



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Kök ve Sap Ekstraktlarının Allelopatik ve Ototoksik Etkilerinin Belirlenmesi

Engin Gökhan KULAN¹, Nurgül ERGİN^{*2}, Mehmet Demir KAYA³

^{1,3}Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 26160, Eskişehir, Türkiye
²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye
¹<https://orcid.org/0000-0002-7147-6896> ²<https://orcid.org/0000-0003-3105-7504> ³<https://orcid.org/0000-0002-4681-2464>
^{*}Sorumlu yazar e-posta: nurgulergin180@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 25.02.2020
Kabul: 09.07.2020
Online Yayınlanma 31.12.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.694039

Anahtar kelimeler

Allelopati,
Buğday,
Çimlenme,
Carthamus tinctorius L.,
Fide gelişimi.

Öz: Bu çalışma, bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin (Asol, Balcı, Linas ve Olas) kök ve sap kısımlarından elde edilen farklı dozlardaki (Kontrol, 12.5, 25.0 ve 50.0 g/L) solüsyonların arpa (*Hordeum vulgare*) ve buğdayın (*Triticum aestivum*) çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkileri ile aspir üzerine ototoksik etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çimlenme yüzdesi (%), çimlenme hızı (gün), kök ve sürgün uzunluğu (cm), fide yaş ve kuru ağırlığı (g/bitki) ile kuru madde oranı (%) incelenmiştir. Ayrıca hazırlanan solüsyonların elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri de belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, sap solüsyonlarının EC değeri daha yüksek, pH değerleri ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin çimlenme yüzdesi ve hızında aspir çeşitlerine, bitki kısımlarına ve dozlara göre belirgin bir azalış veya artış elde edilmemiştir. Aspirde allelopatik ve ototoksik etkilerin sap kısmından kaynaklandığı, aspir köklerinin ise incelenen bitkiler üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Aspir çeşitlerinin allelopatik etkilerinin farklı olduğu ve Asol çeşidinin allelopatik ve ototoksik etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, aspir saplarının buğday ve arpa bitkilerinin fide gelişimi üzerine allelopatik etkisinin olduğu, Asol ve Linas çeşitlerinin ise diğer çeşitlere göre daha az zararlı etkisinin olduğu söylenebilir.

Determination of Allelopathic and Autotoxic Effects of Root and Stem Extracts of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties

Article Info

Received: 25.02.2020
Accepted: 09.07.2020
Online Published 31.12.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.694039

Keywords

Allelopathy,
Wheat,
Germination,
Carthamus tinctorius L.,
Seedling growth.

Abstract: This study was carried out to determine the allelopathic effects of stem and root extracts with different doses (Control, 12.5, 25.0 and 50.0 g L⁻¹) of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars (Asol, Balcı, Linas and Olas) on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) and autotoxic effects on safflower. Germination percentage (%), mean germination time (day), root and shoot length (cm), seedling fresh and dry weight (g plant⁻¹) and dry matter (%) were investigated. Electrical conductivity (EC) and pH values of the prepared solutions were also measured. The results showed that higher EC and lower pH values in stem solution were determined. There was no significant decrease or increase in germination percentage and speed in the plants with respect to safflower cultivars, plant parts and doses. Allelopathic and autotoxic effects of safflower were resulted from the stems, while no significant effect of root solution was found the investigated plants. It was determined that allelopathic effects of the safflower cultivars were different and the least toxicity was detected in Asol. It was concluded that safflower stems had allelopathic effect on seedling growth of wheat and barley plants, Asol and Linas had less hazardous effect than other cultivars.

1. Giriş

Allelopati, bitkiler tarafından salgılanan sekonder metabolitlerin diğer bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkilemesi olarak tarif edilmektedir. Bu kimyasal maddeler diğer bitkileri doğrudan veya dolaylı, olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Rice, 1984; Willis, 2004). Bitkilerde allelopatik etkiler, ototoksiste (tür içi toksisite) ve heterotoksiste (türler arası toksisite) olmak üzere iki şekilde meydana gelmektedir. Bitkilerde bulunan en önemli allelokimyasallar, suda çözünebilir organik asitler, uzun zincirli yağ asitleri, fenoller, kumarinler, flavonoidler, tanenler, steroidler ve terpenler olarak sıralanmaktadır (Soltys ve ark., 2013). Bitkiler tarafından savunma amaçlı kullanılan sekonder metabolitler de bitkinin kendisi için yüksek oranda fitotoksik etkiye sahip olabilmektedir (Gülsoy ve ark., 2008; Far ve Bagherzadeh, 2018). Bu kimyasallar, bitkilerde hücre bölünmesi ve büyümesi, fitohormonların dengesi, membran geçirgenliği ve bitki besin maddelerinin alımı, stomaların açılması, pigment sentezi, fotosentez, respirasyon, protein sentezi, yağ ve organik asit metabolizmasında değişimler, azot fiksasyonu, spesifik enzim aktivitesi, ksilem dokularının mantarlaşması ve tıkanması ile suyun gövdede iletimini engelleme gibi çok farklı etkilerde bulunmaktadır (Li ve ark., 2010; Hussain ve Reigosa, 2011).

