

Cemile ADIYAMAN^{1a*}

Abdullah KAHRİMAN^{2a}

¹GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

^{1a}ORCID: 0000-0003-0516-0014

^{2a}ORCID: 0000-0002-8829-3797

*Sorumlu yazar:

cemile_5@hotmail.com

DOI

<https://doi.org/10.46291/ISPECJASv015iss3pp678-689>

Alınış (Received): 05/05/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 10/06/2021

Anahtar Kelimeler

Nohut, *C. arietinum*, imazamox, herbisit toleransı, genetik varyasyon

Keywords

Chickpea, *C. arietinum*, imazamox, herbicide tolerance, genetic variation

Nohut (*Cicer arietinum* L.) Genetik Kaynaklarının IMI Grubu Herbisitlere Dayanıklılık ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Özet

Bu çalışma, nohut genetik kaynaklarında imidazolinone grubu herbisitlere dayanıklılık için genetik varyasyonun belirlenmesi amacıyla, 2019-2020 yıllarında GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Koruklu-Talat Demirören Araştırma İstasyonu'nda yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak kültürü yapılan nohut türünün tek yıllık yabancı formlarına ait, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan 238 adet nohut genotipi (165 *Cicer reticulatum*, 72 adet *Cicer echinospermum*, 1 adet *Cicer arietinum* L.) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda seçilen 15 genotip kendi aralarında değerlendirildiğinde bütün parametreler (100 tohum ağırlığı hariç) istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. IMI uygulaması genotiplerde çiçeklenme ve olgunlaşma sürelerini uzatmıştır. IMI uygulanan genotiplerde bitki taç genişliği ortalama 8.01 cm² olurken kontrolde 19.78 cm² olmuştur. Uygulama yapılan genotiplerde verim ortalama 71.60 kg/da iken kontrollerde ortalama 287.34 kg/da olmuştur.

Determination of Resistance and Morphological Characteristics of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genetic Sources to IMI Group Herbicides

Abstract

This study was carried out to determine the genetic variation for resistance to imidazolinone herbicides in genetic resources at Koruklu-Talat Demirören Research Station belong to GAP Agricultural Research Institute in 2019-2020. As plant material, 238 chickpea genotypes (165 *Cicer reticulatum*, 72 *Cicer echinospermum*, 1 *Cicer arietinum* L.) collected from the Southeastern Anatolia Region of the annual wild forms of the cultivated chickpea species were used. When the 15 genotypes selected as a result of the research were evaluated among themselves, all parameters (except 100 seed weight) were statistically significant ($p<0.01$). IMI application extended flowering and maturation times in genotypes. IMI applied genotypes 8.01 cm² while the average width of the crown of the plant control was 19.78 cm². While the average yield was 716.0 kg ha⁻¹ in the applied genotypes, it was 2873.4 kg ha⁻¹ in the controls.

GİRİŞ

Nohut yıllık 14 milyon ton üretimi ve 13.5 milyon hektar ekim alanı ile dünyada önemli bir baklagil bitkisidir. 2019 yılı dünya nohut üretiminde 9.937 bin ton üretim ile Hindistan ilk sırada yer alırken Türkiye 630 bin tonluk üretimi ile ikinci sırada yer almıştır. Türkiye 517.785 ha ekim alanı ile beşinci sırada olmasına karşın alan verimi (1.216 t/ha) açısından yirmi ikinci sırada yer almaktadır. (FAO, 2021). Türkiye’de 2019 yılı verilerine göre nohut baklagiller grubunda hem üretim hem de ekim alanı bakımından ilk sırayı almış, 520.595 hektar ekim alanından 630 000 ton ürün elde edilmiştir. Verim 121 kg/da olup yıllık kişi başı nohut tüketimi 5.7 kg olmuştur (FAO, 2021).

Nohut üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen birçok biyotik ve abiyotik faktör bulunmaktadır. Bu faktörler kuraklık, düşük veya yüksek sıcaklıklar, bitki besin elementi yetersizliği, yabancı otlar, hastalık ve zararlılardır. Nohut verimini sınırlayan en önemli biyotik faktörlerin başında ise yabancı otlar yer almaktadır (Özdemir, 2006; Gupta ve ark., 2012; Kumar ve ark., 2015; Toker, 2015). Yabancı otlar su, besin elementi, güneş ışığı ve yer için nohut bitkileri ile rekabet etmekte ve aynı zamanda hastalıkları ve zararlıları barındırmaktadır (Şanlı ve ark., 2009; Kumar ve ark., 2016; Singh ve ark., 2020). Nohut üretiminde yabancı ot mücadelesi yapılmadığı zaman yüksek verim kayıpları yaşanmaktadır. Verim kayıpları önemli ölçüde yabancı otların türüne, yoğunluğuna ve ekim zamanına göre değişmektedir (Solh ve Pala, 1990; Şanlı ve ark., 2009; Kumar ve ark., 2016). Dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılan çalışmalarda yabancı otların nohutta %20-100’e ulaşan verim kayıplarına neden olduğu bildirilmektedir (Tepe ve ark., 2011; Deva ve Kolhe, 2015; Kumar ve ark., 2015).

Nohutta yabancı ot kontrolü, zayıf rekabet gücü ve sınırlı herbisit seçenekleri nedeniyle oldukça zordur (Solh ve Pala, 1990; Thompson ve Taran, 2014). Nohut yavaş büyüyen bir bitkidir ve özellikle

erken fide döneminde yaprak alanı gelişiminin sınırlı olması nedeniyle yabancı otlara karşı rekabet gücü oldukça zayıftır (Solh ve Pala, 1990; Singh ve ark., 2020). Nohutta ot kontrolü azami verim elde etmek ve aynı zamanda yüksek kalitede ürün elde etmek için oldukça önemlidir (Gaur ve ark., 2013).

