

## Maş Fasulyesi (*Vigna radiata* L.) Tohumlarında *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Zararı Üzerine Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Uçucu Yağının Etkisi

Zühranur ALDEMİR<sup>1</sup>  Ruziye KARAMAN<sup>2</sup>  Cengiz TÜRKAY<sup>2</sup>  Ali Kemal BİRGÜCÜ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Çünür-İSPARTA-TÜRKİYE

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Çünür-İSPARTA-TÜRKİYE

### Öz

Çalışmada rezene uçucu yağının *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae)'a ve maş fasulyesi tohumlarına etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, rezene uçucu yağının 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ve 20 µL/L olmak üzere 6 farklı dozu ve zararlının yumurtaları ile farklı bulaşıklık düzeylerindeki maş fasulyesi tohumları kullanılmıştır. Denemelere tohumlardan tüm böceklerin çıkışı tamamlanana kadar devam edilmiştir. Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların filiz uzunlukları temiz tohumda 6.77 cm, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.42 cm, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 5.99 cm, kök uzunlukları temiz tohumda 5.68 cm, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.59 cm, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.02 cm bulunmuştur. Filiz yaş ve kuru ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında sırasıyla 2.42, 0.38 mg iken 12.5 µL/L doz uygulamasında 1.07 ve 0.58 mg olmuştur. Kök yaş ve kuru ağırlıkları ise ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında 0.68 ve 0.14 mg iken 12.5 µL/L doz uygulamasında 0.20 ve 0.06 mg bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre rezene uçucu yağının zararlının popülasyonunun artışı üzerine etkisinin olabileceği görülmüştür. Uçucu yağların depo zararlılarına karşı kullanılmasına yönelik yapılacak ileri araştırmalar, bunların zararlılarla mücadelede kullanılabilme ihtimalini arttıracaktır. Ayrıca bitkisel kökenli uçucu yağların çevre ve insan sağlığı açısından yan etkilerinin olup olmadığının belirlenmesi adına birçok araştırmaların yürütülmesi gerekmektedir.

### Article Info

Received: 23.10.2024

Accepted: 28.11.2024

### Anahtar Kelimeler

Börülce tohum böceği  
Maş fasulyesi  
Rezene  
Uçucu yağ  
Çimlenme özellikleri

## The Effect of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Essential Oil on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) Damage in Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Seeds

### Abstract

The aim of this study was to explore the effects of fennel essential oil on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) and mung bean seeds. For this purpose, fennel oil was diluted and 6 different concentrations of 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, and 20 µL/L were prepared. In addition, mung bean seeds with different levels of contamination with the eggs of the pest were used. The experiments were continued until all insects emerged from the seeds. Sprout lengths of germinated seeds according to different contamination levels were found to be 6.77 cm for clean seed, 6.42 cm for 1-3 egg contamination, 5.99 cm for 4-6 egg contamination, 5.68 cm for clean seed, 6.59 cm for 1-3 egg contamination and 6.02 cm for 4-6 egg contamination. According to the results obtained in this study, fennel oil may have an effect on the increase of the pest population. Research on the extraction of essential oils in pure form and their subsequent use against stored product pests will increase the potential for the use of essential oils in pest control. In addition, more research should be conducted to determine whether essential oils of plant origin have adverse effects on the environment and human health.

### Keywords

Cowpea weevil  
Mung bean  
Fennel  
Essential oil  
Germination properties



Corresponding Author  
alibirgucu@isparta.edu.tr

### Giriş

Maş fasulyesi, Leguminosae familyasına bağlı Papilionoideae alt familyasının *Vigna* cinsine dâhil olup, *Ceratotropis* (*Piper*) Verdc. alt cinsine ait olduğu bilinmektedir (Lawn ve Russell, 1978). Dünya'da maş

fasulyesi ekim alanı yaklaşık 7.3 milyon ha, ortalama verimi 721 kg/ha ve 5.3 milyon ton üretilmekle birlikte, Hindistan ve Myanmar bu üretimin %30'unu oluşturmaktadır (Nair ve Schreinemachers, 2020). TÜİK verilerine göre Türkiye'de 2020 yılında toplamda 621.2 ton maş fasulyesi ithalatı yapılmıştır. Bunun yanında ülkemizde yapılan maş fasulyesi yetiştiriciliği ile 2020 yılında 68.3 ton ihracat yapılarak 790.6 bin TL ekonomimize katkı sağladığı belirlenmiştir (Anonim, 2020). TÜİK'in 2023 yılı verilerine göre de Türkiye'de yaklaşık 1.300 ton maş fasulyesi üretimi yapılmıştır (Anonim, 2023).

Maş fasulyesi tek yıllık otsu bir bitkidir. Dik ve yarı dik büyüeyebilen maş fasulyesi 25-125 cm boylanabilen küçük yapılı, dallı ve kısa tüylü bir bitkidir. Ayrıca tohumları düz, parlak veya donuk olabilmekte ve 100 tane ağırlığı 2-8 g arasında değişmektedir (Oplinger vd., 1990). Maş fasulyesi tohumları, yemeklik olarak ve tahıl ağırlıklı diyetlerle beslenen ülkelerde protein kaynağı olarak tüketilmektedir. Bozoğlu ve Topal (2005), tohumlarının bir bütün şeklinde kurutulup ya da parçalandıktan sonra pişirilip fermente edildikten sonra kavurularak ya da değirmende un haline getirilip kullanıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, maş fasulyesinin tohumları ve kökleri alternatif tıpta kullanılmaktadır. Çin'de tohumları kabızlık, dizanteri, düşük tedavisi, böbrek rahatsızlığı, çiçek hastalığı ve sebze zehirlenmesinde (antitoksik) ve kökleri de pansuman yapımında kullanılmaktadır. Bunlara ilaveten, hayvan yemi, yeşil gübre, filiz ve sebze olarak da kullanılmaktadır. Filizlerinin özellikle thiamin, riboflavin, niasin, askorbik asit içeriği yüksek olup hem çiğ hem de pişirilerek tüketilmektedir. Bazı araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarda maş fasulyesindeki belirli proteinlerin antifungal, antibakteriyel, antioksidant, antimikrobiyal ve insektisidal özellikleri nedeniyle farklı alanlarda kullanıldığını da görmüştür (Brounce, 2002; Madhujith vd., 2004; Wang vd., 2004).