Hem dünyada hem de ülkemizde ekonomik yönden büyük öneme sahip soya fasulyesi (*G. max*), ayçiçeği (*H. annuus*), aspir (*C. tinctorius* L.), kanola (*B. napus*) ve susam (*S. indicum*) gibi yağ bitkileri, farklı familyalardan yabancı otların gelişimini engellemesinin (Işık ve ark., 2016; Yurttaş Kılınç, 2015) yanı sıra, kendisinden sonra gelen aynı tür ya da farklı türlerdeki kültür bitkilerinin de gelişimini olumlu ya da olumsuz yönde etkilemektedir (Shah ve ark., 2016). Aspir ekiminin yaygınlaşmamasındaki en önemli nedenin, özellikle ekim nöbetinde kendisinden sonra ekilen buğday ve arpa gibi bitkilerin verimini düşürmesi olarak görülmektedir. Aspir bitkisinin üretiminin yapıldığı alanlarda hasattan sonra tarlada kalan kök ve sap artıklarının buğday (*T. aestivum* cv. Tosunbey), ayçiçeği (*H. annuus* cv. Sanbro MR), nohut (*C. arietinum* cv. Gökçe) gibi kendinden sonra gelen bitki üzerinde allelopatik etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkinin aspir sapında bulunan 2-Naphthalenemethanol, Lauryl alcohol ve Cylooctadiene, köklerde bulunan 1-Pentadecene, 2-Naphthalenemethanol ve Caryophyllene oxide gibi uçucu yağlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Day, 2016). Ayrıca, aspir bitki artıklarının yabani arpa (*H. spontaneum* L.) tohumlarının çimlenmesini, kök ve sürgün büyümesini engellendiği (Miri, 2011), yabani hardal (*Sinapis arvensis*) tohumlarının çimlenmesi ile fide gelişimine olumsuz yönde etkilediği (Modhej ve ark., 2013), kanolanın fide gelişimi ve erken gelişim dönemlerine allelopatik etkisinin olduğu (Bonamigo ve ark., 2013) da belirlenmiştir. Aspir bitkisinin allelopatik etki derecesi bitki organlarının allelokimyasal içeriği ve genotiplere göre farklılık göstermektedir. Motamedi ve ark. (2016) 40 aspir genotipinin allelopatik potansiyelini araştırdıkları çalışmada; genotiplerin turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinin kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ağırlığı ile çimlenme yüzdesini farklı oranlarda etkilediğini, ayrıca aspir köklerinin saplarına göre daha fazla ya da farklı allelokimyasallar içerebileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ülkemizde tescilli bazı aspir çeşitlerinin kök ve sap kısımlarından elde edilen solüsyonların buğday, arpa ve aspir tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik ve ototoksik etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada; Asol, Balcı, Olas ve Linas aspir çeşitlerine ait bitkiler hasat zamanında, tarladan sökülmiş ve bitkiler tablaları uzaklaştırıldıktan sonra sap ve kök kısımları ayrılmıştır. Denemede kullanılan aspir bitkileri 2017 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve deneme arazilerinde yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir. Sap ve kök kısımları birbirinden ayrıldıktan sonra kurutulmuş ve öğütülmüştür. Aspir köklerinin kurutmadan önce üzerindeki toprağın temizlenmesi amacıyla önce çeşme suyu ile yıkanmış, daha sonra saf su ile durularak kurutulmuştur. Öğütülmüş kök ve sap kısımlarından 12.5, 25.0 ve 50.0 g örnekler 1 litre saf su içerisine konularak iyice karıştırılmış ve iki gün boyunca 25±1°C'ye ayarlanmış inkübatörde tamamen karanlık ortamda bekletilmiştir. İnkübasyon sonunda, su-öğütülmüş numune karışımı filtre kâğıdından süzülüş ve farklı dozlarda solüsyonlar elde edilmiştir. Solüsyonların elektriksel iletkenlik (EC) (WTW 3.15i EC metre) ve pH değerleri (WTW 7310, pH metre) belirlenmiştir. Elde edilen solüsyonlar doğrudan çimlenme denemelerinde kullanılmış ve kullanılıncaya kadar 5°C sıcaklıkta inkübatörde bekletilmiştir. Kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Araştırmada, Eskişehir yöresinde yaygın olarak tarımı yapılan Sönmez

ekmeklik buğday çeşidi (*T. aestivum*), Aydanhanım iki sıralı arpa çeşidi (*H. vulgare*) ile Linas aspir çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır.

Çimlenme denemeleri üç adet kurutma kâğıdı arasında $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de, tamamen karanlık inkübatörde 10 gün yürütülmüştür. Enfeksiyonu önlemek amacıyla Thriam (% 80) etken maddeli fungusit (3 g/L) kullanılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde kurulmuştur. Tohumlar üç adet kurutma kâğıdı arasına yerleştirildikten sonra her bir kâğıt için 7 mL uygun solüsyondan eklenerek rulo haline getirilmiş ve buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli plastik torbalara konulmuştur. İki milimetre kökçük uzunluğuna sahip olanlar çimlenmiş kabul edilmiş ve çimlenen tohumlar her gün sayılmıştır (ISTA, 2003). Çimlenme hızını belirlemek amacıyla ortalama çimlenme süresi (OÇS) ISTA (2003)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{OÇS} = \frac{\sum(D_n)}{\sum n}$$

Formülde n: D gününde çimlenen tohum sayısını ve D: başlangıçtan itibaren çimlenme sayımının yapıldığı gün sayısını göstermektedir.

