



Effects of Essential Oil Applications on Sprout and Root Development Seed Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tubers[#]

Arif Şanlı^{1,a,*}, Yeşim Cirit^{2,b}, Bekir Tosun^{3,c}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32000 Isparta, Turkey

²Department of Plant and Animal Production, Atabey Vocational School, Isparta University of Applied Sciences, 32000 Isparta, Turkey

³Agriculture, Livestock and Food Research Application and Research Center, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, 15030 Burdur, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO

[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)

Research Article

Received : 22/11/2019

Accepted : 07/12/2019

Keywords:

Dormancy

Root growth

Potato sprout growth

Essential oil

Agria

ABSTRACT

This study was carried out in 2016 to determine the effects of some essential oils applied to seed potato tubers on sprouting and root growth in potato. In the study, dormant seed tubers (cv Agria.) were treated with different concentrations (150, 300, 450 and 600 ppm) essential oils of oregano (*Origanum onites* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), dill (*Anethum graveolens* L.), cumin (*Cuminum cyminum* L.), fennel (*Foeniculum vulgare* L.), sage (*Salvia officinalis* L.) and Turkish pickling herb (*Echinophora tenuifolia* L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.)) and planted in seed-beds under controlled conditions. Dormancy duration, sprout length, sprout number, sprout diameter, sprout weight, root length and root weight parameters were examined. The effects of essential oils on sprout growth were variable, sage, rosemary, dill and Turkish pickling herb oils promoted sprout growth, while oregano and cumin essential oil treatments were more effective on root growth than other treatments. In general, high-dose essential oil applications adversely affected sprout growth while encouraged root growth. It was concluded that the application of essential oils before planting to seed tubers had a positive effect on sprout and root growth and healthy and strong plant could be established by making these applications under field conditions.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(sp3): 50-57, 2019

Tohumluk Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yumrularına Uçucu Yağ Uygulamalarının Sürgün ve Kök Gelişimine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 22/11/2019

Kabul : 07/12/2019

Anahtar Kelimeler:

Dormansi

Kök gelişimi

Patates

Sürgün gelişimi

Uçucu yağ

Agria

ÖZ

Bu çalışma tohumluk patates yumrularına uygulanan bazı uçucu yağların patatesteki sürgün gücü ve kök gelişimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışmada Agria çeşidine ait dormant durumdaki tohumluk yumrular farklı konsantrasyonlarda (150, 300, 450 ve 600 ppm) İzmir kekiği (*Origanum onites* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve çörtlük otu (*Echinophora tenuifolia* L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.)) uçucu yağları ile muamele edilerek kontrollü şartlardaki tohum yataklarına dikilmiştir. Araştırmada dormansi süresi, sürgün uzunluğu, sürgün sayısı, sürgün çapı, sürgün ağırlığı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı parametreleri incelenmiştir. Uçucu yağların sürgün gelişimine etkileri değişken olmuş adaçayı, biberiye, dereotu ve çörtlük yağları sürgün gelişimini teşvik ederken, İzmir kekiği ve kimyon yağı uygulamaları kök gelişimi üzerine diğer uygulamalardan daha etkili olmuştur. Genel olarak yüksek dozda yapılan uygulamalar sürgün gelişimi olumsuz yönde etkilerken, kök gelişimini teşvik etmiştir. Çalışmada, tohumluk yumrulara dikim öncesi uçucu yağ uygulamalarının sürgün ve kök gelişimini olumlu yönde etkilediği ve bu uygulamaların arazi şartlarında yapılması ile daha sağlıklı ve güçlü bitki tesisi kurulabileceği sonucuna varılmıştır.

^a arifsanli@isparta.edu.tr

^c btosun@mehmetakif.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-5443-2082>

^b <https://orcid.org/0000-0002-2470-3865>

^b yesimcirit@isparta.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-9178-5752>



Giriş

Patates gibi vejetatif organları tohumluk olarak kullanılan bitkilerde tohumluğun verime etkisi çok yüksek olup, iyi bir tohumluk kullanılmadığı sürece, en iyi yetiştirme teknikleri uygulansa bile beklenen verimin elde edilmesi oldukça güç olmaktadır. Tohumluk yumru kalitesini etkileyen faktörlerin başında hasat öncesi (toprak yapısı, gübreleme, sulama, yağış, düşük ya da yüksek sıcaklıklar, yetiştirme dönemindeki hastalık ve zararlılar), hasat ve hasat sonrası depolama faktörleri ile hastalık gelişimi, tohumluğun fizyolojik yaşı, kullanılan tohumluğun iriliği gibi faktörler gelmektedir (Shamim ve ark., 2009; Urano ve ark., 2010).

