



Research /Araştırma

SATUREJA TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞ VE EKSTRELERİNİN FASULYEDE BAKTERİYEL PATOJENLERE KARŞI ANTİBAKTERİYEL ETKİSİ

Mesude Figen DÖNMEZ^{1*}, Badel UYSAL ŞAHİN², Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK³

ÖZET

Yapılan bu araştırmada; *Satureja cuneifolia* Ten., *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss., *Satureja thymbra* L., *Satureja hortensis* L. ve *Satureja cilicica* P. H. Davis türlerinden elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerinin fasulyede önemli verim ve kalite kayıplarına yol açan *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*-(Psp) ve *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*-(Cff) patojenlerine karşı antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. *In vitro* çalışmada uçucu yağların bakteri strainleri üzerinde önemli ve farklı oranlarda inhibisyon zonları oluşturduğu, bitki ekstrelerinin ise etkisiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bitkisel uçucu yağların fasulye patojenlerine karşı oluşturduğu minimal inhibisyon konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. *In vivo* çalışmada uçucu yağ uygulamalarının tohum çimlenmesine, enfekteli kotiledon sayısına ve hastalık şiddetine etkisi de değerlendirilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla patojenle inokule edilen bitkilerde yağ uygulamalarının hepsinin hastalık şiddetini önemli seviyede düşürdüğü, özellikle *S. cuneifolia* ve *S. spicigera* bitkilerine ait uçucu yağların hastalık gelişimini %100 engellediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Uçucu yağ, *Satureja* spp., Antibakteriyel Aktivite, *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*

ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF ESSENTIAL OILS AND EXTRACTS OF SATUREJA SPECIES AGAINST PLANT PATHOGENIC BACTERIA IN BEAN

ABSTRACT

In this study, antibacterial properties of essential oils and extracts obtained from *Satureja cuneifolia* Ten., *Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss., *Satureja thymbra* L., *Satureja hortensis* L. and *Satureja cilicica* P. H. Davis against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*-(Psp) and *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*-(Cff) which led to significant losses in yield and quality on beans was investigated. *In vitro* study, essential oils showed antibacterial effect against all tested plant pathogenic bacteria with important and different rate inhibition zone and plant extracts showed ineffective. Also minimal inhibitory concentration values of essential oils determined against bean plant pathogenic bacteria. *In vivo* study, effects of essential oils on germination, the number of infected cotyledons, disease severity were evaluated. All essential oils applications significantly reduced the disease severity as compared to control. Especially, essential oils obtained from *S. cuneifolia* and *S. spicigera* were found to inhibited disease severity 100%.

Keywords: Essential oil, *Satureja* spp., Antibacterial Activity, *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*

¹ Mesude Figen DÖNMEZ (Orcid ID: 0000-0002-7992-8252), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

² Badel UYSAL ŞAHİN (Orcid ID: 0000-0003-4061-769X), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

³ Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK (Orcid ID: 0000-0003-2450-6850) Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mesude Figen DÖNMEZ, e-mail: mesude.figen.donmez@igdir.edu.tr

GİRİŞ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Leguminoceae familyasına ait tek yıllık ılıman iklim bitkisidir ve birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de en fazla tüketilen sebzelerden birisidir (Elçi, 1998; Yılmaz ve Yazgan, 1998). Protein (% 18-31,6), mineral maddeler ve vitaminler bakımından oldukça zengin olan fasulye, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip yemeklik baklagiller arasında ilk sırayı almaktadır (Yılmaz ve Yazgan, 1998). Bunun en önemli nedenleri; yetiştiriciliğinin kolaylığı, pazar ve besin değerinin yüksek oluşu, taze, kuru veya konserve olarak tüketilebilir olmasıdır (Güncan, 1990, Zengin, 1998).

Dünyada fasulye üretimi yaklaşık 55 milyon tondur. 127 328 ha ekim alanı ve 580 949 ton üretim miktarı ile fasulye Türkiye’de nohut ve mercimekten sonra 3. sırada yer almaktadır (Anonim, 2020).

Önemli bir üretim ve tüketim alanına sahip olan fasulye bitkisinde, fungal, bakteriyel ve viral patojenlerin neden olduğu bazı hastalıklardan dolayı verim ve kalite önemli ölçüde düşmektedir (Açıkgöz, 1984). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Psp) patojeninin neden olduğu bakteriyel hale yanıklığı hastalığının Türkiye’nin farklı bölgelerinde ciddi kayıplara neden olduğu rapor edilmiştir (Dönmez ve ark., 2004). *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* tarafından oluşturulan bakteriyel hale yanıklığı çok tehlikeli fasulye hastalıklarından birisidir. Patojen bitkinin yaprak ve baklasında simptome neden olmakta, inokulumun mevcut olduğu yerlerde fasulye verimi ve bakla kalitesi oldukça düştüğü için önemli ölçüde zarara yol açmaktadır (Çınar, 1988; Hall, 1994). Ilık ve kuru hava koşullarında etkili olan bir diğer hastalık ise fasulye bakteriyel solgunluğu (Bacterial Wilt)’dur (Hall, 1994). Hastalığı oluşturan patojen Enterobacteriaceae familyasında yer alan *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones.’ dir (Goto, 1992; Hall, 1994). Hastalığın başlangıç simptomsu çimlenen bitki yapraklarının solması ve bitkide kahverengi-yeşil ya da kırmızımsı kahve renk değişimidir (Çınar, 1988). Solan enfekteli bitki yaprakları pörsümekte ve sonra kuruyup zarlaşmaktadır (Çınar, 1988; Hall, 1994). Solma, vasküler sistem boyunca, patojenin hücrelerdeki suyun hareketini engellemesi sonucunda meydana gelmektedir (Hall, 1994). İletim demetleri yoluyla meyve enfekte olmakta, olgunlaşmamış meyvede lekeler sarı-yeşil olgunlaşmış olanlarda ise kahverengi-yeşil renkte olmaktadır (Çınar, 1988).

Fasulyede hastalığa neden olan bu patojenler için enfekteli bitki artıkları, tohum, toprak ve yabancı otlar inokulum kaynağıdır. Tohum kontaminasyonu, bakterilerin yaşamını sürdürmesinde oldukça önemli olmakta, böylece hastalıklar hem lokal hem de geniş alanlara yayılmaktadır. Patojenlerin tohumda uzun yıllar canlı kalabilmesi ve böceklerle taşınması da bu hastalıklarla mücadeleyi oldukça güçleştirmektedir. Uygulanan kültürel mücadele yöntemleri, bitkilerin sağlıklı olarak yetiştirilmesi için iklim ve toprak yönünden alınması gereken tedbirler, rotasyon, bitkilerin vejetasyon döneminin ayarlanması, patojenden ari tohum ve fide kullanımı, hastalık etmenlerinin yayılmasını önleyici uygulamalar (sanitasyon ve eradikasyon) şeklindedir (Döken ve ark., 2000). Ancak yapılan çalışmalar bakteriyel hastalıklar ile mücadelede kültürel önlemlerin gerekli fakat yeterli olmadığını göstermiştir (Dönmez ve ark., 2000). Bunun sonucunda kimyasalların kullanımı oldukça artmış ve bu durum mikroorganizmalarda dayanıklı ırkların gelişimi, insanlarda akut ve kronik zehirlenmeler, çevre kirliliği, mikrobiyal flora içerisindeki interaksiyonların negatif etkilenmesi ve doğal dengenin bozulması gibi birçok olumsuz etkiyi de beraberinde getirmiştir (Dönmez ve ark., 2004).