Maş fasulyesi, tarımsal ihracat ve ithalatımızda önemli bir yer tutmakla birlikte, ürün kaybına yol açan hastalıklar, zararlılar ve yabancı ot türlerine de maruz kalmaktadır. Maş fasulyesi, ekonomik anlamda ürün kayıplarına neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot türlerine konukçuluk etmektedir. Baklagillerde zararlı bir tohum böceği olan *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) ülkemizde yaygın olarak Bakla tohum böceği olarak bilinmektedir. Tarla koşullarında maş fasulyesi baklalarında zarara neden olan bu chrysomelid, aynı zamanda önemli bir depo zararlısıdır (Baidoo vd., 2010).

*Callosobruchus maculatus*, hasattan önce bürülceleri istila etmekte, depoda ise ayda bir nesil vererek hızla çoğalmaktadır. Depolardaki baklagillerde 3-4 ay içinde bulaşma oranı %50'den daha fazla olmaktadır (Baidoo vd., 2010). Bulaştıkları üründe beslenmeleri sonucunda, üründe kilo kayıpları, tohumluk niteliklerinde azalma, nicelik ve besin değeri yönünden olumsuz sonuçlar doğurmakta ve bu durum ticari değerin düşmesine yol açmaktadır (Boxall, 2001; Ofuya vd., 2010). Tohum böceklerinin depo şartlarındaki enfeksiyonu, özellikle tohumlarda ciddi zararlara neden olmaktadır. (Tripathi vd., 2016; Chawe vd., 2019). Depolama koşullarında böcek istilasına maruz kalmış bir tohum, baklagil tohum böceği için bir besin kaynağı olabilmektedir (Samyuktha vd., 2022). Baklagil tohum böceklerinin farklı bakliyat türlerindeki zararı, altı ay içerisinde %30-40 oranlarında değişirken, kontrol edilmediği zamanda ise bu oran %100'lere kadar ulaşabilmektedir (Dongre vd., 1996; Majhi ve Mogali, 2020). Bu zarar tohumun canlılığını etkilemekte ve sonuç olarak da üreticilerden tüketicilere kadar doğrudan ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu sebeple hasat sonrasında meydana gelen zararlar, gelişmekte olan ülkelerde gıda temini yönünden büyük sorunlar oluşturmaktadır (Somta vd., 2007; Ponnusamy vd., 2014; Gosh vd., 2020).

Aromatik yağ, esans yağ, eterik yağ, uçucu yağ ya da ruh gibi farklı isimlerle bilinen bitkisel kökenli uçucu yağlar, bitki yapısında bulunan metabolitlerin önemli bir grubudur (Çelik ve Çelik, 2007). Geleneksel farmakopenin (etkin maddelerin ve ilaçların canlılara tedavi ve koruyucu olarak verilebilmesi için gerekli özelliklerinin yazılı olduğu resmi kitap) önemli bir bölümünü oluşturan uçucu yağlar, daha çok sıcak tropik ülkeler ve ılıman Akdeniz Bölgesi ülkeleri arasındaki coğrafyada yetişen çeşitli aromatik bitkilerden elde edilmektedir (Bakkali vd., 2008). Bu yağlar bitkilerin değişik kısımlarından, genellikle su buharı distilasyonu veya farklı ekstraksiyon yöntemleriyle, elde edilmektedir. Kolayca kristalleşebilme özelliğine sahip olan ve oda sıcaklığında genellikle sıvı formda bulunan bu yağlar, çoğunlukla renksizdir veyahut açık sarı rengine ve yağimsı karışımlardır. Buldukları bitkiye kedine has koku ve keskin bir tat kazandıran bu bileşiklerin en belirgin özellikleri, oda sıcaklığında uçucudurlar ve aynı zamanda da koku yayarlar (Anonim, 1994).

Organik çözücülerde çözünmelerine rağmen suda çözünmedikleri için yağ olarak tanımlansalar da sabit yağlardan farklılık gösterirler (Grassmann ve Elstner, 2003). Uçucu yağların bileşimi ve miktarı, bitkinin türüne, hangi kısımdan elde edildiğine, üretim yöntemine, yetiştirildiği bölgenin coğrafi koşullarına ve iklimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Angioni vd., 2006).

Uçucu yağların depo zararlılarına karşı insektisidal etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır (Lee vd., 2004; Karakoç vd., 2006; Rajendran ve Sriranjini, 2008; Chu vd., 2010; Çam vd., 2012). Uçucu yağlar, memeliler için düşük toksisite gösterirken depo zararlıları üzerinde yüksek düzeyde toksisiteye sahiptir ve bitki materyallerinden kolaylıkla buhar distilasyonu yöntemiyle elde edilebilmektedir (Shaaya vd., 1997). Örneğin Taponjdou vd. (2002), *Chenopodium ambrosioides* L. yapraklarından elde edilen uçucu yağın *Acanthoscelides obtectus*, *Callosobruchus chinensis* L., *C. maculatus*, *Prostephanus truncatus* (Horn) ve *Sitophilus granarius*'a fumigant etkisinin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Bittner vd. (2008), *Eucalyptus globulus*, *Gomortega keule*, *Laurelia sempervirens*, *Origanum vulgare* ve *Thymus vulgaris* bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarının *A. obtectus*'a fumigant etkilerinin olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu ve benzeri araştırmalar, uçucu yağlar ve bu yağların bileşenlerinin, zararlılarla mücadelede kullanılan fumigantlara alternatif olabilecek potansiyel kaynaklar olarak ön plana çıkmasını sağlamaktadır.

Rezeneden elde edilen uçucu yağın da estragol ve trans-anetol etken maddelerinin bu zararıya karşı etkili olduğu daha önceki çalışmalarda belirtilmiş ancak maş fasulyesi tohumlarında mücadele sonrası çimlenme ve çimlenme sonrası bitkinin filiz ve kök uzunluğu gibi özellikleri üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışma ile *C. maculatus* ile farklı düzeylerde bulaşmış maş fasulyesi tohumlarına, farklı dozlarda uygulanan rezene yağlarının tohumlardaki böcek popülasyonunun gelişimine ve tohumların çimlenme özelliklerine çimlenme sonrasında bitkinin filiz ve kök uzunluğu ile filiz ve kökün yaş ve kuru ağırlıkları gibi özellikleri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyali *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae), maş fasulyesi (*Vigna radiata* L.) tohumları ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) uçucu yağıdır.