Dikimi yapılacak tohumluk yumruların fizyolojik yaşı ve hastalık durumu elde edilecek verimi etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir (Struik ve Wiersema, 1999). Yumruların fizyolojik yaşı yumru iriliğine, tohumluk yumru üretimindeki yetiştirme koşullarına, yetiştirme sırasında yapılan uygulamalara (hormon uygulamaları gibi), pir öldürme zamanı ve yöntemine, depolama sırasındaki ve depolama-dikim dönemi arasındaki koşullara, hasat veya depolama devresindeki uygulamalara ve depolama ile dikim arasındaki uygulamalara bağlı olarak değişmektedir (Struik, 2007). Patateste yeterli ve tatminkâr bir verim elde edebilmek için tohumluk olarak kullanılacak yumruların dikimden hemen sonra yeterli sayıda ve sağlam sürgün oluşturma yeteneğinde olmaları gerekmektedir. Fizyolojik olarak genç yumrular daha kuvvetli sürgün oluşturma potansiyeline sahiptir. Patates üretiminde elde edilecek verimi etkileyen en önemli faktörler arasında toprak yüzeyine çıkış yapan sürgün sayısı, sürgün gücü, sürgünlerin sağlık durumu ve ilk kök gelişimi gelmektedir. Patates yumrularında apikal dominansi durumu söz konusu olup, taç kısmında bulunan göz uyanmadan diğer gözlerde sürgün gelişimi başlamamaktadır. Dikim öncesi apikal dominansinin ortadan kaldırılması ile daha fazla gözün eş zamanlı olarak uyanması ve dolayısı ile birbirine yakın iriliklerde daha fazla yumru üretimi mümkün olabilir.

Terpenler grubunda yer alan uçucu yağlar antimikrobiyal, antiviral, nematisidal, insektisidal ve antioksidan aktivite gösterme gibi özellikleri nedeniyle (Cavanagh, 2007; Ntalli et al., 2010; Lang ve Buchbauer, 2012) tarımsal üretimde stres faktörlerine karşı savunma mekanizması oluşturmaktadır. Uçucu yağlar sentezlendikleri bitkilerde stres faktörlerine karşı koruyucu olarak görev yaparken, dış ortam için cezbedici, repellent, bazı stres şartlarına karşı dayanıklılık sağlama ve bazı kimyasal savunma sinyallerini uyarma gibi farklı ekolojik fonksiyonlar gösterebilmektedir (Holopainen, 2004; Penuelas ve Llusia, 2004). Tıbbi ve aromatik kullanımlarının dışında farklı özelliklere sahip sekonder metabolitleri içeren uçucu yağlar, tarımsal üretimde özellikle bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada dikim öncesi tohumluk yumrulara uçucu yağ uygulamalarının yumruda dormansi süresi, sürgün gücü ve kök gelişimine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan, orta geççi özellikteki Agria çeşidine ait sertifikalı yumrular ile İzmir kekiği (*Origanum onites* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve çörtük otu (*Echinophora tenuifolia* L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.)) bitkilerinin etken madde taşıyan kısımlarından elde edilen uçucu yağlar materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan kimyon, dereotu ve rezene bitkilerinin meyveleri, Burdur ilinde uzun yıllardır bahsedilen türlerin üretimini yapan çiftçilerden, İzmir kekiği, adaçayı ve biberiye bitkileri kültürü yapılan alanlardan, çörtük otu bitkisi ise doğal floradan toplanarak temin edilmiştir. Adaçayı ve biberiye bitkilerinin yaprakları, İzmir kekiği bitkisinin yaprak ve çiçekleri, çörtük bitkisinin ise toprak üstü kısmı ayrılarak gölgede kurutulmuştur. Her türden yeterli miktarda tohum ve bitki kısmı örnekleri Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında 3 saat süre ile damıtılarak türlerin uçucu yağları elde edilmiş ve koyu renkli cam saklama şişelerine konularak +4°C sıcaklıkta karanlık şartlarda saklanmıştır (Marotti ve Piccaglia 1992). Türler için uçucu yağların bileşenleri (Çizelge 1), Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir (Stein, 1990). Cihazın çalışma koşulları: Kapiler kolon: CP-Wax 52 CB (50 m × 0,32 mm, 0,25 µm), Fırın sıcaklık programı: Dakikada 10°C artarak 60°C'den 220°C'ye ulaşmış ve 220°C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir, Toplam koşuturma süresi: 60 dakika, Enjektör sıcaklığı: 240°C, Detektör sıcaklığı: 250°C, Taşıyıcı gaz: Helyum (20 ml/dak.).

Her bir uçucu yağın farklı konsantrasyonları (150, 300, 450 ve 600 ppm) su kullanılarak hazırlanmış, uçucu yağların su içerisinde homojen karışımın sağlanması amacıyla emilgator olarak Tween-80 (su hacminin %0,1'i kadar) kullanılmıştır. Çalışmada Tween-80 uygulanan ve hiçbir uygulama yapılmayan yumrular kontrol olarak değerlendirilmiştir. Ortalama ağırlıkları 80-90 g olan tohumluk yumrular farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağ solüsyonları içerisinde 5'er dakika süreyle bekletilmiş (Kasrawi ve Al-Fayyad, 1989) ve daha sonra yıkanarak kurutulmuştur. Yumrular kontrollü şartlarda (18°C sıcaklık, %90 nispi nem ve tamamen karanlık koşullarda) perlit içeren tohum yataklarına 10 × 15 cm mesafe ile 10 cm derinlikte dikilmiştir. Dikimler Tesadüf Parselleri Deneme Planında Faktöriyel Düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve her tekerrürde 10'ar adet yumru kullanılmıştır.

