

## Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Fosfor ve Çinko Uygulamalarının Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri

Mustafa ÇIRKA<sup>1\*</sup>, Haluk KULAZ<sup>2</sup>, İshak BARAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van/TÜRKİYE

Alınış tarihi: 26 Şubat 2024, Kabul tarihi: 15 Haziran 2024

Sorumlu yazar: Mustafa ÇIRKA, e-posta: m\_cirka@hotmail.com

### Öz

**Amaç:** Bu çalışma, Van deneme ve uygulama alanında kuru şartlarda yazlık yetiştirme sezonunda nohut bitkisinde fosfor ve çinko uygulamalarının, verim ve verim öğeleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışma, 2015-2016 yılları arasında kuru şartlarda yazlık yetiştirme sezonunda Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme ve uygulama alanında yürütülmüştür. Deneme, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmada fosfor dozları TSP formunda 3 doz (0, 4, 8 kg da<sup>-1</sup>) ve çinko, %8'lik Zn kilyet formunda 4 doz (0, 100, 200, 300 ml 100<sup>-1</sup>) olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışmada bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), dal sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), tane sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), hasat indeksi (%), 100 tane ağırlığı (g), protein oranı (%), biyolojik verim (kg da<sup>-1</sup>), tane verimi (kg da<sup>-1</sup>) gibi parametreler incelenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Denemede iki yılın ortalama değerleri bakımından fosfor ve çinko dozlarının bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve tane sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür (P>0.05). Hasat indeksi, Biyolojik verim, 100 tane ağırlığı ve tane verimi gibi parametreler ise istatistiksel olarak önemli görülmüştür (p<0.05). Araştırma sonucunda, en yüksek tane verimi 108.10 kg da<sup>-1</sup> ile fosforun 8 kg da<sup>-1</sup> x 300 ml 100<sup>-1</sup> çinko dozundan elde edilmiştir.

**Sonuç:** Çalışmanın yürütüldüğü iklim ve toprak koşulları ve benzer koşullara sahip alanlarda yapılabilecek nohut yetiştiriciliğinde bu fosfor ve çinko dozlarının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut (*Cicer arietinum* L.), Çinko, Fosfor, Verim ve verim unsurları

### Determination of the Effects of Phosphorus and Zinc Applications on Yield and Yield Characteristics of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

#### Abstract

**Objective:** The study was conducted to determine the effects of phosphorus and zinc on yield and yield components in chickpea plants in the trial and application area of Van, during the summer growing season under dry conditions.

**Materials and Methods:** The experiment was conducted as a factorial trial design with 3 replications in random blocks. In the study, phosphorus doses were applied in the form of TSP in 3 doses (0, 4, 8 kg da<sup>-1</sup>) and zinc in the form of 8% Zn kilyet in 4 doses (0, 100, 200, 300 ml 100<sup>-1</sup>). In the study, the parameters such as, plant height (cm), first pod height (cm), number of branches (pieces plant<sup>-1</sup>), number of grains (pieces/plant), harvest index (%), 100 grain weight (g), protein rate (%), biological yield (kg da<sup>-1</sup>), and grain yield (kg da<sup>-1</sup>) were examined.

**Results:** In the research, the effect of phosphorus and zinc doses on plant height, first pod height, number of branches, number of pods per plant, and number of grains was found to be statistically insignificant (P>0.05) in terms of the average values of the two years. Parameters such as harvest index, biological yield, 100-grain weight, and grain yield were found to be statistically significant (p<0.05). As a result of the research, the highest grain yield of 108.10 kg da<sup>-1</sup> was obtained from the dose of 8 kg da<sup>-1</sup> of phosphorus and 300 ml 100<sup>-1</sup> of zinc.

**Conclusion:** It was concluded that these phosphorus and zinc doses can be recommended for chickpea cultivation in areas with similar climate and soil conditions where the study was conducted.

