

***Mentha piperita* L. hidrosolünün *Echinacea purpurea* (L.) Moench'nın çimlenme performansına etkisi**

Meryem YEŞİL ¹

¹Ordu Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ordu

Alınış tarihi: 9 Haziran 2021, Kabul tarihi: 10 Eylül 2021
Sorumlu yazar: Meryem YEŞİL, e-posta: meryemyesil@hotmail.com

Öz

Amaç: Son yıllarda yabancı otlarla mücadelede tıbbi ve aromatik bitkilere ait uçucu yağların kullanımı konusunda artan bir ilgi bulunmaktadır. Bu çalışmada da *Mentha piperita* L. hidrosolünün, ortamda bulunan yabancı ot kontrolünde kullanılması durumunda bir kültür bitkisi olan *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumları üzerinde ortaya çıkarabileceği alelopatik etki araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem: *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumları *Mentha piperita* L.'ye ait hidrosolün 0, %25, %50, %75 ve %100 konsantrasyonlarına 0 saat, 8 saat, 16 saat, 24 saat maruz bırakılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre Minitab V19 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş, çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey Testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Araştırmanın sonucunda hidrosol konsantrasyonları ve bu konsantrasyonlara maruz kalan süre arttıkça ilk sayım çimlenme oranının, plumula uzunluğunun azaldığı, radikula uzunluğunu ise artan hidrosol konsantrasyonlarının azalttığı belirlenmiştir. Son sayım çimlenme oranının deneme faktörlerinden etkilenmediği tespit edilmiştir.

Sonuç: *Mentha piperita* L. hidrosol konsantrasyonlarının *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının son sayım çimlenme oranı dışındaki çimlenme kriterleri üzerinde alelopatik etki meydana getirdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yabancı ot, çimlenme, hidrosol, *Mentha*

***Mentha piperita* L. hydrosol of *Echinacea purpurea* (L.) effect of Moench on germination performance**

Objective: In recent years, there has been an increasing interest in the use of essential oils of medicinal and aromatic plants in the fight against weeds. In this study, the allelopathic effect of *Mentha piperita* L. hydrosol on the seeds of *Echinacea purpurea* (L.) Moench, which is a cultivated plant, was investigated when used for weed control in the environment.

Materials and Methods: Seeds of *Echinacea purpurea* (L.) Moench were exposed to 0, 25%, 50%, 75%, and 100% concentrations of the hydrosol of *Mentha piperita* L. for 0 hours, 8 hours, 16 hours, and 24 hours. The data obtained from the research were subjected to variance analysis in the Minitab V19 statistical package program according to the Random Plots Trial Design, and Tukey Test, one of the multiple comparison tests, was used.

Results: As a result of the study, it was determined that as the hydrosol concentrations and the exposure time to these concentrations increased, the first count germination rate and plumule length decreased, and the radicle length decreased with increasing hydrosol concentrations. It was determined that the final count germination rate was not affected by the trial factors.

Conclusion: It was determined that *Mentha piperita* L. hydrosol concentrations caused allelopathic effects on the germination criteria except the last count germination rate of *Echinacea purpurea* (L.) Moench seeds.

Key words: Weed, germination, hydrosol, *Mentha*

Giriş

Çiçekli bitkiler bakımından çok zengin bir familya olan Asteraceae (Compositae), Dünyada 1 000 kadar cins ve 20 000 tür ile temsil edilmektedir (Mat, 2002). Bu familya içinde bulunan ekinezya Kuzey Amerika'nın endemik bir türüdür. İngilizce olarak black Sampson, coneflower, pale/pale purple coneflower (*E. pallida*), purple coneflower (*E. purpurea*, *E. angustifolia*), narrow-leaf purple coneflower (*E. angustifolia*) ve Kansas snakeroot (*E. angustifolia*) isimleriyle anılan bu bitkiye ülkemizde ekinezya, erguvani kirpibaşı, kirpibaşı, kirpiotu, ince yapraklı eflatun koza çiçeği, samson kökü isimleri verilmiştir (Chiu ve ark., 2006; Özcan, 2014). Önemli bir tıbbi bitki olan ekinezyanın antiviral, antiinflamatuvar, antibakteriyel özellikleri bulunmakta, üst ve alt solunum yolu hastalıkları, romatizma gibi rahatsızlıklarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Percival, 2000; Barnes ve ark., 2005; Lee ve ark., 2009). Ülkemizde ekinezyanın herbasi ve köklerinden hazırlanan ilaçlar üst solunum yolu ve üriner sistem ile ilgili problemlerde başvurulmakta, infeksiyonlara karşı da vücut direncini artırıcı preparat olarak faydalanılmaktadır (Çelik ve Kan, 2019).