Ekolojik tarımın önem kazanmasıyla birlikte hastalıkların kontrolünde faydalı mikroorganizmaların ve antimikrobiyal özelliğe sahip bitkisel ürünlerin kullanımı gündeme gelmiştir. Ülkemizde bitkilerden elde edilen ekstre ve uçucu yağların hastalık etmenlerine karşı antimikrobiyal etkisi ile ilgili çalışmalar son yıllarda hızla artarak önemli bir yer tutmaktadır. (Duru ve ark., 2003; Kordali ve ark., 2007a, 2007b; Kordali ve ark., 2008, 2009).

Bitki florası açısından oldukça zengin olan Türkiye’de yaklaşık 9000 kadar bitki türünün yetişmekte olduğu ve bunların birçoğunun uzun yıllardır tıbbi ilaç ham maddesi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu kadar geniş çeşitliliğe sahip olunması, bitki hastalıklarına karşı ekstre ve uçucu yağların kullanımında bu bitkileri önemli bir potansiyel haline getirmiştir (Koçak ve Poyraz, 2004). Bu amaçla kullanılan bitkiler içerisinde özellikle kekik türleri (*Satureja*, *Origanum*, *Thymus*, *Thymbra*) özel bir yere sahiptir. Kekik türleri içerisinde ise Satureja cinsi hem yayılış hem de ekonomik ve sağlık açısından dikkat çekmektedir. *Satureja* türlerinin ekstraktlarının ve uçucu yağlarının antimikrobiyal etkiye sahip olması, ekonomik önemi olan patojenlere karşı engelleyici etki göstermeleri hastalıklarla mücadele yöntemleri içerisinde önemli bir yer almasına neden olmuştur (Deans ve Svoboda, 1989; Regnault-Roger ve ark., 2004; Pavela, 2006). Yapılan bu çalışmada; coğrafi özellikleri ve farklı iklim kuşaklarında yer alması nedeniyle bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir durumda olan ülkemizin faunasında doğal olarak yetişen *Satureja* türlerinden elde edilen uçucu yağ ve ekstrelerinin fasulye bitkisinde hastalığa neden olan *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*’ya karşı antibakteriyel etkinliği belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada Kullanılan Bitki Türleri ve Fasulye Patojeni Bakteri Strainleri

Çalışmada, Dağ kekiği (*Satureja cuneifolia* Ten), Trabzon kekiği (*Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss.), Limon kekiği (*Satureja thymbra* L.), Kaya kekiği (*Satureja hortensis* L.) ve Sivri kekik (*Satureja cilicica* P. H. Davis) türleri bitki materyali olarak kullanılmış ve sırasıyla Konya, Trabzon, Antalya, Erzurum ve Konya illerinden Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında toplanmıştır. Çalışmada bakteri straini olarak Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ’in doktora tezinde elde ettiği 2 farklı bakteriyel patojene (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*-(Psp), *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*-(Cff))’e ait 10’ar strain kullanılmıştır.

Bitkilerden uçucu yağ ve ekstrelerin elde edilmesi

Güneş almayan gölgeli ortamlarda bitkiler kurutulduktan sonra bitki örnekleri öğütücü değirmende öğütülerek toz haline getirilmiş ve bez torbalara koyularak serin depo şartlarında muhafaza edilmiştir. Kurutulan bitki örneklerinin uçucu yağları Clevenger düzeneği kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile ekstre edilerek susuz sodyum sülfat ile sudan arındırılmıştır. Kloroform Rotary evaporatörde düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Ekstrelerin elde edilmesinde ise, öğütülen bitkilerden 100’er gr alınarak 1000 ml’lik balonlara konulmuş ve balonlara ayrı ayrı 500’er ml kloroform ve etanol ilave edilmiştir. 48 saat sonunda bitki materyalleri ve organik çözücüler ince bir tülbentten süzülüp bitki materyalleri süspansiyondan ayrılmıştır. Toplanan karışımdan organik çözücüler evaporatör yardımıyla uzaklaştırılarak bitki ekstraktları elde edilmiştir.

Uçucu yağ ve ekstrelerin patojenlere karşı inhibisyon zon değerlerinin belirlenmesi

Hazırlanan bakteriyel strainler TSA besi yerinde geliştirilmiş ve her biri 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon haline getirilerek 10^8 hücre/ml konsantrasyona ayarlanmıştır. Ardından

süspansiyonlardan 100 µl alınarak TSA besi yerine aktarılmış, steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Besi yerleri steril kabin içerisinde 10 dk bekletilerek kurutulduktan sonra uçucu yağlar ve ekstreler emdirilen (12.5 µl/disk) Oxoid standard (blank) diskler eşit aralıklarla ve her petriye 3 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Hazırlanan petriyerler 28 °C’de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Sonra diskler etrafındaki bakteri gelişmeyen bölgenin yarıçapı (inhibisyon zonu) mm olarak ölçülmüştür. *In vitro* denemede elde edilen ölçüm değerleri SPSS (versiyon 17) istatistik programı kullanılarak ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve Duncan’s çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0,05$) ile uygulamalar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

Uçucu yağların minimal inhibisyon konsantrasyonlarının (MIC) belirlenmesi

Test edilen bitkisel yağlardan inhibisyon zonu oluşturanların MIC değerlerinin hesaplanması için ekstrelerin ve yağların %10 dimetilsülfoksit (DMSO) çözeltisi ile başlangıç dilusyonu 1/1 v/v olacak şekilde on kat seri dilusyonları hazırlanmıştır (500, 250, 125, 62.5, 31.25, 16.5, 8.25, 4.12, 2.1 µl/ml yağ / % 10 DMSO veya 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 16.5, 8.25, 4.12, 2.1 µg/ml ekstre / % 10 DMSO). TSA besi yerinde geliştirilen bakteri strainleri, 0.1 M PSB tamponu içerisinde süspansiyon edilerek konsantrasyonlar 10^8 hücre/ml’ye ayarlanmıştır. Ardından bu süspansiyonlardan 100 µl alınıp TSA besi yerine aktararak steril bir cam baget ile besi ortamına homojen bir şekilde yayılmıştır. Daha sonra bakteri ekimi yapılmış besi yerlerine, direkt farklı konsantrasyonlar da uçucu yağlar emdirilmiş olan (12.5 µl/disk) diskler eşit aralıklarla her petriye 6 adet olacak şekilde yerleştirilerek kültürler 28 °C’de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnhibisyon zonunun oluşup oluşmadığına bakılmış, inhibisyon zonunun olduğu en küçük konsantrasyon MIC değeri olarak belirlenmiştir.

