



Araştırma Makalesi

**Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı
Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması**

Nuray SÖNMEZATEŞ¹, Benian Pınar AKTEPE², Elif FERAHOĞLU¹, Saliha KIRICI^{1*}

ÖZ

Bu çalışmada, *Dickeya zea* kaynaklı mısırdaki bakteriyel gövde çürüklüğüne karşı doğa dostu ve sürdürülebilir mücadele yöntemleri araştırılmıştır. Antakya'nın Ceylanlı Köyü Alan yaylasından toplanan *Lavandula stoechas*, *Micromeria myrtifolia*, *Origanum syriacum* ve *Thymbra spicata* ekstraktları ve uçucu yağlarının *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. Bitki ekstraktlarının çözgenleri olarak %80 etanol, %80 metanol ve steril saf su kullanılmış ve en başarılı çözgenin %80 etanol olduğu saptanmıştır. *In vitro* denemelerde *Dickeya zea*'ya en yüksek antibakteriyel etki *Thymbra spicata* (26.7 mm), ve *Origanum syriacum* (26.3 mm), uçucu yağından elde edilmiştir. Bunları, çözgen olarak %80 etanolün kullanıldığı *Thymbra spicata* (6.0 mm), *Origanum syriacum* (6.0 mm), ve *Lavandula stoechas* (5.0 mm), bitki ekstraktları ile *Lavandula stoechas* (5.3 mm) uçucu yağı takip etmiştir. *T. spicata*'ın uçucu yağ ana bileşenlerini karvakrol (%24.51), gamma.-terpinene (%23.69), thymol (%20.83), p-Cymene (%15.57) oluşturmuştur. *O. syriacum* uçucu yağ ana bileşenini ise karvakrol (%38.76), p-Cymene (%17.99), gamma.-terpinene (%13.65) oluşturmuştur. *L. stoechas* uçucu yağ ana bileşenini ise linalool (%32.34), linalyl acetate (%17.46) ökaliptol (%8.35) ve kafur (%7.60) oluşturmuştur. Sonuç olarak, etkili bulunan bitki ekstraktları ve uçucu yağları bu hastalığın mücadelesinde kimyasallara alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnhibisyon zonu, *Thymbra*, *Origanum*, *Lavandula*, organik tarım, sürdürülebilir tarım

**Investigation of Antibacterial Effects of Some Medicinal Plants Against Corn
Stalk Rot (*Dickeya zea*)**

ABSTRACT

In this study, environmentally friendly and sustainable control methods against bacterial stem rot of maize caused by *Dickeya zea* were investigated. The antibacterial effect of *Lavandula stoechas*, *Micromeria myrtifolia*, *Origanum syriacum* and *Thymbra spicata* extracts and essential oils collected from Alan plateau of Ceylanlı village of Antakya province on *Dickeya zea* was investigated. While preparing the plant extracts, 80% ethanol, 80% methanol and sterile distilled water were used as solvents and 80% ethanol was found to be the most successful solvent. In *In vitro* experiments, the highest antibacterial effect against *Dickeya zea* was obtained from essential oils of *Thymbra spicata* and *Origanum syriacum*. These were followed by *Thymbra spicata*, *Origanum syriacum* and *Lavandula stoechas* plant extracts and *Lavandula stoechas* essential oil using 80% ethanol as solvent. As a result, it was determined that plant extracts and essential oils could be used effectively as an alternative to chemicals for the control of this disease.

Keywords: Inhibition zone, *Thymbra*, *Origanum*, *Lavandula*, organic farming, sustainable agriculture

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0009-0002-7176-6890, 0000-0001-6845-2757, 0000-0002-2107-3482, 0000-0002-5798-857X

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 18.04.2025

Kabul Tarihi: 13.10.2025

¹Tarla Bitkileri Bölümü, Ziarat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, 01330, Adana

² Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, 80760, Osmaniye

*E-posta:: kirici@cu.edu.tr

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Giriş

Tıbbi ve aromatik bitkiler, tarih boyunca insan, hayvan ve bitki sağlığında çeşitli amaçlarla kullanılmış ve günümüzde gıda, tarım, ilaç, boya, tekstil ve kozmetik sektörlerinde önemli bileşenler haline gelmiştir (Kırıcı ve Giray, 2021). Özellikle uçucu yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri, antibiyotiklere alternatif olarak değerlendirilmekte ve hayvan beslemede yem katkı maddesi olarak kullanım alanı giderek genişlemektedir (Kırıcı ve ark., 2020). Çevresel sürdürülebilirlik kaygıları ve sentetik pestisitlerin olumsuz etkileri nedeniyle, son yıllarda zararlı organizmalara karşı biyolojik mücadelede bitkisel kaynaklı uçucu yağlara olan ilgi artmıştır. Türkiye, sahip olduğu zengin florası ve endemik bitki türleri ile tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılacak araştırmalar için önemli bir potansiyele sahiptir.

Stratejik bir tarım ürünü olan mısır, geniş kullanım alanı ve tarım-sanayi entegrasyonundaki kritik rolü nedeniyle Türkiye'nin tarımsal üretiminde önemli bir yere sahiptir. Gıda, yem ve sanayi hammaddesi olarak değerlendirilen mısırın özellikle hayvancılık sektöründeki önemi büyüktür. 2022-2023 üretim sezonunda Türkiye'de üretilen mısırın %83'ü yem sanayinde tüketilmiş olup, 2023 yılı mısır üretimi %11.8 artışla 9.5 milyon tona ulaşmıştır (Anonim, 2024). Ancak, hastalık ve zararlılar nedeniyle meydana gelen verim kayıpları, mısır üretimini tehdit eden en önemli faktörlerden biridir. Bu bağlamda, çevre dostu biyolojik mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çukurova Bölgesinde oldukça yaygın olarak yetiştirilen mısır bitkilerinde, 2021 yılında ilk defa yumuşama, çürüme, kötü koku ve bitkilerde devrilme belirtileri saptanmış ve mısır sap çürüklüğü olarak adlandırılan bu hastalığa *Dickeya zea* adlı patojen bakterinin neden olduğu belirlenmiştir (Çetinkaya-Yıldız ve Aysan, 2022). Bu hastalık aynı yıl Diyarbakır ilinin Bismil ilçesinde de görülmüş ve zarar yaptığı bildirilmiştir (Caplık ve ark., 2022). Bu hastalığın ülkemiz dışında ABD (Reifschneider ve Lopes, 1982), Brezilya (Thind ve Payak, 1985), Japonya (Sah, 1991), Hindistan (Nishat, 2009), Pakistan (Myung ve ark., 2010), Kore (Martinez-Cisneros ve ark., 2014), Çin (Guan ve

ark., 2019), Meksika (Prokić, 2020), Endonezya (Suriani ve ark., 2020) ve Sırbistan'da (Yanchang ve ark., 2021) sorun olduğu bilinmektedir.

Mısırdaki sap çürüklüğü ile mücadelede tek bir mücadele şekli maalesef yeterli olmamaktadır. Burada farklı mücadele yöntemleri birlikte kullanılarak, entegre hastalık yönetiminin başarı getireceği açıktır. Mısır sap çürüklüğüne karşı; kültürel önlemler, hijyen ve sanitasyon, dayanıklı mısır çeşitlerinin yetiştirilmesi, sulama yönetimi, hastalığın üretim alanında izlenmesi, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerinin birlikte uygulanması gerekmektedir.

Hastalık etmeni bakteri tohumlarda yaşar ve bir sonraki üretim sezonunda yetiştirilecek mısır bitkilerini hastalandırabilir. Bu nedenle, hastaliksız tohum kullanımı oldukça önemli bir adımdır. Eğer patojen bakterinin tohuma bulaştığı şüphesi varsa fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik tohum uygulamaları yapılmalıdır. Bu bakteri ayrıca toprak kökenli olup, sulama suyuyla kolaylıkla yayılabilir. Bu sebeple ekim öncesi toprak hazırlığı iyi yapılmalı ve toprak iyi derene edilmelidir. Hastalık fazla nemde teşvik edilmekte ve hastalık şiddeti artmaktadır. Bu nedenle fazla sulamadan kaçınılmalı ve tarlada su birikmesi önlenmelidir. Hastalık etmeni toprakta yaşadığından hastalığın görüldüğü tarlaya en az iki yıl mısır ekimi yapılmamalıdır yani ekim nöbetine dikkat edilmelidir. Yetiştiricilikte kullanılan tarım aletleri düzenli olarak temizlenmelidir. Üretim yapılan alandaki bitkiler izlenmeli ve hasta olanlar tespit edilmiş ise hemen söküp yok edilmelidir. Tarla yetiştiricilik evresinde yeşil aksam ilaçlamaları hem ekonomik değildir hem de yeterli etki sağlayamazlar. Bu nedenle hastalık mücadelesinde tohum uygulamalarına öncelik verilmelidir.

Kimyasal tohum uygulamalarına alternatif olarak, çevre dostu olan ve insan sağlığına zarar vermeyen tohum uygulamaları tercih edilmelidir. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılan ve etkili olan uygulamalar antagonist mikroorganizmaların veya tıbbi aromatik bitki ekstraktlarının ve/veya uçucu yağlarının kullanımıdır. Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan, ülkemizin tıbbi ve aromatik bitkileri

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

olan *Thymbra spicata*, *Origanum syriacum*, *Lavandula stoechas* ve *Micromeria myrtifolia* türleri bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

Doğu Akdeniz ülkelerinin yabani tıbbi ve aromatik bitkisi olan *Thymbra spicata* L., ülkemizde dört takson ve iki türle temsil edilmektedir. *Thymbra spicata* doğal olarak Güneydoğu Anadolu, Trakya'nın kıyı kesimleri, Ege ve Akdeniz bölgelerinde (Adana, Gaziantep, İstanbul, Mardin, Batman, Karabük, Amasya, Antalya, Aydın, Bursa, Çanakkale, İçel, İzmir, Sakarya, Tekirdağ, Tokat) yayılış göstermektedir (Tübbes, 2025). Bitki, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde "Zahter" ve "Karabaş kekik" adlarıyla bilinir ve kuru veya taze herbası bitki çayı, çeşni, salata olarak kullanılmaktadır. Halk hekimliğinde astım, kolik, bronşit, öksürük, ishal ve romatizma tedavisinde kullanılır (Başer, 2001). *T. spicata* var. *spicata* uçucu yağında ana bileşenleri içerisinde karvakrol baskın olmakla birlikte γ -terpinen, p-simen bileşenleri uçucu yağlarının %70'ini oluşturur, diğer bileşenler olan α -pinen, mirsen, α -terpinen, β -terpinen, γ -terpinen, 1,8-sineol, p-simen, β -karyofilen, α -terpineol ve timol çok düşük miktarlarda bulunmuştur (Hanci ve ark., 2003; Özel ve ark., 2003; Baydar ve ark., 2004). Karvakrol güçlü bir analjezik özelliğe sahiptir ve güçlü antibakteriyel ve antifungal özellikleri nedeniyle romatizmaya karşı haricen kullanılır. Akciğer kanserinin tedavisinde ve böcek ilacı ve bitki büyüme inhibitörü olarak da kullanılır (Baser, 2001).