Bütün kültür bitkilerinde olduğu gibi ilaç hammaddesi olarak kullanılan tıbbi bitkilerin de ekim-dikim zamanı, gübreleme, sulama, yabancı ot kontrolü, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Ürün kaybında önemli bir rolü bulunan yabancı otlar hemen hemen her yerde yetişen zararları faydalarından daha fazla insan, hayvan, bitki gibi herhangi bir canlı faktör olmadığı müddetçe de buldukları vejetasyonun hakimi olan bitkilerdir (Uygur ve Uygur, 2010). Bu otlarla mücadele böcekler, hastalıklar, nematodlar, kemirgenlerle mücadele gibi tarımsal bir uygulamadır (Abouziene ve Haggag, 2016). Işık, su, besin ve alan açısından kültür bitkileriyle rekabet halinde olan yabancı otlar mücadele edilmediği takdirde ürün kaybına yol açmaktadırlar (Oerke, 2006; Çolak ve ark., 2019). Kullanılan ilk herbisit olan 2,4-diklorofenoksiasetik asidin (2,4-D) 1940 yılında keşfedilmesinden bu yana yabancı otları kontrol etmek için en çok kullanılan yöntem kimyasal mücadele (herbisit uygulaması) olmuştur (Troyer, 2001; Verdeguer ve ark., 2020). Ancak tıbbi bitkiler kimya endüstrisinin de hammaddelerinden oldukları için özellikle Avrupa'da tıbbi bitki yetiştiriciliğinde herbisit kullanımı sınırlıdır (Karkanis ve ark., 2018). Son

yıllarda ise yabancı otlarla mücadelede bitkilerin alelopatik etkisinden faydalanma yöntemleri araştırılmaktadır (Skrzypek ve ark., 2015; Zandi ve ark., 2018; Thiébaud ve ark., 2019; Verdeguer ve ark., 2020). Alelopatik maddeler bitkiler arasında veya bitkiler ile mikroorganizmalar arasındaki olumlu veya olumsuz etkileşimi meydana getiren ve değişen çevre şartlarına uyum sağlamak amacıyla üretilen maddelerdir (Ortega ve ark., 2007; Aziz ve Shaukat, 2014; Skrzypek ve ark., 2015; Thiébaud ve ark., 2019). *Mentha piperita*'da yüksek alelopatik etki gösteren bitkiler arasında bulunmakta bu özelliği sebebiyle de yabancı ot kontrolünde kullanımı araştırılmaktadır (Skrzypek ve ark., 2015; Karkanis ve ark., 2019). Ancak çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin alelopatik etkisi kullanılarak yabancı otlarla mücadele edilirken ortamda bulunan kültür bitkilerinin de bu uygulamadan ne şekilde etkilendiği bilinmemelidir.