**Keywords:** Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Zinc, Phosphorus, Yield and yield components

## Giriş

İnsanoğlu tarafından kültüre alınan ve ilk bitkiler arasında yer alan nohut, tek yıllık bitki olmasına rağmen, güçlü kök yapısı olan bir yemeklik dane baklagil bitkisidir (Şehirli, 1988; Çiftçi ve Adak 2009). Yapılan çalışmalarda nohudun %12.60-29.00 aralığında protein, %10.60-16.60 aralığında diyet lif içerdiği, ayrıca vitamin, mineral madde içeriği bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Öne çıkan bu özelliklerinden dolayı nohut, insan beslenmesinde oldukça rağbet görmüştür (Wood ve Grusak, 2007; Aydoğan ve ark., 2011). Ayrıca nohut bitkisi hayvan beslenmesinde protein ve enerji olarak değerlendirilebilmektedir (Bampidis ve Chritodoulou, 2011). Dünyada 2022/23 üretim sezonunda 15.9 milyon ha alanda nohut ekimi yapılmış ve bu alandan 17.1 milyon ton nohut ürünü elde edilmiştir. Ülkemiz, dünya sıralamasında 475.000 ton ile dördüncü sırada yer almıştır (TEPGE, 2023).

Gerek hayvanlar ve gerekse bitkileri bakımından önemli bir yere sahip olan mikro besin elementlerinden çinko (Özkutlu ve Erdem, 2018), sağlıklı bir bitkide bir kilogram kuru maddede minimum 20 mg olmalıdır. Bu değer 10 miligram ve aşağısına indiğinde bitki büyümesinde negatif etkiye neden olur ve böylece verimde azalmalar meydana gelmektedir (Çakmak ve ark., 1995). Bitkilerde çinko fazlalığına bağlı olarak ortaya çıkabilecek toksisite çok az görülmektedir. Maden yataklarına yakın alanlarda yetişebilen bitkilerde çinko oranı yüksektir. Toprakta yüksek çinko içeriği, bitkide kök ve yaprak

gelişimini önemli düzeyde azaltmaktadır. Ayrıca bitkinin demir ve fosfor alımını azaltmaktadır (Boşgelmez ve ark., 2001; Kacar ve Katkat, 2010).

Fosfor, bitkilerde kök gelişimi üzerinde önemli düzeyde bir etkiye sahiptir. Artan fosfor dozlarına bağlı olarak bitkide kökün toprağa temas yüzeyinin genişlemesiyle birlikte bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerini topraktan alma oranını artırmaktadır (Marschner, 2008). Bitkilerde şeker, nükleik asit ve ATP oluşması için fosfora gereksinim duyulmaktadır. Bitkilerde enerji taşınımında yer alan ATP bu bileşiklerin başında gelmektedir. Bitkinin genetik özelliklerini barındıran DNA'nın oluşumunda yer alan fosfor, bitkide hücre bölünmesi, çiçek ve meyve oluşumunda etkili bir paya sahiptir. Olgunlaşmayı hızlandırır ve bitkiler tarafından alınacak olan potasyuma zemin hazırlar. Hastalık ve zararlılara karşı bitki direncini artırır ve topraktan alınan suyun bitkide etkili bir şekilde kullanılması için bitki köklerinin su almasını düzenler (Foth, 1984; Plaster, 1992; Aktaş ve Ateş, 2005; Boşgelmez ve ark., 2001; McCauley ve ark., 2009).

Bu çalışmada Van ili şartlarında nohutta fosfor ve çinko dozlarının verim ve verim özelliklerine olan tesirini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2015-2016 yıllarında arasında kuru şartlarda yazlık yetiştirme sezonunda yazlık olarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme ve uygulama alanında yürütülmüştür.

Denemede bitkisel materyal olarak kullanılan Azkan nohut çeşidi Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı döneme ait bazı iklim verileri Çizelge 1'de belirtilmiştir. Çalışma alanında farklı noktalardan 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde analizleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Yetiştirme sezonları, deneme alanına ait iklim verileri (Anonim, 2015-2016)

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	2015	2016	UYO	2015	2016	UYO	2015	2016	UYO
Nisan	53.30	33.10	51.50	9.00	9.50	9.90	53.30	56.70	52.70
Mayıs	54.00	61.60	35.00	13.70	13.80	14.60	54.00	56.80	53.60
Haziran	83.40	36.30	1.06	20.30	18.00	19.20	38.40	50.00	43.30
Temmuz	0.30	1.60	5.40	23.50	22.30	22.90	32.10	43.90	45.00
Ortalama	47.75	33.15	23.24	16.63	15.90	16.65	44.45	51.85	48.65

Analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge 2'ye göre deneme alanı toprak yapısının tınlı tekstürel yapıya sahip, alkali reaksiyonlu, tuz

içeriğinin düşük, potasyum düzeyinin yeterli, kireç ve fosfor içeriğinin orta fakat organik madde miktarının yeterli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlik (cm)	Tekstür	pH	Tuz (%)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	K (ppm)	P (ppm)
0-20	Tınlı	8.88	0.01	6.60	1.89	70	8.9

Denemede tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Tüm parseller 5 sıra olacak şekilde belirlenmiş ve çalışma toplam 36 parselden oluşmuştur. Gerek parsel ve gerekse bloklar arasında 2 m mesafe bırakılmıştır. Araştırmada tohumların ekimi sıra üzeri 10 cm ve sıra arası 30 cm mesafe aralığında yapılmıştır. Çalışmadaki her bir parsel 1.5 x 4.0 m = 6.0 m<sup>2</sup>lik bir alana sahiptir. Parsellere ekilen tohumlar, m<sup>2</sup>'ye 60 tohum gelecek şekilde ayarlanmıştır (Şehirli, 1988). Çalışmada kullanılan tartımlar ve ölçümler Ceylan ve Sepetoğlu 1979'a göre yapılmıştır. Hasat ve harman işlemleri el ile yapılmıştır. Fosfor, TSP formunda 3 doz (P1:0, P2:4, P3:8 kg da<sup>-1</sup>) ve çinko %8'lik Zn kileyt formunda 4 doz (Zn1: 0, Zn2: 100, Zn3: 200, Zn4: 300 ml 100<sup>-1</sup>) olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır. Ayrıca deneme alanına 4 kg da<sup>-1</sup> saf azot olacak şekilde (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresi kullanılmış, azot ve fosfor gübrelere parsellere tırmık vasıtasıyla karıştırılmış ve çinko uygulamaları ise bitkilerin çiçeklenme evresinde sabahın erken vakitlerinde pülverizatör ile püskürtülerek yapılmıştır.

Çalışmada bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), dal sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), bakla sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), tane sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), hasat indeksi (%), 100 tane ağırlığı (g), ham protein oranı (%), biyolojik verim (kg da<sup>-1</sup>), tane verimi (kg da<sup>-1</sup>) gibi bazı parametreler incelenmiştir (Ceylan ve Sepetoğlu, 1979).

#### Verilerin istatistiksel analizi

Çalışmada ortaya çıkan değerler, Costat (sürüm 6.34) paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

##### Bitki boyu (cm)

Araştırma sonuçlarına göre Azkan nohut çeşidinde fosfor ve çinko dozu uygulamalarının bitki boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz görülmüştür. Bitki boyuna ait elde edilen ortalamalar 26.89-27.85 cm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Mardin ilinde yürütülen bir çalışmada 12 genotip ve üç çeşidin deneme faktörü olarak kullanılmış olduğu çalışmada bitki boyu bakımından ortalama değerlerin 43.8- 66.9 cm arasında değiştiği

(Doğan ve Doğan, 2023), Muş ilinde yürütülen Azizye-94 ve Çağatay nohut çeşitlerinin materyal olarak kullanıldığı bir çalışmada ise bitki boyu değerlerinin 36.7-43.1 cm arasında değiştiği belirtilmiştir (Babagil, 2010). Mardin-Kızıltepe ve Şanlıurfa-Bozova lokasyonlarında 12 tescilli çeşitle yürütülen çalışmada ise bitki boyu ortalama değerlerinin 50.2-70.7 (cm) arasında değiştiği bildirilmiştir (Doğan ve ark., 2023). Bir diğer çalışmada nohut çeşitlerinde bitki boyunun 34.0-40.25 cm arasında olduğu tespit edilmiştir (Uzun ve ark., 2012). Bitki boyunun farklı çevre ve ekolojilerde bitkilerin genetik yapısına bağlı olarak değişmektedir. Benzer bir çalışmada İran lokasyonunda kuru şartlarda nohutta çinko ve fosfor gübre dozlarının bitki boyu, biyolojik verim, çinko ve protein konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Khourgamy ve Farnia, 2009). Bu araştırmalar ile elde ettiğimiz bulgular arasındaki sonuçların farklı olmasında çevre, genetik faktörler ve uygulanan kültürel uygulamaların etkili olduğu düşünülmektedir.