Thymbra spicata uçucu yağının bitki patojeni bakterilerden *Erwinia amylovora*, *Erwinia carotovora*, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae*, *Agrobacterium tumefaciens* ve *Xanthomonas vesicatoria*'ya (Basım ve ark., 2000), domateste patojen bakteri *Clavibacter michiganensis*'e (Soylu ve ark., 2006), karpuzda patojen *Acidovorax citrulli* adlı bakteriye karşı antibakteriyel etkisi (Mengüllüoğlu ve Soylu, 2012) farklı araştırmalarla ortaya konmuştur.

Origanum türleri, *Lamiaceae* familyasına ait çok yıllık, çalı formunda Akdeniz bölgesine özgü özellikle Lübnan, Suriye, Ürdün, Mısır, Filistin ve Türkiye yaygın olarak bulunur (Mayer, 2005) *Origanum* türlerinin çeşitli farmakolojik etkilere sahip flavonoidler, glikozitler, terpenler ve

fenoller gibi çok miktarda biyoaktif molekül içermektedir (Chishti ve ark., 2013). Binlerce yıldır, *Origanum* türleri çeşitli hastalıkları tedavi etmek için geleneksel tıpta kullanılmıştır ve son zamanlarda bu bitkilere olan ilgi, umut verici terapötik potansiyele sahip önemli tıbbi bitkiler olarak büyük ölçüde artmıştır (Baydar, 2021; Ferahoğlu ve ark., 2022). *Origanum syriacum*, Suriye kekiği, Lübnan kekiği, hababa, dağ kekiği veya İncil'deki gibi mercanköşk olarak da adlandırılır (Baytop, 1997; Baydar, 2021). *O. syriacum*'un toprak üstü kısımları, karvakrol ve timol gibi önemli tıbbi değere sahip uçucu yağlar içeren salgı tüyleri bulunur ve bu bitkilere benzersiz bir aroma ve lezzet verir (Farhat, 2012). Mutfak bitkisi olarak kullanılmasına ek olarak, geleneksel tıbbi kullanımları arasında mide ve bağırsak ağrılarını hafifletmek ve soğuk algınlığı, öksürük ve diş ağrısının tedavisi yer alır (Mesmar ve ark., 2022). *O. syriacum* uçucu yağının domateste tohum kökenli patojen bir bakteri olan *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'e karşı patojen gelişimini baskılamada başarılı olduğunu ve domates ve patateste mildiyö hastalığına neden olan *Phytophthora infestans*'a karşı anti fungal aktivitesi (Soylu ve ark., 2006) bilinmektedir.

Lavandula stoechas üç kıtaya (Afrika, Avrupa ve Asya) yayılmıştır. Fas, Cezayir, Tunus, İspanya, Yunanistan, Fransa, İtalya ve Türkiye dahil olmak üzere Akdeniz havzasında yetişmektedir. Ayrıca Suudi Arabistan ve İran'da da bulunmaktadır. *L. stoechas* akciğer enfeksiyonlarını ve iltihaplı hastalıkları tedavi etmek için kullanılır. Bitki ayrıca halk hekimliğinde kolik ağrısında antispazmodik olarak ve epilepsi ve migren gibi merkezi sinir sisteminin çeşitli hastalıklarında kullanılır. Gursoy ve ark., (2009) Türk uçucu yağ örneklerinde nadiren bulunan bir bileşik olan p-simenin varlığını tespit etti. İtalya, Türkiye ve Cezayir'de yetiştirilen uçucu yağ örneklerinde yaygın olarak Alfa-pinen ve viridiflorol, bileşikleri bulunurken; Türk ve Cezayir kökenli uçucu yağların karakteristik bileşimi karyofilen oksittir (Alejandro ve ark., 2015). *Lavandula stoechas* ekstraktının ve uçucu yağının domates patojeni *Clavibacter michiganensis*'e (Soylu ve ark., 2006), doku anormalliklerine neden olan bakteriyel türlerden *Rhizobium radiobacter*,

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Pseudomonas savastanoi pv. *savastanoi* ve *P. savastanoi* pv. *nerii*'ye (Öksel ve Mirik., 2015; Bozkurt ve ark., 2020) antibakteriyel etkisi bilinmektedir.

Micromeria türlerinden biri olan *M. myrtifolia*, çok yıllık bir bitki olup, Türk geleneksel şifa sisteminde safra kesesi taşları ve gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisi için keyif verici ve tıbbi çay olarak kullanılmıştır (Sargın, 2015; Davis, 1965-1988). Ayrıca, *M. myrtifolia*'nın herbasından infüzyon yoluyla hazırlanan bitki çayı, günde 1-2 çay fincanı içilerek rahatlatıcı ve yatıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Sargın, 2015). *M. myrtifolia*'nın uçucu yağı bileşenleri incelendiğinde; monoterpen hidrokarbonlar (α - ve β -pinen, p-simen, limonen vb.), oksijenli monoterpen türevleri (linalol, kafur, borneol gibi), seskiterpen hidrokarbonlar (germakren D, β -karyofilen, α -humulen vb.), oksijenli seskiterpenler (karyofilen oksit gibi), fenolik bileşikler (timol, karvakrol, öjenol vb.), yağ asitleri ve türevleri (pentadekanoik asit, heksadekanoik asit gibi), karbonilik bileşikler (nonanal, dekanal vb.), hidrokarbonlar ve diğer tip bileşikler ((Z)-Fitol) belirlenmiştir (Formisano ve ark., 2014). Çalışmada kullanılan *Micromeria* türlerinden biri olan *Micromeria myrtifolia*'nın bitkilerde hastalık yapan bakterilere etkisi üzerine araştırmalar bulunamamışken insan patojeni olan *Listeria monocytogenes* (Mladenova ve ark., 2021), *Listeria innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya (Marin ve ark., 2015; Benali ve ark., 2021) etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Bu araştırma kapsamında, tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde ülkemizin doğal bitkilerinden olan *Thymbra*, *Oryganum*, *Lavandula* ve *Micromeria* cinsine ait türler, Antakya ili Kırıkhan ilçesine bağlı Ceylanlı Köyü Alan yaylasından toplanmıştır. Farklı çözenlerle (etanol, metanol, saf su) hazırlanmış bitki ekstraktlarından ve hidro-distilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağların mısır bitkisinde Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığına neden olan *Dickeya zea*'ye antibakteriyel etkisi *In vitro* petri denemeleriyle araştırılmış ve gelecekte mısır tohumlarına uygulanma potansiyeli değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, mısırdaki ciddi ekonomik kayıplara yol açabilen *Dickeya zea* etmenine karşı çevre dostu ve sürdürülebilir bir mücadele yöntemi geliştirme amacını taşımaktadır. Literatürde *Thymbra spicata*, *Origanum syriacum*, *Lavandula stoechas* ve *Micromeria myrtifolia* türlerinin çeşitli bitki ve insan patojenlerine karşı antimikrobiyal etkileri üzerine birçok araştırma bulunmasına rağmen, bu bitkilerin uçucu yağ ve ekstraktlarının mısırdaki görülen sap çürüklüğü hastalığı etmeni *Dickeya zea*'ye karşı etkinliği bugüne kadar detaylı biçimde araştırılmamıştır. Bu yönüyle çalışma, hem literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmakta hem de Türkiye florasına özgü tıbbi bitkilerin biyopestisit olarak kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır. Ayrıca, farklı çözücülerle elde edilen ekstraktların ve uçucu yağların antibakteriyel etkilerinin karşılaştırılması yönüyle de özgünlük taşımaktadır. Elde edilen veriler, alternatif ve sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında biyolojik tohum uygulamaları için bilimsel bir temel oluşturabilecektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Tıbbi ve aromatik bitkiler: Antakya ili Kırıkhan ilçesine bağlı Ceylanlı Köyüne ait Alan yaylasında doğal olarak yetişen ve o yöreye ait bitki türlerinden olan *Thymbra*, *Origanum*, *Lavandula* ve *Micromeria* cinslerine ait tıbbi ve aromatik bitkiler Temmuz ve Eylül 2024 tarihinde yapılan arazi çalışması kapsamında toplanmıştır. Çiçekli evrede olan bitkiler, sabahın erken saatlerinde tek tek elle toplanmıştır. Toplanan bitki türleri kağıt torbalarda muhafaza edilerek Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Laboratuvarı'na getirilmiş ve kaba filtre kağıdının üzerine serilerek oda sıcaklığında gölgede kurutulmaya bırakılmıştır. Toplanan bitkilerin tür teşhisleri yapılmış ve kurutulan bitkiler daha sonra öğütülerek çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Bu bitkiler özellikleri hakkındaki bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerin özellikleri

Bitki Türü	Yerel Adı	Toplandığı Tarih	Bitki Aksamı
<i>Lavandula stoechas</i>	Karabaş Otu	Temmuz 2024	Y*, Ç
<i>Micromeria myrtifolia</i>	Dağ Çayı	Temmuz-Eylül 2024	Y, Ç
<i>Origanum syriacum</i>	Dağ kekiği	Temmuz 2024	Y, Ç
<i>Thymbra spicata</i>	Zahter	Temmuz 2024	Y, Ç

*Y: yaprak, Ç: çiçek

Patojen bakteri ve kullanılan besiyerleri: Bu çalışmada, hastalık etmeni olarak *Dickeya zea* YA-1368 kodlu patojen bakteri kullanılmıştır. Söz konusu izolat, Çetinkaya-Yıldız ve Aysan (2022) tarafından Çukurova Bölgesi'nde 2021 yılında hasta mısır bitkilerinden izole edilmiş ve morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal testler ile PCR yöntemi kullanılarak tanımlanmıştır.