Bu çalışmada, Dünya'da yaygın bir kullanımı bulunan *Echinacea purpurea* (L.) Moench'da yabancı ot kontrolünü sağlamak için kullanılabilirliği mümkün olan *Mentha piperita*'nin farklı konsantrasyonlardaki hidrosollerinin *Echinacea purpurea* (L.) Moench'un tohum çimlenmesine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tıbbi ve Aromatik Bitki Koleksiyon Bahçesinden çiçeklenme başlangıcında hasat edilip gölgede kurutulan *Mentha piperita* L. yaprağından 30 gr alınarak öğütülmüş ve Clevenger cihazına yerleştirilmiştir. Üç saat kaynatılan materyalden uçucu yağ elde edilmiş ve bu uçucu yağın yağ altı suyu (hidrosolü) santrifüj tüplerine aktarılmış bu kısım %100 konsantrasyonlu hidrosol olarak kabul edilmiştir. Denemede kullanılan %25, %50 ve %75 konsantrasyonları da %100'lük hidrosolün saf su ile seyreltilmesi sonucu elde edilmiştir.

Çalışma da %25, %50, %75, %100 olmak üzere dört farklı konsantrasyon ve 0 (kontrol), 8 saat, 16 saat, 24 saat bekletme süreleri kullanılmıştır. *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumları belirtilen konsantrasyonlar ve sürelerde hidrolat ile muamele edildikten sonra kontrol örnekleri ise herhangi bir muameleye tabii tutulmadan, içinde kurutma kağıdı bulunan 100 mm x 15 mm'lik petri kaplarına her petride 25 tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Tohumların benzer büyüklükte olmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra petriker inkübatöre alınarak tamamen karanlık ortamda 23°C sıcaklıkta ($\pm 1^\circ\text{C}$) 21 gün çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlendirme

süresince petriler, tohumların su isteğine bağlı olarak distile su ile nemlendirilmiştir. Çimlenen tohumların ilk ve son sayımları ISTA (International Seed Testing Association) tarafından önerildiği şekilde 7. gün ve 21. gün yapılmıştır. Çimlenme için radikulanın 2 mm testadan çıkmış olması esas kabul edilmiştir. Çalışmada ilk sayım (7. gün) ve son sayım (21. gün) çimlenme oranları Şenel, 2005 ve Demirkaya ve ark., 2018'e göre hesaplanmıştır. Radikula ve plumula'nın uzunluklarına ait ölçümler ise 21 günün sonunda petrilerde çimlenmiş olan tüm tohumlar üzerinde yapılmış ve bulunan değerler toplanarak çimlenen tohum sayısına bölünmüştür.

Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre Minitab V19 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş, çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey Testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çimlenme oranı (ilk sayım)

Çizelge 1'de *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının 7. gün sayımı sonucunda ortaya çıkan çimlenme oranları görülmektedir. Konsantrasyon ortalamaları dikkate alındığında en yüksek çimlenme oranının herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol (%21.33) tohumlarında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Diğer konsantrasyonlar ise ilk sayım çimlenme oranını istatistiksel ($p<0.001$) bakımdan olumsuz yönde etkilemiş, konsantrasyon arttıkça çimlenme oranı azalmış en düşük çimlenme oranı %75 (%10.66) ve %100 (%7.55) hidrosol

Çizelge 1. *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarına ait çimlenme oranı (ilk sayım) için tanıtıcı istatistik değerleri (%)

Konsantrasyon	8 saat	16 saat	24 saat	\bar{x}
Kontrol	21.33±2.31	21.33±2.31	21.33±2.31	21.33±2.31 ^a
%25	28.00±4.00	16.00±10.58	12.00±4.00	18.67±9.38 ^{ab}
%50	14.67±9.24	14.67±4.62	8.00±6.93	12.45±7.06 ^{bc}
%75	17.33±9.24	9.33±2.31	5.33±2.31	10.66±7.21 ^c
%100	13.33±2.31	5.33±2.31	4.00±0.00	7.55±4.67 ^c
\bar{x}	18.93±7.63 ^a	13.33±7.35 ^b	10.13±7.23 ^b	
p değeri	Süre:0.000*** Konsantrasyon:0.000*** Süre×Konsantrasyon:0.293			

Aynı sütunda, ortak harfi olmayan konsantrasyon ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Aynı satırda, ortak harfi olmayan süre ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), ***: $p<0.001$

Çimlenme oranı (son sayım)