Kök ve sürgün uzunluğu ile fide yaş ve kuru ağırlığına ait ölçümler ise 10. günde yapılmıştır.

Üç faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan deneme sonucunda elde edilen veriler, MSTAT-C paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

İncelenen dört aspir çeşidinin kök ve sap kısımları ile hazırlanan farklı dozdaki solüsyonların elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Dozların artışına bağlı olarak solüsyonların EC değerleri artmış, pH değerleri ise değişmemiştir. Ancak kök solüsyonlarının pH değerlerinin, sap solüsyonlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. İncelenen aspir çeşitlerinin kök ve sap kısımları kullanılarak hazırlanan farklı dozlardaki solüsyonların EC ve pH değerleri

Çeşit	Bitki kısımları	Doz (g/L)			
		Saf su	EC (mS/cm)	pH	
Asol	Kök	12.5	1.1	7.24	
		25.0	458	6.51	
		50.0	887	6.43	
	Sap	12.5	1523	6.46	
		25.0	1089	5.69	
		50.0	2070	5.54	
	Balçı	Kök	12.5	3700	5.28
			25.0	538	6.44
			50.0	1010	6.39
Sap	12.5	1790	6.47		
	25.0	1197	5.58		
	50.0	2240	5.54		
Linas	Kök	12.5	3930	5.72	
		25.0	499	6.55	
		50.0	769	6.53	
	Sap	12.5	1290	6.57	
		25.0	1042	5.61	
		50.0	1905	5.48	
	Olas	Kök	12.5	3705	5.75
			25.0	480	6.59
			50.0	718	6.69
Sap	12.5	1276	6.64		
	25.0	923	5.46		
	50.0	1756	5.53		
		50.0	3320	5.18	

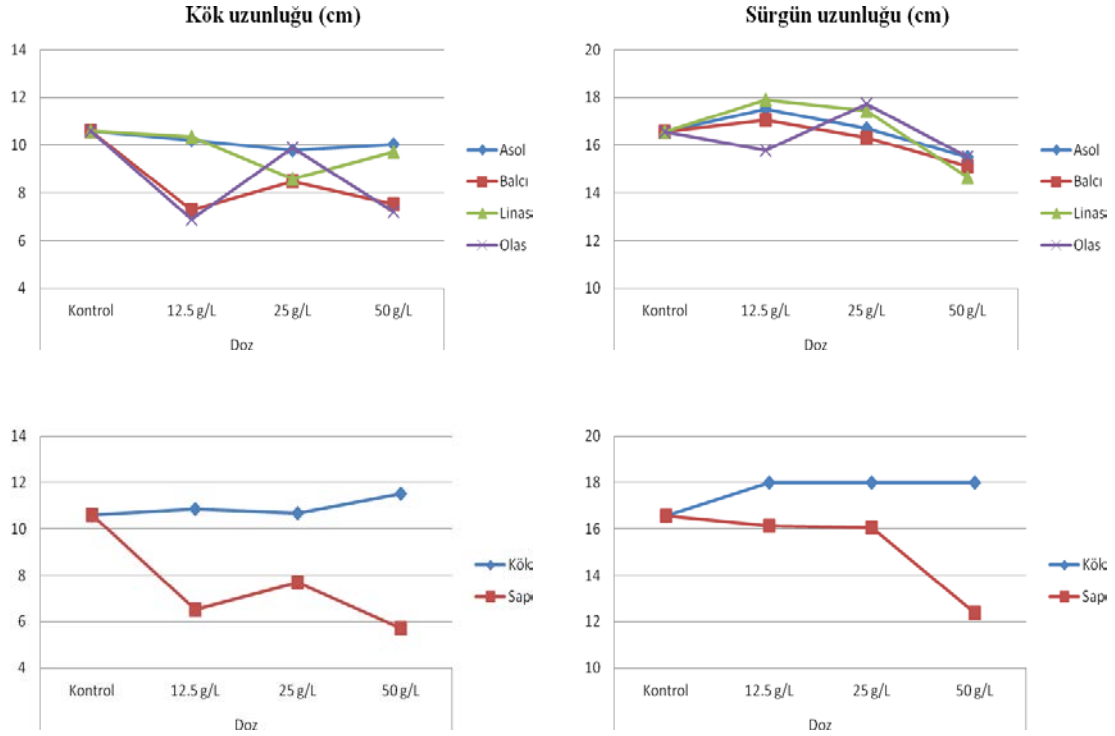
Aspir çeşitleri, bitki kısımları ve dozlarına göre arpanın çimlenme yüzdesi ve hızı incelendiğinde, çeşitler arasında önemli bir farklılığın olmadığı, bitki kısımları ve dozları arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmesine rağmen belirgin bir artış veya azalış eğiliminin olmadığı görülmektedir (Çizelge 2). Bununla birlikte, arpanın kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, fide yaş ağırlığı aspir sapından elde edilen solüsyonda daha düşük elde edilirken, fide kuru ağırlığı ve kuru madde oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Artan dozlar arpanın kök uzunluğunu kısaltmıştır. En uzun kök, saf su uygulanan kontrol dozunda 10.62 cm olarak elde edilirken, en düşük 50 g/L solüsyon dozunda 8.62 cm olarak ölçülmüştür. Balcı ve Olas çeşitlerinden hazırlanan solüsyonlarda, arpanın kök uzunluğu azalmıştır. Benzer bulgular Motamedi ve ark. (2016) tarafından hem laboratuvar hem de saksı çalışmalarında belirlenmiş olup, aspir genotiplerinin farklı allelopatik etkilere sahip olduğu ve incelenen aspir genotipleri arasında Mısır ve Khorasan çeşitlerinin Avusturalya ve Kerman çeşitlerine göre fide gelişimini daha fazla engellediğini bildirmişlerdir. Arpanın sürgün uzunluğu da artan solüsyon dozlarından olumsuz etkilenmiş, en uzun sürgün 17.05 cm ile 12.5 g/L dozunda, en düşük değer ise 15.19 cm ile 50 g/L dozunda ölçülmüştür.