***In vitro* şartlarda patojen ile enfekte edilen tohumların bitkisel yağ ile muamele edilmesi**

Tohumlar 30 dakika steril suda bekletildikten sonra %95’lik etil alkolde 5 dakika tutulmuş ve ardından etil alkol uzaklaştırılmıştır. Takiben %10’luk çamaşır suyunda 5 dakika daha bekletilmiş ve 5 kez steril suda yıkanarak kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanan %10 DMSO çözeltisi ile farklı konsantrasyonlarda (1/5, 1/10, 1/25, 1/50, 1/100, 1/125, 1/250, 1/500 ve 1/1000 v/v) hazırlanan bitkisel ekstre ve uçucu yağ solüsyonlarından deney tüplerine 2’şer ml aktarılmış, Nutrient Broth’da (NB) geliştirilen ve konsantrasyonu 10^8 hücre/ml’ye ayarlanan 24 saatlik patojen bakteri solüsyonundan ise bu tüplere 100’er µl ilave edilmiştir. İçerisine 40’ar adet tohum atılan bu tüpler hematolojik çalkalayıcıda 24 saat inkübe edilerek bitkisel yağ ve patojen bakterinin tohuma kodlanması sağlanmıştır. Daha sonra tohumlar içinde steril kurutma kâğıtları olan petriyerde kurumaya bırakılmıştır. TSA besi yerlerine her petriye 10 adet tohum olacak şekilde tohumlar transfer edilerek petriyerin etrafı parafilm ile kaplanmış ve 28 °C’de 5–10 gün süre ile inkübe edilmiştir. Negatif kontrol olarak uçucu yağ, pozitif kontrol olarak ise bakteri solüsyonu kullanılmıştır. Patojen ile kaplanan tohumlar, tabanına kurutma kağıdı yerleştirilen petriyerlere aktarılmış ve kurutma kâğıtları steril su ile doyurularak oda sıcaklığında tohumlar çimlendirilmeye bırakılmıştır. Petriyerin etrafı parafilm ile kapatılmış ve günlük olarak çimlenen tohum sayıları kaydedilmiştir. 20. günün sonunda kotiledon yapraklar incelenerek enfekteli çıkış sayıları kaydedilmiştir.

***In vivo* şartlarda patojen ile enfekte edilen tohumların bitkisel yağ ile muamele edilmesi**

Petri denemelerine paralel olarak patojenle enfekteli ve uçucu yağ ile muamele edilen tohumlar saksılara transfer edilerek sera koşullarında (%90 nem ve 24–28 °C sıcaklıkta) geliştirilmiş ve çimlenen bitki sayıları ve hastalık şiddeti izlenerek kaydedilmiştir. Hastalık

şiddetinin belirlenmesinde 1–5 skalası kullanılmış (1: Hastalık yok; 2: Bitkilerin %25'i hastalıklı; 3: Bitkilerin %50'si hastalıklı; 4: Bitkilerin % 75'i hastalıklı; 5: Bitkilerin tamamı hastalıklı) ve uygulamalar 3 kez tekrar edilmiştir. Sonuçlar; SPSS istatistik programında varyans analizine göre değerlendirilmiş, uygulamalar arasındaki farklılığın önem derecesini belirlemek için Duncan ($p=0.05$) testi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

In vitro şartlarda *Satureja* türlerine ait uçucu yağların antibakteriyel etkisi

Yapılan çalışma sonuçları değerlendirildiğinde uçucu yağların çalışılan bakteriler üzerinde önemli ve farklı oranlarda inhibisyon zonları oluşturduğu, bitki ekstrelerinin ise etkisiz olduğu tespit edilmiştir. *S. cuneifolia* uçucu yağının Cff 422, Cff 429, *S. spicigera* uçucu yağının Cff 351, Cff 584 üzerinde bakterisit etkiye sahip olduğu saptanmıştır. *S. hortensis* uçucu yağının sadece Cff 428'e karşı bakterisit etki gösterdiği, *S. thymbra* uçucu yağının ise hiçbir patojen üzerinde bakterisit etki oluşturmadığı tespit edilmiştir. Mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal özellik gösteren uçucu yağların etki dereceleri aynı cinsin türleri arasında farklılık göstermekle birlikte Cff'e karşı en etkili uçucu yağ 21.57 mm yarıçapa sahip inhibisyon zonuyla *S. hortensis* olmuştur. İkinci olarak *S. spicigera* (16.55 mm), üçüncü *S. thymbra* (15.55 mm), dördüncü *S. cilicica* ve beşinci *S. cuneifolia* (15.12 mm) etkili bulunmuştur (Çizelge 1) (Şekil 1.A).

Çizelge 1. *Satureja* türlerine ait uçucu yağların Cff strainlerinin gelişimi üzerine antibakteriyel etkisi

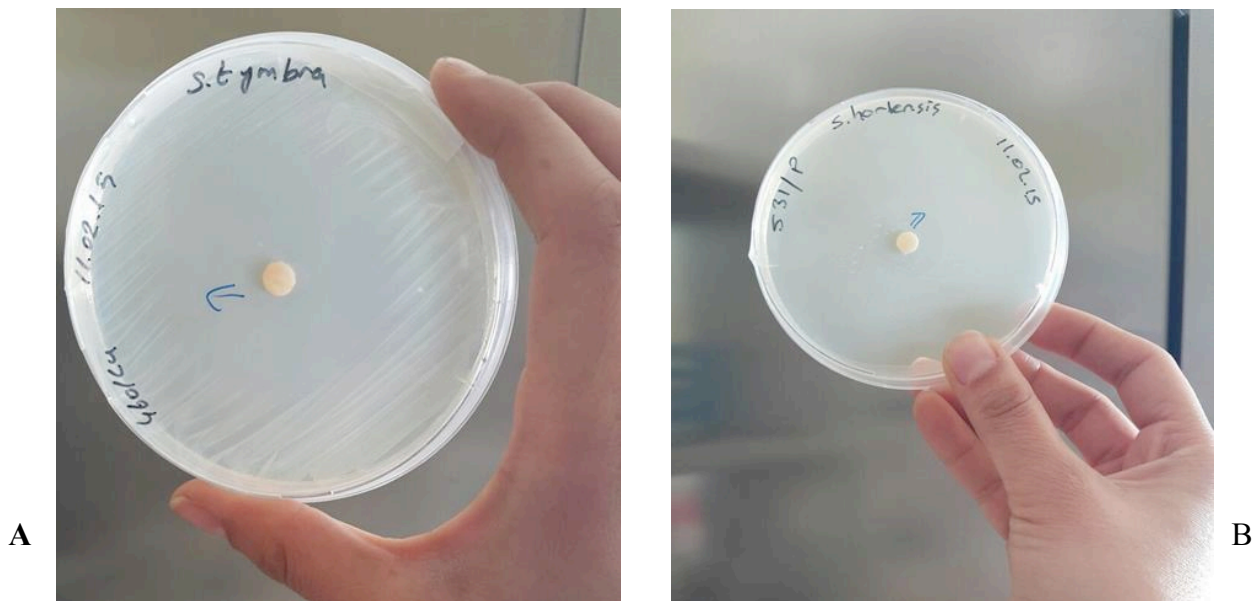
Patojen Bakteriler	<i>Satureja</i> Türüne Ait Uçucu Yağlar ve Oluşturdukları İnhibisyon Zonları (r; yarı çap/mm)				
	<i>S.cuneifolia</i>	<i>S. spicigera</i>	<i>S. thymbra</i>	<i>S.hortensis</i>	<i>S.cilicica</i>
Cff 47	12.89	11.21	14.85	21.57	10.53
Cff 351	15.12	GY	13.40	15.77	15.33
Cff 422	GY	14.01	12,61	18.99	13.74
Cff 428	11.55	13.45	15.55	GY	12.21
Cff 429	GY	16.55	11.70	13.37	14.38
Cff 430	12.69	13.22	15.50	14.08	14.09
Cff 452	11.70	15.99	13.00	20.41	11.56
Cff 455	7.23	15.67	13.45	10.00	14.64
Cff 460	10.53	1.37	14.42	15.90	13,69
Cff 584	10.14	GY	14.37	18.72	14.10

*GY; Gelişme yok

Psp strainlerine karşı uçucu yağların antimikrobiyal etkisi incelendiğinde Psp'ya karşı *S. spicigera* uçucu yağının en büyük inhibisyon zonu (18.05 mm) oluşturduğu görülmüştür. Daha sonra *S. cuneifolia* uçucu yağının (17.59 mm) etkili olduğu bulunmuştur. *S. hortensis* uçucu yağının 16.89 mm inhibisyon zonu ile üçüncü, *S. cilicica*'nın 10.70 mm zonla dördüncü ve *S. thymbra* uçucu yağının ise 7.65 mm ile beşinci sırada etki gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağların antibakteriyel etkinliğinin, diğer patojen türlerine kıyasla Psp üzerinde daha düşük zonlarda meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 2) (Şekil 1.B).