Çizelge 2'de *Mentha piperita* L. hidrosolündeki konsantrasyon artışının, muamele süresindeki artışın ve konsantrasyon x süre interaksyonunun 21. gün ortaya çıkan çimlenme oranını etkilemediği görülmektedir. Skrzypek ve ark. (2015), Karkanis ve ark. (2019) ve Fecowicz ve ark. (2020) *Mentha* uçucu

konsantrasyonlarında ortaya çıkmıştır. Bu bulgu Azırak ve Karaman (2008) ve El-Rokiek ve ark. (2018)'nin bazı tıbbi ve aromatik bitkilere ait uçucu yağların yabancı ot tohumlarının çimlenmesini engellediğini bildirdikleri araştırmaları ve Skrzypek ve ark. (2015)'nin farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış *Mentha piperita* L. hidrosolünün *Helianthus annuus* L. tohumlarının çimlenmesi üzerine alelopatik etki gösterdiğini bildirdikleri çalışmaları ile uyumlu olmuş, çalışmada da *Mentha piperita* L hidrosolünün artan konsantrasyonları ilk sayım çimlenme oranını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Tohumların hidrosole tabii tutuldukları süreler incelendiğinde en yüksek ilk sayım çimlenme oranı 8 saat hidrosol ile muamele edilen tohumlarda (%18.93) belirlenmiş, muamele süresi arttıkça çimlenme oranını önemli derecede ($p<0.001$) azaltmıştır. Alelopati bilindiği üzere bir bitkinin ortama yaymış olduğu çeşitli kimyasallar vasıtası ile başka bir bitkinin fizyolojisini ve gelişimini etkileme olayıdır (Pan ve ark., 2015). Bu çalışma da hidrosole maruz kalma süresi arttıkça ortamdaki sekonder metabolitler tohum gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir.

Konsantrasyon x süre interaksyonunda ise ilk sayım çimlenme oranı %4.00 (%100 konsantrasyon/24 saat) ile %28.00 (%25 konsantrasyon/8 saat) arasında değiştiği tespit edilmiş ancak bu fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

yağlarının kültür bitkilerinin tohum gelişimini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ancak çalışmada böyle bir durum tespit edilmemiştir. Bunun sebebi olarak *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının *Mentha piperita* L'nin alelokimyasallarına karşı direnç göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarına ait çimlenme oranı (son sayım) için tanıtıcı istatistik değerleri (%)

Konsantrasyon	8 saat	16 saat	24 saat	\bar{x}
Kontrol	89.33±6.11	89.33±6.11	89.33±6.11	89.33±6.11
%25	77.33±6.11	90.67±4.62	74.67±12.86	80.89±10.54
%50	74.67±10.07	78.67±2.31	78.67±6.11	77.34±6.32
%75	77.33±12.22	74.67±6.11	80.00±6.93	77.33±8.00
%100	81.33±4.62	77.33±16.65	84.00±16.00	80.89±12.13
\bar{x}	80.00±8.82	82.13±10.01	81.33±10.22	
p değeri	Süre:0.815 Konsantrasyon:0.059 Süre×Konsantrasyon:0.599			

Plumula uzunluğu (mm)

Çizelge 3'de görüldüğü üzere *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının plumula uzunluğunu *Mentha piperita* L. hidrosol konsantrasyonları önemli seviyede ($p<0.05$) etkilemiştir. Kontrol tohumlarında 1.91 mm olarak tespit edilen plumula uzunluğu, %50 hidrosol konsantrasyonunda 1.57 mm, %100 hidrosol konsantrasyonunda ise 1.60 mm olmuştur. Tohumların hidrosole tabii tutulduğu süreler incelendiğinde de süre arttıkça plumula uzunluğunun önemli derecede ($p<0.001$) azaldığı belirlenmiştir. En uzun plumula uzunluğu 8 saat hidrosol ile muamele edilmiş tohumlarda ölçülmüş (1.87 mm), hidrosole maruz kalınan süre arttıkça (16 saat: 1.71 mm; 24 saat: 1.53 mm) plumula