Çizelge 2. Aspride farklı bitki kısımları, çeşit ve dozlara göre hazırlanan solüsyonların arpanın çimlenme ve fide gelişimine etkileri

Faktör	Çimlenme (%)	OÇS (gün)	Kök uz. (cm)	Sürgün uz. (cm)	Yaş ağı. (g/bitki)	Kuru ağı. (g/bitki)	Kuru madde (%)
Bitki kısımları							
Kök	99.1 ^a	2.01 ^b	10.92 ^a	17.64 ^a	1.216 ^a	0.153 ^b	12.58 ^{b*}
Sap	98.4 ^b	2.05 ^a	7.63 ^b	15.29 ^b	1.101 ^b	0.162 ^a	14.81 ^a
Çeşit							
Asol	99.1	2.03	10.16 ^a	16.56	1.178	0.158	13.46
Balcı	98.6	2.04	8.47 ^b	16.26	1.155	0.158	13.87
Linac	98.8	2.03	9.82 ^a	16.63	1.151	0.158	13.83
Olas	98.6	2.02	8.65 ^b	16.39	1.151	0.156	13.64
Doz (g/L)							
Kontrol	99.0 ^a	2.02 ^b	10.60 ^a	16.58 ^b	1.180 ^{ab}	0.160	13.56 ^b
12.5	99.1 ^a	2.02 ^b	8.69 ^b	17.05 ^a	1.121 ^b	0.152	13.64 ^b
25.0	99.1 ^a	2.03 ^b	9.18 ^b	17.03 ^a	1.207 ^a	0.158	13.11 ^b
50.0	97.9 ^b	2.06 ^a	8.62 ^b	15.19 ^c	1.126 ^b	0.159	14.48 ^a

*: Harfler %5 düzeyinde önemli.

Arpanın kök ve sürgün uzunluğu üzerine aspir çeşit × doz ve bitki kısımları × doz interaksyonları Şekil 1'de gösterilmiştir. Kök uzunluğu üzerine Asol ve Linac çeşitlerinin önemli etkisi görülmezken, Balcı ve Olas çeşitlerinin artan dozları, arpanın kök uzunluğunu olumsuz etkilemiştir. Tüm çeşitlerin 50 g/L dozu, arpanın sürgün gelişimini engellemiştir. Bitki kısımları × doz interaksyonları incelendiğinde, aspir saplarından elde edilen solüsyonların arpa kök uzunluğunu önemli derecede azalttığı görülmektedir. Sürgün uzunluğu ise sap solüsyonlarında daha kısa elde edilse de, en şiddetli azalışın 50 g/L dozunda olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Arpanın kök ve sürgün uzunluğu üzerine çeşit × doz ve bitki kısımları × doz interaksiyonları.