Kök gelişiminin teşvik edilmesi amacıyla zaman ayarlı (5 sn/15 dk) mini sprink sisleme ünitesi ile nemlendirme yapılmıştır. Çalışmada 7 farklı uçucu yağ × 4 doz + Tween-80 + kontrol olmak üzere toplam 30 farklı uygulama ele alınmış, uygulamalar için toplamda 900 adet yumru (30 uygulama × 3 tekerrür × 10 yumru) kullanılmıştır.

Çizelge 1 Araştırmada kullanılan türlerin uçucu yağ oranları ve önemli bileşenleri
Table 1 Essential oil content and main components of the species used in the research

<i>Salvia officinalis L.</i> (%3,85)		<i>Rosmarinus officinalis L.</i> (%1,47)		<i>Anethum graveolens L.</i> (%2,24)		<i>Cuminum cyminum L.</i> (%2,70)	
Bileşenler	%	Bileşenler	%	Bileşenler	%	Bileşenler	%
1.8-cineole	15,4	β-pinene	6,9	α-pinene	2,3	α-pinene	3,8
α-thujone	19,5	1.8-cineole	66,5	Dihydro carvone	4,4	γ-terpinene	4,8
Camphor	37,8	Camphor	5,9	D-carvone	58,4	Cuminic aldehyde	24,1
Borneol	4,9	Borneol	5,1	L-limonene	21,3	2-carene-10-al	51,7
α-terpineol	3,7	α-terpineol	6,1			P-mentha-1.4-dien	8,7
<i>Origanum onites L.</i> (%2,87)		<i>Foeniculum vulgare var. dulce L.</i> (%2,78)		<i>Echinophora tenuifolia L. subsp. sibiriana</i> (%1,52)			
Bileşenler	%	Bileşenler	%	Bileşenler	%		
Paracymen	1,7	Limonene	1,9	γ-terpinene	2,0		
Linalool	2,6	Fenchone	6,2	Methyl eugenol	30,4		
Thymol	1,7	p -allyl anisol	4,3	α- phellandrene	50,6		
Carvacrol	82,9	Trans anethole	85,3	α-terpinene	11,0		

Çalışmada, yumrulara dormansinin kırılmaya başladığı günden itibaren 30 gün sonra (Rossouw, 2008) yataklardaki yumrular çıkartılarak sürgün uzunluğu (mm), sürgün sayısı (adet/yumru), sürgün çapı (mm), sürgün ağırlığı (g), kök uzunluğu (mm) ve kök ağırlığı (g) parametreleri belirlenmiştir. Yumruların dormansi süreleri dikimin yapılmasından sonra günlük olarak yapılan gözlemler sonucu belirlenmiş ve dormansinin kırılmış olması için sürgün uzunluğunun 2 mm olması dikkate alınmıştır (Rehman ve ark., 2003). Araştırmadan elde edilen veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları

Sürgün Sayısı (adet/yumru)

Uçucu yağ uygulamaları sürgün sayısını önemli derecede etkilemiş, uygulamalara bağlı olarak sürgün sayıları 4,9-9,0 adet/yumru arasında değişim göstermiştir. Kontrolde ortalama 5,6 adet/yumru olan sürgün sayısı Tween-80 ile tatlı rezene ve İzmir kekiği yağı uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalarda da önemli derecede artmıştır. Uçucu yağların sürgün sayısına etkileri uygulama dozlarına bağlı olarak önemli derecede değişim göstermiş, dereotu ve İzmir kekiğinde 150 ppm, adaçayı, biberiye ve rezene yağlarında ise 300 ppm'in üzerinde yapılan uygulamalar sürgün sayısının önemli derecede azalmasına neden olmuştur (Çizelge 2).

Sürgün Uzunluğu (cm)

Uçucu yağ uygulamaları ortalama sürgün uzunluğunu kontrole göre göre önemli derecede arttırmıştır. Uygulamaların dozlara bağlı olarak sürgün uzunluğuna etkileri farklılık göstermiş, biberiye, çörtük, İzmir kekiği ve kimyon yağı uygulamalarında en yüksek sürgün uzunlukları 600 ppm dozundan elde edilirken, rezene yağı uygulamalarında 150 ppm'in üzerindeki dozlar sürgün uzunluğunu azaltmıştır. Adaçayı yağı uygulamalarında ise dozlar arasında belirgin bir fark oluşmamıştır. Araştırmada en yüksek sürgün uzunlukları 600 ppm dozunda kimyon (8,9 cm), İzmir kekiği (8,6 cm) ve çörtük (8,4 cm) yağı uygulamalarından elde edilmiştir 600 ppm dozunun altında yapılan çörtük ve kimyon uçucu yağı uygulamaları sürgün uzunluğuna önemli bir etki göstermemiştir (Çizelge 2).

Sürgün Çapı (mm)

İzmir kekiği hariç diğer tüm uçucu yağ uygulamaları patates yumrularında ortalama sürgün çapını önemli derecede arttırmış, uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz olmuştur. Uygulamalara bağlı olarak sürgün çapları 5,4-6,2 mm arasında değişmiş, uygulamaların dozlara bağlı olarak sürgün çapına etkileri benzer olmuştur. Bununla birlikte, biberiye, çörtük, dereotu ve kimyon uygulamalarında yüksek dozlar sürgün çapının azalmasına, İzmir kekiğinde ise artmasına neden olmuştur (Çizelge 3).