Çizelge 2. *Satureja* türlerine ait uçucu yağların Psp strainlerinin gelişimi üzerine antibakteriyel etkisi

Patojen Bakteriler	<i>S.cuneifolia</i>	<i>S. spicigera</i>	<i>S. thymbra</i>	<i>S.hortensis</i>	<i>S.cilicica</i>
Psp 343	17.59	10.87	3.98	13.18	4.50
Psp 360	3.99	5.51	5.09	7.24	2.25
Psp 457	3.59	3.62	5.15	14.80	4.80
Psp 483	18.65	18.05	7.65	12.91	7.19
Psp 510	3.45	15.77	3.94	1.89	5.31
Psp 519	10.13	2.34	4.28	7.30	3.47
Psp 522	2.28	7.77	4.94	9.50	3.62
Psp 554	4.43	9.19	5.47	10.57	10.70
Psp 561	3.57	8.07	5.47	9.30	2.68
Psp 566	3.98	9.53	5.75	11.66	1.09



Şekil 1. *Satureja thymbra* L. uçucu yağının Cff (A) ve Psp'nın (B) gelişimi üzerine antimikrobiyal etkinliği

Uçucu yağların minimal inhibisyon konsantrasyonları (MIC)

Satureja hortensis bitkisinden elde edilen uçucu yağın, Cff ve Psp strainlerine karşı petri denemelerinde oluşturduğu minimal inhibisyon konsantrasyonu değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. *S. hortensis* uçucu yağının fasulye patojenlerini engellediği en düşük konsantrasyon Psp için 31.25 – 62.5 ve 125 µl, Cff patojeni için 31.25 – 62.5 - 125 ve 250 µl olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. *Satureja hortensis* uçucu yağının Psp ve Cff strainleri üzerinde oluşturduğu MIC Değerleri

<i>Satureja hortensis</i>							
	500 µl	250 µl	125 µl	62.5 µl	31.25 µl	15.63 µl	MIC
343/p	13.74	9.84	8	7.7	-	-	62.5
360/p	26.64	8.98	8.78	8.6	-	-	62.5
457/p	13.60	9.32	8.82	8.52	-	-	62.5
483/p	8.34	8.28	7.94	7.8	-	-	62.5
510/p	16.58	8.92	8.68	8.04	-	-	62.5
519/p	9.24	8.76	8.34	7.22	-	-	62.5
522/p	20.18	9.72	8.74	8.56	-	-	62.5
554/p	8.22	7.48	7.46	-	-	-	
561/p	8.60	7.64	7.4	7.4	-	-	62.5
566/p	16.74	8.74	7.6	7.36	7.16	-	31.25
47/cu	19.96	13.86	9.04	7.54	-	-	62.5
351/cu	32.30	8.6	6.76	-	-	-	125
422/cu	25.52	8.18	8.14	-	-	-	125
428/cu	37.56	10.28	9.08	8.48	7.54	-	31.25
429/cu	8.78	7.72	8.38	7.2	-	-	125
430/cu	17.2	8.16	7.9	7.46	-	-	62.5
452/cu	15	10.86	8.04	-	-	-	125
455/cu	9.30	8.2	-	-	-	-	250
584/cu	18.76	8.8	8	7.16	-	-	62.5
460/cu	23.36	10.18	8.48	-	-	-	125

Satureja thymbra uçucu yağının MIC değeri Psp için 15.63 ve 500 µl, ve Cff patojeni için ise 15.63 ve 250 µl arasında saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. *Satureja thymbra* uçucu yağının Psp ve Cff strainleri üzerinde oluşturduğu MIC Değerleri

<i>Satureja thymbra</i>							
	500 µl	250 µl	125 µl	62.5 µl	31.25 µl	15.63 µl	MIC
343/p	12.30	-	-	-	-	-	500
360/p	17.70	8.3	7.84	7.26	-	-	62.5
457/p	18.62	8.54	8.2	7.82	-	-	62.5
483/p	10.62	8.96	7.6	7.26	-	-	62.5
510/p	10.34	8.54	9.28	8.54	8.8	7.78	15.63
519/p	22.96	9.16	8.56	7.46	-	-	62.5
522/p	21.94	9.48	8.68	7.86	-	-	62.5
554/p	11.22	8.28	8.28	9.94	7.86	8.8	31.25
561/p	21.48	11.02	8.68	-	-	-	125
566/p	10.08	9.6	7.96	8.1	7.38	7.46	31.25
47/cu	18.72	9.76	7.78	7.32	6.84	6.5	15.63
351/cu	42.60	7.78	-	-	-	-	250
422/cu	25.54	9.54	9.42	7.68	7.82	8.26	62.5
428/cu	28.68	20.34	9	7.56	-	-	62.5
429/cu	23.08	11	9.2	8.52	8.06	10.88	31.25
430/cu	21.96	17.78	8.98	8.7	6.72	6.42	15.63
452/cu	34.46	11.5	7.4	9.6	-	-	125
455/cu	45.82	10.84	9.16	7.54	7.02	7.14	31.25
584/cu	20.18	12.4	9.74	7.96	7.34	6.62	15.63
460/cu	25.36	9.84	9.42	8.6	7.44	-	31.25

Satureja cuneifolia uçucu yağının MIC sonuçları değerlendirildiğinde; Psp strainlerine ait MIC değeri 31.25 – 62.5 - 125, 250 ve 500 µl,, Cff grubu patojenlere ait değerler ise 15.63, 31.25 ve 250 µl olarak kaydedilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *Satureja cuneifolia* uçucu yağının Psp ve Cff strainleri üzerinde oluşturduğu MIC Değerleri

<i>Satureja cuneifolia</i>							
	500 µl	250 µl	125 µl	62.5 µl	31.25 µl	15.63 µl	MIC
343/p	12.22	8.36	7.94	6.94	-	-	62.5
360/p	9.52	8.8	8.36	7.52	-	-	62.5
457/p	8.86	8.48	8.26	7.48	-	-	62.5
483/p	12.02	8.58	7.68	7.04	-	-	62.5
510/p	11.10	8.68	7.08	6.9	-	-	62.5
519/p	9.00	7.98	7.9	7.32	-	-	62.5
522/p	9.06	8	7.96	7.28	-	-	62.5
554/p	10.92	9.46	8	8.12	7.58	-	31.25
561/p	10.10	8.44	8.4	7.9	-	-	62.5
566/p	12.18	8.78	8.26	8.16	-	-	62.5
47/cu	11.78	8.88	8.64	8.14	7.92	7.2	15.63
351/cu	9.50	8.1	8	7.76	7.52	6.6	15.63
422/cu	10.88	9.58	8.88	7.9	7.54	7.04	15.63
428/cu	10.70	8	8.54	8.42	7.6	7.42	15.63
429/cu	10.76	9.02	8.68	7.62	7.74	7.72	15.63
430/cu	9.02	8.1	7.82	7.64	7.68	7.44	15.63
452/cu	9.50	9.06	8.66	7.78	7.42	7.06	15.63
455/cu	11.38	8.02	8.7	8.34	8.9	-	250
584/cu	9.34	8.98	8.76	8.68	7.62	7.12	15.63
460/cu	8.76	8.5	7.52	7.22	7.1	6.4	15.63