Nohutta yabancı otlarla mücadele; ürün rotasyonu, kültürel, mekanik, biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemleri olmak üzere farklı şekillerde yapılmaktadır (Solh ve Pala, 1990; Şanlı ve ark., 2009; Singh ve ark., 2020). Yabancı otları elle yolarak veya el çapası ile kontrol etmek yabancı ot kontrolünde ve çevreyi koruma da en etkili yöntemdir (Pala ve Mazid 1992; Kantar ve ark., 1999; Deva ve Kolhe, 2015). Ancak nohut üreten ülkelerin birçoğunda işgücü maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle bu işlem çok pahalıya gelmekte, geniş alanlarda uygulanması zor ve zaman almaktadır (Young ve ark., 2000; Kumar ve ark., 2015). Kimyasal yabancı ot kontrol yöntemi, daha hızlı, daha etkili ve nispeten daha ucuz olduğu için diğer yabancı ot kontrol yöntemlerine göre tercih edilmektedir (Khan ve ark., 2018). Kimyasal yöntemler ile yabancı ot kontrolü, geleneksel ot kontrolü için iyi bir tamamlayıcıdır ve modern üretim sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu nedenlerden dolayı herbisit kullanımı yıllardır araştırılmaktadır.

Seçici herbisitler kullanılarak yabancı otlar etkili bir şekilde kontrol edilebilmektedir (Zhang, 2003). Baklagillerde yabancı ot kontrolü için çıkış sonrası herbisit seçenekleri sınırlıdır. Imazethapyr ve quizalofop-ethyl gibi herbisitler, belirli ürünlerde belirli ot florasını kontrol etmektedir (Kumar ve ark., 2016). Ayrıca, imidazolinone (IMI) grubu herbisitler düşük uygulama dozları, çevreye daha az zarar vermeleri, dar ve geniş yapraklı yabancı otlarla mücadelede geniş bir spektruma sahip olmaları nedeniyle tarımsal üretimde yaygın olarak da kullanılmaktadır. Bitkilerde IMI toleransı sağlayan çeşitli acetohydroxyacid (AHAS)

genleri mutasyon ve seleksiyon yoluyla keşfedilmiş (Thompson, 2013) ve IMI'ye tolerant mısır (*Zea mays* L), buğday (*Triticum aestivum* L), çeltik (*Oryza sativa* L), kolza (*Brassica napus* L) ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L) çeşitleri oluşturmak için kullanılmıştır. Bu ürünler geleneksel ıslah metotları kullanılarak geliştirilmiş ve 1992'den beri Clearfield ürünler olarak ticarileştirilmiştir. IMI herbisitler, IMI tolerant ürünlerde birçok dar ve geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmektedir. AHAS geninde yer alan tek bir hedef bölge mutasyonu, AHAS'ı inhibe edici herbisitlere karşı tolerans kazandırır, böylece birçok ürün için de IMI tolerans özelliğinin geliştirilmesi teknik olarak mümkündür. Yakın zamandaki çalışmalar IMI toleransının sürekli iyileştirilmesi ve yeni Clearfield ürünlerin geliştirilmesine yöneliktir (Tan ve ark., 2005). Geniş gen

kaynaklarının varlığı herbisit toleranslı nohut çeşitlerinin gelişiminde hızlı bir ilerleme sağlayacaktır.

Bu çalışma ile mevcut nohut genetik kaynakların IMI grubu herbisitlere dayanıklılık ve hassasiyet bakımından genetik varyasyonun belirlenerek morfolojik özelliklerinin tanımlanması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma yeri ve iklim özellikleri

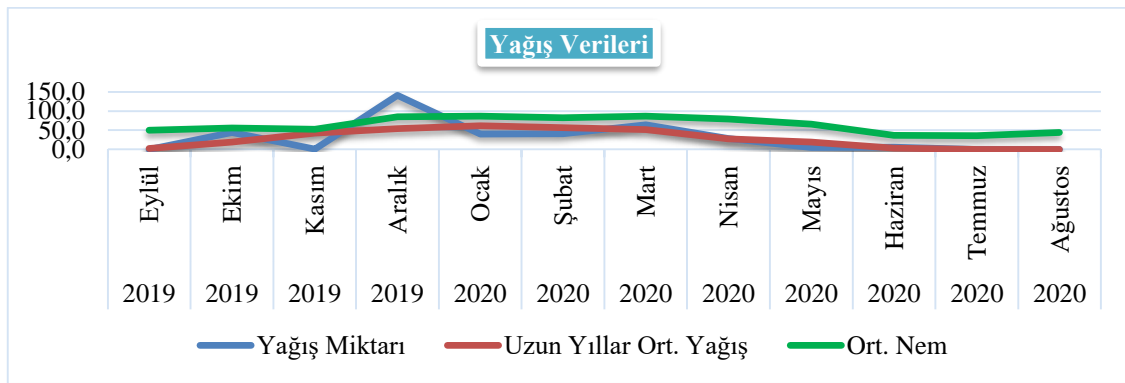
Araştırma; 2019-2020 yılı kışlık ekim döneminde, Şanlıurfa ilinde yer alan GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Koruklu-Talat Demirören Araştırma İstasyonu deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