Sürgün Ağırlığı (g)

Uçucu yağ uygulamalarının sürgün ağırlığına etkileri istatistiki açıdan önemli olmuş, adaçayı, İzmir kekiği, kimyon ve rezene uçucu yağı uygulamaları ortalama sürgün ağırlığını kontrole göre arttırırken, biberiye, çörtük ve dereotu uçucu yağı uygulamaları kontrol ile benzer etkiye sahip olmuştur. Uygulamaların sürgün ağırlığına etkileri dozlara bağlı olarak farklılık göstermiş; dereotu, İzmir kekiği ve kimyon uçucu yağlarında 600 ppm dozunda sürgün ağırlıkları daha yüksek olurken, diğer uçucu yağlarda dozlar arasında belirgin bir fark oluşmamıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında; 600 ppm dozunda yapılan İzmir kekiği ve kimyon uçucu yağı uygulamaları ile sürgün ağırlığında yaklaşık %28 oranında artış gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Kök Uzunluğu (cm)

Uçucu yağ uygulamaları kök uzunluğunu önemli derecede etkilemiş, çörtük uçucu yağı hariç diğer tüm uçucu yağ uygulamaları ortalama kök uzunluğunu kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. Uygulama dozundaki artışla birlikte ortalama kök uzunluğu da artmış, fakat 450 ile 600 ppm dozları arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Uygulamalara bağlı olarak kök uzunluğu değerleri 10,9-15,0 cm arasında değişim göstermiş, en yüksek kök uzunluğu 600 ppm dozlarında yapılan adaçayı ile İzmir kekiği uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulamaların kök uzunluğuna etkileri dozlara bağlı olarak farklılık göstermiş, adaçayında 600 ppm, biberiye ve kimyon yağlarında 450 ppm ve üzeri, İzmir kekiğinde ise 300 ppm ve üzeri dozlar daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2 Farklı uçucu yağ uygulamaları yapılan patates yumrularının sürgün sayısı (adet/yumru) ve sürgün uzunlukları (cm)
Table 2 Sprout number (number/tuber) and sprout length (cm) of potato tubers applied with different essential oils

Uygulamalar	Sürgün Sayısı (adet/yumru)					Sürgün Uzunluğu (cm)				
	Dozlar									
	150	300	450	600	Ortalama	150	300	450	600	Ortalama
Adaçayı	7,0 ^{be}	7,6 ^{bc}	5,8 ^{hl}	5,7 ^{jm}	6,6 ^{ab}	7,7 ^{dg}	8,1 ^{be}	7,5 ^{ei}	7,7 ^{dg}	7,8 ^a
Biberiye	7,0 ^{be}	7,5 ^{bc}	6,4 ^{ej}	6,2 ^{ek}	6,8 ^a	6,9 ^{jm}	7,3 ^{fk}	7,3 ^{fk}	7,9 ^{cf}	7,4 ^{ab}
Çörtük otu	6,6 ^{dh}	7,3 ^{bd}	6,6 ^{dh}	5,8 ^{il}	6,6 ^{ab}	6,2 ^o	6,3 ^{no}	6,6 ^{lo}	8,4 ^{ac}	6,9 ^b
Dereotu	9,0 ^a	6,6 ^{dh}	6,0 ^{fl}	5,9 ^{gl}	6,9 ^a	6,5 ^{mo}	7,5 ^{fi}	7,1 ^{hl}	7,6 ^{eh}	7,2 ^{ab}
İzmir kekiği	7,3 ^{bd}	5,6 ^{im}	5,6 ^{im}	4,9 ^m	5,9 ^{dc}	6,8 ^{kn}	6,5 ^{mo}	7,4 ^{fi}	8,6 ^{ab}	7,3 ^{ab}
Kimyon	6,8 ^{cf}	6,6 ^{di}	5,8 ^{hl}	6,0 ^{fl}	6,3 ^{bc}	6,3 ^{no}	6,5 ^{mo}	6,3 ^{no}	8,9 ^a	7,0 ^b
Rezene	6,7 ^{eg}	6,3 ^{ek}	5,3 ^{lm}	5,2 ^{lm}	5,9 ^{dc}	8,2 ^{bd}	7,0 ^{im}	6,9 ^{im}	6,9 ^{im}	7,3 ^{ab}
Tween-80		5,5 ^{km}			5,5 ^d		6,3 ^{no}			6,3 ^c
Kontrol		5,6 ^{im}			5,6 ^d		6,1 ^o			6,1 ^c
Ort.	6,8 ^a	6,5 ^b	5,8 ^c	5,6 ^c		6,8 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	7,6 ^a	

*Aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık yoktur.