Burdur ili ve çevresinden temin edilen rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) popülasyonu kullanılarak 2022 yılında yetiştirilmiş rezene bitkilerinden tohumlar elde edilmiş olup, bu tohumlardan çıkarılan yağlar denemede kullanılmıştır. Mikrodalga destekli su distilasyonu yöntemiyle uçucu yağ elde edilen bu çalışmada, distilasyon işlemi için 20 gram rezene tartılmış ve üzerine 200 ml saf su (1:10) eklendikten sonra damıtma balonuyla birlikte mikrodalga fırınına (250 V, 50 Hz, 2450 MHz, 800 W) yerleştirilmiş ve 1.45 dk. sonra kaynatma işlemi sonlandırılmıştır (Anonim, 1975). Bu şekilde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri bölümü laboratuvarında elde edilerek buzdolabında muhafaza edilen rezene uçucu yağı aseton ile seyreltilerek ön denemeler sonucu belirlenen 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ve 20 µL/L olmak üzere 6 farklı doz hazırlanmıştır. Denemede uygulama yapılmamış (kuru tohum) ve saf su uygulanmış olmak üzere 2 farklı kontrol grubu kullanılmıştır. Deneme, her bir uygulama 4 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünün Tahıllar ve Yemelik Baklagiller Ana Bilim Dalının deposundan temin edilen yumurtayla bulaşık tohumlar ayrıştırılarak hiç bulaşıklığın olmadığı tohumlar, 1-3 arası yumurta ile bulaşık tohumlar, 4-6 arası yumurta ile bulaşık tohumlar olmak üzere 3 farklı grup oluşturulmuştur (Tablo 1). Her bir gruptaki her bir tekerrür için kavanozlara ellişer adet maş fasulyesi tohumu konulmuştur. Daha sonra kavanozlara konulan tohumların üzerine el pülverizatörü yardımıyla uçucu yağ püskürtülerek uygulama yapılmıştır. Kavanozların (244 mL hacminde, 57.8 mm çapında, 129.5 mm yüksekliğinde) ağızları tül ile kapatılmıştır. İki günde bir hassas terazi ile gram/miligram cinsinden ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Üzerinde yumurta olan tohumlarda böcek çıkışı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Laboratuvarda 26±1°C sıcaklık ve %70±5 orantılı nem koşullarında yürütülen bu denemede, tohumlardan tüm böceklerin çıkışı tamamlanana kadar ağırlık ölçümlerine devam edilmiştir. Daha sonra tohum çimlendirme testi yapılmıştır.

**Tablo 1.** Denemede kullanılan maş fasulyesi tohumlarının *Callosobruchus maculatus* yumurtası ile bulaşma düzeyleri (Yumurta/Tohum)

Bulaşıklık	C. maculatus yumurtası ile bulaşma düzeyleri*
I. bulaşma düzeyi	Bulaşma yok
II. bulaşma düzeyi	1-3 yumurta ile bulaşık
III. bulaşma düzeyi	4-6 yumurta ile bulaşık

\*Yumurta ile bulaşma düzeyleri ön çalışmalarla belirlenmiştir.

Farklı dozlarda oranlarda rezene uçucu yağı uygulanan maş fasulyesi tohumları deneme bittikten sonra çimlendirilerek fide uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı gibi özellikleri her tekerrürde 24 adet tohum olacak şekilde 5 tekerrürlü olarak incelenmiştir. Çimlendirme işlemi 21 x 21 cm boyutlarındaki üç adet çimlendirme kâğıdı arasında ve 24±1°C'de tamamen karanlık çimlendirme dolabında yürütülmüştür. Çimlendirme işlemi sırasında her bir çimlendirme kâğıdı için 10 mL saf su eklenmiş ve rulo kâğıtlar buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli poşetlere konulmuştur. Deneme ISTA kurallarına göre 7 gün süreyle yürütülmüş ve her iki günde bir kâğıtlar değiştirilip tekrar 10 ml saf su eklenmiştir. Her gün yapılan sayımlarda 1 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak sayılmıştır. Denemenin 7. gününün sonunda elde edilen çimlenme sonuçlarına göre çimlenen tohumlardan her bir tekerrürden tesadüfen seçilen 10 bitkinin kök ve fide özellikleri incelenmiştir (Kaya vd., 2018). Deneme sonunda tesadüf olarak seçilen 10 bitkinin fide uzunluğu ve aynı zamanda kök uzunlukları da milimetrik cetvelle cm olarak ölçülmüştür.

#### Veri analizi

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre hazırlanmıştır. Bulaşıklılık düzeyleri temiz tohum, *C. maculatus*'un 1-3 adet yumurtasıyla bulaşık tohum ve 4-6 adet yumurtasıyla bulaşık tohum olmak üzere 3 farklı düzey olarak belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen verilere göre tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulandıktan sonra Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testi yapılarak varsa farklılıkların kaynağı belirlenmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS® (2011) paket programından yararlanılmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

Uygulanan doza göre çimlenen tohumların filiz uzunluğu; kuru tohum uygulamasında 6.50 cm, saf su uygulamasında 7.01 cm, 2.5 µL/L doz uygulamasında 6.42 cm, 5 µL/L doz uygulamasında 6.96 cm, 7.5 µL/L doz uygulamasında 6.12 cm, 10 µL/L doz uygulamasında 6.71 cm, 12.5 µL/L doz uygulamasında 4.67 cm, 20 µL/L doz uygulamasında 6.74 cm bulunmuştur. Tüm uygulama grupları istatistiksel olarak 7.5 µL/L doz uygulanan tohum grubu haricinde aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Uygulanan doza göre çimlenen tohumların kök uzunluğu; kuru tohum uygulamasında 8.05 cm, saf su uygulamasında 7.84 cm, 2.5 µL/L doz uygulamasında 7.56 cm, 5 µL/L doz uygulamasında 5.40 cm, 7.5 µL/L doz uygulamasında 5.07 cm, 10 µL/L doz uygulamasında 5.63 cm, 12.5 µL/L doz uygulamasında 4.93 cm, 20 µL/L doz uygulamasında 4.30 cm bulunmuştur. Kuru tohum ve saf su uygulanan tohumların çimlenen kök uzunluklarının ortalama değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken; 5, 7.5, 12.5 ve 20 µL/L doz uygulanan tohum gruplarının çimlenen köklerinin uzunluklarının ortalamaları da ayrı bir istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Farklı dozlarda rezene uçucu yağı uygulanan maş fasulyesi tohumlarında gözlenen *Callosobruchus maculatus*'un gelişen birey sayısı ve bu tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen filiz ve kök uzunluğu (cm)\*

Doz	Filiz Uzunluğu	Kök Uzunluğu	Birey Sayısı
Kuru tohum	6.50 ± 0.37 a	8.05 ± 0.47 a	5.14 ± 0.35 a
Saf Su	7.01 ± 0.37 a	7.84 ± 0.47 a	4.54 ± 0.33 a
2.5 µL/L	6.42 ± 0.37 a	7.56 ± 0.47 ab	0.79 ± 0.12 b
5 µL/L	6.96 ± 0.37 a	5.40 ± 0.47 c	0.11 ± 0.02 bc
7.5 µL/L	6.12 ± 0.37 ab	5.07 ± 0.47 c	0.12 ± 0.03 bc
10 µL/L	6.71 ± 0.37 a	5.63 ± 0.47 bc	0.00 ± 0.00 c
12.5 µL/L	4.67 ± 0.37 b	4.93 ± 0.47 c	0.26 ± 0.05 bc
20 µL/L	6.74 ± 0.37 a	4.30 ± 0.47 c	0.00 ± 0.00 c

\*Aynı harfleri taşıyan aynı sütundaki ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test, p>0.05; n=10).