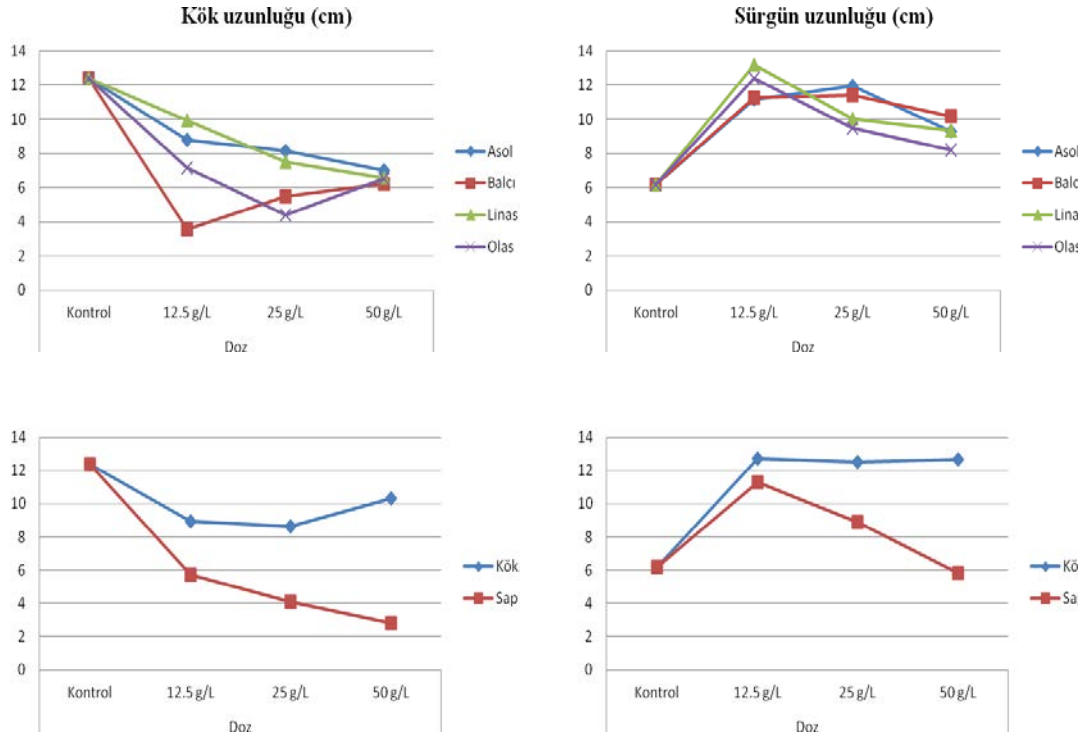
Buğdayın çimlenme ve fide gelişimi üzerine aspir solüsyonları ve dozlarının etkileri Çizelge 3'de özetlenmiştir. Çimlenme yüzdesi artan dozlara bağlı olarak % 100'den % 97.2'ye düşmüştür. Ayrıca, sap solüsyonlarında daha düşük çimlenme (%98.4) ve daha uzun çimlenme süresi (2.18 gün) elde edilmiştir. Motemadi ve ark. (2016) farklı aspir genotiplerinin kök ve saplarıyla hazırladığı solüsyonlar arasında, kök solüsyonlarının, sap solüsyonlarına göre bitki gelişimini daha fazla engellediğini belirtmişlerdir. Day (2016) aspir saplarından elde edilen özütlerde buğday kök uzunluğunun daha kısa olduğunu bildirmiştir. Bitki kısımlarının allelopatik etkileri arasındaki bu farklılık, bu kısımlarda farklı oranlarda ve çeşitlere göre farklı allelokimyasallar bulunmasından kaynaklanabilmektedir (Miri, 2011). Buğdayda kök uzunluğu üzerinde aspir çeşitleri arasında istatistiki anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur. En düşük kök uzunluğu değerleri Balcı (6.91 cm) çeşidinde belirlenmiştir. Saf su uygulanan kontrol dozunda en yüksek kök uzunluğu değeri (12.38 cm) elde edilirken, 25 g/L ve 50 g/L dozunda hazırlanan solüsyonlar en düşük kök uzunluğu (6.38 cm ve 6.58 cm) değerlerini vermiştir. Miri (2011) çeşitli kültür bitkilerinin buğdayın çimlenmesi ile kök ve sürgün uzunluğuna fitotoksik etkide bulunduğunu; maş fasulyesi (*Vigna radiata*), şeker pancarı (*Beta vulgaris sacchariferae*), bakla (*Vicia faba*) ve aspir (*C. tinctorius* L.) yaprak ekstraktlarının, buğdayın kök uzunluğu %40 oranında azalttığı bildirmiştir. Ancak, çalışmamızda artan dozlar buğdayın sürgün uzunluğunun arttırmıştır. En uzun sürgün 12.01 cm ile 12.5 g/L dozundan elde edilirken, en düşük değer 6.20 cm ile saf su uygulanan kontrol dozundan elde edilmiştir. Kontrol ile kıyaslandığında, artan solüsyon dozları fide yaş ağırlığını azaltmış, en düşük değer 0.711 g/bitki ile 50.0 g/L dozunda elde edilmiştir. Ayrıca, aspir sapından elde edilen solüsyon, kök solüsyonuna göre, buğdayın fide yaş ağırlığında daha fazla azalmaya neden olmuştur. Fide kuru ağırlığında ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş olmasına rağmen, belirgin bir artış veya azalış tespit edilmemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Asperde farklı bitki kısımları, çeşit ve dozlara göre hazırlanan solüsyonların buğdayın çimlenme ve fide gelişimine etkileri