Psp strainleri için *S. spicigera* uçucu yağı MIC değeri 15.63-31.25 µl arasında tespit edilirken Cff patojenleri için 15.63- 250 µl arasında MIC değeri oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. *Satureja spicigera* uçucu yağının Psp ve Cff strainleri üzerinde oluşturduğu MIC Değerleri

<i>Satureja spicigera</i>							
	500 µl	250 µl	125 µl	62.5 µl	31.25 µl	15.63 µl	MIC
343/p	12.10	9.78	8.4	7.9	7.2	-	31.25
360/p	8.40	8.40	8.12	-	-	-	125
457/p	7.62	7.46	7.38	-	-	-	125
483/p	9.88	-	-	-	-	-	500
510/p	9.68	7.54	-	-	-	-	62.5
519/p	12.34	8.88	7.6	6.66	-	-	250
522/p	11.72	-	-	-	-	-	500
554/p	12.14	-	-	-	-	-	500
561/p	10.86	-	-	-	-	-	500
566/p	10.48	-	-	-	-	-	500
47/cu	30.76	22.7	9.02	7.86	7.74	7.52	250
351/cu	32.98	10.36	9.06	8.46	8.16	7.16	15.63
422/cu	33.72	21.54	8.62	8.18	7.76	-	31.25
428/cu	14.54	8.26	7.8	7.28	6.9	-	31.25
429/cu	24.76	18.82	8.5	7.74	7.2	-	31.25
430/cu	38.40	37.52	9.26	7.82	7.72	7.22	15.63
452/cu	35.12	34.94	9.98	8.52	8.4	7.5	15.63
455/cu	27.48	25.38	9.58	7.96	6.86	-	31.25
584/cu	23.76	19.12	9.16	7.78	7.6	6.82	15.63
460/cu	32.40	29.36	23	8.4	7.46	7.24	15.63

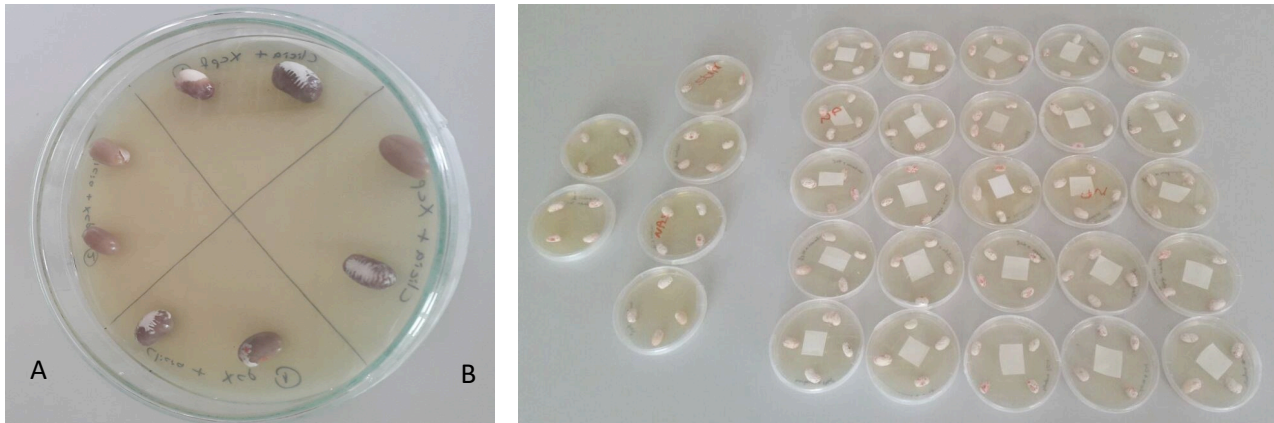
Satureja cilicica uçucu yağının fasulye patojenlerinden Psp strainleri üzerinde oluşturduğu MIC değeri 15.63- 31.25 µl arasında bulunurken, Cff strainleri için yağın 15.63- 250 µl konsantrasyonda zon oluşturarak patojenlerin gelişimlerini engellediği kaydedilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. *Satureja cilicica* uçucu yağının Psp ve Cff strainleri üzerinde oluşturduğu MIC Değerleri

	<i>Satureja cilicica</i>						
	500 µl	250 µl	125 µl	62.5 µl	31.25 µl	15.63 µl	MIC
343/p	17.54	11.94	10.48	9.42	8.9	9.2	31.25
360/p	-	-	-	-	-	-	15.63
457/p	15.22	15.02	12.6	11.74	12.2	9.14	15.63
483/p	13.82	12.84	9.78	10	10.58	7.90	15.63
510/p	20.12	16.24	12.8	8.46	7.92	7.60	15.63
519/p	14.84	10.88	10.84	10.82	11.22	9.22	15.63
522/p	13.94	11.28	11.1	11.36	10.68	10.32	15.63
554/p	34.02	30.28	26.88	16.16	11.92	-	31.25
561/p	-	-	-	-	-	-	15.63
566/p	24.64	24.28	20.1	14.54	11.34	8.96	15.63
47/cu	8.12	7.92	7.78	-	-	-	125
351/cu	9.08	8.52	8	7.74	-	-	62.5
422/cu	9.06	8.18	8.12	7.78	7.76	7.24	15.63
428/cu	13.20	9.92	10	-	-	-	250
429/cu	25.28	13.66	12.44	12.04	11.42	11.30	15.62
430/cu	12.24	9.84	11.04	8.78	-	-	62.5
452/cu	8.38	8.06	7.78	8.44	7.76	7.16	15.63
455/cu	39.70	17.3	10.42	13.5	11.78	9.68	15.63
584/cu	19.76	8.58	8.26	7.7	7.48	s	15.63
460/cu	33.08	27.56	8.76	8.24	7.38		15.63

***In vitro* şartlarda patojenler ile enfekte edilen tohumların bitkisel yağlar ile interaksiyonu**

Yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan tohumlar önce tohum kaynaklı patojenler ile muamele edilmiş ardından bitki türlerinin uçucu yağları ile bulaştırılarak içerisinde NA bulunan petrilere transfer edilmiştir. Yapılan ilk petri denemesinde *in vitro* çalışmalarda antibakteriyel etki gösteren bitki türlerinin uçucu yağlarının fitotoksik etkisinden dolayı tohumların çimlenme gücünü kaybettiği görülmüştür (Şekil 2.A). Bu problemin uçucu yağın, tohumla muamele süresi ve konsantrasyonuna bağlı olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle patojen ile enfekte edilen tohumların direk çözünen yağ ile muamelesi yerine petri kutularında petrilere kapağına sabitlenen kurutma kâğıtlarına 10 µl miktarda yağ emdirilmesi ile tohumlar gaz etkisine maruz bırakılmıştır (Şekil 2.B). Bu uygulamada fitotoksik etkinin olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 2. Uçucu yağın fitotoksik etkisi (A), tohumların gaz etkisine maruz bırakılması (B)

Uçucu yağlarının petri denemesinde tohumların çimlenmesi üzerine gösterdiği fitotoksik etkiden dolayı, saksı denemesine geçmeden bir ön çalışma olarak bardaklar içerisindeki topraklara uygulama yapılmış tohumlar ekilmiştir. Uygulama sonrası sadece su ile muamele edilen tohumların çimlendiği ancak yağ uygulaması yapılan tohumların çimlenme göstermediği tespit edilmiştir.