Uygulanan doza göre çimlenen tohumların filiz yaş ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında 2.42 mg, saf su uygulamasında 1.90 mg, 2.5 µL/L doz uygulamasında 1.86 mg, 5 µL/L doz uygulamasında 1.41 mg, 7.5 µL/L doz uygulamasında 1.44 mg, 10 µL/L doz uygulamasında 1.38 mg, 12.5 µL/L doz uygulamasında 1.07 mg, 20 µL/L doz uygulamasında 1.38 mg bulunmuştur. Saf su ve 2.5 µL/L doz uygulanan tohumların çimlenen filiz yaş ağırlıklarının ortalama değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken 5, 7.5, 10 ve 20 µL/L doz uygulanan tohum gruplarının çimlenen filiz yaş ağırlıklarının ortalamaları da ayrı bir istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır. Kuru tohumlar da ayrı bir grupta yer alırken 12.5 µL/L doz uygulanan tohumlar da ayrı bir istatistiksel grupta yer almıştır (Tablo 3).

Uygulanan doza göre çimlenen tohumların filiz kuru ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında 0.38 mg, saf su uygulamasında 0.29 mg, 2.5 µL/L doz uygulamasında 0.51 mg, 5 µL/L doz uygulamasında 0.21 mg, 7.5 µL/L doz uygulamasında 0.25 mg, 10 µL/L doz uygulamasında 0.58 mg, 12.5 µL/L doz uygulamasında 0.27 mg, 20 µL/L doz uygulamasında 0.36 mg bulunmuştur. Kuru tohum ve saf su, 12.5 ve 20 µL/L doz uygulanan tohumların çimlenen filiz kuru ağırlıklarının ortalama değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken 2.5 ve 10 µL/L doz uygulanan tohum gruplarının çimlenen filiz kuru ağırlıklarının ortalamaları da ayrı bir istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır (Tablo 3). Uygulanan doza göre çimlenen tohumların kök yaş ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında 0.68 mg, saf su uygulamasında 0.52 mg, 2.5 µL/L doz uygulamasında 0.46 mg, 5 µL/L doz uygulamasında 0.31 mg, 7.5 µL/L doz uygulamasında 0.27 mg, 10 µL/L doz uygulamasında 0.30 mg, 12.5 µL/L dozu uygulamasında 0.20 mg, 20 µL/L doz uygulamasında 0.25 mg bulunmuştur. 7.5, 10, 12.5 ve 20 µL/L doz uygulanan tohum gruplarının çimlenen köklerinin yaş ağırlıkları ortalamaları aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 3). Uygulanan doza göre çimlenen tohumların kök kuru ağırlıkları; kuru tohum uygulamasında 0.14 mg, saf su uygulamasında 0.05 mg, 2.5 µL/L doz uygulamasında 0.06 mg, 5 µL/L doz uygulamasında 0.03 mg, 7.5 µL/L doz uygulamasında 0.03 mg, 10 µL/L doz uygulamasında 0.04 mg, 12.5 µL/L doz uygulamasında 0.02 mg, 20 µL/L doz uygulamasında 0.04 mg bulunmuştur. Kuru tohum, saf su uygulaması ve tüm doz uygulamalarındaki tohuma gruplarının çimlenen köklerinin kök kuru ağırlıkları ortalamaları aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Farklı dozlarda rezene uçucu yağı uygulanan maş fasulyesi tohumlarında gözlenen *Callosobruchus maculatus*'un gelişen birey sayısı ve bu tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen filizlerin yaş ağırlığı, filiz kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı (mg)\*

Doz	Filiz Yaş Ağırlık	Filiz Kuru Ağırlık	Kök Yaş Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık	Birey Sayısı
<b>Kuru tohum</b>	2.42 ± 0.05 <b>a</b>	0.38 ± 0.03 <b>bcd</b>	0.68 ± 0.03 <b>a</b>	0.14 ± 0.03 <b>a</b>	5.14 ± 0.35 <b>a</b>
<b>Saf Su</b>	1.90 ± 0.05 <b>b</b>	0.29 ± 0.03 <b>bcd</b>	0.52 ± 0.03 <b>b</b>	0.05 ± 0.03 <b>a</b>	4.54 ± 0.33 <b>a</b>
<b>2.5 µL/L</b>	1.86 ± 0.05 <b>b</b>	0.51 ± 0.03 <b>a</b>	0.46 ± 0.03 <b>bc</b>	0.06 ± 0.03 <b>a</b>	0.79 ± 0.12 <b>b</b>
<b>5 µL/L</b>	1.41 ± 0.05 <b>c</b>	0.21 ± 0.03 <b>d</b>	0.31 ± 0.03 <b>cd</b>	0.03 ± 0.03 <b>a</b>	0.11 ± 0.02 <b>bc</b>
<b>7.5 µL/L</b>	1.44 ± 0.05 <b>c</b>	0.25 ± 0.03 <b>cd</b>	0.27 ± 0.03 <b>d</b>	0.03 ± 0.03 <b>a</b>	0.12 ± 0.03 <b>bc</b>
<b>10 µL/L</b>	1.38 ± 0.05 <b>c</b>	0.58 ± 0.03 <b>a</b>	0.30 ± 0.03 <b>d</b>	0.04 ± 0.03 <b>a</b>	0.00 ± 0.00 <b>c</b>
<b>12.5 µL/L</b>	1.07 ± 0.05 <b>d</b>	0.27 ± 0.03 <b>bcd</b>	0.20 ± 0.03 <b>d</b>	0.02 ± 0.03 <b>a</b>	0.26 ± 0.05 <b>bc</b>
<b>20 µL/L</b>	1.38 ± 0.05 <b>c</b>	0.36 ± 0.03 <b>bcd</b>	0.25 ± 0.03 <b>d</b>	0.04 ± 0.03 <b>a</b>	0.00 ± 0.00 <b>c</b>

\*Aynı harfleri taşıyan aynı sütundaki ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir. (Tukey's HSD test, p>0.05; n=10).

Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların filiz uzunlukları; temiz tohumda 6.77 cm, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.42 cm, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 5.99 cm bulunmuştur. Her bir bulaşıklık düzeyi farklı bir istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır. Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların kök uzunlukları; temiz tohumda 5.68 cm, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.59 cm, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 6.02 cm bulunmuştur. Her bulaşıklık düzeyi aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 4).

Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların filiz yaş ağırlıkları; temiz tohumda 1.52 mg, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 1.81 mg, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 1.49 mg bulunmuştur. Temiz tohumların ve 4-6 yumurta ile bulaşık tohumların bulaşıklık düzeyleri aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 5).

**Tablo 4.** Farklı bulaşıklık düzeylerinde incelenen maş fasulyesi tohumlarında gözlenen *Callosobruchus maculatus*'un gelişen birey sayısı ve bu tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen filiz ve kök uzunluğu (cm)\*

Bulaşıklık	Filiz Uzunluğu	Kök Uzunluğu	Birey Sayısı
Temiz tohum	6.77 ± 0.22 a	5.68 ± 0.29 a	0.00 ± 0.00 c
1-3 yumurta	6.42 ± 0.22 ab	6.59 ± 0.29 a	1.71 ± 0.11 b
4-6 yumurta	5.99 ± 0.22 b	6.02 ± 0.29 a	2.40 ± 0.17 a

\*Aynı harfleri taşıyan aynı sütundaki ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test, p>0.05; n=24).

Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların filiz kuru ağırlıkları; temiz tohumda 0.23 mg, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.46 mg, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.39 mg bulunmuştur. Her bir bulaşıklık düzeyi farklı bir istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 5). Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların kök yaş ağırlıkları; temiz tohumda 0.35 mg, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.42 mg, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.35 mg bulunmuştur. Her bulaşıklık düzeyi aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 5). Farklı bulaşıklık düzeyine göre çimlenen tohumların kök kuru ağırlıkları; temiz tohumda 0.04 mg, 1-3 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.08 mg, 4-6 yumurta ile bulaşıklık düzeyinde 0.04 mg bulunmuştur. Her bulaşıklık düzeyi aynı istatistiksel grup içerisinde yer almaktadır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Farklı bulaşıklık düzeylerinde incelenen maş fasulyesi tohumlarında gözlenen *Callosobruchus maculatus*'un gelişen birey sayısı ve bu tohumların çimlendirilmesiyle elde edilen filizlerin yaş ağırlığı, filiz kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı (mg)\*

Bulaşıklık	Filiz Yaş Ağırlık	Filiz Kuru Ağırlık	Kök Yaş Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık	Birey Sayısı
Temiz tohum	1.52 ± 0.03 b	0.23 ± 0.02 c	0.35 ± 0.02 a	0.04 ± 0.02 a	0.00 ± 0.00 c
1-3 yumurta	1.81 ± 0.03 a	0.46 ± 0.02 a	0.42 ± 0.02 a	0.08 ± 0.02 a	1.71 ± 0.11 b
4-6 yumurta	1.49 ± 0.03 b	0.39 ± 0.02 b	0.35 ± 0.02 a	0.04 ± 0.02 a	2.40 ± 0.17 a

\*Aynı harfleri taşıyan aynı sütundaki ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tukey's HSD test, p>0.05; n=24).

Bu çalışma, geçmişte gerçekleştirilen araştırmalarla benzer sonuçlar sergilemektedir. Udo ve Epi (2009), yaptıkları bir araştırmada *C. maculatus* erginlerine, *Ricinodendron heudelotii* (Baill) Pierre ex Pax bitkisinin ekstraktlarını farklı çözücüler kullanarak 2 µL/ergin dozunda, değişik uygulama süreleriyle uygulamışlar ve toksisitenin uygulanan doz ve çözücülere göre değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, su hariç tüm çözücülerde bu bitkinin yüksek derecede değme etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Yine bu çalışmaya benzer şekilde, Bhaduri vd. (1985), *C. maculatus* erginlerine karşı *Persicaria hydropiper* (L.) bitkisinin yaprak ekstraktların yüksek düzeyde değme etkisinin olduğunu ve bu etkinin uygulama dozuyla doğru orantılı olarak arttığını ileri sürmüşlerdir. Örneğin, Çetin ve Elma (2017), *C. maculatus* erginlerine karşı tarçın *Cinnamomum cassia* (Blume), defne *Laurus nobilis* L., karanfil *Syzygium aromaticum* (L.) ve biberiye *Rosmarinus officinalis* L. bitkilerinin ekstraktlarını kullanmışlardır. Bu çalışmada *Laurus nobilis*'in LC50 ve LC90 değerleri sırasıyla %2.02 ve %33.73; *S. aromaticum*'un ise %3.78 ve %37.20 olduğu tespit edilmiştir. *C. cassia* ve *R. officinalis* ekstraktlarının kontak toksisitesi oldukça az bulunmuştur. Bunun yanında, konsantrasyon artışına bağlı olarak yumurta bırakmayı engelleme oranı yükselmiştir. Bitki ekstraktlarının yumurta bırakmayı engelleme düzeyi %2.50 konsantrasyonda en yüksek *C. cassia* (%43)'da, en düşük *R. officinalis* (%25)'te gözlemlenmiştir. Elma ve Çetin (2022)'in gerçekleştirdiği başka bir çalışmada, biberiye uçucu yağının *C. maculatus*'un yumurta bırakma davranışına etkisi ve erginler üzerindeki toksisitesi incelenmiştir. Denemelerde biberiye uçucu yağının %0.0125, %0.025, %0.05 ve %0.1 olmak üzere dört farklı konsantrasyonu kullanılmıştır. Toksikite denemelerinin sonucunda erginlerdeki LC50 değerleri 24 ve 48 saat sonunda sırasıyla %0.368 ve %0.148 olarak tespit edilmiştir. Biberiye uçucu yağının konsantrasyonu ile dişilerin bıraktığı yumurta sayısı arasında ters orantılı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Biberiye uçucu yağının kullanılan en yüksek konsantrasyonda %19.11 oranında yumurta bırakmanın engellendiği rapor edilmiştir. Yumurta bırakma yerinin tercihi ile ilgili denemelerde de yine aynı şekilde kullanılan uçucu yağ oranı arttıkça bırakılan yumurta sayısının da azaldığı görülmüştür. Çalışmamıza benzer başka bir araştırmada bazı bitki ekstraktlarının *C. maculatus* üzerindeki kontak toksisiteyi incelenmiştir (Taş vd., 2015). Bu çalışmada sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), anason (*Pimpinella anisum* L.) ve kekik (*Origanum onites* L.) bitkilerinden elde edilen metanol ekstraktlarının C.