##### İlk bakla yüksekliği (cm)

İlk bakla yüksekliği üzerinde fosfor ve çinko dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İlk bakla yüksekliği ortalama 16.61-17.02 cm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Kahramanmaraş ekolojik koşullarında 2012-13 yılları arasında 10 nohut hat ve çeşidi ile yürütülen çalışmada ilk dal yüksekliğinin 33.2-44.2 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tekatlı ve ark., 2007). Erzurum ekolojik şartlarında 4 nohut çeşidi ile 2 yıl yürütülen çalışmada ilk baka yüksekliği 19.8-26.5 cm aralığında ölçülmüştür (Babagil, 2010). Bu araştırmacıların sonuçları ile elde ettiğimiz bulgular arasında benzerlik bulunmamaktadır. İlk bakla yüksekliği genotip ve çevre faktörlerinin önemli derecede etkisi altındadır. Tarımsal mekanizasyon açısından ilk baklanın toprak düzeyinden daha yüksek bir yerde teşekkülü arzu edilir (Fehr, 1987).

##### Dal sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 1'de görüldüğü gibi nohutta bitkide dal sayısı üzerine çinko ve fosforlu gübrelemenin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bitkide dal sayısı ortalama 3.39-3.48 adet bitki<sup>-1</sup> aralığında değişim göstermiştir. Uzun ve ark. (2012)'nin nohut çeşitleri ile yürüttükleri bir çalışmada bitkide dal

sayısının 2.92-3.95 adet aralığında değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Muş ekolojik koşullarında yürütülen bir diğer çalışmada dal sayısı 3.1-3.3 adet bitki<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Babagil, 2010). Elde ettiğimiz bulgular ile bu araştırmacıların sonuçları benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada çinko ve fosfor dozlarının bitkide dal sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Saxena ve Singh (1985), 3 farklı fosfor ve çinko dozu uyguladıkları mercimekte bitki boyu ve dal sayısında artışlara neden olduğu görülmüştür.

Fosfor ve çinko dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisi büyük ölçüde genotip ve çevre faktörlerine bağlıdır.

#### Tane sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>)

Elde edilen sonuçlara göre bitki tane sayısı üzerine Fosfor, Çinko ve Fosfor x Çinko interaksiyonunun tesiri istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Bitkide tane sayısının 5.77-11.90 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) fosfor ve çinko uygulamalarının bazı fizyolojik özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan LSD grupları

P	Zn	BB		İBY		DS		BS		TS	
		2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
P1	1	30.47	27.47	22.00	17.37	2.50	3.40	10.33	6.57	9.83	5.77
	2	30.30	27.60	23.17	16.60	2.63	3.73	9.00	7.50	8.60	6.83
	3	29.53	28.23	21.77	17.40	2.73	2.97	8.57	7.33	8.47	7.17
	4	29.73	28.10	22.10	16.70	2.23	3.47	8.00	7.77	7.90	7.33
P2	1	29.63	26.80	22.67	16.33	2.07	3.43	7.20	7.43	7.20	7.13
	2	29.57	27.43	21.43	16.77	2.07	3.83	8.47	7.70	8.63	7.50
	3	28.43	26.20	21.87	16.70	2.40	3.27	7.23	7.80	6.87	7.37
	4	29.07	27.13	21.73	16.63	1.87	3.40	6.13	8.40	6.03	8.00
P3	1	30.13	27.42	22.67	16.63	2.70	3.30	8.30	7.13	7.73	6.93
	2	29.63	27.20	22.27	17.23	1.55	3.63	6.37	7.50	6.20	7.37
	3	29.77	28.20	20.57	17.53	2.63	3.50	11.83	8.70	11.90	8.47
	4	27.50	27.10	20.73	15.67	2.37	3.50	8.63	9.50	8.50	9.40
P Ort.**	P1	28.93		19.64		2.96		8.13		7.74	
	P2	28.03		19.27		2.79		7.55		7.34	
	P3	28.37		19.16		2.90		8.50		8.31	
Zn Ort.***	Zn1	28.65		19.61		2.90		7.83		7.43	
	Zn2	28.62		19.58		2.91		7.76		7.52	
	Zn3	28.39		19.31		2.92		8.58		8.37	
	Zn4	28.11		18.93		2.81		8.07		7.86	
Yıl Ort.****		29.48 A	27.41 B	21.91 A	16.80 B	2.31 B	3.45 A	8.34	7.78	8.16	7.44
CV (%)		6.569		10.057		18.003		25.544		26.150	