Çizelge 3 Farklı uçucu yağ uygulamaları yapılan patates yumrularının sürgün çapı (mm) ve sürgün ağırlıkları (g)
Table 3 Sprout diameter (mm) and sprout weight (g) of potato tubers applied with different essential oils

Uygulamalar	Sürgün Çapı (mm)					Sürgün Ağırlığı (g)				
	Dozlar									
	150	300	450	600	Ortalama	150	300	450	600	Ortalama
Adaçayı	5,5	6,0	6,0	5,9	5,9 ^a	3,0 ^{cf}	3,2 ^{bd}	3,0 ^{cf}	3,1 ^{be}	3,1 ^a
Biberiye	5,8	6,0	5,8	5,5	5,8 ^a	2,7 ^{fg}	3,0 ^{cf}	2,8 ^{eg}	2,8 ^{eg}	2,8 ^b
Çörtük otu	6,1	6,1	5,6	5,6	5,9 ^a	2,9 ^{dg}	2,9 ^{dg}	2,6 ^g	2,9 ^{dg}	2,8 ^b
Dereotu	5,9	5,9	5,7	5,7	5,8 ^a	2,7 ^{fg}	2,8 ^{eg}	3,0 ^{cf}	3,2 ^{bd}	2,9 ^{ab}
İzmir kekiği	5,5	5,5	5,7	5,9	5,7 ^{ab}	2,8 ^{eg}	2,9 ^{dg}	3,2 ^{bd}	3,6 ^a	3,1 ^a
Kimyon	6,2	5,8	5,9	5,7	5,9 ^a	3,0 ^{cf}	2,8 ^{eg}	2,9 ^{dg}	3,6 ^a	3,1 ^a
Rezene	5,9	5,8	5,8	6,1	5,9 ^a	3,2 ^{bd}	3,0 ^{cf}	3,1 ^{be}	3,3 ^{ac}	3,2 ^a
Tween-80		5,5			5,5 ^b		2,8 ^{eg}			2,8 ^b
Kontrol		5,4			5,4 ^b		2,8 ^{eg}			2,8 ^b
Ort.	5,7	5,7	5,7	5,7		2,9 ^b	2,9 ^b	2,9 ^b	3,1 ^a	

*Aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık yoktur.

Çizelge 4 Farklı uçucu yağ uygulamaları yapılan patates yumrularının kök uzunluğu (cm) ve kök ağırlıkları (g)
Table 4 Root length (cm) and root weight (g) of potato tubers applied with different essential oils

Uygulamalar	Kök Uzunluğu (cm)					Kök Ağırlığı (g)				
	Dozlar									
	150	300	450	600	Ortalama	150	300	450	600	Ortalama
Adaçayı	11,5 ^{jm}	11,8 ^{ik}	13,5 ^{bg}	15,0 ^a	12,9 ^{ab}	1,9 ^{fg}	2,0 ^{eg}	2,2 ^{ce}	2,4 ^{ac}	2,1 ^b
Biberiye	10,9 ^{lm}	12,3 ^{hj}	12,9 ^{eh}	13,5 ^{bg}	12,4 ^{cd}	1,8 ^g	2,2 ^{ce}	2,2 ^{ce}	2,3 ^{bd}	2,1 ^b
Çörtük otu	11,3 ^{km}	11,4 ^{km}	13,6 ^{bf}	12,4 ^{hi}	12,1 ^{de}	2,0 ^{eg}	2,0 ^{eg}	2,3 ^{bd}	2,1 ^{df}	2,1 ^b
Dereotu	10,9 ^{lm}	12,7 ^{gh}	13,0 ^{dh}	12,9 ^{dh}	12,4 ^{cd}	1,8 ^g	2,0 ^{eg}	1,9 ^{fg}	2,0 ^{eg}	1,9 ^c
İzmir kekiği	11,5 ^{im}	13,4 ^{bg}	13,9 ^{bd}	14,1 ^{ab}	13,3 ^a	2,0 ^{eg}	2,2 ^{ce}	2,4 ^{ac}	2,4 ^{ac}	2,2 ^b
Kimyon	11,7 ^{il}	11,8 ^{ik}	13,5 ^{bg}	13,8 ^{bd}	12,7 ^{bc}	2,3 ^{bd}	2,3 ^{bd}	2,5 ^{ab}	2,6 ^a	2,5 ^a
Rezene	12,9 ^{fh}	13,0 ^{dh}	13,7 ^{be}	13,3 ^{cg}	13,2 ^a	2,2 ^{ce}	2,1 ^{df}	2,4 ^{bd}	2,4 ^{ac}	2,2 ^b
Tween-80		11,8 ^{il}			11,8 ^e		2,0 ^{eg}			2,0 ^c
Kontrol		11,6 ^{il}			11,6 ^e		1,9 ^{fg}			1,9 ^c
Ort.	11,6 ^c	12,2 ^b	13,1 ^a	13,1 ^a		2,0 ^b	2,1 ^b	2,2 ^a	2,2 ^a	

*Aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık yoktur.