*maculatus* erginlerindeki kontak toksisite testlerinde, *C. maculatus* erginlerine %1, %2, %4, %8 ve %16'lık ekstrakt dozları uygulanmıştır. En yüksek ölüm oranı (%98.21) 48 saatlik uygulama süresinde kimyon ekstraktının %16'lık dozunda belirlenmiştir. Ölüm oranları bitki ekstraktlarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Bitki ekstraktlarının *C. maculatus* erginlerine karşı değme etkisini 48 saat boyunca incelediğimizde, tüm ekstraktların dozlara göre ortalamalarına yani esas dozun etkisine bakıldığında, uygulama dozunun artışıyla birlikte ergin ölüm oranlarında istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Börülce tohum böceği üzerinde adaçayı (*Salvia officinalis* L.), defne (*Laurus nobilis* L.), lavanta (*Lavandula angustifolia* L.), Origanum (*Origanum syriacum* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare*) bitkisel ekstraktlarının fümigant insektisidal aktivitelerinin incelendiği bir başka çalışmada, tüm uçucu yağların 30.0 ve 40.0 µg/mL hava konsantrasyonlarının *C. maculatus* erginleri üzerinde %100 ölümlere sebep olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağların insektisit etkinliği, artan konsantrasyonlarla birlikte yükseliş göstermiştir (Kaya vd., 2018). Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağının *C. maculatus*'un ergin öncesi ve ergin dönemindeki bireylerine karşı fümigant etkisi, yumurta ve larva dönemi için 10, 20, 30, 40 ve 50 µL/L; pupa dönemi için 20, 30, 40, 50, 60 µL/L; ergin dönemi için ise 10, 15, 20 ve 25 µL/L dozlarında kullanılarak araştırılmıştır. Zararının tüm biyolojik dönemlerine 24, 48, 72 ve 96 saat boyunca uçucu yağ buharı uygulaması yapılmıştır. Uçucu yağ buharına maruz kalma süreleri ve uygulanan dozların artmasıyla birlikte, böceğin tüm biyolojik dönemlerindeki ölümlerinde bir artış gözlemlenmiş ve maruz kalma süreleri uzadıkça, en yüksek ölümlerin gerçekleştiği dozlarda da azalma olduğu belirlenmiştir (Güdek ve Çetin, 2016; Çetin ve Güdek, 2020).

Heydarzade ve Moravvej (2012)'in gerçekleştirdikleri bir çalışmada; *Foeniculum vulgare* Mill. (Apiaceae), *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) ve *Teucrium polium* L. (Lamiaceae)'den ekstrakt edilen uçucu yağların değme ve kalıntı etkisi *C. maculatus* erginlerine karşı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, yetişkinlerin ölüm oranının doz ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Erkek bireylerin dişi bireylere kıyasla uçucu yağlara daha duyarlı olduğu görülmüştür. *C. maculatus* erginlerine karşı en toksik olan ekstraktların 390.38 (dişi bireyler için) ve 513.46 µL/m<sup>2</sup> (erkek bireyler için) LC<sub>50</sub> değerleri ile *F. vulgare* uçucu yağının olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, *S. hortensis* uçucu yağının *C. maculatus* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değeri 535.69 (dişi bireyler için) ve 640.99 µL/m<sup>2</sup> (erkek bireyler için) ve *T. polium* uçucu yağının LC<sub>50</sub> değeri ise 1263.09 (dişi bireyler için) ve 1469.72 µL/m<sup>2</sup> (erkek bireyler için) olarak belirlenmiştir. Bu şekilde *S. hortensis* uçucu yağının, *T. polium*'dan elde edilen yağa kıyasla daha toksik olduğu görülmüştür. İğdir ilinden toplanan Lamiaceae familyasına bağlı *Salvia* cinsinden bazı bitkilerin toprak üstü aksamından elde edilen uçucu yağların önemli depo zararlısı olan *C. maculatus*, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) ve *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val, 1861)'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri araştırılmıştır. *Salvia* türlerinden (*Salvia hydrangea* DC. Ex Benth, *S. nemorosa* L. ve *S. verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Frey. & Bornm.) Bornm.) elde edilen uçucu yağlar 5, 10 ve 15 µL/petri dozlarda uygulama yapılarak 12, 24, 48, 72 ve 96 saat içinde LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri tespit edilmiştir. Bulgular neticesinde *Salvia* cinsine bağlı bitkilerden elde edilen uçucu yağların toksisite düzeyleri uygulamam yapılan böceğin türüne ve konukçu bitkinin çeşidine, uygulanan doza ve uygulama sonrası geçen zamana bağlı olarak değişiklik göstermiş, en fazla etkiyi *S. hydrangea* türünün uçucu yağı göstermiştir (Yiğit vd., 2023). Yine İğdir'dan alınmış Lamiaceae familyasına ait *Thymus sipyleus* (Boiss) subsp. *rosulans* (Borbis) Jalas ve *Mentha longifolia* (Hudson) subsp. *longifolia* bitkilerinin toprak üstü kısımlarından elde edilen uçucu yağların Ekin kambur biti, *Rhyzopertha dominica* (F.), Testereli böcek, *Oryzaephilus surinamensis* (L.), Küçük kırma biti, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), Börülce tohum böceği, *C. maculatus* ve Kırma biti, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val'un ergin dönemlerine karşı fumigant etkileri araştırılmıştır. Bahsedilen bu bitkilerden elde edilen yağlar 5, 10 ve 15 µL/petri dozlarında hazırlanarak 12, 24, 48, 72 ve 96 saat içinde LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri tespit edilmiştir. Veriler sonucunda, (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) değerine kıyasla en az toksisite *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* uçucu yağı için (LC<sub>50</sub> 1.1555 µL/böcek ve LC<sub>90</sub> 4.567) *O. surinamensis* erginleri üzerinde tespit edilirken, her iki bitkinin uçucu yağının diğer çeşit ve dozların toksisiteye neden oldukları rapor edilmiştir (Akkuş vd., 2021). Moravvej vd. (2010), *Citrus limon* (Linnaeus, 1753) ve *C. reticulata* (Blanco, 1837) (Rutaceae) meyvelerinin kabuklarından elde edilen uçucu yağların *C. maculatus* üzerindeki etkisi incelemiştir. Elde edilen bulgular, *Citrus*