uzunluğu azalmıştır. Skrzypek ve ark., (2016) çalışma sonuçlarını destekler şekilde *Mentha piperita* L.'nin farklı konsantrasyonlardaki hidrosollerine tabii tuttuğu *Helianthus annuus* L. tohumlarında fide boylarının artan hidrosol konsantrasyonları ile birlikte kontrol fidelerine göre yarı oranda azaldığını bildirmişler, Mahmood ve ark. (2010), Kato-Noguchi ve ark (2012)'de bitkilerin alelopatik etkilerinin ekstraktlarının konsantrasyonuna bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu sonuç Argyropoulos ve ark. (2008) ve Mominul Islam ve Kato-Noguchi (2013)'nin bulguları ile de uyumlu olmuştur.

Konsantrasyon x süre interaksyonu ise plumula uzunluğu üzerinde istatistiksel bakımdan etkili olmamıştır.

Çizelge 3. *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarına ait plumula uzunluğu için tanıtıcı istatistik değerleri (mm)

Konsantrasyon	8 saat	16 saat	24 saat	\bar{x}
Kontrol	1.91±0.13	1.91±0.13	1.91±0.13	1.91±0.13 ^a
%25	1.84±0.16	1.74±0.28	1.64±0.26	1.74±0.23 ^{ab}
%50	1.83±0.19	1.69±0.23	1.20±0.19	1.57±0.34 ^b
%75	1.94±0.09	1.60±0.09	1.54±0.12	1.69±0.21 ^{ab}
%100	1.83±0.17	1.61±0.12	1.36±0.04	1.60±0.23 ^b
\bar{x}	1.87±0.14 ^a	1.71±0.19 ^b	1.53±0.29 ^c	
p değeri	Süre:0.000*** Konsantrasyon:0.002* Süre×Konsantrasyon:0.074			

Aynı sütunda, ortak harfi olmayan konsantrasyon ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Aynı satırda, ortak harfi olmayan süre ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$), *: $p<0.05$; ***: $p<0.001$

Radikula Uzunluğu (mm)

Çizelge 4'de *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarına ait radikula uzunlukları görülmektedir. *Mentha piperita* L. hidrosol konsantrasyonları radikula uzunluğunu istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) derecede etkilemiş ancak hidrosole maruz kalınan süre istatistiki olarak radikula uzunluğu üzerinde önemli bir etkide bulunmamıştır. Hidrosole tabii tutulmayan tohumlar 0.68 mm radikula

uzunluğuna sahip olurken en düşük radikula uzunluğu %100 hidrosol konsantrasyonu ile muamele edilmiş tohumlarda (0.55 mm) ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu sonuç konsantrasyon ile birlikte artan alelokimyasalların kökler tarafından absorbe edilmesinden kaynaklanmıştır (Turk ve Tawaha, 2003).

Konsantrasyon x süre interaksyonu'da radikula uzunluğunu istatistiksel olarak etkilememiştir.

Çizelge 4. Echinacea purpurea (L.) Moench tohumlarına ait radikula uzunluğu için tanıtıcı istatistik değerleri (mm)

Konsantrasyon	8 saat	16 saat	24 saat	\bar{x}
Kontrol	0.68±0.03	0.68±0.03	0.68±0.03	0.68±0.03 ^a
%25	0.62±0.13	0.64±0.04	0.52±0.13	0.59±0.11 ^{ab}
%50	0.57±0.15	0.0±0.05	0.57±0.11	0.58±0.09 ^{ab}
%75	0.62±0.12	0.60±0.02	0.55±0.06	0.59±0.08 ^{ab}
%100	0.58±0.03	0.59±0.03	0.48±0.03	0.55±0.06 ^b
\bar{x}	0.61±0.10	0.62±0.04	0.56±0.10	
p değeri	Süre:0.097 Konsantrasyon:0.019* Süre×Konsantrasyon:0.887			

