacteria, *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 2715-2724.
- Demir G, Gündoğdu M, 1993. Fireblight of pome fruit trees in Turkey: Distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars, *Acta Horticulture*, 338, 67-74.
- Gormez A, Bozari S, Yanmis D, Gulluce M, Sahin F, Agar G, 2015. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of Two Species of Lamiaceae against Phytopathogenic Bacteria. *Polish Journal Of Microbiology*, 64, 121-127.
- Güllüce M, Sokmen M, Daferera D, Agar G, Ozkan H, Kartal N, Polissiou M, Sokmen A, Sahin F, 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and metanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L., *J Agric Food Chem.*, 51, 3958-3965.
- Hammer KA, Carson CF, Riley TV, 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985- 990.
- Iroegbu CU, Nkere CK, 2005. Evaluation of THA antimicrobial properties of *Picralima nitida* stem bark extracts, *Phytother Res.*, 1 (2), 182-189.
- Karaman S, Digrak M, Ravid U, Ilcim A, 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. *J. Ethnopharmacol.*, 76, 183-186.
- Kotan R, Cakir A, Dadasoglu F, Aydın T, Cakmakci R, Ozer H, Kordali S, Mete E, Dikbas N, 2010. Antibacterial activities of essential oils and extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* species against plant pathogenic bacteria, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 90, 145-160.
- Kotan R, Cakir A, Ozer H, Kordali S, Cakmakci R, Dadassoglu F, Dikbas N, Aydın T, Kazaz C, 2014. Antibacterial effects of *Origanum onites* against phytopathogenic bacteria: Possible use of the extracts from protection of disease caused by some phytopathogenic bacteria, *Scientia Horticulturae*, 172, 210-220.
- Maggi F, Papa F, Dall'Acqua S, Nicoletti M, 2016. Chemical analysis of essential oils from different parts of *Ferula communis* L. growing in central Italy, *Natural Product Research*, 30, 806-813
- Meral G, Karabay NÜ, 2002. In-vitro antibacterial activities of three *Hypericum* species from west Anatolia, *Turkish Electronic Journal of Biotechnology*, 6-10.
- Nair R, Karliya T, Chanda S, 2005. Antibacterial activity of some selected Indian medicinal Flora, *Turk. J. Bio.*, 29, 41- 47.
- Nguir A, Mabrouk H, Douki W, Ben Ismail M, Ben Jannet H, Flamini G, Hamza MA, 2016. Chemical composition and bioactivities of the essential oil from different organs of *Ferula communis* L. growing in Tunisia, *Medicinal Chemistry Research*, 25: 515-525.
- Okeke MI, Iroegbu CU, Eze AS, Okoli AS, Esimone CO, 2001. Evaluation of extract of root of *Landolphia owerrience* for antibacterial activity, *J. Ethnopharmacol*, 78,119-127.
- Omar S, Lemonnier B, Jones N, Ficker C, Smith ML, Neema C, Towers GHN, Goel K, Arnason JT, 2000. Antimicrobial activity of extract of eastern North American hardwood tree and relation to traditional to medicine, *Journal of Ethnopharmacology*, 73, 161-170.
- Özaktan H, Türküsay H, 1994. Bazı epifitik bakterilerin ateş yanıklığı etmeni *Erwinia amylovora* (Burr.) 'ya antagonistik etkileri üzerine araştırmalar, Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak, İzmir-Türkiye, 231-238.
- Rodriguez H, Aguilar L, Lao M, 1997. Variations in Xanthan production by antibiotic resistant mutants of *Xanthomonas campestris*, *Appl Microbiol Biotechnol*, 48,626-629.
- Rojas JJ, Veronica JO, Ocampo SA, Munoz JF, 2006. Screening for antimicrobial activity of ten medicinal plant used in Colombian folkloric medicine : A possible alternative in THA treatment of non-nosocomial infections. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/6/2>.
- Santos FA, Cunha MA, Viana GSB, Rao VSN, Manoel A, Silveira ER, 1997. Antibacterial activity of essential oils from *psidium* and *pilocarpus* spesies of plants, *Phytotherapy Research.*, 11, 67- 69.
- Sechi LA, Lezcano İ, Nunez N, Espim M, Pinna A, Molicotti P, Fadda G, Zanetti S, 2001. Antibakterial activity of ozonized sunflower oil (oleozon), *Journal of Applied Microbiology*, 90, 279-284.
- Soylu EM, Soylu S, Tok MF, Kaya SD, Yiğitbaş H, 2005. Çeşitli bitkilerin kompost, ekstrakt ve eterik yağlarının domateste önemli bitki patojenlerine karşı antifungal etkinitesi, TOVAG 105 O 610 nolu Tübitak Projesi Raporu.
- Soylu S, Soylu EM, Eriş M, 2007. Bitki uçucu yağ ve bileşenlerinin domates bakteriyel hastalık etmenleri üzerine olan antibakteriyel potansiyellerinin araştırılması, TOVAG 105 O 610 nolu Tübitak Projesi Raporu.
- Şahin F, Karaman I, Güllüce M, Ögütçü H, Şengül M, Adıgüzel A, Öztürk S, Kotan R, 2003. Evaluation of antimicrobial actives of *Satureja hortensis* L., *Journal of Ethnopharmacology*, 87, 61-65.
- Şahin F, Miller SA, 1997. Identification of the bacterial leaf spot pathogen of lettuce, *Xanthomonas campestris* pv. *vitiens*, in Ohio, and assessment of cultivar resistance and seed treatment. *Plant Dis.*, 81, 1443-1446.

Tepe B, Sokmen M, Akpulat AH, Sokmen A, 2006. Screening of THA antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey, *Food Chemistry*, 95, 200-204.

White DG, Zhao S, Simjee S, Wagner DD, Mcdermott PF, 2002. Antimicrobial resistance of food-borne pathogens, *Microb Infect.*, 4, 405-412.

Yeğen O, Basım H, Laux P, Zeller W, 2002. Biocontrol of *Erwinia amylovora* with a natural product, *IOBC/WPRS Bulletin*, 25(10), 143-146.