Patojen bakterinin çoğaltılması ve etkinlik testlerinde Tryptic Soy Agar (TSA) besi yeri kullanılmış, besi yerinin hazırlanması ve sterilizasyonu standart protokollere uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Lelliot ve ark., 1987). Çalışma süresince bakterinin muhafazası için Yeast Dextrose Calcium Carbonate Agar (YDCA) besi yeri kullanılmış, bakteriler +4°C'de saklanmıştır.

Laboratuvar ekipmanları: Araştırma, Tarla Bitkileri ve Bitki Koruma Bölümleri iş birliğinde yürütülmüş ve her iki bölümün laboratuvar olanaklarından faydalanılmıştır. Patojen bakterinin çoğaltılması, süspansiyonlarının hazırlanması ve *in vitro* deneyler için saf su cihazı, hassas terazi, manyetik karıştırıcı, pH metre, otoklav, su banyosu, steril kabin, otomatik pipet seti, erlen çalkalayıcı ve dansitometre kullanılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilere ait uçucu yağların elde edilmesinde ise Clevenger cihazı kullanılmıştır.

Uçucu yağlarının eldesi

L. stoechas, *M. myrtifolia*, *T. spicata* ve *O. syriacum* bitkilerinin uçucu yağları Clevenger cihazı kullanılarak hidro-distilasyon yöntemiyle elde edilmiştir. Kurutulmuş 50 gram bitki örnekleri, su oranı 1:3 olacak şekilde cam balon

içerisine eklenmiş, distilasyon süresi kaynama noktasından itibaren 3 saat olarak belirlenmiş ve işlem sonunda dereceli kısımda toplanan yağ miktarı ölçülmüştür. Elde edilen uçucu yağ vida kapaklı steril bir glas-vial şişeye alınarak *In vitro* petri denemelerinde kullanılmaya kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Ancak *M. myrtifolia* bitkisinden Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS) cihazında bileşen analizi için yeteri miktarda uçucu yağ elde edilememiştir.

Uçucu yağların bileşenlerinin belirlenmesi

L. stoechas, *T. spicata* ve *O. syriacum* uçucu yağlarının kimyasal bileşenleri, üniversitemiz merkez laboratuvarında GC-MS ile analiz edilmiştir. Kimyasal bileşen analizi, Agilent marka 7890B GC ve 7010B MS sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde, uçucu yağ örneklerinden 1 µL, DB-Wax (60 m x 0.25 mm i.d. x 0.25 µm, J&W Scientific-Folsom, ABD) kapiler kolona enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 250 °C olarak ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı, ilk olarak 4 dakika boyunca 40 °C'de tutulmuş, ardından dakikada 3 °C artışla 90 °C'ye, sonra dakikada 4 °C artışla 130 °C'ye yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 4 dakika beklenmiştir. Son olarak, sıcaklık dakikada 5 °C artarak 240 °C'ye çıkartılmış ve 8 dakika boyunca bu sıcaklıkta tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Elektron enerjisi 70 eV ve kütle aralığı 30-600 m/z olarak belirlenmiştir. Kütüphane olarak NIST14L kullanılmıştır.

Bitkilerin ekstrakte edilmesi

Kurutulmuş *L. stoechas*, *M. myrtifolia*, *T. spicata* ve *O. syriacum* bitkilerinin her birinden 100'er gram tartılarak steril havanlarda ezilmiştir. Ezilen bitki örnekleri 900'er ml farklı çözümlerin (%80 etanol, %80 metanol ve steril saf su) içine alınarak 24 saat bekletilerek etken maddelerin çözümlere geçişi sağlanmış ve ekstrakte işlemi tamamlanmıştır. Bekleme süresi bittikten sonra temiz bir tülbentten süzülerek bitki parçaları uzaklaştırılmıştır. Ardından iki ve üç katlı tülbentle süzme işlemi tekrar edilerek tüm bitki parçalarının uzaklaştırılması sağlanmıştır. *In vitro* petri denemelerinden önce bu ekstraktların soğuk sterilizasyon işlemi

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

yapılmıştır. Bu amaçla hazırlanan ekstraktlar 0.22 µm'lik filtreden (Milipore marka) geçilerek sterilizasyonu sağlanmıştır (Mirik ve Aysan., 2005; Aktepe ve ark., 2019; Aktepe ve ark., 2024).

Patojen bakterinin besi yerinde geliştirilmesi ve süspansiyonun hazırlanması

Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyojisi Laboratuvarı'nda derin dondurucuda saklanan *Dickeya zea* izolatu, steril öze yardımıyla üç çizgi yöntemi ile TSA besi yerine ekimi yapılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). Patojen bakteri çizimi yapılan petrilere, 28°C'de 2 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu süreç sonunda gelişen tek bakteri kolonilerinden alınarak, yeni bir besi yerine saflaştırma işlemi yapılmıştır. Bu isolatlar, YDC eğik agara ekildikten sonra 25°C'de 2 gün inkübe edilmiş ve daha sonra +4°C'de saklanarak kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir. Tek koloniden elde edilen patojen bakteri, TSA besi yerinde 28°C'de 24-48 saat boyunca yeniden geliştirilerek canlandırılmıştır. Ardından, steril su kullanılarak süspanse edilmiş ve dansitometrede 1.0 ölçüm değerine ayarlanarak hazırlanan süspansiyon tıbbi ve aromatik bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisinin belirlenmesi kapsamında kullanılmıştır.

In vitro koşullarda tıbbi ve aromatik bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisi

Patojen bakterinin hazırlanan süspansiyonundan, steril pipet yardımıyla 100 µl alınıp TSA besi yeri içeren petrilere, steril baget yardımıyla patojen bakteri yayılmıştır. Steril kabin ortamında gerçekleştirilen bu işlemde, petrilere yüzeylerinin kuruması için 3 saat bekletildikten sonra her bir petriye üç adet 0.5 cm çapında steril kağıt disk yerleştirilmiştir. Kağıt diskler üzerine, Çizelge 2'de ki gibi hazırlanan bitki ekstraktları ve uçucu yağlardan 10'ar µl damlatılmıştır.

Ancak *M. myrtifolia* bitkisinden yeteri kadar uçucu yağ elde edilemediği için diğer üç bitkinin uçucu yağları ile araştırma yapılmıştır. Ağzları parafilm ile kapatılan petrilere, 28°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Kontrol grubu için, sadece

patojenle bulaştırılmış petrilere bitki ekstraktı veya uçucu yağ eklenmeden yalnızca steril su damlatılmıştır. Her bir uygulama için üç petri ve her petri de üç disk kullanılarak toplamda 9 ölçüm değeri elde edilmiş ve 16 farklı uygulama için toplamda 144 değer kaydedilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmada yer alan uygulamalar

No	Uygulamalar
1	<i>Lavandula stoechas</i> su ekstraktı
2	<i>Lavandula stoechas</i> %80 metanol ekstraktı
3	<i>Lavandula stoechas</i> %80 etanol ekstraktı
4	<i>Lavandula stoechas</i> uçucu yağı
5	<i>Micromeria myrtifolia</i> su ekstraktı
6	<i>Micromeria myrtifolia</i> %80 metanol ekstraktı
7	<i>Micromeria myrtifolia</i> %80 etanol ekstraktı
8	<i>Origanum syriacum</i> su ekstraktı
9	<i>Origanum syriacum</i> %80 metanol ekstraktı
10	<i>Origanum syriacum</i> %80 etanol ekstraktı
11	<i>Origanum syriacum</i> uçucu yağı
12	<i>Thymbra spicata</i> su ekstraktı
13	<i>Thymbra spicata</i> %80 metanol ekstraktı
14	<i>Thymbra spicata</i> %80 etanol ekstraktı
15	<i>Thymbra spicata</i> uçucu yağı
16	Kontrol olarak steril saf su

Petrilerin 25°C'deki inkübatörde 48 saat inkübasyonundan sonra oluşan inhibisyon çapları mm olarak ölçülerek kaydedilmiştir (Aktepe ve ark., 2019).

Engelleme alanlarına göre elde edilen veriler CoStat İstatistik Yazılımı (CoHort Software, Pacific Grove, CA, U.S.A. Version 6.4) kullanılarak analiz edilmiştir. Tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılarak p≤0.05 önem düzeyinde LSD çoklu karşılaştırma testiyle uygulamalar arasındaki farklılık ortaya konmuştur (Karman, 1971).

Bulgular ve tartışma

Tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ oran ve bileşenlerinin belirlenmesi

Thymbra spicata uçucu yağ oran ve bileşenleri

Pek çok yöremizde zahter olarak adlandırılan *T. spicata* L. bitkisi, başta Hatay olmak üzere, Gaziantep, Kilis ve ülkemizin Akdeniz iklim kuşağında doğal olarak yetişmekte ve genellikle baharat olarak kullanılmaktadır (Koçer, 2021).