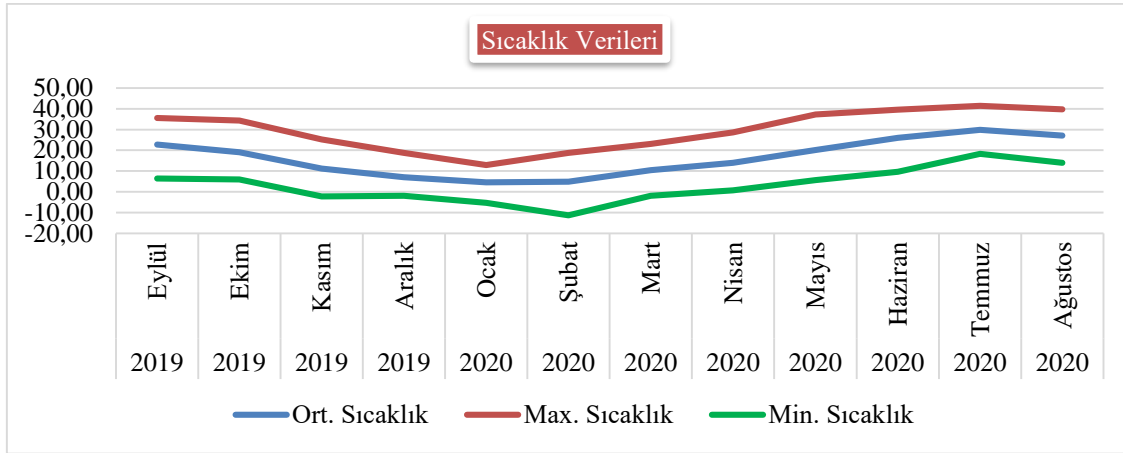
Yıl	Toprak Derinliği (cm)	Ec (ds/m)	Kireç (%)	pH	Fosfor (kg/da)	Potasyum (kg/da)	Organik Madde (%)	Suya Doygunluk (%)
2019	0-30	0.92	23.1	8.10	2.38	76.50	0.85	74

Deneme yeri topraklarının organik madde bakımından fakir, aşırı kireçli, orta derecede alkali, tuzsuz, potasyum oranının yüksek ve fosfor oranının çok düşük olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü bölgeye ait uzun yıllar ile 2019-2020 yetiştirme sezonuna ilişkin bazı iklim parametreleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma yılına ait yağış ve nem verileri (MGM, 2021)



Şekil 2. Araştırma yılına ait sıcaklık verileri (MGM, 2021)

Denemenin yürütüldüğü alanda 2019-2020 yetiştirme sezonunda en düşük ortalama yağış 0.9 mm ile Kasım ayında, en yüksek ortalama yağış 141.1 mm ile Aralık ayında saptanmıştır. En düşük ortalama sıcaklık -11.4 °C ile Şubat ayında, yüksek ortalama sıcaklık 41.40 °C ile Temmuz ayında saptanmıştır.

Genetik materyal ve deneme deseni

Çalışmada genetik materyal olarak kültürü yapılan nohut türünün tek yıllık yabancı formlarına ait, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan 238 adet nohut genotipi (165 *Cicer reticulatum*, 72 adet *Cicer echinospermum*, 1 adet *Cicer arietinum*) kullanılmıştır. Deneme alfa latıs sıra sütun deneme desenine göre üç

tekerrürlü olarak kurulmuş (8 sütun, her sütunda 30 sıra), sütunlar arası 1.5 m boşluk bırakılmıştır. Tohumlar 60 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri olacak şekilde 0.5 m uzunluğundaki sıralara 5-6 cm derinliğe elle ekilmiştir. Her bir sırada 10 adet tohum kullanılmıştır. Araştırmada, kontrol grubu olarak uygulamanın yapılmadığı, yabancı otların elle alındığı şahit parsel kullanılmıştır. Tohum ekimi 26 Kasım 2019 tarihinde yapılmış, çıkışlarda sorun yaşanmaması ve üniform bir çıkış sağlanması için bütün tohumlarda kabuk kırma işlemi yapılmıştır. Uygulama sonrası 238 adet nohut genotipi içinden seçilen 15 adet ümitvar genotipe ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Seçilen genotipler ve genotiplere ait bilgiler

Ekim Sıra No	AK Line ID	Varma Cod	Tür	Toplandığı İl
13	62	Besev_073	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
41	187	Egil_071	<i>C. reticulatum</i>	Diyarbakır
47	199	Kalka_061	<i>C. reticulatum</i>	Diyarbakır
50	205	Kalka_067	<i>C. reticulatum</i>	Diyarbakır
106	517	Ekind_053	<i>C. reticulatum</i>	Siirt
118	545	Hisar_018	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
120	552	Hisar_025	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
131	584	Umurl_502	<i>C. reticulatum</i>	Siirt
132	585	Umurl_503	<i>C. reticulatum</i>	Siirt
137	592	Konak_050	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
146	652	Yolag_066	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
147	654	Yolag_068	<i>C. reticulatum</i>	Mardin
162	691	Tuzca_027	<i>C. reticulatum</i>	Siirt
165	707	Tuzca_043	<i>C. reticulatum</i>	Siirt
238	189	Egil_073	<i>C. reticulatum</i>	Diyarbakır

Herbisit uygulaması

Çalışmada imidazolinone (IMI) grubu herbisitlerden, imazamox (40 g/l) etken maddeli herbisit kullanılmıştır. Herbisitin uygulanmasında, 3 atmosfer basınçta çalışan sırt pülverizatörü kullanılmıştır. Uygulama rüzgarın az olduğu veya hiç

olmadığı günün serin saatlerinde yapılmıştır. Bitkiler 5-6 boğumlu döneme geldiğinde, 150 ml/da imazamox etken maddeli herbisit uygulanmıştır. Araştırma materyali üzerinde herbisit etkisinin gözlenmesi amacıyla kontrol sıralarına uygulama yapılmamıştır.