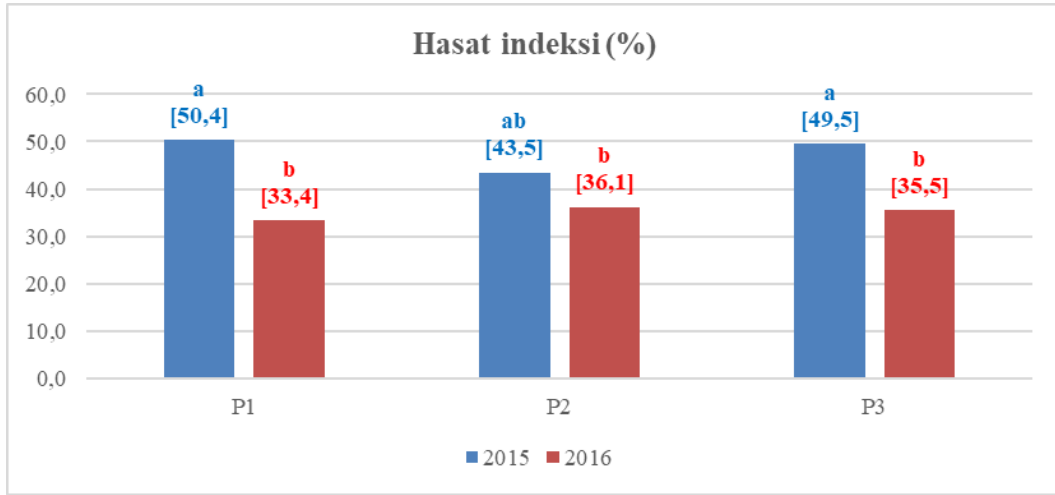
\*: Aynı özellik için aynı koyu büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel (%5) olarak anlamlı bir fark yoktur.

Genel olarak bitkide bakla sayısı ile tane verimi arasında doğru bir orantı vardır. Çakır (2005), Eskişehir’de yaptığı araştırmasında; aşılama yapılan tane sayısını %13.8-27.6 oranında artırdığını belirtmiştir. Azot ve fosforlu gübre çeşitlerinin kullanıldığı bir diğer çalışmada çeşitlerin tamamında bitkide tane sayısı artışı ve sayının 11.82 adet ile 22.32 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirtilmiştir (Eker, 2019). Bitkide tane sayısı üzerine çevre ve genotip farklılıklarının önemli derece etkili olduğu görülmektedir. Üç farklı çinko dozu (% 0.01, 0.1 ve 0.5) ile yürütülen bir çalışmada bezelyede bitkide tane sayısında ve içeriğinde protein ve çinko oranlarının artışı tespit edilmiştir (Nalini ve ark., 2013).

#### Hasat indeksi (%)

Hasat indeksi üzerine yıl ve fosfor dozlarının etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olmuştur

( $p < 0.05$ ). Nohutta hasat indeksi en yüksek P1(50.4) ve P2 (49.5) dozlarından alınırken, en düşük değerler ise 2016 yılında P1, P2 ve P3 dozlarından alınmıştır. İkinci yıl verilerinin düşük çıkması iklimdeki değişkenliklerden kaynaklanabileceğini düşünüyoruz (Çizelge 4). Ankara ekolojik koşullarında farklı çeşit ve gübreleme yöntemlerinin uygulandığı bir çalışmada hasat indeksi artarak % 49.1-59.0 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şahin ve Geçit 2006). Çukurova şartlarında ICARDA’dan sağlanan 23 nohut hattı ile yürütülen bir çalışmada hasat indeksi dışında tüm parametrelerde önemli artışlar görülmüştür (Sing ve ark., 1983). Hatay koşullarında 1995-96 yıllarında *Rhizobium* aşılması yapılan 3 kışlık nohutta hasat indeksi değerleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Karadavut ve Özdemir, 2001). Belirtilen kaynaklar ile elde ettiğimiz sonuçlar arasında bir benzerlik söz konusudur.