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Hatay'dan toplanan *T. spicata* bitkilerinde kurutulduktan sonra su buharı distilasyonu ile uçucu yağ oranı %3.4 olarak saptanmıştır. *T. spicata*'da uçucu yağ oranı hasat zamanlarına göre değişmekte olup, bir araştırmada çiçeklenme öncesinde %3.10, tam çiçeklenme döneminde %3.56 ve çiçeklenme sonra %3.38 olarak saptanmıştır (İnan ve ark., 2011). Koçer (2021) ise *T. spicata*'da taze herbalarında uçucu yağ oranını %2.73 olarak belirlemiştir. Maral ve Kırıcı (2019) Karaman'ın Ermenek ilçesinde *Tymbra spicata* türünde gün içerisinde farklı saatlerde hasat yapmışlar ve uçucu yağ içeriğinin %2.20 ile % 2.96 arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmamızda elde ettiğimiz uçucu yağ oranı İnan ve ark. (2011) değerleri ile benzer olurken diğer araştırmacıların bulgularından yüksek olmuştur. Uçucu yağlar, iklim, toprak kompozisyonu, coğrafik bölge, yetiştirme sezonu boyunca toprak nem içeriği gibi çevresel faktörlerin yanı sıra hasat yapıldığı zamanda; bitkinin yaşına, bitki organına, bitkinin gelişme dönemlerine ve hatta saatine göre kalite, miktar ve bileşimde değişiklik gösterebilmektedir (Kırıcı ve Giray, 2021).

Araştırmada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan *T. spicata*'nın uçucu yağ bileşenleri Çizelge 3'de verilmiştir. Uçucu yağ içeriğinde toplam 16 bileşen %99.39 oranında tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenlerini karvakrol (%24.51), gamma.-Terpinene (%23.69), thymol (%20.83), p-Cymene (%15.57) olarak belirlenmiştir. Bu dört bileşimin toplamı uçucu yağın %84.60'ını oluşturmaktadır ve uçucu yağa karakteristik koku ve özelliklerini vermektedir.

Maral ve Kırıcı (2019) *T. spicata* da farklı hasat zamanlarının uçucu yağa etkisini inceledikleri çalışmada benzer şekilde uçucu yağın ana bileşenlerini karvakrol (%23.29-%39.89), timol (%16.24-%21.52) ve γ -terpinen (%18.01-%20.90) olarak belirlemişlerdir. Stefanaki ve ark., (2018) Doğu Akdeniz ve Yunan Adalarından topladıkları *Tymbra spicata* ve *Origanum onites* de karvakrol oranlarını %67.5-88.3 aralığında bulmuşlardır. Doğu Akdeniz boyunca *T. spicata*'nın baskın uçucu yağ bileşenlerini çalışmamızda olduğu gibi

karvakrol, p -Simen, γ -terpinen olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. *Thymbra spicata* uçucu yağının bileşenleri

Bileşenler	RT	%
1R- α -Pinene	11.05	0.81
3-Thujene	11.24	2.25
beta-Myrcene	17.56	2.73
α -Terpinene	18.38	3.20
D-Limonene	19.34	0.43
β -Phellandrene	19.81	0.32
gamma.-Terpinene	21.76	23.69
p-Cymene	22.71	15.57
1-Octen-3-ol	30.18	0.31
cis-Sabinene hydrate	31.01	0.51
Terpinen-4-ol	37.10	0.48
Caryophyllene	37.75	2.24
endo-Borneol	40.87	0.60
Caryophyllene oxide	50.02	0.93
Thymol	53.57	20.83
Carvacrol	54.24	24.51
Toplam		99.40

İnan ve ark., (2011) Adıyaman da farklı hasat zamanlarında bitkinin karvakrol oranını en yüksek tam çiçeklenme %64.3, en düşük çiçeklenme sonrası %53.55 olarak belirlemişlerdir. Koçer (2021) *Thymbra spicata* L. (zahter) bitkisinin, uçucu yağ içeriklerini GC-MS (Gaz Kromatografi Kütle Spektrometresi) ile belirlemiştir ve ana bileşenleri cymene (%7.17), c-terpinene (%12.30), o-cymene (%10.05), ve carvacrol (%65.15) olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar *T. spicata* uçucu yağının ana bileşenlerini benzer bulmuşlardır.

***Origanum syriacum* uçucu yağ oran ve bileşenleri**

Hatay'dan toplanan *O. syriacum* bitkileri kurutulduktan sonra su buharı distilasyonu ile uçucu yağ oranı % 4.16 olarak saptanmıştır. Katar ve ark., (2021) Eskişehir ekolojik koşullarında yaptıkları araştırmada *Origanum syriacum* var. *bevanii*'nin uçucu yağ oranının ise %3.23-3.47 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Özel ve Tekin (2021) *O. syriacum* var. *bevanii* bitkisinin de en yüksek uçucu yağ oranın çiçeklerde (% 4.26) olduğunu, yapraklarda

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

uçucu yağ oranının % 2.76-3.10 arasında değiştiğini saptamışlardır. Ferahoğlu ve ark. (2022) beş farklı *Origanum* türü üzerine yaptıkları araştırmalarında *O. syriacum* uçucu yağ oranını %4.8 olarak belirlemişlerdir. Elde ettiğimiz uçucu yağ oranı araştırmacıların değerlerinden yüksek veya benzer olmuştur.

O. syricum uçucu yağ bileşenleri Çizelge 4 de verilmiştir. Uçucu yağ içeriğinde toplam 23 bileşen %100 oranında tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenleri karvakrol (%38.76), p-Cymene (%17.99), gamma.-terpinene (%13.65) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. *Origanum syricum* uçucu yağının bileşenleri

Bileşenler	RT	%
1R- α -Pinene	11.06	1.11
3-Thujene	11.25	2.68
beta.-Pinene	14.82	0.29
beta.-Myrcene	17.56	2.81
α -Terpinene	18.39	3.39
D-Limonene	19.35	0.47
β -Phellandrene	19.85	0.65
gamma.-Terpinene	21.72	13.65
p-Cymene	22.70	17.99
Terpinolene	23.47	0.26
3-Octanol	28.08	1.30
1-Octen-3-ol	30.19	1.41
cis-Sabinene hydrate	31.02	2.69
Linalool	34.30	1.78
transSabinene hydrate	34.64	2.60
Terpinen-4-ol	37.10	3.15
Caryophyllene	37.75	1.24
alpha.-Terpineol	40.68	1.85
endo-Borneol	40.87	0.57
p-Isopropylphenetole	47.71	0.28
Caryophyllene oxide	50.02	0.65
Thymol	53.57	0.42
Carvacrol	54.23	38.76
Toplam		100

Alma ve ark., (2003) Hatay'dan topladıkları bitkinin uçucu yağ ana bileşeninin çalışmamızla benzer şekilde γ -terpinen, karvakrol, p-simen ve β -karyofilen olarak belirlemişlerdir. Farhat ve ark., (2012) iki farklı lokasyondan topladıkları bitkinin ana bileşenlerini karvakrol (%78.4) ve timol (%17.9) olarak tespit etmişlerdir. El Gendy ve ark., (2015) Mısır'ın Sina Yarımadası'nda

yetiştirdikleri ve yabani olarak topladıkları *O. syriacum* L.'nin uçucu yağının ana bileşenlerini karvakrol, timol, γ -terpinen, linalool ve 4-terpineol olarak belirlemişlerdir. Ferahoğlu ve ark., (2022) farklı *Origanum* türlerinin uçucu yağ bileşenlerini inceledikleri çalışmada *O. syriacum* uçucu yağ ana bileşenlerini karvakrol (%49.9), γ -terpinen (%16,8), p-simen (%10.8) olarak belirlemişlerdir. Araştırmacıların *O. syriacum* ile yaptıkları çalışmalarından elde ettikleri sonuçlar bulgularımızla benzer olmuştur.

***Lavandula stoechas* uçucu yağ oran ve bileşenleri**

Hatay'dan toplanan *L. stoechas* bitkileri kurutulduktan sonra su buharı distilasyonu ile uçucu yağ oranı %1.8 olarak saptanmıştır. Öztürk ve ark., (2005) İzmir'den topladıkları *L. stoechas* bitkilerinin uçucu yağ oranını % 1.1 olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde Dob ve ark., (2008) Cezayir de topladıkları *Lavandula stoechas* 'in toprak üstü kısımlarında uçucu yağ oranını % 1.1 olarak saptamışlardır. Giray ve ark., (2008) Hidrodistilasyon (HD), subkritik su ekstraksiyonu (SbCWE) ve ultrasonik ışınlama altında organik çözücü ekstraksiyonu (USE) ile elde edilen *Lavandula stoechas* çiçeklerinin uçucu yağ oranlarının kullanılan yöntemlere göre değiştiğini, Hidrodistilasyon (HD) ile 1.61 ± 0.03 ; ultrasonik ışınlama altında organik çözücü ekstraksiyonu (USE) ile 3.92 ± 0.03 ve subkritik su ekstraksiyonu (SbCWE) ile 4.19 ± 0.05 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların hidrodistilasyon ile elde ettikleri uçucu yağ oranı bulgularımızla benzer olmakla beraber, diğer yöntemlerle elde ettikleri değerler daha yüksek olmuştur. Bu durum uçucu yağ elde edilmesinde kullanılacak yöntemin önemini ortaya koymaktadır.

Araştırmada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan *L. stoechas* uçucu yağ bileşenleri Çizelge 5 de verilmiştir. Uçucu yağ içeriğinde toplam 26 bileşen %100 oranında tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenleri; linalool (%32.34), linalyl acetate (%17.46) ökalptol (%8.35) ve kafur (%7.60) olarak belirlenmiştir. *L. stoechas* bitkisinin uçucu yağının bileşenleri üzerine birçok araştırma

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

yapılmıştır. Öztürk ve ark., (2005) İzmirden topladıkları *L. stoechas* bitkilerinde uçucu yağın ana bileşenini % 43.47 ile kafur olarak saptamışlardır. Angioni ve ark., (2006) İtalya da topladıkları *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas*'ın gövdelerinden/yapraklarından ve çiçeklerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal içeriklerinin araştırıldığı çalışmada ana bileşenin yapraklarda ortalama %52.60 ve çiçeklerde %66.20'lik bir orana sahip olan fenkon olduğunu, bunu sırasıyla yaprak ve çiçekte %13.13'e karşı %27.08'lik oranlarla kafurun izlediğini saptamışlardır.