Aynı sütunda, ortak harfi olmayan konsantrasyon ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

*: p<0.05

Sonuç

Çalışmanın sonuçları *Mentha piperita* L. hidrosol konsantrasyonlarının ve muamele sürelerinin *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının ilk sayım çimlenme oranını ve plumula uzunluğunu azalttığını ortaya koymuştur. Ancak uygulanan muamelelerin son sayım çimlenme oranı üzerinde etkisi olmamış, radikula uzunluğunda azalma sadece hidrosol konsantrasyonlarının artışı ile ortaya çıkmıştır. *Mentha piperita* L. hidrosolünün *Echinacea purpurea* (L.) Moench tohumlarının çimlenme performansını olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Abouziena, H. F., & Haggag, W. M. (2016). Weed control in clean agriculture. A review. *Planta Daninha*, 34(2), 377-392.
- Argyropoulos, E.I., Eleftherohorinos, I.G., & Vokou, D. (2008). In vitro evaluation of essential oils from Mediterranean aromatic plants of the lamiaceae for weed control in tomato and cotton crops. *Allelopath. J.*, 22, 69-78.
- Azırac, S., & Karaman, Ş. (2008). Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 58, 88-92.
- Aziz, S., & Shaukat, S.S. (2014). Allelopathic potential of *Digera muricata*, a desert summer annual. *Pakistan Journal of Botany*, 46(2), 433-439.
- Barnes, J., Anderson, L.A., Gibbons, S., & Phillipson, J.D. (2005). *Echinacea* species (*Echinacea angustifolia* (DC.) Hell. *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L.) Moench: a review of their

chemistry, pharmacology and clinical properties. *Pharmacy and Pharmacology*, 57(8), 929-954.

- Chiu, K.Y., Chuang, S.J., & Sung, J.M. (2006). Both anti-oxidation and lipid-carbohydrate conversion enhancements are involved in priming-improved emergence of *Echinacea purpurea* seeds that differ in size. *Scientia Horticulturae*, 108 (2006), 220-226.
- Çelik, S.A., & Kan, Y. (2019). Ekinezya Türlerinde Uçucu Yağ Verim ve Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 2(2), 7-14.
- Çolak, E.Ş., Yüksel, E., & Canhilal, R. (2019). Yabancı Otların Kontrolünde Biyolojik Mücadele. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 2(3), 24-30.
- Demirkaya, M., Aydın, B., Dalda-Şekerci, A., & Gülşen, O. (2018). Effects of osmotic conditioning treatments of lavender (*Lavandula angustifolia*) seeds on mean germination time and germination rate. *Inter J. Second Metab.*, 4(3), 418-422.
- El-Rokiek, K.G., Saad El-Din, S., El-Wakeel, M.A., Dawood, M.G., & El-Awadi, M.E. (2018). Allelopathic effect of the two medicinal plants *Plectranthus amboinicus* (Lour.) and *Ocimum basilicum* L. on the growth of *Pisum sativum* L. and associated weeds. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 7(3), 1146-1153.
- Fecowicz, M., Mozdzeń, K., Barabasz-Krasny, B., & Stachurska-Swakoń, A. (2020). Allelopathic Influence of Medicinal Plant *Filipendula vulgaris* Moench on Germination Process. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2032-2049.
- Karkanis, A., Lykas, C., Liava, V., Bezou, A., Petropoulos, S., & Tsiropoulos, N. (2018). Weed interference with peppermint (*Mentha x piperita* L.) and spearmint (*Mentha spicata* L.) crops under different herbicide treatments. effects on biomass and essential oil yield. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 43-50.
- Karkanis, A., Alexiou, A., Katsaros, C., & Petropoulos, S. (2019). Allelopathic Activity of Spearmint (*Mentha*