Kök Ağırlığı (g)

Uçucu yağ uygulamaları kök ağırlığını önemli derecede etkilemiş, dereotu yağı hariç diğer uçucu yağ uygulamaları kök ağırlığını kontrole göre arttırmıştır. Uygulamalara bağlı olarak ortalama kök ağırlıkları 1,8-2,6 g arasında değişim göstermiştir. Uygulama dozundaki artışla birlikte genellikle ortalama kök uzunluğu da artmıştır. Kimyon

uçucu yağının kök ağırlığına olan olumlu etkisi diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Adaçayı, çörtük otu, kimyon ve rezene yağlarında 450 ppm ve üzeri, biberiye ve İzmir kekiği yağlarında ise 300 ppm ve üzeri dozlarda yapılan uygulamalar kök ağırlığı bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 5 Farklı uçucu yağ uygulamaları yapılan patates yumrularının dormansi süresi (gün)

Table 5 Dormancy period (days) of potato tubers applied with different essential oils

Uygulamalar	Dormansi Süresi (gün)				
	Dozlar				
	150	300	450	600	Ortalama
Adaçayı	11,6 ^{gl}	12,0 ^{ei}	12,0 ^{ei}	12,3 ^{cg}	12,0 ^{bc}
Biberiye	11,0 ^j	12,9 ^{bc}	12,5 ^{cf}	12,6 ^{cf}	12,3 ^{ac}
Çörtük otu	11,4 ^{hj}	12,7 ^{be}	12,4 ^{cf}	12,6 ^{cf}	12,3 ^{ac}
Dereotu	12,4 ^{cf}	12,9 ^{bc}	13,4 ^{ab}	13,8 ^a	13,1 ^{ab}
İzmir kekiği	12,1 ^{eh}	12,0 ^{ei}	12,1 ^{eg}	12,0 ^{ei}	12,1 ^{bc}
Kimyon	11,3 ^{ij}	11,9 ^{fi}	12,0 ^{ei}	11,6 ^{gj}	11,7 ^c
Rezene	11,4 ^{hj}	12,6 ^{cf}	12,3 ^{cg}	12,4 ^{cf}	12,2 ^{ac}
Tween-80		12,8 ^{bd}			12,8 ^{ab}
Kontrol		12,8 ^{bd}			12,8 ^{ab}
Ort.	11,9 ^b	12,5 ^{ab}	12,5 ^{ab}	12,6 ^a	

*Aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık yoktur.

Dormansi Süresi

Uygulamaların dormansi süresine etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuş, kimyon uçucu yağı uygulanan yumrulara dormansi kontrol ile diğer uçucu yağ uygulamalarından daha erken kırılmıştır. İzmir kekiği ve kimyon uçucu yağlarının tüm dozları ile 150 ppm dozunda uygulanan biberiye, çörtük ve rezene yağları dormansinin kontrole göre daha erken kırılmasına neden olmuştur. Adaçayı, İzmir kekiği ve kimyon uçucu yağı uygulamalarında dormansi süresi bakımından dozlar arasında belirgin bir fark oluşmazken, dereotunda 450 ppm ve üzeri, diğer uçucu yağlarda ise 300 ppm ve üzerinde yapılan uygulamalarda yumruların dormansi süreleri daha uzun olmuştur. 600 ppm dozunda yapılan dereotu uçucu yağı uygulamaları dormansinin kontrole göre daha geç kırılmasına neden olmuştur (Çizelge 5).

Tartışma ve Sonuç

Patates yumrularında apikal dominansi söz konusu olup, tepe sürgünü uyanmadan diğer gözlerde sürgün gelişimi başlamamaktadır. Yumruların uçucu yağlar ile muamele edilmeleri sırasında uçucu yağı oluşturan aktif maddelerin yumruda özellikle gözler tarafından absorbe edilmeleri ile bu bölgede bulunan meristematik dokularda farklılaşmalara neden olduğu ve apikal dominansiyi ortadan kaldırarak gözlerde eş zamanlı uyanmaya neden olduğu düşünülmektedir. Doz artışı ile birlikte sürgün sayısının azalması bu durumu açıklar niteliktedir. Nitekim, yüksek dozda yapılan uygulamaların yumru gözlerinde fitotoksositeye neden olarak meristematik dokulara zarar verdiği ve sürgün sayısını azalttığı düşünülmektedir. Yumruya uçucu yağ uygulamalarının patatesteki yumru fizyolojisini olumlu etkilediği ve bu yumruların gelişen bitkilerin verimliliklerinin arttığı Masrie ve ark., (2015) tarafından da bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar, uçucu yağlar ile muamele edilen yumrulara apikal dominansinin baskılandığını ve lateral gözlerin uyanarak daha fazla sürgün gelişiminin meydana geldiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde, Hartmans ve ark., (1998) dereotu ve Karaman kimyonu uçucu yağlarında yüksek oranda bulunan ve patatesteki doğal sürgün gelişimi engelleyicisi olarak kullanılan S-(+)-karvon'un uygulandığı yumrulara uyanan göz sayısının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Uçucu yağ uygulamaları sürgün uzunluğu ve çapını kontrole göre arttırmış, özellikle sürgün uzunluğundaki artış yüksek doz uygulamalarında daha belirgin olmuştur. Sürgünlerin uzunluk ve çaplarına olumlu yönde etki gösteren uygulamalarda aynı zamanda sürgün ağırlıkları da daha yüksek olmuştur. Uçucu yağların gözlerde hormon benzeri aktivite göstermek suretiyle hücre bölünmesini ve dolayısıyla sürgün boyu ve çapını arttırdığı düşünülmektedir. Yüksek dozlarda uygulandığında sürgün sayısının azalmasına neden olan uçucu yağlar (İzmir kekiği, çörtük ve kimyon uçucu yağları) aynı zamanda sürgün uzamasını teşvik etmiştir. Bu uygulamalarda sürgün sayısının az olmasının gelişme gösteren sürgünler arasındaki rekabetin azalmasına ve dolayısıyla mevcut sürgünlerin daha uzun olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde yüksek dozda yapılan uygulamalarda daha az sayıda ve uzun sürgün gelişimi, sürgün ağırlığının da daha yüksek olmasına neden olmuştur. Uçucu yağlarda bulunan bazı aktif maddelerin uygulandıkları organizmada enzim aktiviteleri, DNA ve RNA sentezi, hücre duvarı geçirgenliği ve mitoz bölünme gibi birçok fizyolojik süreci etkilemek suretiyle inhibitör ya da teşvik edici aktivite gösterdiği birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Weir ve ark., 2004; Zunino ve Zygadlo 2004; Nishida ve ark., 2005). Uçucu yağların yumru fizyolojisine etkilerinin uygulama dozuna bağlı olarak değiştiği ve yüksek dozların genellikle inhibitör etkisi gösterirken, düşük dozların teşvik edici etkiye sahip olduğu bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Hartmans ve ark., 1995; Masrie ve ark., 2015).