Çizelge 3. Kullanılan herbisit uygulama zamanı ve gözlem tarihleri

Tarımsal işlem ve gözlemler	Tarihler
Uygulama öncesi bitki boyu	28.02.2020
IMI Uygulaması	28.02.2020
Uygulama sonrası bitki boyu	14.03.2020
Görsel skorlama	15.03.2020

Genotiplerde IMI dayanıklılık için skorlama

Genotiplerin herbisit dayanıklılığını belirlemek için IMI uygulamasından sonraki 15. ve 30. günlerde bütün genotipler 1-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Gaur ve ark, 2013; Prakash ve ark 2017; Sharma ve ark., 2017). Kloroz, solgunluk, bodurluk,

antosiyenin, yaprak şekli ve tüylülük belirtileri hassas, bu belirtileri göstermeyen bitkiler ise dayanıklı olarak kabul edilmiştir (Toker, 2012; Jefferies, 2014; Kaur, 2016). Kullanılan skala değerleri ve bitkilerin uygulanan herbisit karşısında göstermiş olduğu tepkiler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. 1-5 skalası ve skorlama kriterleri

Skala değeri	Bitkilerdeki hasar durumu/şekli
1 Çok tolerant (çok iyi bitkiler)	Kloroz, yaprak daralması ve yaprak yanıklığı olmayan
2 Tolerant (iyi bitkiler)	Çok az kloroz, yaprak daralması ve yaprak yanıklığı görülmesi
3 Orta derecede tolerant (az zarar görmüş bitkiler)	Yapraklarda orta derecede kloroz, daralma ve yanıklık görülmesi
4 Hassas (zayıf bitkiler)	Şiddetli kloroz, yaprakta daralma ve yanıklık görülmesi
5 Çok hassas (zarar görmüş bitkiler)	Bitkilerin çoğu ölmüş, yapraklar tamamen yanmış.

Morfolojik özellikler

Yapılan uygulamanın genotiplerdeki etkisini (çıkış gün sayısı hariç) belirlemek amacıyla; uygulama öncesi ve uygulamadan 15 gün sonra bitki taç genişliği (Sharma ve ark., 2017), çiçeklenme gün sayısı (gün), olgunlaşma gün sayısı (gün), 100 tohum ağırlığı (g) ve verim (kg/da) parametreleri alınmıştır. Araştırmada kullanılan yabani nohut genotipleri yatık büyüme özelliği gösterdiğinden bitki taç genişliği alınmıştır.

IMI uygulamasından önce ve uygulamadan 15 gün sonra her parselden 3 adet bitki seçilerek bitki taç genişliği hesaplanmıştır.(Sharma ve ark., 2017). Her parselin başlangıcından üçüncü, beşinci ve yedinci bitki seçilmiştir. Seçilen bitkide doğu-batı (B) ve kuzey-güney (C) yönlerine göre uzunlukları cetvel ile ölçülmüştür. Alınan ölçümlerle $(C+B)/2$ formülü ile R (Çap) değerleri hesaplanmış daha sonra da $A = \pi r^2$ formülü ile de bitki taç genişliği alanı hesaplanarak cm^2 olarak belirtilmiştir

(Çakmak, 2019). Tane verimi; her genotip için 0.5 m uzunluğunda parsellerden hasat edilen tane verimleri dönüme verimler olarak hesaplanarak kg/da birim olarak kaydedilmiştir.

İstatistik analiz

Denemeden elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 13.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Araştırma verileri, Tesadüf Blokları Deneme desenine uygun olarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları LSD testi ile karşılaştırılarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan 238 genotipin tamamında çıkışlar sorunsuz bir şekilde gerçekleşmiştir. Uygulama sonrası 238 genotip içinden çiçeklenip verim alınabilen

ve yapılan iki görsel skorlama ortalaması 3 puanın altında değer alan 15 ümitvar genotip seçilmiştir. Bu 15 genotip dışındaki genotipler görsel skorlamada 4-5 değerini almış, çoğunda çiçeklenme gerçekleşmemiş, çiçeklenme olanlar ise tohum oluşturmamıştır. Seçilen 15 genotip için incelenen morfolojik özelliklerin istatistik tablosu Çizelge 4’de verilmiştir. Uygulama çıkış sonrası yapıldığı için imazamoxun çıkış gün sayısına etkisi olmamıştır. Genotipler kendi aralarında değerlendirildiğinde çıkış gün sayısı istatiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Genotiplerin çıkış gün sayısı 37.33 gün ile 43.66 gün arasında değişmiştir. En erken çıkış yapan genotip 47 numaralı ve en geç çıkış yapan genotip 131 nolu genotip olmuştur.

Çizelge 5. Uygulama dozunun genotiplerin incelenen özellikleri üzerine etkileri ve oluşan LSD grupları

Genotip	Çıkış Gün Sayısı (gün)**	Bitki Taç Genişliği (Uyg. Ön.) (cm ²)**	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)**	Olgunlaşma Gün Sayısı (Gün)**	Bitki Taç Genişliği (Uyg. Son.) (cm ²)**	100 Tane Ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg/da)**	Görsel Skor (1-5)
13	40.66 defg	8.72 ab	121.33 a-d	148.66 cde	8.94 bc	7.49	93.13 abc	3
41	38.66 hi	7.63 bcd	125.33 ab	154.66 a	8.28 bcd	6.94	55.73 cd	3
47	37.33 ı	9.20 a	124.33 abc	148 cde	7.06 cde	10.42	71.33 bcd	3
50	40.00 fgh	6.23 efg	122.66 a-d	149.33 b-e	5.62 e	8.23	51.53 cd	3
106	39.33 gh	5.45 fg	124 abc	153.66 ab	6.32 de	6.76	40.40 d	3
118	40.33 efgh	5.36 g	121 bcd	147.33 de	7.67 bcde	7.14	97.66 abc	3
120	43.00 ab	6.06 efg	118.66 de	147.66 cde	9.68 b	8.85	57.60 cd	3
131	43.66 a	8.41 abc	115.66 e	149.66 b-e	8.15 bcd	9.39	96.26 abc	3
132	42.66 abc	7.41 cd	116.33 e	151.33 a-d	7.28 cde	10.13	62.26 bcd	3
137	43.33 ab	6.84 de	120 cde	152 a-d	7.37 cde	9.43	107.20 ab	3
146	41.00 cdefg	6.58 def	125.66 a	152.33 abc	7.06 cde	9.54	40.66 d	3
147	42.33 abcd	6.62 de	121.66 a-d	148.66 cde	6.89 cde	6.47	36.66 d	3
162	41.00 cdefg	5.93 efg	121.33 a-d	149.33 b-e	7.37 cde	7.37	64.46 bcd	3
165	42.00 abcde	5.88 efg	121.33 a-d	150.33 a-e	7.80 bcd	8.62	78.93 abcd	3
238	41.66 bcdef	6.62 de	118.66 de	146 e	14.47 a	8.67	120.20 a	3
ORT.	41.10	6.86	121.20	149.93	8.01	8.41	71.60	
LSD	1.94	1.15	4.66	4.98	1.05	Ö.D	23.47	
CV (%)	2.82	10.08	2.29	1.98	4.70	8.92	11.36	
İlaç Uygulama Durumu								
Uygulama (150 ml/da)			121.20 a	191.06 a	8.01 b	8.41	71.60 b	
Kontrol			103.71 b	183.73 b	19.78 a	8.32	287.34 a	