Faktör	Çimlenme (%)	OÇS (gün)	Kök uz. (cm)	Sürgün uz. (cm)	Yaş ağı. (g/bitki)	Kuru ağı. (g/bitki)	Kuru madde (%)
Bitki kısımları							
Kök	99.1 ^a	2.02 ^a	10.08 ^a	11.02 ^a	0.854 ^a	0.151 ^a	17.71 ^{b*}
Sap	98.3 ^b	2.18 ^b	6.26 ^b	8.07 ^b	0.738 ^b	0.158 ^b	22.14 ^a
Çeşit							
Asol	98.8	2.07 ^c	9.09 ^a	9.65 ^a	0.800	0.155 ^{ab}	19.72 ^{bc}
Balcı	98.6	2.12 ^b	6.91 ^c	9.77 ^a	0.788	0.161 ^{a*}	21.01 ^a
Linaz	98.9	2.05 ^c	9.08 ^a	9.68 ^a	0.802	0.150 ^b	18.99 ^c
Olas	98.5	2.16 ^a	7.61 ^b	9.07 ^b	0.793	0.152 ^b	19.97 ^b
Doz (g/L)							
Kontrol	100.0 ^a	2.00 ^d	12.38 ^a	6.20 ^d	0.892 ^a	0.148 ^c	16.41 ^d
12.5	99.2 ^b	2.03 ^c	7.36 ^b	12.01 ^a	0.787 ^b	0.154 ^b	19.77 ^c
25.0	98.4 ^c	2.11 ^b	6.38 ^c	10.71 ^b	0.793 ^b	0.163 ^a	20.87 ^b
50.0	97.2 ^d	2.26 ^a	6.58 ^c	9.25 ^c	0.711 ^c	0.153 ^b	22.65 ^a

*: Harfler %5 düzeyinde önemli.

Buğdayda kök ve sürgün uzunluğuna çeşit × doz interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En uzun kök kontrol dozunda belirlenirken, artan dozlar kök uzunluğunun kılmasına neden olmuştur (Şekil 2). En düşük kök uzunluğu değer Balcı çeşidinin 12.5 g/L dozundan elde edilmiştir. Artan dozlar aspir bitkisinin sürgün uzunluğunu arttırmış ve en uzun sürgün Linaz çeşidinin 12.5 g/L dozunda belirlenmiştir. Bitki kısımları × doz interaksiyonunda ise buğday kök uzunluğu artan dozlarla azalmış ve saplardan elde edilen solüsyonlarda daha kısa kök elde edilmiştir. Sürgün uzunluğu ise kök solüsyonlarında artış, sap solüsyonlarında ise 50 g/L dozunda azalış göstermiştir.



Şekil 2. Buğdayın kök ve sürgün uzunluğu üzerine çeşit × doz ve bitki kısımları × doz interaksiyonları.

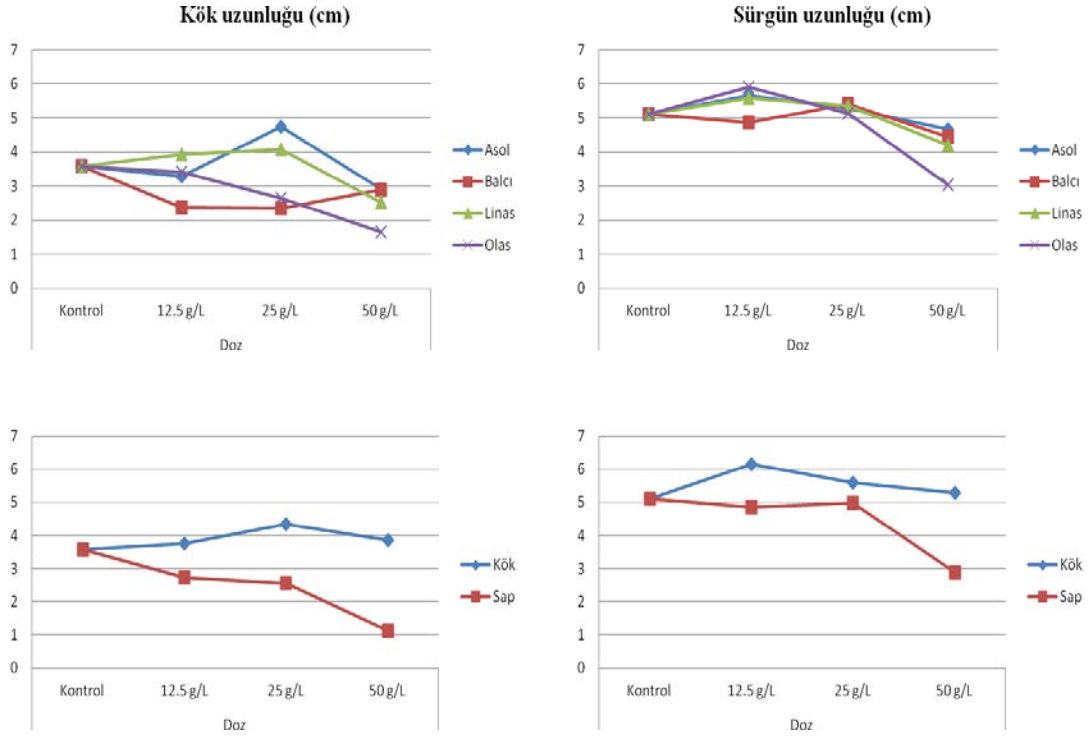
Aspir tohumlarının çimlenme yüzdesine dozların etkisi önemli bulunmuş ve dozlara göre çimlenme yüzdesi % 98.3-% 99.6 arasında belirlenmiştir. Aspir saplarından hazırlanan solüsyon, aspirin çimlenme süresini uzatmış, kök ve sürgün uzunluğunu engellemiş ve daha düşük fide yaş ağırlığı elde edilmiştir. Aspir çeşitlerinin de ototoksik etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Balcı ve Olas çeşitlerinin bitki solüsyonları, Asol ve Linas çeşitlerinin bitki solüsyonlarına göre kök uzunluğunu daha fazla kısaltmıştır. Asol çeşidinde en yüksek kök (3.63 cm) ve sürgün uzunluğu (5.18 cm) elde edilmiştir. Artan solüsyon dozları aspir fidelerinin kök uzunluğunu 3.58 cm'den 2.49 cm'ye düşürmüştür. Sürgün uzunluğu da artan dozlardan olumsuz etkilenmiş ve 50 g/L dozunda 4.09 cm ile en kısa sürgün elde edilmiştir. Aspir fidelerinin kuru madde oranı sap solüsyonlarında % 11.21, Olas çeşidinde % 11.45 ve 50 g/L dozunda % 11.89 ile en yüksek elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Aspirde farklı bitki kısımları, çeşit ve dozlara göre hazırlanan solüsyonların aspirin çimlenme ve fide gelişimine etkileri