Yumruya yapılan uçucu yağ uygulamaları sürgünlerde kök gelişimini teşvik etmiş, bu etki genellikle yüksek dozlarda daha belirgin olmuştur. Uçucu yağların kök gelişimi üzerine gösterdikleri olumlu etkinin yağların içerdiği aktif maddelerden bazılarının hormon benzeri aktiviteye sahip olabileceğini göstermektedir. Uçucu yağların da içinde bulunduğu terpenler, bitki gelişiminden sorumlu birçok bitkisel hormonun biyosentez yolu ile benzer olarak mavelonik asit pathway aracılığıyla Acetyl-coA'dan sentezlenmektedir (Newman ve Chappell, 1999). Terpenoidlerin bitkilerde biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı savunma mekanizması oluşturdukları ve fitoaleksinler, hormonlar ve allelokimyasallar gibi farklı fonksiyonlara sahip oldukları Silva, (2009) tarafından da bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, patates zayıf kök sistemine

sahip olup dikildiği ortamdaki enfeksiyonlardan önemli ölçüde etkilenmektedir. Çalışmada uygulanan uçucu yağların antimikrobiyal aktivite göstererek yumru üzerindeki hastalık etmenlerini azalttığı ve bu sayede kök gelişiminin daha sağlıklı olduğu düşünülmektedir. Özellikle yüksek dozlarda yapılan uygulamalarda uçucu yağ aktif maddelerinin yumruların dikildiği perlit ortamına nem ile birlikte daha fazla dağılımları ve ortamda daha uzun süre kalmaları bu durumu açıklar niteliktedir. Nitekim, araştırmada yumrular perlit ortamında ve yüksek nispi nemde köklenmeye bırakılmış ve özellikle kontrol olarak değerlendirilen yumrulardan gelişen köklerde fungal enfeksiyon gelişimi gözlenmiştir.

Yumrulara uygulanan uçucu yağlar genellikle dormansi süresi ve sürgün gelişimini etkilemek suretiyle yumru fizyolojisinde değişikliklere neden olmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalar genellikle dormansi süresinin uzatılması yönünde olmuş ve Karaman kimyonu, dereotu, nane, tarçın, karanfil tomurcuğu gibi uçucu yağların patates yumrularında sürgün gelişimini geçici olarak engellediği belirlenmiştir (Silva ve ark., 2007; Song ve ark., 2012; Gomez-Castillo ve ark., 2013; Şanlı ve Karadoğan, 2019). Çalışmada özellikle 150 ppm dozunda yapılan uygulamalarda dormansi erken kırılırken, yüksek dozlarda bu süre uzamıştır. Bu durum, uçucu yağ aktif maddelerinin düşük dozlarda teşvik edici, yüksek dozlarda ise engelleyici etkisinin olduğunu göstermektedir. Özellikle kimyon, İzmir kekiği ve adaçayı yağı uygulamalarında dormansinin daha erken kırılması, bu uygulamalarla birlikte gözlerdeki meristematik bölgelerin aktif hale gelmesinden ve sürgün gelişimi için gerekli koşulların sağlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüksek dozda dereotu yağı uygulamalarında dormansi süresinin uzaması ise, dereotu uçucu yağında yüksek oranda bulunan karvon'un sürgün gelişimini engelleyici etkisinden kaynaklanmıştır. Nitekim, dereotu uçucu yağı ve karvon uygulamalarının patatesta dormansi süresini uzattığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Gomez ve ark., 2010; Song ve ark., 2012; Şanlı ve Karadoğan, 2019).