Genotiplerin IMI uygulaması yapılmadan önce alınan bitki taç genişliği değerleri istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde, en yüksek bitki taç genişliği 9.20 cm^2 ile 47 numaralı genotipten, en düşük bitki taç genişliği 5.36 cm^2 ile 118 numaralı genotipten elde edildiği görülmektedir. IMI uygulamasından sonra genotiplerde bitki taç genişliği ortalama 8.01 cm^2 olurken kontrolde ortalama 19.78 cm^2 olmuştur. Uygulama sonrası 239 numaralı genotip en yüksek (14.47 cm^2) bitki taç genişliğine sahip olurken 50 numaralı genotip en düşük (5.62 cm^2) bitki taç genişliğine sahip olmuştur. 47, 132, 137, 146, 147 ve 162 numaralı genotipler istatistiki olarak aynı grupta yer alırken 41 ve 165 numaralı genotiplerde aynı grupta yer almıştır. Kontrol parselleriyle kıyaslandığında uygulamanın ortalama bitki taç genişliğinde önemli bir azalma meydana getirdiği gözlenmiştir. Yabancı ot rekabeti, nohutta bitki boyunu negatif olarak etkilemektedir. (Ratnam ve Reddy, 2011). Herbisit uygulamalarında bitki boyundaki azalma oranı genel olarak dayanıklı genotiplerde daha az, hassas veya yüksek derecede hassas genotiplerde daha fazladır (Sharma ve ark., 2017). Veisi ve ark. (2019) en yüksek bitki boyu değerinin yabancı ot kontrolünün tamamen yapıldığı ve yabancı otların elle iki kez alınan parsellerden elde edildiği, en düşük bitki boyu değerlerinin sırası ile ot kontrolünün hiç yapılmadığı, çıkış öncesi metribuzin ve çıkış sonrası imazethapyr uygulamalarından elde edildiği belirtilmektedir. Poonia (2013) çıkış sonrası yapılan Pendimethalin %30 EC + imazethapyr %2 (1.0 kg/ha) uygulamasının, elle ot kontrol yapılan parsellere göre nohutta bitki boyunu negatif yönde etkilediğini bildirmiştir. Taran ve ark., 2013; nohutta çıkış sonrası uygulanan imazethapyr, metribuzin ve imazamox herbisit uygulamalarının bitki boyunu azalttığı bildirilmiştir. Görsel puanlama sırasında, yaprak alan indeksini azaltan imazethapyr uygulamasından sonra yaprak daralmasının mercimek genotiplerinin

fotosentetik ve amino asit aktivitesini olumsuz etkilediğini ve bunun da bitkilerde kanopinin azalmasına yol açtığı bildirilmektedir (Miller, 2003; İpekeşen ve Biçer, 2021). Uygulama bitkinin büyümesini baskılayarak yeşil aksam gelişimini sınırlamıştır. Çalışmamızdan elde edilen değerler çoğu araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

IMI uygulamasının çiçeklenme gün sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan ($p<0.01$ seviyesinde) önemli bulunmuştur. Uygulama yapılan genotiplerde çiçeklenme gün sayısı 115.660-125.66 gün arasında değişmiştir. En erken çiçeklenen genotip 131 numaralı genotip olurken en geç çiçeklenen genotip 146 nolu genotip olmuştur. Kontrol grubunda ortalama çiçeklenme gün sayısı 103.71 gün olurken uygulama yapılan genotiplerde ortalama 121.20 gün olmuştur. Uygulama ile genotiplerde çiçeklenme yaklaşık 17 günlük bir gecikmeye neden olmuştur. Erol ve Okant, (2020), yabancı nohut genotiplerinde ilk çiçeklenme gün sayısı 123.33-138 gün arasında değişiklik göstermektedir. Taran ve ark. (2013), herbisit uygulamalarında çiçeklenme gün sayısı; çeşit, lokasyon ve yıl bazında değişiklik gösterdiğini, Imazamox uygulaması ile metribuzin, imazethapyr ve sulfentrazone uygulamaları karşılaştırıldığında çiçeklenmenin en geç imazamox uygulamasından (54-82 gün) olduğunu bildirmişlerdir. Prakash, (2017), imazethapyr uygulaması yapılmayan kontrol grubunda çiçeklenme gün sayısı 52-77 gün arasında değişmiş, uygulama çiçeklenme süresini yaklaşık bir ay geciktirdiğini rapor etmiştir. Herbisit uygulamalarının bir sonucu olarak çiçeklenme süresinde gecikme olduğu diğer araştırmacılar (Gaur ve ark., 2013; Taran ve ark., 2013; Kaur, 2016; Jefferies ve ark., 2016; Sharma ve ark., 2017), tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacıların sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Çizelge 5 incelendiğinde IMI uygulamasının olgunlaşma gün sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan 0.01 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Kontrol grubunda ortalama olgunlaşma gün sayısı 142.81 gün olurken uygulama yapılan genotiplerde ortalama 149.9 gün olmuştur. Uygulama olgunlaşma gün sayısında 7 günlük bir gecikmeye neden olmuştur. 239 nolu genotip 146 gün ile en erken olgunlaşan genotip olurken en geç olgunlaşan genotip 154.66 gün ile 41 numaralı genotip olmuştur. Uygulama yapılan genotiplerde çiçeklenme ile olgunlaşma arasında geçen süre yaklaşık 28 gün olurken, kontrol grubunda bu süre 38 gün olmuştur. Taran ve ark. (2013), herbisit dayanıklılığı test edilen altı nohut çeşidinde de imazamoxun çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısını artırdığı gibi çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar geçen süreyi de uzattığını bildirmişlerdir. Araştırmada olgunlaşma gün sayısı 97-148 gün arasında olduğunu rapor etmişlerdir Jefferies ve ark. (2016) çıkış sonrası uygulanan imazamox ve imazethapyrin dört nohut çeşidinde olgunlaşma gün sayısında gecikme meydana getirdiğini, ancak bu gecikme istatistiki olarak önemli olmadığını rapor etmişlerdir. Prakash ve ark. (2017) 65 nohut genotipinde çıkış sonrası imazethapyr uygulaması yaptıkları çalışmalarında, olgunlaşma süresinin herbisit uygulaması ve kontrol grubunda aynı kaldığı, herbisit uygulamasının çiçeklenmeyi geciktirmesine rağmen olgunlaşma döneminde sıcaklıktaki ani artış nedeniyle genotiplerin aynı anda olgunlaştığı bildirilmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonuçlarımızla benzer niteliktedir.