kabuklarından elde edilen bu uçucu yağların böceklerin ergin dönemindeki bireylere fumigant etkisinin yüksek olduğunu göstermiştir. Yağ konsantrasyonu arttıkça veya uygulama süresi uzadıkça 1 veya 2 günlük erginlerde görülen ölüm oranlarının da yükseldiği görülmüştür. *C. reticulata*'nın uçucu yağı, hem 24 saat LC<sub>50</sub> (33 ve 45 µL/L, sırasıyla) hem de 24 saat LC<sub>90</sub> (75 ve 99 µL/L, sırasıyla) hesaplamalarına göre *C. limon*'a kıyasla yüksek derecede daha toksik olduğu sonucuna varılmıştır. *Foeniculum vulgare* (Rezene) bitkisinden elde edilen uçucu yağın fumigant etkisinin, *Lavandula stoechas* (karabaşotu), *Thymbra spicata* (Karabaş Kekliği), *Teucrium polium* (Adi yavşanotu), *Heracleum platytaenium* bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara kıyasla Fasulye Tohum Böceği, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) üzerine daha fazla olduğu raporlanmıştır (Selimoğlu vd., 2015). Tek doz (100 µL/L) üzerinden yapılan bu çalışmada doz-etki denemeleri neticesinde LC<sub>50</sub> değerleri *F. vulgare* için 22.3 µL/L, *T. spicata* için 32.4 µL/L ve *L. stoechas* için 46.3 µL/L olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise, rezene uçucu yağının *C. maculatus* erginleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda daha ileri çalışmalara temel oluşturacak bulgular elde edilmiştir.

## Sonuç

Çalışmada, baklagil tohumlarında önemli zararlara neden olan ve mücadele edilmemesi durumunda büyük kayıplara neden olabilecek bir zararlı olan *Callosobruchus maculatus*'a karşı mücadelede kimyasal ilaçlara alternatif olarak rezene uçucu yağının kullanılabilme olanağı araştırılmıştır. Bu amaçla, rezene uçucu yağının 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ve 20 µL/L dozları; *C. maculatus*'un yumurtasıyla bulaşık tohumlara uygulanmıştır. Temiz tohum, 1-3 ve 4-6 yumurta ile bulaşıklık olmak üzere 3 farklı bulaşıklık düzeylerindeki tohumlar kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 20 µL/L dozu uygulanan tohumlarda böcek sayısı en azdır. Yapılan çalışma ile *C. maculatus*'a karşı mücadelede rezene uçucu yağının kimyasal ilaçlara alternatif olarak kullanılabilme potansiyelinin daha detaylı çalışmalarla arttırılabileceği düşünülmüştür. Çalışma sonucunda rezene uçucu yağının böcek sayısına etki ettiği tespit edilmiştir. Uygulanan dozların dozu arttıkça böcek sayısının azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanında yumurta ile bulaşıklığın fazla olması maş fasulyesinde filiz özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, daha ileri çalışmalar için temel veri ihtiyacını karşılayacağı düşünülmektedir. Uçucu yağların farklı bileşenleri elde edilerek depolanmış ürün zararlılarına karşı formülasyon haline getirilip kullanımına yönelik çalışmalar uçucu yağların potansiyellerinin anlaşılmasında faydalı olacaktır. Ayrıca bitkisel kökenli uçucu yağların çevre ve insan sağlığına etkilerinin de bilimsel çalışmalarla ortaya konulması göz ardı edilmemesi gereken konulardandır.

## Yazar Katkı Oranları

Z. ALDEMİR; Araştırma, veri temini, orijinal taslak yazımı, R. KARAMAN; kaynak, malzeme temini, metodoloji, denetim, C. TÜRKAY; malzeme temini, denetim, gözlem, tavsiye, A. K. BİRGÜCÜ; araştırma, doğrulama, metodoloji, istatistiksel analiz, inceleme ve düzenleme, biçimsel analiz, görselleştirme.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bu çalışmanın yazarları olarak beyan ederiz.

## Etik Kurul Onayı

Herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bu çalışmanın yazarları olarak bildiririz

## Kaynaklar

- Akkuş, S., Gözüaçık, C., & Gültekin, L. (2021). *Thymus sipyleus* (Boiss.) subsp. *rosulans* (Borbás) Jalas ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Lamiaceae) ait uçucu yağların bazı depolanmış ürün zararlılarına karşı fumigant etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 2487-2497.
- Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., & Cabras, P. (2006). Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4364-4370.



- Anonim, (1975). European Pharmacopoeia Commission, Maisonneuve 1975, Series: European treaty series, no. 50. Edition.
- Anonim, (1994). Türkiye’de yetiştirilen bazı okaliptüs (Eucalyptus) türlerinin uçucu yağ verim ve bileşimlerinin ve üretim teknolojilerinin belirlenmesi. T:C: Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü; Orman Bakanlığı Yayın No: 084, Ankara.
- Anonim, (2020). *Maş fasulyesinin ekim alanı, üretim miktarı ve İthalat hacmi*. <https://www.tuik.gov.tr/>
- Anonim, (2023). *Maş fasulyesinin üretim miktarı*. <https://www.tuik.gov.tr/>
- Baidoo, P. K., Mochiah, M. B., & Owusu-Akyaw, M. (2010). The effect of time of harvest on the damage caused by the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Fab.)(Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 1(3), 24-28.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils- A review. *Food and Chemical Toxicology* 46(2), 446- 475.
- Bhaduri, N., Ram, S., & Patil, B. D. (1985). Evaluation of some plant extract as protectants against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* F. infesting cowpea seeds. *Journal of Entomological Research*, 9(2), 183-187.
- Bittner, M. L., Casanueva, M. E., Arbert, C. C., Aguilera, M. A., Hernández, V. J., & Becerra, J. V. (2008). Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 53(1), 1455-1459.
- Boxall, R. A. (2001). Post-harvest losses to insects—a world overview. *International Biodeterior Biodegradation*, 48(1-4), 137-152.
- Bozoğlu, H., & Topal, N. (2005). Ülkemiz için yeni yemeklik tane baklagil türleri. In *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiriler 1 (Tahıllar, Bitki İslahı ve Biyoteknoloji, Yemeklik Tane Baklagiller)* (ss. 5-9). Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Brounce, F. (2002). Soya is flavones: a new and promising ingredient for the health food sector. *Food Research Institute*, 35, 187-193.
- Chawe, K. G., Venkataramana, P. B., & Ndakidemi, P. A. (2019). Assessment of farmers’ indigenous knowledge and preferences: A tool for sustainable lablab bean (*Lablab purpureus* L. Sweet) improvement and utilization in Northern Tanzania. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 21, 1-14.
- Chu, S. S., Liuand Q. R., & Liu, Z. L. (2010). Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38(4), 489-492.
- Çam, H., Karakoç, Ö. C., Gökçe, A., Telci, İ., & Demirtaş, İ. (2012). Farklı nane türlerine ait klonların uçucu yağlarının buğday biti [(*Sitophilus granarius* L.) (Coleoptera: Curculionidae)]’ne fumigant etkisi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 36(2), 255-263.
- Çelik, E., & Çelik, G. Y. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 5(2), 1-6.
- Çetin, H., & Elma, F. N. (2017). Bazı bitki ekstraktlarının börülce tohum böceği [*Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae)] erginlerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 404-411.
- Çetin, H., & Güdek, M. (2020). Effect of essential oil from the leaves of rosemary used in the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on the hydration coefficient, cookability, taste and color of the edible chickpea. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(2), 301-310.
- Dongre, T. K., Pawar, S. E., Thakare, R. G., & Harwalkar, M. R. (1996). Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* (F.)) in *Vigna* sp. and inheritance of their resistance in black gram (*Vigna mungo* var. *mungo*). *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 32(3), 201-204.
- Elma, F. N., & Çetin, H. (2022). Biberiye [*Rosmarinus officinalis* L.] uçucu yağının *Callosobruchus maculatus* (F.)’un yumurta bırakma davranışına etkisi ve erginlere karşı toksisitesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(3), 504-510.
- Gosh, S., Roy, A., & Kundagraml, S. (2020). Screening of mungbean (*Vigna radiata*) genotypes against bruchid (*Callosobruchus maculatus*) attack to reduce post-harvest losses. *Legume Research*, 1, 9-11.
- Grassmann, J., & Elstner, E. F. (2003). Essential oils/properties and uses. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition* (Elsevier Science Ltd.).
- Güdek, M., & Çetin, H. (2016). Fumigant toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiales: Lamiaceae) essential oil against immature stages of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Turkish Journal of Entomology*, 40(4), 455-466.
- Heydarzade, A., & Moravvej, G. (2012). Contact toxicity and persistence of essential oils from *Foeniculum vulgare*, *Teucrium polium* and *Satureja hortensis* against *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) adults. *Turkish Journal of Entomology*, 36(4), 507-518.
- Karakoç, Ö. C., Gökçe, A., & Telci, İ. (2006). Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L. (Col.: Curculionidae) ve *Acanthoscelides obtectus* Say. (Col.: Bruchidae)’a karşı fumigant etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(2), 123-135.