- spicata* L.) and Peppermint (*Mentha x piperita* L.) Reduces Yield, Growth, and Photosynthetic Rate in a Succeeding Crop of Maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 9(8), 461. Erişim adresi
- Kato-Noguchi, H., Tamura, K., Sasaki, H., & Suenaga, K. (2012). Identification of two phytotoxins, blumenol A and grasshopper ketone, in the allelopathic Japanese rice variety Awaakamai. *J. Plant Physiol.*, 169: 682–685.
- Lee, T.T., Li Chen, C., Shieh, Z.H., Lin, J.C., & Yu, B. (2009). Study on antioxidant activity of *Echinacea purpurea* L. extracts and its impact on cell viability. *African Journal of Biotechnology*, 8 (19), 5097-5105.
- Mahmood, A., Cheema, Z.A., Khaliq, A., & Hassan, A.U. (2010). Evaluating the potential of allelopathic plant water extracts in suppressing horse purslane growth. *Int. J. Agric. Biol.*, 12, 581–585. Erişim adresi
- Mat, A. (2002). *Echinacea* Türleri. 14. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs, Eskişehir.
- Mominul Islam, A.K.M., & Kato-Noguchi, H. (2013). *Mentha sylvestris*: A potential allelopathic medicinal plant. *International Journal of Agriculture & Biology*, 15, 1313–1318.
- Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31–43.
- Ortega, R.C., Núñez, A.L., & Anaya, A.L. (2007). Allelochemical Stress Can Trigger Oxidative Damage in Receptor Plants. *Plant Signalling & Behavior* 2(4), 269-270. <https://doi.org/10.4161/psb.2.4.3895>
- Özcan, İ.İ. (2014). Farklı Kültürel Uygulamaların Ekinezya Türlerinin (*Echinacea* spp.) Bazı Verim Ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Pan, L., Li, X.Z., Yan, Z.Q., Guo, H.R., & Qin, B. (2015). Phytotoxicity of umbelliferone and its analogs: Structure–activity relationships and action mechanisms. *Plant Physiology and Biochemistry*, 97, 272–277.
- Percival, S.S. (2000). Use of *Echinacea* in Medicine. *Biochemical Pharmacology*, 60, 155–158.
- Skrzypek, E., Repka, P., Stachurska-Swakon, Barabasz-Krasny, B., & Mozdzen, K. (2015). Allelopathic Effect of Aqueous Extracts from the Leaves of Peppermint (*Mentha x piperita* L.) on Selected Physiological Processes of Common Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Not Bot Horti Agrobo*, 43, 335–342.
- Skrzypek, E., Repka, P., Stachurska-Swakoń, A., Barabasz-Krasny, B., & Mozdzeń, K. (2016). Seedlings Growth of Common Sunflower Under Influence of Peppermint Extract. *Modern Phytomorphology*, 9, 69–73.
- Şenel, E. (2005). Bazı Endemik Bitki Tohumlarının Çimlenme Şartlarının ve Toplam Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 52 s. Samsun.
- Thiébaud, G., Tarayre, M., & Rodríguez-Pérez, H. (2019). Allelopathic Effects of Native Versus Invasive Plants on One Major Invader. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-10.
- Troyer, J.R. (2001). In the beginning: The multiple discovery of the first hormone herbicides. *Weed Sci.*, 49, 290–297.
- Turk, M.A., & Tawaha, A.M. (2003). Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop Protection*, 22, 673–677.
- Uygur, S., & Uygur, F.N. (2010). Yabancı otların biyolojik mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1), 79-95.
- Verdeguer, M., Castañeda, L.G., Torres-Pagan, N., Llorens-Molina, J. A., & Carrubba, A. (2020). Control of *Erigeron bonariensis* with *Thymbra capitata*, *Mentha piperita*, *Eucalyptus camaldulensis*, and *Santolina chamaecyparissus* Essential Oils. *Molecules*, 25(3), 562.
- Zandi, P., Barabasz-Krasny, B., Stachurska-Swakoń, A., Pula, J., & Mozdzen, K. (2018). Allelopathic effects of *Stellaria media* (L.) Vill. on germination and early stages of growth of *Raphanus sativus* var. radícula. *Experimental Biology*, 3, 90-99.