In vitro çalışma sonuçları Çizelge 8, 9, 10 ve 11’de belirtilmiştir. Uçucu yağ uygulamasının tohum çimlenmesine etkisi değerlendirildiğinde; *S. cuneifolia* ve *S. spicigera* uçucu yağlarının çimlenmeye olumsuz etki etmediği petrielerde kontrole aynı sayıda tohumun çimlendiği belirlenmiştir. *S. hortensis*, *S. thymbra* ve *S. cilicica* uçucu yağlarının ise kontrole kıyaslandığında tohum çimlenmesinde çok az düşüşe sebep oldukları tespit edilmiştir. Çalışmanın enfekteli kotiledon çıkışına etkisi değerlendirildiğinde; *S. cuneifolia* ve *S. spicigera* uçucu yağları ile muamele edilen bütün patojenlerle kodlu tohumlarda enfekteli tohum çıkışı görülmemiştir. *S. cilicica* yağı ile muamele edilen Cff kodlu tohumlarda da hastalıklı kotiledon tespit edilmemiştir. Patojen uygulamalarında ise enfekteli kotiledon çıkışı Psp için % 100, Cff için % 80 olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 8. *Satureja* türüne ait uçucu yağların çimlenen tohum ve Psp ile enfekteli kotiledon sayısına etkisi

Uygulamalar	Enfekteli Kotiledon Sayısı	Çimlenen Bitki Sayısı
Psp + <i>S. cuneifolia</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Psp + <i>S. spicigera</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Psp + <i>S. thymbra</i>	2.0 ± 0.0 b	7.0 ± 0.0 b
Psp + <i>S. hortensis</i>	2.0 ± 0.0 b	6.0 ± 0.0 a
Psp + <i>S. cilicica</i>	2.0 ± 0.0 b	8.0 ± 0.0 c
<i>S. cuneifolia</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
<i>S. spicigera</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
<i>S. thymbra</i>	0.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 b
<i>S. hortensis</i>	0.0 ± 0.0 a	6.0 ± 0.0 a
<i>S. cilicica</i>	0.0 ± 0.0 a	8.0 ± 0.0 c
Negatif Kontrol	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Pozitif Kontrol	8.0 ± 0.0 c	8.0 ± 0.0 c

Çizelge 9 *Satureja* türüne ait uçucu yağların çimlenen tohum ve Cff ile enfekteli kotiledon sayısına etkisi

Uygulamalar	Enfekteli Kotiledon Sayısı	Çimlenen Bitki Sayısı
Cff + <i>S. cuneifolia</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Cff + <i>S. spicigera</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Cff + <i>S. thymbra</i>	1.0 ± 0.0 b	8.0 ± 0.0 b
Cff + <i>S. hortensis</i>	1.0 ± 0.0 b	7.0 ± 0.0 a
Cff + <i>S. cilicica</i>	0.0 ± 0.0 b	7.0 ± 0.0 c
<i>S. cuneifolia</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
<i>S. spicigera</i>	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
<i>S. thymbra</i>	0.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 b
<i>S. hortensis</i>	0.0 ± 0.0 a	6.0 ± 0.0 a
<i>S. cilicica</i>	0.0 ± 0.0 a	8.0 ± 0.0 c
Negatif Kontrol	0.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 d
Pozitif Kontrol	7.0 ± 0.0 c	10.0 ± 0.0 c

***In vivo* Şartlarda Patojen ile Enfekte Edilen Tohumların Bitkisel Yağ ile Muamele Edilmesi**

Tohumların direk uçucu yağ ile muamelesinin toksik etkiden dolayı çimlenmeyi önlediği için enfekteli tohumların kapalı bir ortamda uçucu yağın gaz etkisinden faydalanılarak kullanılabilirlikleri test edilmiştir. Petriye yerleştirilen kurutma kâğıtlarına her bir yağdan 10 µl emdirilmiş ve patojenlerle inokule edilen fasulye tohumları 1 saat bu şekilde muamele edildikten

sonra saksıya transfer edilmiştir. Uygulama sonrası 20. günde çimlenen tohum sayıları ile ilgili sonuçlar belirlenmiştir.

In vivo şartlarda yapılan uygulamalar değerlendirildiğinde uçucu yağların çimlenme oranında istatistiki olarak önemli bir olumsuz etkisinin olmadığı hem de hastalık şiddetinde önemli bulunan düşümlere sebep olduğu görülmektedir. Saksı denemesinde bütün uygulamalarda negatif kontrol (steril su sprey edilmiş) ve sadece beş *Satureja* türüne ait uçucu yağ ile muamele edilen bitkilerde hastalık oluşumu gözlenmemiştir.

Fasulyede hale yanıklığı hastalığına neden olan Psp'nin hastalık şiddeti 4.75 olarak belirlenirken Psp + *S. thymbra*'nın 2, Psp + *S. hortensis*'in 1.5 ve Psp + *S. cilicica*'nın hastalık şiddeti 1.25 olarak kaydedilmiştir. Psp + *S. cuneifolia* ve Psp + *S. spicigera* uygulamalarının yapıldığı bitkilerde ise patojenin bitkiyi enfekte edemediği ve hastalığın oluşmadığı görülmüştür (Çizelge 10).

Çizelge 10. *Satureja* Türüne Ait Uçucu Yağların Çimlenen Bitki Sayısı ve Psp'nin Hastalık Şiddeti Üzerine Etkisi

Uygulamalar	Hastalık Şiddeti	Çimlenen Bitki Sayısı
Psp + <i>S. cuneifolia</i>	1.0 ± 0.0 a	9.75 ± 0.35 g
Psp + <i>S. spicigera</i>	1.0 ± 0.0 a	9.25 ± 0.0 f
Psp + <i>S. thymbra</i>	2.0 ± 0.0 d	7.75 ± 0.0 b
Psp + <i>S. hortensis</i>	1.5 ± 0.0 c	7.75 ± 0.0 b
Psp + <i>S. cilicica</i>	1.25 ± 0.0 b	7.0 ± 0.0 a
<i>S. cuneifolia</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 e
<i>S. spicigera</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 e
<i>S. thymbra</i>	1.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 a
<i>S. hortensis</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 e
<i>S. cilicica</i>	1.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 a
Negatif Kontrol	1.0 ± 0.0 a	8.0 ± 0.0 c
Pozitif Kontrol	4.75 ± 0.0 e	8.5 ± 0.0 d