Çizelge 5. *Lavandula stoechas* uçucu yağının kimyasal bileşenleri

Bileşenler	RT	%
1R- α -Pinene/	11.06	0.37
Camphene	12.90	0.43
.beta.-Myrcene	17.57	0.90
D-Limonene	19.36	1.04
Eucalyptol	19.90	8.35
trans-.beta.-Ocimene	21.11	0.53
1,3,6-Octatriene,3,7-dimethyl-, (Z)-	21.90	2.08
Acetic acid, hexyl ester	22.77	0.73
Butanoic acid, hexyl ester	29.30	0.63
Linalool oxide	30.12	1.31
p-Menthan-3-one	31.22	2.48
Camphor	33.33	7.60
Linalool	34.42	32.34
Linalyl acetate	35.08	17.46
Lavandulol acetate	37.22	2.49
Caryophyllene	37.75	0.49
.(-)-Menthol	38.61	1.03
.(±)-Lavandulol	39.75	0.41
Crypton	39.86	0.49
.alpha.-Terpineol	40.69	4.57
endo-Borneol	40.89	9.63
Nerol acetate	41.75	0.67
Geraniol acetate	42.77	1.32
Nerol	43.96	0.53
Geraniol	45.33	1.52
.alpha.-Bisabolol	54.87	0.61
Toplam		100

Giray ve ark., (2008) hidrodistilasyon (HD), subkritik su ekstraksiyonu (SbCWE) ve ultrasonik ısınlama altında organik çözücü

ekstraksiyonu (USE) ile elde edilen *Lavandula stoechas* çiçeklerinin uçucu yağ bileşenlerini fenkon, kafur, mirtenil asetat, mirtenol ve 1,8-sineol olarak belirlemişlerdir. Kırmızıbekmez ve ark., (2009) *Lavandula stoechas* ssp. *stoechas*'ın yapraklarındaki ana bileşenleri; α -fenkon (%41.9 $\pm$ 1.2), 1,8-sineol (%15.6 $\pm$ 0.8), kafur (%12.1 $\pm$ 0.5) ve viridiflorol (%4.1 $\pm$ 0.4); çiçeklerindeki ana bileşenleri ise α -fenkon (%39.2 $\pm$ 0.9), mirtenil asetat (%9.5 $\pm$ 0.4), α -pinen (%6.1 $\pm$ 0.09), kafur (%5.9 $\pm$ 0.05) ve 1,8-sineol (%3.8 $\pm$ 0.1) olarak belirlemişlerdir.

Bauyahya ve ark., (2017) Fas'ta topladıkları *Lavandula stoechas* bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinin fenchone (%31.81), kafur (%29.60), terpineol (%13.14), menthone (%8.96) ve okaliptüs (%5.88) olarak belirlemişlerdir. Dob ve ark., (2008) Cezayir de topladıkları *Lavandula stoechas*'ın uçucu yağ bileşenlerini; kafur (%22.4), p.-simen (%6.5), lavandulil asetat (%3.0) ve α -pinen (%1.0) olarak belirlemişlerdir. Küçük ve ark. (2019) Muğla, Ula, Portakallık'tan topladıkları *L. stoechas* subsp. *stoechas* örneklerinin uçucu yağındaki başlıca bileşenleri; kafur (%45.8), α -fenkon (%31.8) ve bornil asetat (%4.2) olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda farklı coğrafik yerlerden toplanan bitkinin uçucu yağ bileşenlerinde farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu durum tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin iklim ve çevresel etmenlerden etkilenmesiyle açıklanabilir (Kırıcı ve Giray, 2021).

In vitro koşullarda tıbbi ve aromatik bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisi

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, farklı çözenler olarak su, %80 metanol ve %80 etanol kullanılarak hazırlanan *L. stoechas*, *M. myrtifolia*, *O. syriacum* ve *Thymbra spicata* ekstraktlarının, patojen bakteri *Dickeya zea*'nın 10⁸ hücre/ml popülasyonuna antibakteriyel etkisinin incelendiği bu çalışmada, *In vitro* petri denemelerinde, antibakteriyel etkinin kullanılan çözenlerle değiştiği belirlenmiştir. Farklı çözenlerle hazırlanan *M. myrtifolia* bitki ekstraktının hiçbir patojenin gelişimini engellemede başarılı olamamıştır. Benzer

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

şekilde su ve %80 metanolla hazırlanan *L. stoechas*, *O. syriacum* ve *T. spicata* ekstraktları da besi yerinde patojen bakterinin gelişimini baskılayamamıştır.

Çizelge 6. Farklı çözenlerle hazırlanmış bitki ekstraktlarının *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisi

Bitkiler	Çözenler		
	Su	%80 metanol	%80 etanol
<i>Lavandula stoechas</i>	-	-	+
<i>Micromeria myrtifolia</i>	-	-	-
<i>Origanum syriacum</i>	-	-	+
<i>Thymbra spicata</i>	-	-	+

+: antibakteriyel etki var; -: antibakteriyel etki yok

Bu araştırmaya göre, bitki ekstraktı hazırlamada en başarılı çözen olarak %80 etanol belirlenmiştir. *L. stoechas*, *O. syriacum* ve *T. spicata* bitki ekstraktları hazırlanırken %80 etanol kullanıldığında mısırdaki sap çürüklüğü hastalığına neden olan *Dickeya zea* adlı patojen bakterinin besi yerinde gelişimi oldukça etkili bir şekilde baskılanmış ve antibakteriyel etkinin var olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmaya benzer şekilde Aktepe ve ark., (2024) ipek çalısı bitki ekstraktının hazırlanmasında su, metanol ve etanolün farklı konsantrasyonlarını çözen olarak kullandıklarında, bitki patojeni bakterilere ve bitki dokusuna göre değişmekle birlikte en başarılı çözenlerin %80 etanol ve metanol olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bulguların elde edildiği diğer bir çalışmada ise Göze (2010) çözen olarak su, kloroform, etil asetat ve etanol kullandığında insan patojeni olan *Pseudomonas aeruginosa*'nın popülasyonunu azaltmada kekik ve adaçayı bitkisinin etanol ekstraktının oldukça başarılı olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmada elde edilen veriler ve daha önce yapılan araştırma bulgularına göre, bitki ekstraktlarının hazırlanma aşamasında kullanılan çözenlerin antimikrobiyal etkide ne kadar önemli olduğunu bir kez daha ortaya konmuştur.

Çizelge 7'de görüldüğü gibi, bu araştırma kapsamında elde edilen veriler daha detaylı olarak incelendiğinde, çözen olarak sadece %80 etanol kullanılarak hazırlanan *T. spicata*

ekstraktının ve uçucu yağın *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. *Thymbra spicata* ekstraktı ve uçucu yağının *D. zea*'ya oluşturduğu inhibisyon zonu (mm)

Uygulamalar	Tekerrür			Ortalama
	1	2	3	
Kontrol	0.0	0.0	0.0	0.0c*
<i>T. spicata</i> su ekstraktı	0.0	0.0	0.0	0.0c
<i>T. spicata</i> %80 metanol ekstraktı	0.0	0.0	0.0	0.0c
<i>T. spicata</i> %80 etanol ekstraktı	5.0	7.0	6.0	6.0b
<i>T. spicata</i> uçucu yağı	30.5	25.0	24.5	26.7a

*: aynı istatistiki grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiştir (%5 önem düzeyinde)

Petride ölçülen inhibisyon zonları karşılaştırıldığında, bu iki uygulama kontrol grubundan farklı olarak başarılı uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. *T. spicata* %80 etanol ekstraktı ortalama 6.0 mm'lik inhibisyon zonu ile, *T. spicata* uçucu yağı ise ortalama 26.7 mm inhibisyon zonu ile başarılı uygulamalar olarak kaydedilmiştir. Ayrıca bitki ekstraktına göre uçucu yağın çok daha kuvvetli antibakteriyel etkiye sahip olduğu ölçülen inhibisyon alanlarıyla gösterilmiştir. *T. spicata* ekstraktı suyla veya %80 metanol ile hazırlandığında kontrol ile aynı grupta yer alan etkisiz uygulamalar olarak saptanmıştır.

Çizelge 8'de görüldüğü üzere *O. syriacum* uçucu yağı patojen bakteri *Dickeya zea*'ya karşı ortalama 26.3 mm inhibisyon zonu (Şekil 4.2) ile *In vitro* petri denemelerinde patojeni baskılayan başarılı uygulamalardan biri olmuştur. *Dickeya zea*'ya karşı antibakteriyel aktiviteye sahip diğer bir başarılı uygulama ise %80 etanolla hazırlanan *O. syriacum* bitki ekstraktında saptanmıştır. *O. syriacum* %80 etanol ekstraktı uygulanmış petrilerde ortalama 6.0 mm inhibisyon zonu kaydedilmiştir. Suyla veya %80 metanolla hazırlanan *T. spicata* ekstraktında olduğu gibi bu çözenler kullanıldığında *O. syriacum* bitki ekstraktı da kontrol ile aynı grupta yer alan etkisiz uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)’ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Çizelge 8. *Origanum syriacum* ekstraktı ve uçucu yağının *D. zea*’ya oluşturduğu inhibisyon zonu (mm)

Uygulamalar	Tekerrür			Ortalama
	1	2	3	
Kontrol	0	0	0	0.0a*
<i>O. syriacum</i> su ekstraktı	0	0	0	0.0c
<i>O. syriacum</i> %80 metanol ekstraktı	0	0	0	0.0c
<i>O. syriacum</i> %80 etanol ekstraktı	6	6	6	6.0b
<i>O. syriacum</i> uçucu yağı	29	26	24	26.3a

*: aynı istatistikî grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiştir (%5 önem düzeyinde)