Faktör	Çimlenme (%)	OÇS (gün)	Kök uz. (cm)	Sürgün uz. (cm)	Yaş ağı. (g/bitki)	Kuru ağı. (g/bitki)	Kuru madde (%)
Bitki kısımları							
Kök	98.9	1.80 ^a	3.88 ^a	5.53 ^a	1.379 ^a	0.128	9.31 ^{b*}
Sap	98.7	1.85 ^b	2.50 ^b	4.46 ^b	1.319 ^b	0.127	11.21 ^a
Çeşit							
Asol	98.7	1.85 ^a	3.63 ^a	5.18 ^a	1.296 ^b	0.130	10.14 ^{b*}
Balcı	98.7	1.85 ^a	2.80 ^b	4.95 ^{ab}	1.236 ^b	0.129	10.63 ^b
Linas	99.1	1.81 ^{ab}	3.52 ^a	5.06 ^{ab}	1.619 ^a	0.127	8.82 ^c
Olas	98.6	1.78 ^b	2.83 ^b	4.79 ^b	1.245 ^b	0.124	11.45 ^a
Doz (g/L)							
Kontrol	98.5 ^b	1.86 ^b	3.58 ^a	5.10 ^b	1.252 ^d	0.122 ^b	9.67 ^b
12.5	99.6 ^a	1.72 ^d	3.25 ^b	5.51 ^a	1.390 ^b	0.132 ^a	9.61 ^b
25.0	98.8 ^{ab}	1.81 ^c	3.45 ^{ab}	5.29 ^{ab}	1.309 ^c	0.127 ^{ab}	9.88 ^b
50.0	98.3 ^b	1.90 ^a	2.49 ^c	4.09 ^c	1.443 ^a	0.129 ^{ab}	11.89 ^a

*: Harfler %5 düzeyinde önemli.

Aspir kök ve sürgün uzunluğuna çeşit × doz interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 3). En uzun kök Asol çeşidi ile 25 g/L dozunda hazırlanan solüsyon uygulamasından elde edilirken, en kısa kök uzunluğu Olas çeşidi bitki parçalarıyla 50 g/L dozunda hazırlanan solüsyon uygulamasından elde edilmiştir. Sürgün uzunluğunda ise, Olas çeşidi ile 12.5 g/L dozunda hazırlanan solüsyon uygulaması en yüksek değeri verirken, en düşük değere Olas çeşidi ile 50 g/L dozunda hazırlanan solüsyon uygulamasında ulaşılmıştır. Bitki kısımları × doz interaksyonu incelendiğinde, aspir bitkisinin kök uzunluğunu artan dozlarda sap solüsyonları önemli şekilde azalttığı görülmektedir. Benzer şekilde aspirin sürgün uzunluğunda da belirlenmiş ve sap solüsyonunun artan dozları, özellikle 50 g/L dozu, sürgün uzunluğunun kısalmasına neden olmuştur.



Şekil 3. Aspir bitkisinin kök ve sürgün uzunluğu üzerine çeşit × doz ve bitki kısımları × doz interaksiyonları.