- Kaya, K., Sertkaya, E., Üremiş, İ., & Soyulu, S. (2018). Determination of chemical composition and fumigant insecticidal activities of essential oils of some medicinal plants against the adults of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 708-714.
- Lawn, R. J., & Russell, J. S. (1978). Mungbeans: a grain legume for summer rainfall cropping areas of Australia. *The Journal of Australian Institute of Agricultural Science*, 44(1), 28-41.
- Lee, B. H., Annis, P. C., Tumaalii, F., & Choi, W. S. (2004). Fumigant toxicity of essential oils from the myrtaceae family and 1,8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 40, 553-564.
- Madhujith, T., Nacz, M., & Shahidi, F. (2004). Antioxidant activity of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Lipids*, 11, 220-233.
- Majhi, P. K., & Mogali, S. C. (2020). Characterization and selection of bruchid [*Callosobruchus maculatus* (F.)] tolerant greengram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes. *Indian Journal of Agricultural Research*, 54(6), 679-688.
- Moravvej, G., Hassanzadeh-Khayyat, M., & Abbar, S. (2010). Vapor activity of essential oils extracted from fruit peels of two Citrus species against adults of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae). *Turkish Journal of Entomology*, 34(3), 279-288.
- Nair, R. M., & Schreinemachers, P. (2020). Global status and economic importance of mungbean, In R. M., Nair, R. Schafleitner, & S.-H. Lee (Ed.), *The mungbean genome* (pp. 1-8). Springer, Cham.
- Ofuya, T. L., Olotuah, O., & Akinyoade, D. (2010). The effect of storage on the efficacy of *Eugenia aromatica* (Baill.) in the control of *Callosobruchus Maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) pest. *The Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 14(1), 97-100.
- Oplinger, E. S., Hardman, L. L., Kaminski, A. R., Combs, S. M., & Doll, J. D. (1990). Mungbean, *Alternative Field Crops Manual*. University of Wisconsin Extension.
- Ponnusamy, D., Pratap, A., Singh, K. S., & Gupta, S. (2014). Evaluation of screening methods for bruchid beetle (*Callosobruchus chinensis*) resistance in greengram (*Vigna radiata*) and blackgram (*Vigna mungo*) genotypes and influence of seed physical characteristics on its infestation. *Vegetos*, 27, 60-67.
- Rajendran, S., & Sriranjini, V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Products Research*, 44(2), 126-135.
- Samyuktha, S. M., Malarvizhi, D., Mariyammal, I., Karthikeyan, A., Seram, D., Dhasarathan, M., & Senthil, N. (2022). The hunt for mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes and breeding lines resistance to South Indian bruchid strain. *Agriculture*, 12(7), pp 1050.
- Selimoğlu, T., Gökçe, A., & Yanar, D. (2015). Bazı bitki uçucu yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) üzerindeki fumigant toksisiteleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(1), 109-118.
- Shaaya, E., Kostjucovski, M., Eilberk, J., & Sukprakarn, C. (1997). Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insect. *Journal of Stored Product Research*, 33, 7-15.
- Somta, P., Ammaranan, C., Ooi, P. A-C., & Srinives, P. (2007). Inheritance of seed resistance to bruchids in cultivated mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Euphytica*, 155, 47-55.
- Tapondjou, L. A., Adler, C., Bouda, H., & Fontem, D. A. (2002). Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 38, 395-402.
- Taş, M. N., Uysal, M., & Çetin, H. (2015). Bazı bitki ekstraktlarının *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col.: Bruchidae)'e olan kontak toksisiteleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(3), 195-205.
- Tripathi, A., Tripathi, D. K., Chauhan, D. K., Kumar, N., & Singh, G. S. (2016). Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216, 356-373.
- Udo, I. O., & Epidi, T. T. (2009). Biological effect of ethanolic extract fractions of *Ricinodendron heudelotii* (Baill) Pierre ex Pax against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Callosobruchus maculatus* Fabricius on stored grains. *African Journal of Agricultural Research*, 4(10), 1080-1085.
- Wang, S. Y., Wu, J. H., Ng, T. B., Ye, X. Y., & Rao, P. F. (2004). A non-specific lipid transfer protein with antifungal and antibacterial activities from the mung bean. *Peptides*, 25(8), 1235-1242.
- Yiğit, N., Gözüaçık, C., & Gültekin, L. (2023). Adayayı (*Salvia* sp.) (Lamiaceae) türlerine ait uçucu yağların bazı depolanmış ürün zararlılarına karşı fumigant etkilerinin araştırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 51-59.