O. syriacum uçucu yağ ana bileşenleri karvakrol (%38.76), gamma.-Terpinene (%13.65), ve p-Cymene (%17.99) olup, bu üç bileşik toplamı uçucu yağın %70.40’ını oluşturmaktadır ve uçucu yağa karakteristik koku ve özelliklerini vermektedir (Çizelge 4). Bitki ekstraktına göre uçucu yağın çok daha kuvvetli antibakteriyel etkiye sahip olması bu bileşiklerden kaynaklanmaktadır. İlgili çizelgelerden de (Çizelge 3, 4) görüldüğü gibi gerek *T. spicata*, gerekse *O. syriacum* uçucu yağları benzer olup, aynı bileşiklere sahiptir. *O. syriacum* bitkisinin sulu özütünün yalnızca karvakrol, p-Cymene ve gamma.-terpinene bakımından zengin olduğu ve metanolik özüt yeni flavonoidlere sahip olması nedeniyle bu özütlerin geniş bir patojenik mikroorganizma yelpazesine karşı etkinliği olduğu, Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteriler ve funguslar dahil olmak üzere kapsamlı bir şekilde araştırmalar yapılmıştır. Genel olarak, karvakrol açısından zengin içerik, bakteri ve funguslara karşı artan etkinlikle ilişkili olduğu, daha spesifik olarak, *O. syriacum*’un uçucu yağını kullanan bir çalışmada, yazarlar, artan lipofilik içeriğin Gram-negatif bakteri izolatlarına karşı artan antibakteriyel aktiviteyle ilişkili olduğunu, timol açısından zengin bir içeriğin ise Gram-pozitif olanlara karşı daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Aslında, timol ve karvakrolün antibakteriyel özellikleri, hücre zarının bozulması ve ATPaz aktivitesinin inhibisyonuyla bağlantılıdır, bu da hücrel

bileşenlerin deşarjına ve ATP’nin tükenmesine neden olur (Mesmar ve ark., 2022).

Çizelge 9’da görüldüğü gibi, %80 etanolle hazırlanmış *L. stoechas* ekstraktı ve uçucu yağı sırasıyla ortalama 5.0 ve 5.3 mm çapında inhibisyon zonu oluşturmuş ve aynı istatistikî grupta yer alan başarılı uygulamalar olarak belirlenmiştir. Bu uygulamaların *Dickeya zea*’ya karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Diğer bitki ekstraktlarından farklı olarak sadece bu bitki ekstraktında uçucu yağ yüksek antibakteriyel etki göstermemiştir. *T. spicata* ve *O. syriacum* bitki ekstraktı ve uçucu yağı karşılaştırıldığında uçucu yağlar çok daha yüksek antibakteriyel etki gösterirken *L. stoechas* uçucu yağının antibakteriyel etkisi %80 etanolle hazırlanmış *L. stoechas* ekstraktıyla benzer olmuştur.

Çizelge 9. *Lavandula stoechas* ekstraktı ve uçucu yağının *D. zea*’ya oluşturduğu inhibisyon zonu (mm)

Uygulamalar	Tekerrür			Ortalama
	1	2	3	
Kontrol	0	0	0	0.0b*
<i>L. stoechas</i> su ekstraktı	0	0	0	0.0b
<i>L. stoechas</i> %80 metanol ekstraktı	0	0	0	0.0b
<i>L. stoechas</i> %80 etanol ekstraktı	5	5	5	5.0a
<i>L. stoechas</i> uçucu yağı	6	5	5	5.3a

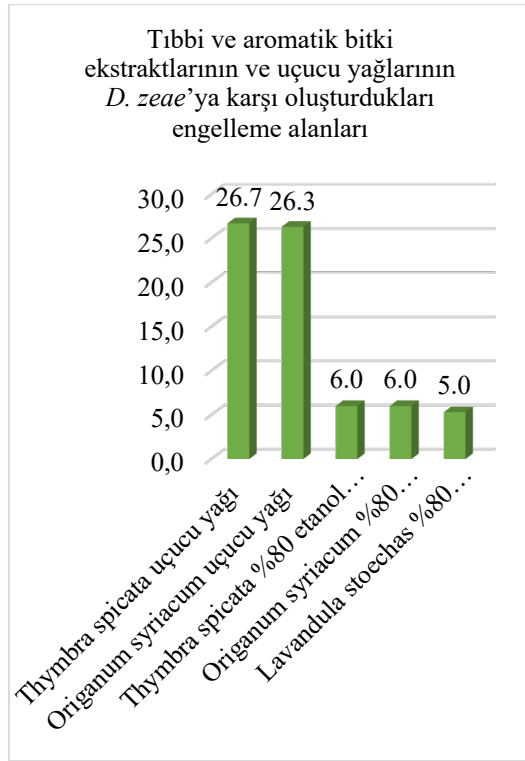
*: aynı istatistikî grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiştir (%5 önem düzeyinde)

L. stoechas ekstraktı ve uçucu yağının *D. zea*’ya oluşturduğu inhibisyon zonu (mm) dikkate alındığında antibakteriyel etki göstermemiş olup, sadece %80 etanol ekstraktı ile uçucu yağı kontrole göre daha etkili olmuşlardır. Öztürk ve ark., (2005) İzmir’den topladıkları *L. stoechas* bitkilerinin uçucu yağının antibakteriyel/antifungal etkisini disk difüzyon yöntemiyle aptamışlar ve *Proteus vulgaris*’e (ATCC 6897) standart antibiyotiklerden daha kuvvetli antibakteriyel, *Candida albicans* ATCC 10239 fungusuna karşı Nistanin’e yakın düzeyde antifungal etki gösterdiğini saptamışlardır.

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Farklı çözümlerle (su, %80 metanol ve %80 etanol) hazırlanmış *M. myrtifolia* bitki ekstraktları ve uçucu yağının *In vitro* petri denemelerinde *Dickeya zea*'ya herhangi bir antibakteriyel etkisinin olmadığı saptanmıştır (Çizelge 10). Petrilere herhangi bir inhibisyon zonu oluşumu meydana gelmemiştir.

Tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, *In vitro* petri denemelerinde *Dickeya zea*'ya en yüksek antibakteriyel etki 26.7 ve 26.3 mm engelleme alanıyla *T. spicata* ve *O. syriacum* uçucu yağlarında olmuştur. Bunları, çözümler olarak %80 etanolün kullanıldığı *T. spicata*, *O. syriacum* ve *L. stoechas* bitki ekstraktları ile *L. stoechas* uçucu yağı takip etmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Tıbbi ve aromatik bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının *D. zea*'ya antibakteriyel etkisi

Ülkemizin hemen hemen her yöresinde endemik olarak doğada kendiliğinden yetişen çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkiler bulunmaktadır. Bunlar ülkemizin doğal zenginlikleridir ve bunlardan insan, hayvan ve bitki sağlığında faydalanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin

sahip olduğu ikincil metabolitler pek çok hastalık etmeninin popülasyonlarını baskılamada oldukça başarılı olabilir (Greff ve ark., 2023). Bauyahya ve ark., (2017) Fas'ta topladıkları *L. stoechas* bitkisinin uçucu yağı askorbik asit ve Trolox ile karşılaştırdıklarında önemli bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. En yüksek inhibisyon, sırasıyla 23 ± 0.85 ve 21 ± 0.25 mm'lik bir çap inhibisyonu ile *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* MBLA'ya karşı elde edilmiştir. En düşük MIC (Minimum İnhibisyon konsantrasyonu) ve MBC (Minimum bakterisidal konsantrasyonu) değerleri *L. monocytogenes*'e karşı elde edilmiştir (MİK=MBC=0.25% (h/h)). Uçucu yağ, $0.9 \pm 0.45\%$ (h/h)'lik bir IC50 (%50 inhibisyon konsantrasyonu) değeri ile *L. major*'a karşı en aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan, *L. stoechas* uçucu yağlarının gıda ve ilaç endüstrilerinde potansiyel uygulamalara sahip olabileceği bildirilmiştir.

Bu araştırmada da mısırdaki bakteriyel sap çürüklüğü hastalığına neden olan *Dickeya zea*'ya antibakteriyel özellikteki bitkiler tespit edilmiştir. Bunlardan ekstraktlar hazırlanırken kullanılması gereken çözümler de detaylı olarak incelenmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen bu doğal ürünler, özellikle organik tarım alanlarında başarıyla kullanılabilen kaynaklar olarak değerlendirilebilirler. Pek çok hastalığın çözümünün doğada olduğunun da göstergesidirler. Hastalıkları baskılamada etkili olan tıbbi ve aromatik bitkilerin etken maddeleri ortaya çıkarıldıktan sonra bunlardan yeni pestisitler geliştirilebilir. Bu yönüyle de yeni bitki koruma ürünlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacakları da açıktır (Aktepe ve ark., 2024). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen bu doğal ürünler, sadece hastalıkları baskılamaz bunun yanında bitkideki hastalıklara dayanıklılık mekanizmalarını harekete geçirirler. Yapılan bazı araştırmalarda bunların bitkideki dayanıklılık mekanizmasını harekete geçiren elisitörler gibi davrandıklarından söz edilmektedir (Karami-Osboo ve ark., 2010; Kotan ve ark., 2014). Entegre hastalık yönetiminde farklı yöntemler bir arada kullanıldığında hastalıklardan kaynaklanan verim kayıplarının önüne geçilebilir. Bitki hastalıklarının yönetiminde

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

tercih edilen uygulamalara tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen bu doğal ürünler de dahil edilebilir. Örneğin *Dickeya zea*'nın neden olduğu mısırdaki bakteriyel sap çürüklüğü hastalığının yönetiminde tohum uygulamaları oldukça önemlidir. Fiziksel ve kimyasal tohum uygulamaları yanında tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen bitki ekstraktlarının ve uçucu yağların tohuma uygulanması (Altundağ ve Asım, 2011; Mengülluoğlu ve Soylu, 2012; Kotan ve ark., 2014) da bir alternatif çözüm olabilir.