4. Sonuç

Aspir, köklerinin toprağın derin katmanlarına inebilmesi ile toprağın farklı katmanlarındaki su ve besin maddelerinden yararlanabilmesi nedeniyle kurağa toleransı yüksek olan önemli bir yağ bitkisidir. Bu özelliği ile ülkemizin İç Anadolu Bölgesinde kurak ve yarı kurak alanlarında buğday ve arpa ile ekim nöbetinde yer alabilecek potansiyele sahip bir bitki olarak görülmektedir. Bununla birlikte, buğday-aspir, arpa-aspir ve aspir-aspir ekim nöbeti sistemleri içerisinde aspirin kendisinden sonra gelecek bitkiler üzerine etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, aspir bitkisinin hasattan sonra tarlada kalan sapsarı ve köklerinin buğday ve arpa üzerine allelopatik etkileri ile ototoksik etkisini belirlenmek amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, aspir sapsarının buğday ve arpanın fide gelişimine, özellikle kök uzaması üzerine allelopatik etkilerinin bulunduğu, aspir köklerinin ise allelopatiyeye neden olmadığı belirlenmiştir. Özellikle çalışmamızda aspir sapsarının EC değerlerinin daha yüksek, pH değerlerinin de daha düşük olmasının, aspirde allelopatiyeye neden olan etkenler arasında bu özelliklerin de değerlendirilebileceğini göstermektedir. Benzer bulgular ayçiçeğinde Kaya ve ark. (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Bununla birlikte, aspir sapsarında bulunan bazı uçucu maddelerin de allelopatik etkiye neden olduğu Day (2016) tarafından belirlenmiştir. Aspir tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi de aspir sap solüsyonlarından olumsuz etkilendiği için aspirin ototoksik etkiye de sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca, aspir çeşitleri arasında da allelopatik etkiler bakımından farklılıklar olduğu, Asol ve Linas çeşitlerinin buğday ve arpanın çimlenme ve fide gelişimi üzerine olumsuz etkilerinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle aspir ıslah çalışmalarında genotiplerin bu özelliklerinin de göz önüne alınması ve aspir tarımında çeşit seçiminin sadece verim, yağ oranı ve yağ kalitesi bakımından değerlendirilmemesi gerektiği önerilebilir. Ayrıca, aspir hasadının mümkün olduğunca toprağa yakın yapılarak sapsarının tarladan uzaklaştırılması, allelopatik etkilerinin azaltılması bakımından etkili olabileceği söylenebilir.

Kaynakça

- Bonamigo, T., Fortes, A. M. T., Pinto, T. T., Gomes, F. M., Silva, J. D., & Buturi, C. V. (2013). Allelopathic interference of safflower leaves with oilseed species. *Biotemas*, 26(2), 1-8.
- Day, S. (2016). Impact of essential oils obtained from safflower stem and roots on germination and seedling growth of wheat, barley, sunflower and chickpea. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(8), 706-711.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. Ders Kitabı, s.295.
- Far, M. H., & Bagherzadeh, A. (2018). Assessing allelopathic index for estimating allelopathic potential of Ajowan extracts. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21(2), 165-172.
- Gülsoy, S., Özkan, K., Mert, A., & Eser, Y. (2008). Chemical compounds of volatile oil obtained from fruit of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) and leaves of Turkish plateau oregano (*Origanum minutiflorum*) and allelopathic effects on germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*). *Journal of Biological Diversity and Conservation*, 1(2), 105-114.
- Hussain, M. I. & Reigosa, M. J. (2011). Allelochemical stress inhibits growth, leaf water relations, PSII photochemistry, non-photochemical fluorescence quenching, and heat energy dissipation in three C₃ perennial species. *Journal of Experimental Botany*, 62(13), 4533-4545.
- ISTA. (2003). *International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation*, 3rd ed.
- Işık, D., Mennan, H., Cam, M., Tursun, N., & Arslan, M. (2016). Allelopathic potential of some essential oil bearing plant extracts on Common Lambsquarters (*Chenopodium album* L.). *Revista De Chimie*.(Bucharest), 67(3), 455-459.
- Kaya, M. D., Ozcan, F., Day, S., Bayramin, S., & Ipek, A. (2013). Allelopathic role of essential oils in sunflower stubble on germination and seedling growth of the subsequent crop. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15, 337-341.
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., & Jiang, D. A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933-8952.
- Miri, H. R. (2011). Allelopathic potential of various plant species on *Hordeum spontaneum*. *Advances in Environmental Biology*, 3543-3550.
- Modhej, A., Rafatjoo, A., & Behdarvandi, B. (2013). Allelopathic inhibitory potential of some crop species (wheat, barley, canola, and safflower) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *International Journal of Biosciences*, 3(10), 212-220.
- Motamedi, M., Karimmojeni, H., & Sini, F. G. (2016). Evaluation of allelopathic potential of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Plant Protection Research*, 56(4), 364-371.
- Rice, E. L. (1979). Allelopathy-an update. *The Botanical Review*, 45(1), 15-109.
- Shah, A. N., Iqbal, J., Ullah, A., Yang, G., Yousaf, M., Fahad, S., Tanveer, M., Hassan, W., Tung, S. A., Wang, L., Khan, A., & Wu, Y. (2016). Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(15), 14854-14867
- Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., & Gniazdowska, A. (2013). Allelochemicals as bioherbicides-present and perspectives. In *Herbicides-Current research and case studies in use. IntechOpen*.
- Yurttaş Kılınc, C. (2015). *Bazı allelopatik bitki özütlerinin farklı yabancı ot tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi*. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60sayfa, Konya, Türkiye.
- Willis R. J. (2004). *Justus Ludewig von Uslar, and the first book on allelopathy*. Dordrecht, The Netherlands: Springer Publications.