IMI uygulamasının genotiplerde 100 tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubunda ortalama 100 tane ağırlığı 8.32 g olurken uygulama yapılan genotiplerde ortalama 100 tane ağırlığı 8.41 g olmuştur. Şanlı ve ark. (2009) çapalama ve herbisit uygulamalarının nohutta 1000 tane ağırlığını önemli düzeyde etkilediğini, 1000 tane ağırlığı bakımından en iyi sonucun herbisitler arasında imazethapyr uygulaması, çapa uygulamaları arasında ise 36. günde yapılan çapalamadan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Gupta ve ark.

(2012) en yüksek 100 tohum ağırlığının otların tamamen alındığı ve iki kez elle ot kontrolü yapılan parsellerden alındığı, çıkış sonrası düşük doz herbisit uygulamalarının yabancı ot kontrolünde yetersiz kaldığı ve düşük verime neden olduğu, çıkış sonrası uygulama zamanının verimde etkili olduğu bildirilmektedir. Gore ve ark., 2015; Kachhadiya ve ark., 2009; herbisitlerin 100 tane ağırlığını ot kontrolünün tamamen yapıldığı parsellere göre azalttığını ancak ot kontrolünün hiç yapılmadığı parsellere göre artırdığı bildirilmektedir.

IMI uygulamasının tane verimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Genotiplerin verimleri 36.66 kg da⁻¹ ile 120.20 kg/da arasında değişmektedir. En düşük verim 47 numaralı genotipten elde edilirken en yüksek verim 239 numaralı genotipten elde edilmiştir. 13, 118 ve 131 numaralı genotipler istatistiki açıdan aynı grupta yer alırken 106, 146 ve 147 numaralı genotipler aynı grupta yer almaktadır. Uygulama yapılan genotiplerde ortalama verim 71.60 kg/da olurken kontrol grubunda ortalama verim 287.34 kg/da olmuştur. Yapılan IMI uygulaması verimi olumsuz yönde etkilemiştir. Bolat ve ark. (2019) nohutta çıkış öncesi (347 kg/da) ve çıkış sonrası (476 kg/da) herbisit uygulaması yapılmış parsel verimlerinin ot kontrolü yapılmamış (217 kg/da) parsel veriminden yüksek olduğu belirtmektedir. Taran ve ark. (2013) çıkış sonrası imazamox uygulamasının bitkiye zarar verdiğini, bitkinin gelişim süresini uzattığı ve verimi azalttığı belirtilmektedirler. Şanlı ve ark. (2009) herbisit uygulamaları arasında (Linuron-50, İmazethapyr, Aclonifen) en yüksek tane verimi ekim öncesi verilen imazethapyr uygulamasından (121 kg/da), en düşük tane verimi ise kontrol (ot mücadelesi yapılmamış) uygulamasında (59 kg/da) elde edildiğini bildirmişlerdir. Veisi ve ark. (2019) çıkış öncesi ve çıkış sonrası uyguladıkları imazethapyrin (0.5 kg/ha) verimde azalmalara neden olduğu bildirilmiştir. Çıkış sonrası (1 030.8 kg/ha) yapılan uygulamanın çıkış öncesi (1 295.8 kg/ha)

yapılan uygulamadan daha çok verim kaybına neden olduğu, en yüksek verimin ise ot kontrolünün tam yapıldığı (1 417.7 kg/ha) parsellerden elde edildiği bildirilmektedir. İmazethapyr uygulaması bitkide şekil değişikliğine neden olmakta, yapraklarda küçülme, bitkide bodurlaşma ve çalılışmaya sebep olmaktadır. Bu durum nohutta verimi olumsuz etkilemektedir (Khope ve ark., 2011). IMI uygulamasının nohutta verim kaybına neden olduğu çalışmamız, Deva ve Kolhe (2015), Poonia ve Pithia (2013), Hoseiny-Rad ve Jagannath (2011); Kaur (2016); Sharma ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen verilerle uyum göstermektedir.