Çalışmada fasulye bakteriyel solgunluk hastalığına neden olan etmenin hastalık şiddeti 2.25 olarak saptanmıştır. *S. thymbra* ve *S. cilicica* uçucu yağlarının patojenle muamele edilen bitkilere etkisi değerlendirildiğinde ise hastalık şiddeti sırasıyla 1.25 ve 2 olarak bulunmuştur. Cff + *S. cuneifolia* ve Cff + *S. spicigera* kombinasyonlarında ise bitkilerde hastalık simptomu görülmemiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. *Satureja* Türüne Ait Uçucu Yağların Çimlenen Bitki Sayısı ve Cff'in Hastalık Şiddeti Üzerine Etkisi

Uygulamalar	Hastalık Şiddeti	Çimlenen Bitki Sayısı
Cff + <i>S. cuneifolia</i>	1.0 ± 0.0 a	9.00 ± 0.00 g
Cff + <i>S. spicigera</i>	1.0 ± 0.0 a	9.25 ± 0.0 g
Cff + <i>S. thymbra</i>	1.25 ± 0.0 b	7.25 ± 0.0 b
Cff + <i>S. hortensis</i>	1.0 ± 0.0 a	7.50 ± 0.0 c
Cff + <i>S. cilicica</i>	2.0 ± 0.0 c	9.25 ± 0.0 g
<i>S. cuneifolia</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 f
<i>S. spicigera</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 f
<i>S. thymbra</i>	1.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 a
<i>S. hortensis</i>	1.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.0 f
<i>S. cilicica</i>	1.0 ± 0.0 a	8.0 ± 0.0 e
Negatif Kontrol	1.0 ± 0.0 a	7.0 ± 0.0 a
Pozitif Kontrol	2.25 ± 0.0 d	7.88 ± 0.17 d

Satureja'nın çeşitli türlerinden izole edilen uçucu yağların, antimikrobiyal, antiviral ve antioksidan gibi biyolojik özelliklere sahip olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gulluce ve ark., 2003; Skocibusic ve ark., 2006). Soylu ve ark., (2003) tarafından yapılan

çalışmada farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağların fasulye hale yanıklığı etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*'ya karşı antibakteriyel etkisi araştırılmış ve kekik uçucu yağının tüm uçucu yağlar arasında bakteriyel etmene karşı en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Chorianopoulos ve ark., 2004, *Satureja* türlerinden elde edilen uçucu yağların oldukça yüksek bakterisidal etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Eriş (2006)'ya göre farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağların tohum kökenli domates bakteriyel hastalık etmenlerine karşı antibakteriyel etkisi araştırılmış ve kullanılan tüm uçucu yağların test edilen bakteriyel etmenlere karşı değişen konsantrasyonlarda antibakteriyel etkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Baydar ve ark., 2004 *Satureja* türlerinden elde edilen uçucu yağların bakteri gelişimi üzerinde engelleyici etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Adiguzel ve ark., 2007 yaptıkları çalışmada *S. hortensis*'ten elde edilen uçucu yağın *in vitro* koşullarda antimikrobiyal aktivitesini ve GC-MS aracılığıyla uçucu yağın kimyasal bileşimini araştırmışlardır. *S. hortensis*'in uçucu yağının 25 bakteri, 8 mantar ve bir maya olan *Candida albicans*'a karşı aktivite gösterdiğini, yağın ana bileşenlerinin timol (% 40.54), γ -terpinen (% 18.56), karvakrol (% 13.98) ve p-simen (8.97) olduğunu tespit etmişler ve minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerlerinin 15.62 ile 250 μ l/ml arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Oke ve ark., 2009'a göre *S. cuneifolia* yağının ana bileşenlerinin, karvakrol (% 44.99) ve p-simen (% 21.61) olduğu, *S. cuneifolia*'nın uçucu yağı, test edilen tüm gıda kaynaklı ve bozucu bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği test edilen bakteriler için minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerleri 600-1400 μ g/ml aralığında olduğu belirlenmiştir.

Karami ve ark., 2010 *S. hortensis*'den elde edilen uçucu yağların bakteriyel patojen olan *Erwinia amylovora*'nın gelişimini engellediğini, Giweli ve ark., 2012, *S. thymbra*'nın incelemiş oldukları 8 bakteri üzerinde bakterisit etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Badawy ve Abdelgaleil 2014 yapmış oldukları çalışmada farklı bitkilerden (*Artemisia judaica*, *A. monosperma*, *Callistemon viminalis*, *Citrus aurantifolia*, *C. lemon*, *C. paradisi*, *C. sinensis*, *Cupressus macrocarpa*, *C. sempervirens*, *Myrtus communis*, *Origanum vulgare*, *Pelargonium graveolens*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium cumini*, *Schinus molle*, *S. terebinthifolius*, *Thuja occidentalis* ve *Vitex agnus-castus*) izole ettikleri uçucu yağları, *Agrobacterium tumefaciens* ve *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* etmenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri açısından test etmişlerdir. Sonuç olarak uçucu yağların farklı derecelerde antibakteriyel etki gösterdiğini ve minimum inhibisyon konsantrasyon (MIC) değerlerine göre, yağların *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ve *Agrobacterium tumefaciens* üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Dadaşoğlu ve ark., 2017 yapmış oldukları çalışmada biber ve domateste bakteriyel yaprak leke hastalığına neden olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* bakteriyel patojenine karşı *Satureja hortensis*, *Satureja spicigera*, *Origanum onites* ve *Origanum rotundifolium* bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının tohum dezenfektanları olarak antibakteriyel etkinliğini ve potansiyel kullanımını test etmişlerdir. Sonuç olarak *in vitro* test sonuçlarına göre, uçucu yağların petri plakalarındaki patojene karşı inhibisyon bölgesine dayalı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiğini ve uçucu yağların inhibisyon zonları ve MIC değerlerinin sırasıyla 29-42 mm ve 15.62-125 μ l / mL arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Adebola ve ark., 2018 tarafından yapılan çalışmada karpuzda bakteriyel leke hastalığına neden olan *Acidovorax citrulli*'ye karşı 6 farklı tıbbi bitkinin (*Entada africana*, *Vitex doniana*, *Lawsonia inermis*, *Azadirachta indica*, *Acalypha hispida* ve *Nauclea latifolia*) antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları yapılmış çalışmalarla uyumlu olmakla birlikte değerlendirilen *S. cuneifolia*, *S. spicigera*, *S. thymbra*, *S. hortensis*, *S. cilicica* uçucu yağlarının fasulyede hale yanıklığı ve bakteriyel solgunluk hastalıklarına neden olan *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*

ve *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens*'e karşı karşı güçlü bir önleyici etki sergileyebileceğini göstermiştir.

SONUÇ

Fitopatogen bakteriler; bitkilerde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olan biyotik etmenlerdir. Yapılan pek çok çalışmada zamanla fitopatogen bakterilerin kimyasallara karşı dayanıklılık kazandığı bilinmektedir. Sentetik pestisitlerin çevre, insan ve hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı ekolojik tarımın önem kazanmasıyla birlikte hastalıkların kontrolünde sentetik pestisitlere alternatif olarak doğal bileşiklerin kullanımı oldukça önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında *Satureja* türlerinden *S. cuneifolia*, *S. spicigera*, *S. thymbra*, *S. hortensis*, *S. cilicica*'ya ait uçucu yağların hem *in vitro* hem de *in vivo* denemelerde Cff ve Psp strainlerinin gelişimini engellediği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda *Satureja* türleri ile yapılan tüm uygulamaların patojen uygulamaları (Psp, Cff) yapılmamış kontrole göre hastalık şiddetinde istatistiki olarak oldukça önemli bir düşüşe sebep olduğu belirlenmiştir. Özellikle *S. cuneifolia* ve *S. spicigera* uçucu yağlarının saksı denemesinde fasulye patojenlerinin gelişimini %100 önlediği tespit edilmiştir.