Bitki ekstraktlarının hazırlanmasının kolaylığı, bitkiye veya tohuma uygulanabilirliği, etkisinin geleneksel kimyasallara göre daha yüksek olması, ucuz oluşu ve insan sağlığına zarar vermemesi nedeniyle farklı ülkelerde pek çok üreticinin tercihi olmuştur (Simeon ve Abubakar, 2014; Popovic ve ark., 2017; El-habbak ve Refaat 2019; Jiang ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2023). Bunlara ek olarak hedef dışı canlılara (balıklar, arılar, kuşlar gibi) zararı olmadığından çevre dostu uygulamalardır ve tarımın sürdürülebilir olmasına katkı sağlarlar. Böylece çevre dostu bu uygulamalar ülkemizin doğal dengesinin korunmasına da katkı sunar (Greff ve ark., 2023). Bu nedenlerle tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen bu doğal ürünlerin tarımda daha fazla kullanılması teşvik edilmelidir.

Sonuç

Bu çalışmada, ülkemiz için önemli tıbbi ve aromatik bitkiler olan *L. stoechas*, *M. myrtifolia*, *O. syriacum* ve *T. spicata* bitkileri Antakya ili Kırıkhan ilçesine bağlı Ceylanlı Köyü Alan yaylasından toplanmıştır. Bu bitkilerin %80 etanol, %80 metanol ve steril saf su gibi farklı çözümlerle ekstraktları hazırlanmış ve ayrıca bunların uçucu yağları elde edilerek mısırdaki bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığına neden olan *Dickeya zea*'ya antibakteriyel etkisi *In vitro* petri denemeleriyle araştırılmıştır. Antibakteriyel etkinin kullanılan çözümlerle değiştiği saptanmış ve bitki ekstraktı hazırlamada en başarılı çözümler olarak %80 etanol belirlenmiştir.

In vitro petri denemelerinde *Dickeya zea*'ya en yüksek antibakteriyel etki 26.7 ve 26.3 mm engelleme alanıyla *T. spicata* ve *O. syriacum*

uçucu yağından elde edilmiştir. Bunları, çözümler olarak %80 etanolün kullanıldığı *T. spicata*, *O. syriacum* ve *L. stoechas* bitki ekstraktları ile *L. stoechas* uçucu yağı takip etmiştir.

Araştırmada kullanılan bitkilerin uçucu yağ bileşenleri incelendiğinde ise *T. spicata*'nın uçucu yağ ana bileşenlerini karvakrol (%24.51), Gamma-Terpinene (%23.69), thymol (%20.83), p-Cymene (%15.57) oluşturmuştur. *O. syriacum* uçucu yağ ana bileşenini ise karvakrol (%38.76), p-Cymene (%17.99), gamma-terpinene (%13.65) oluşturmuştur. *L. stoechas* uçucu yağ ana bileşenini ise linalool (%32.34), linalyl acetate (%17.46) okaliptol (%8.35) ve kafur (%7.60) oluşturmuştur. Burada özellikle *T. spicata* ve *O. syriacum* uçucu yağlarının ana bileşenleri olan karvakrol, p-Cymene ve gamma-terpinene'nin bu etkiden sorumlu oldukları düşünülmektedir. *L. stoechas* uçucu yağında ise linalool, linalyl acetate, okaliptol ve kafurdan kaynaklanması olasıdır.

Gelecekte yapılacak daha detaylı araştırmalarla bu tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen ürünler, özellikle organik tarım alanlarında mısır tohumlarına uygulanabilir. Ayrıca bu ürünler yeni pestisitlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Doğrudan bitkiye uygulanması halinde bakteriyel hastalıklarla mücadelede kullanılabilir. Sonuç olarak, bitki hastalıklarının entegre yönetiminde tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı önerilebilir. Özellikle bu ürünlerin doğada kendiliğinden yetişmesi nedeniyle, ulaşılabilir olmaları, hazırlanışlarının kolay oluşu ve bitkiye uygulama kolaylıkları göz önüne alındığında daha detaylı araştırmalardan sonra üreticinin kullanımına sunulabilir hale getirilebilirler.

Teşekkür

Değerli görüş ve önerileriyle bu çalışmaya katkı sağlayan ve patojen bakteri izolasyonu temin eden Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Yeşim Aysan'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aktepe, B. P., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., ve Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

- antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg. 16(1):34–41.
- Aktepe, B. P., Ferahoğlu, E., Kırıcı, S., ve Aysan, Y. (2024). Chemical components of different solvent extracts of *Asclepias curassavica* L. and antibacterial effect of the extracts on tomato pathogens. 3rd Int. Conf. Res. Agric. Food Technol. (I-CRAFT-2023), 4–6 Oct. 2023, Adana, Türkiye.
- Alejandro, C., Vanessa, O. R., Ramiro, M. G., Virginia, T., ve Jose, T. (2015). *Lavandula stoechas* essential oil from Spain: aromatic profile determined by gas chromatography–mass spectrometry, antioxidant and lipoxygenase inhibitory bioactivities. Ind. Crops Prod. 73:16–27.
- Alma, M. H., Mavi, A., Yıldırım, A., Digrak, M., ve Hirata, T. (2003). Türkiye’de yetişen *Origanum syriacum* L.’den elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşiminin ve *in vitro* antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin taranması. Biol. Pharm. Bull. 26(12):1725–1729.
- Altundağ, Ş., ve Aslim, B. (2011). Effect of some endemic plants essential oils on bacterial spot of tomato. J. Plant Pathol. 93(1):37–41.
- Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., ve Cabras, P. (2006). Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. J. Agric. Food Chem. 54(12):4364–4370.
- Anonim (2024). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104a&ndlocale=tr> [Son Erişim: 08.01.2024].
- Basim, H., Yegen, O., ve Zeller, W. (2000). Antibacterial effect of essential oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on some plant pathogenic bacteria. J. Plant Dis. Prot. 279–284.
- Başer, K. H. C. (2001). Her derde deva bir bitki: kekik. Bilim Tek. Derg. 402(26):74–77.
- Bouyahya, A., Et-Touys, A., Abrini, J., Talbaoui, A., Fellah, H., Bakri, Y., ve Dakka, N., 2017. *Lavandula stoechas* essential oil from Morocco as novel source of antileishmanial, antibacterial and antioxidant activities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 12, 179–184.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., ve Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. Food Control 15(3):169–172.
- Baydar, H. (2021). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Yayın No:2328, 270-276, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Baytop, T. (1997). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu yayınları 578: 206, Ankara
- Benali, T., Habbadi, K., Bouyahya, A., Khabbach, A., Marmouzi, I., Aanniz, T., ve Hammani, K. (2021). Phytochemical analysis and study of antioxidant, anticandidal, and antibacterial activities of *Teucrium polium* subsp. *polium* and *Micromeria graeca* (Lamiaceae) essential oils from Northern Morocco. Evid.-Based Complement. Altern. Med. 2021:1–10.
- Bozkurt, İ. A., Soylu, S., Kara, M., ve Soylu, E. M. (2020). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils isolated from medicinal plants against gall-forming plant pathogenic bacterial disease agents. KSU Tarım Doğa Derg. 23(6):1474–1482.
- Caplik, D., Kusek, M., Kara, S., Seyrek, A., ve Celik, Y. (2022). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zea* in Turkey. New Dis. Rep. 45(1). <https://doi.org/10.1002/ndr2.12070>
- Chishti, S., Kaloo, Z. A., ve Sultan, P. (2013). Medicinal importance of genus *Origanum*: A review. J. Pharmacogn. Phytother. 5(10):170–177.
- Çetinkaya-Yıldız, R., ve Aysan, Y. (2022). Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yetişen mısır (*Zea mays*) bitkisinin yeni bir bakteriyel hastalığı: *Dickeya zea*’nın neden olduğu bakteriyel sap çürüklüğü. MKU Tarım Bilim. Derg. 27(3):493–501. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1119953>
- Davis, P.H. (1965-1988). Flora of Turkey and The East Aegean Island, I_X. Edinburgh Univ. Press

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

- Dob, T., Dahmane, D., Agli, M., ve Chelghoum, C. (2006). Essential oil composition of *Lavandula stoechas* from Algeria. *Pharm. Biol.* 44(1):60–64.
- El Gendy, A. N., Leonardi, M., Mugnaini, L., Bertelloni, F., Ebani, V. V., Nardoni, S., ve Pistelli, L. (2015). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of wild and cultivated *Origanum syriacum* plants grown in Sinai, Egypt. *Ind. Crops Prod.* 67:201–207.
- El-Habbak, M. H., ve Refaat, M. H. (2019). Molecular detection of the causative agent of the potato soft rot, *Pectobacterium carotovorum*, in Egypt and essential oils as a potential safe tool for its management. *Egypt. J. Biol. Pest Control* 29:1–10.
- Farhat, M., Tóth, J., Héthelyi, B. É., Szarka, S., ve Czigle, S. (2012). Analysis of the essential oil compounds of *Origanum syriacum*. *Eur. Pharm. J.* 59(2):6–14.
- Ferahoğlu, E., Çürük, U., Coğalan, D., Kırıcı, S., ve Çakan, H. (2022). Çukurova koşullarında yetiştirilen *Origanum* türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Türk. J. Biodivers.* 5(2):75–85.
- Formisano, C., Oliviero, F., Rigano, D., Saab, A. M., ve Senatore, F. (2014). Chemical composition of essential oils and *in vitro* antioxidant properties of extracts and essential oils of *Calamintha origanifolia* and *Micromeria myrtifolia*, two Lamiaceae from the Lebanon flora. *Ind. Crops Prod.* 62:405–411.
- Giray, E. S., Kırıcı, S., Kaya, D. A., Türk, M., Sönmez, Ö., ve İnan, M. (2008). Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. *Talanta* 74(4):930–935.
- Göze, E. Y. (2010). Çeşitli bitki ekstraktlarının *Pseudomonas aeruginosa*'da çevreyi algılama sistemi üzerine etkilerinin incelenmesi. (Doktora tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Greff, B., Sáhó, A., Lakatos, E., ve Varga, L. (2023). Biocontrol activity of aromatic and medicinal plants and their bioactive components against soil-borne pathogens. *Plants* 12(4):706.
- Guan, Y., Chen, W., Wu, Y., Hu, Y., Wang, H., He, Z., ve Zheng, H. (2019). First report of corn stalk rot caused by *Dickeya zeae* on sweet corn in Shanghai, China. *J. Plant Pathol.* 102:557–558. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00447-8>
- Gürsoy, U.K., Gürsoy, M., Gürsoy, O.V., Cakmakci, L., Kononen, E., ve Uitto, V.J., 2009. Anti-biofilm properties of *Satureja hortensis* L. essential oil against periodontal pathogens. *Anaerobe*, 15, 164–167.
- Hancı, S., Sahin, S., ve Yılmaz, L., 2003. Isolation of volatile oil from thyme (*Thymbra spicata*) by steam distillation. *Food/Nahrung*, 47(4), 252–255.
- İnan, M., Kirpik, M., Kaya, D. A., ve Kirici, S. (2011). Effect of harvest time on essential oil composition of *Thymbra spicata* L. growing in flora of Adıyaman. *Adv. Environ. Biol.* 5(2):356–358.
- Jiang, S., Zhang, J., Yang, Q., Sun, D., Pu, X., Shen, H., ve Lin, B. (2021). Antimicrobial activity of natural plant compound carvacrol against soft rot disease agent *Dickeya zeae*. *Curr Microbiol* 78:3453–3463.
- Karami-Osboo, R., Khodaverdi, M. and Ali-Akbari, F. 2010. Antibacterial effect of effective compounds of *Satureja hortensis* and *Thymus vulgaris* essential oils against *Erwinia amylovora*. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12 (1): 35–45.
- Karman, M. (1971). Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler, denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. *Bornova, İzmir* 279s.
- Katar, D., Katar, N., ve Can, M. (2021). Farklı azot dozlarının dağ kekiği (*Origanum syriacum* var. *bevanii*)'nin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Türk J Agric Eng Res (TURKAGER)* 2(1):206-215. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v02i01.016>
- Kırıcı, S., Bayram, E., Tansı, S., Arabacı, O., Baydar, H., Telci, İ., İnan, M., Kaya, D.