Bitki hasarına dayalı herbisit tolerans skoru, toleranslı ve hassas genotiplerin belirlenmesinde oldukça güvenilirdir (Prakash, 2017). İmazamox uygulamasından yaklaşık 10 gün sonra bitkilerde görsel belirtiler görülmeye başlanmıştır. Genotiplere uygulamadan 15 ve 30 gün sonra 1-5 skalasına göre skorlama yapılmıştır. Çizelge 4'te görüldüğü üzere 15 genotip orta derecede (3 puan) zarar görmüş olarak değerlendirilmiş olup tolerant (2 puan) veya çok tolerant (1 puan) hatlara rastlanılmamıştır. İmazomox, dalların büyüyen uçlarını (apikal meristem ve genç yapraklar) öldürmüş ve hassas genotiplerin vejetatif gelişimini etkilemiştir. Çok hassas genotiplerde bitkilerin %80-100 oranında ölümüne yol açmıştır. Büyüme noktalarında ALS enzimini inhibe ederek meristematik hücrelerin ölümüne neden olup bitkinin ölümüne neden olur (Little ve Shaner 1991). İmazamoxun nohut genotiplerinde; yapraklarda daralma, bodurlaşma, çalılışma, cüceleşme ve hatta şiddetli kloroz ile hassas genotiplerde bitkilerin tamamen kuruyup ölümüne yol açan çok yüksek hasarlar meydana getirdiği gözlenmiştir. Veisi ve ark., 2019; çıkış sonrası yapılan imazethapyr uygulamasından dört hafta sonra, bitkilerde incelve ve bodurlaşma gibi önemli görsel zararlanma (yaralanma) semptomlarına sebep olduğu, çıkış öncesi uygulanan metribuzinin de benzer zararlanmalar

(güçlü kloroz ve bodurluk) meydana getirdiği bildirilmektedir. Taran ve ark., (2013) nohutta çimlenmeden sonra uygulanan imazamox ve imazethapyr gibi IMI grubu herbisitler nohut bitkilerine çok yoğun zarar vermekte, nohut bitkilerinde cüceleşme ve klorozun sık görülen bir durum olduğu bildirilmektedir. Gaur ve ark. (2013) ve Prakash, (2017) nohutta herbisitlere dayanıklılık açısından yüksek oranda varyasyon olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar da özellikle çıkış sonrası uygulanan herbisitlerin nohut bitkisine zarar verdiğini (Taran 2013; Nath 2018; Veisi ve ark., 2019), ancak nohut genetik kaynaklarında imidazolinone grubu herbisitlere karşı doğal toleransın ve genetik varyasyonun bulunduğu bildirilmiştir (Taran ve ark., 2010; Gaur ve ark., 2013; Prakash, 2017). Elde edilen sonuçlarla geleneksel ıslah yöntemleriyle imidazolinone toleranslı çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağlanacaktır. Toleranslı olarak görülen hatların ebeveyn olarak kullanılarak biyoteknolojik ve moleküler ıslah çalışmaları elde edilecek yeni çeşitler diğer hastalık ve zararlılara karşı da test edilerek detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

AÇIKLAMA

Bu çalışma, Cemile ADIYAMAN'ın Doktora Tezinin bir kısmından yararlanarak hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Bolat, A., Bayat, A., Tetik, Ö., Türkeri, M. 2019. Nohut ekim alanlarında yabancı ot mücadelesinde farklı meme tiplerinin uygulama zamanlarına göre etkinliğinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(3): 397-405.

Çakmak, A. 2019. Adıyaman, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde toplanan yabancı nohut türlerinin karakterizasyonu. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

Deva, S., Kolhe, S.S. 2015. Effect of irrigation and weed management on weed dynamics and yield of chickpea. 25th Asian-Pacific Weed Science Society Conference

on “Weed Science for Sustainable Agriculture, Environment and Biodiversity”, Hyderabad, India, October 13-16, p:233.

Erol, C., Okant, M. 2020. Mardin ili ve civarında yabancı nohut (*Cicer reticulatum*) gen kaynaklarının belirlenmesi, toplanması ve karakterizasyonu. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 4(3): 505-521.

FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nation. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

(Date of Access: 12.02.2021).

Gaur, P.M., Jukanti, A.K., Samineni, S., Chaturvedi, S.K., Singh, S., Tripathi, S., Singh, I., Singh, G., Das, T.K., Aski, M., Mishra, N., Nadarajan, N., Gowda, C.L.L. 2013. Large genetic variability in chickpea for tolerance to herbicides imazethapyr and metribuzin. *Agronomy* (3): 524- 536.

Gore, A.K., Gobade, S.M., Patil, P.V. 2015. Effect of pre and post emergence herbicides on yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *National Academy of Agricultural Science*, 33(2): 909-912.

Gupta, V., Singh, B.N., Kumar, J., Singh, M., Jamwal, B.S. 2012. Effect of imazethapyr on weed control and yield in chickpea under kandi belt of low altitude sub-tropical zone of jammu. *Madras Agricultural Journals*, 99(1-3): 81-86.

İpekeşen, S., Biçer, B.T. 2021. Gübrelemenin nohutta (*Cicer arietinum* L.) bitkisel ve tarımsal özelliklere etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 5(2): 320-332.

Jefferies, M.L. 2014. Responses of selected chickpea cultivars to imidazolinone herbicide. A thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in the Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon.

Jefferies, M.L., Willenborg, C.J., Tar'an, B. 2016. Response of conventional and imidazolinone-resistant chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to imazamox and/or imazethapyr applied post-emergence.

Canadian Journal of Plant Science (96):48-58.

Kachhadiya, S.P., Savaliya, J.J., Bhalu, V.B., Pansuriya, A.G., Savaliya, S.G. 2009. Evaluation of new herbicides for weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research*, 32(4): 293-297.

Kantar, F., Elkoca, E., Zengin, H. 1999. Chemical and agronomical weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Aziziye-94). *Turkey Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 631-635.

Kaur, K. 2016. Physiological variations in herbicide tolerance among chickpea (*cicer arietinum* L.) genotypes. Master Thesis, Punjab Agricultural University Ludhiana, Department of Botany.

Khan, I.A., Khan, R., Jan, A., Shah, S.M.A. 2018. Studies on tolerance of chickpea to some pre and post-emergence herbicides. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(9): 725-731.