Genel olarak değerlendirildiğinde; tohumluk olarak kullanılacak patates yumrularının dikimden önce uçucu yağlarla muamele edilmesiyle sürgün sayısı ve gücü ile kök gelişiminin teşvik edilebileceği, buna bağlı olarak da daha sağlıklı ve güçlü bitki tesisi oluşturulabileceği anlaşılmıştır. Özellikle sürgün sayısını artırıcı etki gösteren düşük dozlarda İzmir kekiği ve dereotu yağı uygulamalarının tohumluk yumru üretim alanlarında, sürgün gücü ve kök gelişimini teşvik eden kimyon ve rezene uçucu yağlarının ise normal üretim alanlarında uygulanması ile patates üretiminin artırılabilirliği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 3001 programı tarafından maddi olarak desteklenmiştir (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: 114O025).

Kaynaklar

Cavanagh HMA. 2007. Antifungal activity of the volatile phase of essential oils. A Brief Review, Nat. Prod. Commun, 2, 1297–1302.

- Gomez D, Bobo G, Arroqui C, Virseda P. 2010. Essential oils as sprouting inhibitor on potatoes tuber. International Conference on Food Innovation, Spain 1-4.
- Gomez-Castillo D, Cruza E, Iguaz A, Arroquia C, Virseda P. 2013. Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. Postharvest Biology and Technology 82:15–21.
- Hartmans KJ, Diepenhorst P, Bakker W, Gorris LGM. 1995. The use of carvone in agriculture, sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases. In, WJM. Meijer (Editor), applications, properties and production of S-(+)-Carvone from caraway. Ind. Crops Prod 4:3-13.
- Hartmans KJ, Lensen JM, de Vries RG. 1998. Use of Talent (carvone) as sprout growth regulator of seed potatoes and the effect on stem and tuber number. Potato Research 41:190-201.
- Holopainen JL. 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. Trends Plant Sci., 9, 529-533.
- Kasrawi MA, Alfayyad M. 1989. Yield and quality of potatoes as influenced by breaking dormancy of tuber seed. Research Journal of Aleppo University (Syria), Agricultural Science, 13, 51-68.
- Lang G, Buchbauer G. 2012. A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. Flavour Fragr. J., 27, 13–39.
- Marotti M, Piccaglia R. 1992. The influence of distillation conditions on the essential oil composition of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. Journal of Essential Oil Res., 4, 569-576.
- Masrie ZB, Dechassa RN, Alemayehu Y, Abebe B, Tana T. 2015. Influence of treatment of seed potato tubers with plant crude essential oil extracts on performance of the crop. African Crop Science Journal, 23 (3):295 – 304.
- Newman JD, Chappell J. 1999. Isoprenoid biosynthesis in plants: carbon partitioning within the cytoplasmic pathway. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol., 34, 95–106.
- Nishida N, Tamotsu S, Nagata N, Saito C, Sakai A. 2005. Allelopathic effects of volatile monoterpenoids produced by *Salvia leucophylla*: inhibition of cell proliferation and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* seedlings. Journal of Chemical Ecology, 31(5), 1187–1203.
- Ntalli NG, Ferrari F, Giannakou I, Menkissoglu-Spiroudi U. 2010. Phytochemistry and nematocidal activity of the essential oils from 8 greek lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components. J. Agric. Food Chem., 58, 7856–7863.
- Penuelas J, Llusia J. 2004. Plant VOC emissions: making use of the unavoidable. Trends Ecol. Evol., 19, 402-404.
- Rehman F, Lee SK, Khabir AHV, Joung RY. 2003. Evaluation of various chemicals on dormancy breaking and subsequent effects on growth and yield in potato micro tubers under greenhouse conditions. Acta Horticulturae, 619, 375-381.
- SAS Institute. 2009. INC SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA.
- Shamim AR, Ahmad MY, Ashraf M, Ashraf Waraich EA. 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot., 41(2), 647-654.
- Silva CB. 2009. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). Química Nova, v. 32, n. 9, p. 2373-2376, 2009.
- Silva MCE, Galhano CIC, Moreira Da Silva AMG. 2007. A new sprout inhibitor of potato tuber based on carvone/b-cyclodextrin inclusion compound. J InclPhenomMacrocyclChem 57:121-124.
- Song X, Bandara M, Nash B, Thomson J, Pond J, Wahab J, Tanino KK 2012. Use of essential oils in sprout suppression and disease control in potato storage. Global Science Books, Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology.

- Stein SE. 1990. National Institute of Standards and Technology (NIST) Mass Spectral Database and Software, Version 3.02, Juen USA.
- Struik PC, Wiersema SG. 1999. Seed potato technology. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Pers.
- Struik PC. 2007. The canon of potato science, 40. physiological age of seed tubers. *Potato Res.*, 50, 375-377.
- Şanlı A, Karadoğan T. 2019. Carvone containing essential oils as sprout suppressants in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers at different storage temperatures. *Potato Research*.<https://doi.org/10.1007/s11540-019-9415-6>.
- Urano K, Kurihara Y, Seki M, Shinozaki K. 2010. Omics analyses of regulatory networks in plant abiotic stress responses. *Current Opin. in Plant Bio.*, 10, 1016-1206.
- Weir TL, Park SW, Vivanco JM. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4), 472-479.
- Zunino MP, Zygadlo JA. 2004. Effect of monoterpenes on lipid oxidation in maize. *Planta*, 219 (2), 303-309.