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

- A., ve Özel, A. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde mevcut durum ve gelecek. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*, 13–17 Ocak, Bildiri Kitabı-1:505-528, Ankara, Türkiye.
- Kırıcı, S., ve Giray, S. (2021). Aromatik bitkilerden esans yağ elde etmede kullanılan ekstraksiyon yöntemleri. *Esans Yağlar (Üretimi, Gıdada ve Hayvan Beslemede Kullanımı)* (Ed: Öztürk, E., Tekeli, A.), 36-63. Iksad Publications. ISBN: 978-625-8007-39-8.
- Kırmızıbekmez, H., Demirci, B., Yeşilada, E., Başer, K. H. C., ve Demirci, F. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* growing wild in Turkey. *Nat Prod Commun* 4(7):1934578X0900400727.
- Koçer, O. (2021). Hatay yöresinde yetişen *Thymbra spicata* L. (Zahter/Karabaş Kekiği) bitkisinin uçucu yağ oran ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 27:446-449. <https://doi.org/10.31590/ejosat.963053>
- Kotan, R., Cakir, A., Ozer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dadasoglu, F., ve Kazaz, C. (2014). Antibacterial effects of *Origanum onites* against phytopathogenic bacteria: Possible use of the extracts for protection against diseases caused by some phytopathogenic bacteria. *Sci Horti* 172:210-220.
- Küçük, S., Altıntaş, A., Demirci, B., Koca, F., ve Başer, K. H. C. (2019). Morphological, anatomical and phytochemical characterizations of *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* growing in Turkey. *Nat Volat Essent Oils* 6(2):9-19.
- Lelliott, R. A., ve Stead, D. E. (1987). Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. In: Preece, T. F. (Ed.), *Methods in Plant Pathology* (p. 219). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Maral, H., ve Kırıcı, S. (2019). Changes within the daytime of essential oil content and composition of zahter (*Thymbra spicata* L.) grown in Ermenek conditions. *Turk J Agric-Food Sci Technol* 7:13-16.
- Marin, M., Novaković, M., Tešević, V., Kolarević, S. M., ve Vuković-Gačić, B. (2015). Antimicrobial activity of the essential oil of wild-growing *Micromeria thymifolia* (Scop.) Fritsch. *J BioSci Biotechnol* 4(1):29-31.
- Martinez-Cisneros, B. A., Juarez-Lopez, G., Valencia-Torres, N., Duran-Peralta, E., ve Mezzalama, M. (2014). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zea* in Mexico. *Plant Dis* 98(9). <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0198-PDN>
- Mengüllüoğlu, M., ve Soylu, S. (2012). Antibacterial activities of essential oils extracted from medicinal plants against seed-borne bacterial disease agent, *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Res Crops* 13(2):641-646.
- Mesmar, J., Abdallah, R., Badran, A., Maresca, M., ve Baydoun, E. (2022). *Origanum syriacum* phytochemistry and pharmacological properties: A comprehensive review. *Molecules* 27:4272. <https://doi.org/10.3390/molecules27134272>
- Meyers, M., 2005. Oregano and Marjoram: An Herb Society of America Guide to the Genus *Origanum*. The Herb Society of America, Kirtland, OH, USA, 105–108.
- Mirik, M., ve Aysan, Y. (2005). Effect of some plant extracts as seed treatments on bacterial spot disease of tomato and pepper. *J Turk Phytopathol* 34(1-2-3).
- Mladenova, T., Stoyanov, P., Denev, P., Dimitrova, S., Katsarova, M., Teneva, D., ve Bivolarska, A. (2021). Phytochemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the Balkan endemic *Micromeria frivaldszkyana* (Degen) Velen. (Lamiaceae). *Plants* 10(4):710.
- Myung, I., Jeong, I. H., Moon, S. Y., Kim, W. G., Lee, S. W., Lee, Y. H., Lee, Y., Shim, H. S., ve Ra, D. S. (2010). First report of bacterial stalk rot of sweet corn caused by *Dickeya zea* in Korea. *New Dis Rep* 22:15. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2010.022.015>

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)'ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

- Nishat, A., ve Mall, T. P. (2009). Prevalence of maize diseases in Bahraich (U.P.). *Ann Plant Prot Sci* 17(2):512-513.
- Öksel, C., ve Mirik, M. (2015). Zeytin dal kanseri etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'ye karşı *in vitro* koşullarda farklı bitkilerin uçucu yağlarının etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*.
- Özel, M. Z., Gogus, F., ve Lewis, A. C. (2003). Subcritical water extraction of essential oils from *Thymbra spicata*. *Food Chem* 82(3):381-386.
- Özel, A., ve Tekin, F. (2021). Determination of morphogenetic variability in essential oil ratio and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25(3):315-325. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.895711>
- Öztürk, B., Konyalıoğlu, S., Kantarcı, G., ve Çetinkol, D. (2005). İzmir yöresindeki yabani *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* taksonundan elde edilen uçucu yağın bileşimi, antibakteriyel, antifungal ve antioksidan kapasitesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 15(1):61-72.
- Popović, T., Kostić, I., Milićević, Z., Gašić, K., Kostić, M., Dervisevic, M., ve Krnjajić, S., 2017. Essential oils as an alternative bactericide against soft-rot bacteria, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. In: Book of Proceedings: VIII International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2017", Jahorina (Vol. 8, pp. 1377–1383). East Sarajevo: University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Republic of Srpska.
- Prokić, A., Zlatković, N., Kuzmanović, N., Ivanović, M., Gašić, K., Pavlović, Ž., ve Obradović, A. (2020). Identification and characterization of *Dickeya zea* strains associated with maize stalk soft-rot in northern Serbia. *Eur J Plant Pathol* 157(3):685-691. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02019-4>
- Reifschneider, F. J. B., ve Lopes, C. A. (1982). Bacterial top and stalk rot of maize in Brazil. *Plant Dis* 66:519-520. <https://doi.org/10.1094/PD-66-519>
- Sah, D. N. (1991). Influence of environmental factors on infection of maize (*Zea mays* L.) by *Erwinia chrysanthemi* pv. *zea*. *J Inst Agric Anim Sci* 12:41-45.
- Sargin, S. A. (2015). Ethnobotanical survey of medicinal plants in Bozyazı district of Mersin, Turkey. *J Ethnopharmacol* 173:105-126.
- Simeon, A. U., ve Abubakar, A. (2014). Evaluation of some plant extracts for the control of bacterial soft rot of tubers. *Am J Exp Agric* 4(12):1869-1876.
- Soylu, S., Soylu, E. M., Baysal, O., ve Zeller, W. (2006). Antibacterial activities of the essential oils from medicinal plants against the growth of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Mitt Biol Bundesanst Land Forstwirtschaft* 408:82.
- Stefanaki, A., Cook, C. M., Lanaras, T., ve Kokkini, S. (2018). Essential oil variation of *Thymbra spicata* L. (Lamiaceae), an East Mediterranean "oregano" herb. *Biochem Syst Ecol* 80:63-69.
- Suriani, B. P., Junaid, M., ve Muis, A. (2021). The presence of bacterial stalk rot disease on corn in Indonesia: A review. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci* 911:012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012058>
- Thind, B. S., ve Payak, M. M. (1985). A review of bacterial stalk rot of maize in India. *Trop Pest Manag* 31(4):311-316. <https://doi.org/10.1080/09670878509371007>
- Tübives. (2025). Tıbbi ve aromatik bitkilerin yayınlıları. <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php>
- Yanchang, Y., Ziting, Y., Muqing, Z., Chengwu, Z., ve Baoshan, C. (2021). First report of stalk bacterial soft rot of sugarcane caused by *Dickeya zea* in China. *Plant Dis* 105(4):1188. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2234-PDN>

Bazı Tıbbi Bitkilerin Mısır Sap Çürüklüğü (*Dickeya zea*)’ne Karşı Antibakteriyel Etkilerinin Araştırılması

Zhang, J., Tian, Y., Wang, J., Ma, J., Liu, L., Islam, R., ve Shen, T. (2023). Inhibitory effect and possible mechanism of oregano and clove essential oils against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* as onion soft rot in storage. *Postharvest Biol Technol* 196:112164.