Khope, D., Kumar, S., Pannu, R.K. 2011. Evaluation of post emergence herbicides in chickpea (*Cicer arietinum*). *Indian Journal of Weed Science*, 43(1-2): 92-93.

Kumar, N., Singh, S.S., Praharaj, C.S., Ummed, S. 2015. Weed science for sustainable agriculture, environment and biodiversity. 25th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, October 13-16, Hyderabad, India, p: 9.

Kumar, N., Nath, C.P., Hazra, K.K., Sharma, A.R. 2016. Efficient weed management in pulses for higher productivity and profitability. *Indian Journal of Agronomy*, 61: 93-105.

Little, D.L., Shaner, D.L. 1991. Absorption and translocation of the imidazolinone herbicides. In *The Imidazolinone Herbicides*; Shaner, D.L., O'Conner, S.L., Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp. 53-69.

MGM, 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> (Erşim Tarihi: 15.02.2021).

Miller, T.W. 2003. Effect of several herbicides on green pea (*Pisum sativum*)

and subsequent crops. *Weed Technology*, 17(4):731-737.

Nath, C.P., Dubey, R.P., Sharma, A.R., Hazra, K.K., Kumar, N., Singh, S.S. 2018. Evaluation of new generation post-emergence herbicides in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *National Academy. Sciences*, 41(1):1-5.

Özdemir, S. 2006. *Yemelik Baklagiller*. HASAD Yayıncılık, s.59-81.

Pala, M., Mazid, A. 1992. On-Farm assessment of improved crop production practices in northwest Syria. I. Chickpea *Experimental Agriculture*, 28(2): 175-184.

Poonia, T.C., Pithia, P.S. 2013. Pre- and post-emergence herbicides for weed management in chickpea. *Indian Journal of Weed Science*, 45(3): 223-225.

Prakash, N.R., Singh, R.K., Chauhan, S.K., Sharma, M.K., Bharadwaj, C., Hegde, V.S., Jain, P.K., Gaur, P.M., Tripathi, S. 2017. Tolerance to post-emergence herbicide imazethapyr in chickpea. *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*, 77(3): 400-407.

Ratnam, M., Rao, A.S., Reddy, T.Y. 2011. Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Indian Journals Weed Science*, 43(12): 70-72.

Rupareliya, V.V., Chovatia, P.K., Vekariya, S.J., Javiya, P.P. 2018. Evaluation of pre and post emergence herbicides in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6 (1): 1662-1665.

Sharma, S.R., Singh, S., Aggarwal, N., Kaur, J., Gill, R.K., Kushwah, A., Patil, B.S., Kumar, S. 2017. Genetic Variation for Tolerance to Herbicide Imazethapyr in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/JpUnPODGD3FauJ4oqzpXzIKi5ZsKvg%20\(Genetic_Variation_for_Tolerance_to_Herbicide_I_maze...\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/JpUnPODGD3FauJ4oqzpXzIKi5ZsKvg%20(Genetic_Variation_for_Tolerance_to_Herbicide_I_maze...)%20(1).pdf).

Singh, A., Rana, S.S., Bala, A. 2020. Weed management strategies in chickpea (*Cicer arietinum*): A Review. *Agricultural Reviews*, 41(2) : 153-159.

Solh, M.B., Pala, M. 1990. Weed control in chickpea. In: M. C. Saxena, J. I. Cubero,

and J. Wery (eds), *Present Status and Future Prospects of Chickpea Crop Production and Improvement in the Mediterranean Countries*, 93-99, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza.

Şanlı, A., Kaya, M., Kara, B. 2009. Nohut (*Cicer arietinum* L.)' ta yabancı ot mücadele zamanları ile herbisit uygulamalarının verim ve bazı verim unsurlarına etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1): 13-20.

Tan, S., Evans, R.R., Dahmer, M.L., Singh, B.K., Shaner, D.L. 2005. Imidazolinone-Tolerant Crops: History, Current Status and Future. *Pest Management Science*, 61: 246-257.

Taran, B., Holm, F., Banniza, S. 2013. Response of chickpea cultivars to pre- and post-emergence herbicide applications. *Canadian Journal of Plant Science*, (93): 279-286.

Tepe, I., Erman, M., Yergin, R., Bükün, B. 2011. Critical Period of Weed Control in Chickpea Under Non-Irrigated Conditions. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 35: 525-534.

Thakar, S., Brar, L.S., Walia, U.S. 2000. Comparative efficiency of herbicides for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Crop Research*, 19(1): 1-5.

Thompson, C.L. 2013. Genetic characterization of the acetohydroxyacid synthase (AHAS) gene responsible for imidazolinone tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master of Science in the Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon,

Thompson, C., Taran, B. 2014. Genetic characterization of the Acetohydroxyacid Synthase (AHAS) Gene Responsible for Resistance to Imidazolinone in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 127:1583-1591.

Toker, C., Cancı, H., İnci, N.E., Öncü, C.F. 2012. Improvement in Imidazolinone Resistance in *Cicer* species by Induced Mutation. *Plant Breeding*, 131: 535-539.

Toker, C. 2015. *Cicer reticulatum* Ladiz.'den imidazolinone dayanıklılık gen(ler)inin kültürü yapılan nohuta (*Cicer arietinum* L.) aktarılması. Tübitak Projesi, Proje No: 1110671.

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim Tarihi: 12.01.2021).

Veisi, M., Mansouri, M.S., Ghiasvand, M. 2019. Chemical control of broadleaf weeds in autumn-sown rainfed chickpea. *Journal of Plant Protection Research*, 59 (4): 552–560.

Young, F.L., Matthews, J., Al–Menoufi, A., Sauerborn, J., Pieterse, A.H., Kharrat, M. 2000. Integrated weed management for food legumes and lupins. In: Knight, R. (Ed.), *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21 th Century*, Kluwer Academic Publishers, Netherland, pp. 481–490.

Zhang, Z.P. 2003. Development of chemical weed control and integrated weed management in China. *Weed Biology Management*, 3(4): 197-203.