Bu bitki türlerine ait uçucu yağların bakterilere karşı oldukça etkili olması, bakteriyel patojenlerle mücadelede pestisitlere alternatif bir kontrol yöntemi olabileceklerini ve tarım sistemlerinde kullanılabilirlikleri üzerinde yoğunlaşılması gerektiğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

2014-FBE-B01 numaralı projenin desteklenmesinde verdikleri katkıdan dolayı Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, S., 1984. Erzincan ve Erzurum yörelerinde *Phaseolus vulgaris* L. üzerindeki virüslerin tanılanması, yayılışları ve zararları üzerinde araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Adiguzel, A., Ozer, H., Kiliç, H., Cetin, B., 2007. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. Czech Journal of food sciences, 25(2), 81.
- Adebola, M.O., Bello, I.M., Aremu, M.B., Kalesanvo, A.O., 2018. Evaluation Of Six Medicinal Plant Leaf Extracts Against *Acidovorax citrulli* Causing Bacterial Blotch Of Watermelon. Journal of Science, Technology, Mathematics and Education (JOSTMED), 14(2), 31 – 41.
- Anonim, 2020. FAO- Faostat Statistics Division, <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, (Erişim tarihi: 11.10.2020).
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., 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.
- Badawy, M. E., Abdelgaleil, S. A. 2014. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. Industrial Crops and Products, 52, 776-782.
- Chorianopoulos, N., Kalpoutzakis, E., Aligiannis, N., Mitaku, S., Nychas, G. J., Haroutounian, S.A., 2004. Essential oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus* species: chemical composition and antibacterial activities against foodborne pathogens. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(26), 8261-8267.
- Çınar, Ö, 1988. Bakteriyoloji. Çukurova Üniv., Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 69. 184 sayfa.
- Dadasoglu, F., Kotan, R., Cakir, A., Karagoz, K., Dikbas, N., Ozer, H., Kordali, Ş., Cakmakci, R., 2016. Use of essential oils and extracts from *satureja* and *origanum* species as seed disinfectants against *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. Fresenius Environmental Bulletin, 25, 5989-5998.
- Deans, S.G., Svoboda, K.P., 1989. Antibacterial activity of summer savory (*Satureja hortensis* L.) essential oil and its constituents. J. Hort. Sci. 64.205-210.
- Döken, M.T., Demirci, E., Zengin H., 2000. Fitopatoloji. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 729, Ziraat Fakültesi yayınları No: 314, Ders Kitapları serisi No: 66, s256.

- Dönmez, M.F., Şahin F., Demirci E. ve Miller S.A., 2000. Biber bakteriyel leke hastalığı etmeni *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*'ya karşı etkili biyolojik mücadele yöntemlerinin araştırılması. Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Der. 3 (1), 17-21.
- Dönmez, M. F., Oral, B., Elkoca, E., Şahin, F., 2004. Farklı fasulye genotip ve varyetelerinin *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* ve *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*'ye karşı duyarlılık reaksiyonlarının belirlenmesi. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi, 19 Mayıs Üniversitesi, 8-10 Eylül, Samsun, s181.
- Duru, M.E., Çakır A., Kordali, Ş., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S., Hirata, T., 2003 Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three Pistacia species, Fitoterapia, 74 (1-2), 170-176.
- Elçi, Ş, 1998. Ziraatte Baklagiller. Tarım İşletmeleri Müdürlüğü Yayınları, Cilt: 1, 422 sayfa.
- Eriş, M., 2006. Bitki Uçucu Yağ ve Bileşenlerinin Domates Bakteriye Hastalık Etmenleri Üzerine Olan Antibakteriyel Potansiyellerinin in vitro Koşullarda Araştırılması. Yüksek Lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmış).
- Farzaneh, M., Kiani, H., Sharifi, R., Reisi, M., Hadian, J., 2015. Chemical composition and antifungal effects of three species of Satureja (*S. hortensis*, *S. spicigera*, and *S. khuzistanica*) essential oils on the main pathogens of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 109, 145-151.
- Giweli, A., Džamić, A.M., Soković, M., Ristić, M.S., Marin, P.D., 2012. Antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of Satureja thymra growing wild in Libya. Molecules, 17(5), 4836-4850.
- Goto, M., 1992. Fundamentals Of Bacterial Plant Pathology. Academic Press, California, Inc., P635.
- Günçan, A., 1990. Uygulamalı Tarım. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya, s218.
- Gulluce, M., Sokmen, M., Daferera, D., Agar, G., Ozkan, H., Kartal, N., 2003. In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of Satureja hortensis L. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 3958-3965.
- Hall R., 1994. Compendium of Bean Diseases. APS Press, St, Paul, Minnesota, p73.
- Karami, O.R., Khodaverdi, M., ALI, A.F., 2010. Antibacterial effect of effective compounds of Satureja hortensis and Thymus vulgaris essential oils against *Erwinia amylovora*.
- Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., 2007a. Screening of in vitro antifungal activities of 21 oxygenated monoterpenes in vitro as plant disease control agents. Allelopathy Journal. 19(2), 373-391.
- Kordali, S., Cakir, A., Sutay, S., 2007b. Inhibitory effects of monoterpenes on seed germination and seedling growth. Z. Naturforsch. 62, 207-214,
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E., 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish Origanum acutidens and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene, Bioresource Technology, 18, 8788-8795.
- Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T. A., Mete, E., Aydin, T., Kilic, H., 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). Industrial Crops and Products. 29(2-3), 562-570.
- Koçak, R., Poyraz, N., 2004. Bazı bitkilerin Ekstrakt ve uçucu yağlarının fitopatojen funguslara karşı antifungal etkilerinin belirlenmesi. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Samsun, 154.
- Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S., Altundag, S., 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of Satureja cuneifolia Ten. Food Chemistry, 112(4), 874-879.
- Pavela, R., 2006. Insecticidal activity of essential oils against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*). J. Essent. Oil Bearing Plants 9, 99-106.
- Regnault-Roge, C., Ribodeau, M., Hamraoui, A., Bareau, I., Blanchard, P., Gil-Munoz, M. I., Barberan, F. T., 2004. Polyphenolic compounds of Mediterranean Lamiaceae and investigation of orientational effects on Acanthoscelides obtectus (Say). J. Stor. Prod. Res. 40, 395-408.
- Skocibusic, M., Bezic, N., Dunkic, V., 2006. Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils from Satureja subspicata Vis. growing in Croatia. Food Chem, 96(1), 20-28.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Bozkurt, A. and Kaya, A.D., 2003. Antibacterial activities of essential oils from oregano, thyme, rosemary and lavender plants against *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, the causal agent of halo blight of bean. Ovidius University Annals of Medical Science and Pharmacy, 1, 40-44.
- Yılmaz, E., Yazgan, A., 1998. Farklı yörelere ait dermason fasulye tiplerinin kuru dane verimlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. II. Sebze Tarımı Sempozyumu, 28-30 Eylül 1998, Tokat, 213-216.
- Zengin, H., 1998. Erzincan fasulye ekim alanlarında görülen yabancı otlar ve dağılımları. II. Sebze Tarımı Sempozyumu, 28-30 Eylül 1998, Tokat, 320-325.