Şekil 1. Yıl x fosfor interaksiyonunun nohudun hasat indeksi üzerine etkileri

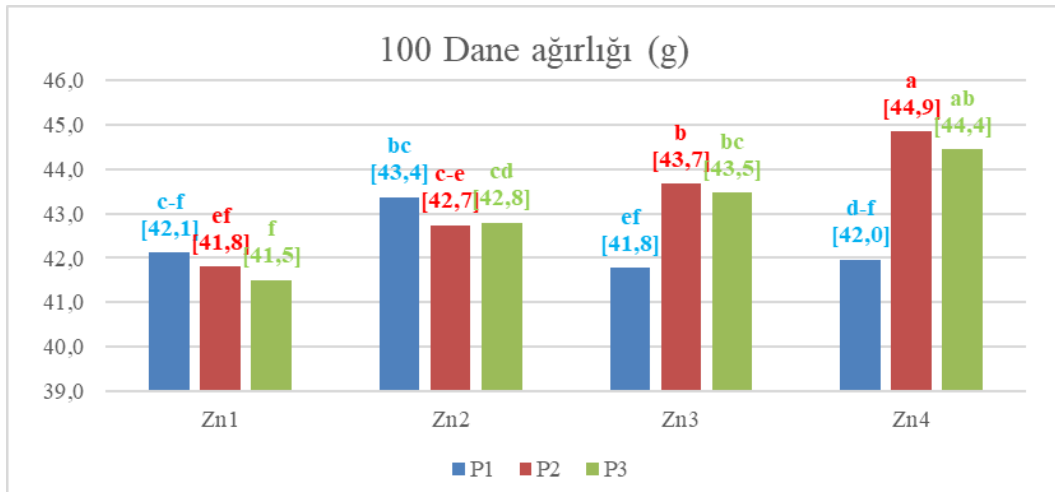
**100 tane ağırlığı (g)**

Araştırma sonunda 100 tane ağırlığı bakımından P, Zn ve P x Zn interaksiyonunun tesirinin istatistiksel bakımdan önemli görülmüştür ( $p < 0.05$ ). P dozu uygulamalarında nohutta en fazla ortalama 100 tane ağırlığı P2 ve P3 dozlarından sırasıyla 43.26 ve 43.05 g, en az değer ise P1 dozundan 42.31 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çinko dozu uygulamaları sonucunda en yüksek ortalama 100 tane ağırlığı 43.75 g ile Zn4 dozundan, en düşük değer ise 41.81 g ile kontrol (Zn1) dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4).

P x Zn interaksiyonunda en yüksek ortalama 100 tane ağırlığı P2 x Zn4 dozunda (44.9 g) en düşük değer ise

P3 x Zn1 dozunda (41.5 g) sayılmıştır (Şekil 2). Çukurova koşullarında yürütülen bir çalışmada yüz tane ağırlığı 32.93-36.19 g arasında değiştiği rapor edilmiştir (Mart ve ark., 2005). Aydoğan ve ark. (2009)'nın Ankara koşullarında yürüttükleri bir çalışmada, yüz tane ağırlığının 30-48 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Benzer bir araştırmada nohutta 20 kg ha<sup>-1</sup> uygulanan çinko gübresinin kontrole göre yüz tane ağırlığını, protein içeriğini, tane ve biyolojik verimi artırdığı tespit edilmiştir (Khourgamy ve Farnia 2009). Bu sonuçların elde ettiğimiz bulguları destekler nitelikte olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Fosfor x çinko interaksiyonunun nohudun 100 dane ağırlığı üzerine etkileri

**Protein oranı (%)**

Elde edilen sonuçlara göre çinko ve fosfor dozlarının protein oranı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Azkan nohut çeşidinde

protein oranı ortalama % 18.20-20.50 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Konya ekolojik koşullarında 21 nohut çeşidinde protein oranı % 17.90-22.06 aralığında ölçülmüştür (Bayrak, 2010).

Koca (2019)'ın Ankara ekolojik koşullarında yürüttüğü bir çalışmada çinko gübresinin nohut çeşitlerinde protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu ve % 21.86 ile % 23.86 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada tane protein oranı genotip ve çevre şartlarından büyük oranda etkilendiği ortalama % 15.8-31.6 arasında değişebildiği belirtilmektedir (Sepetoğlu, 1987). Bu çalışmalardan elde edilen bulgular ile sonuçlarımız arasında kısmen bir benzerlik vardır.

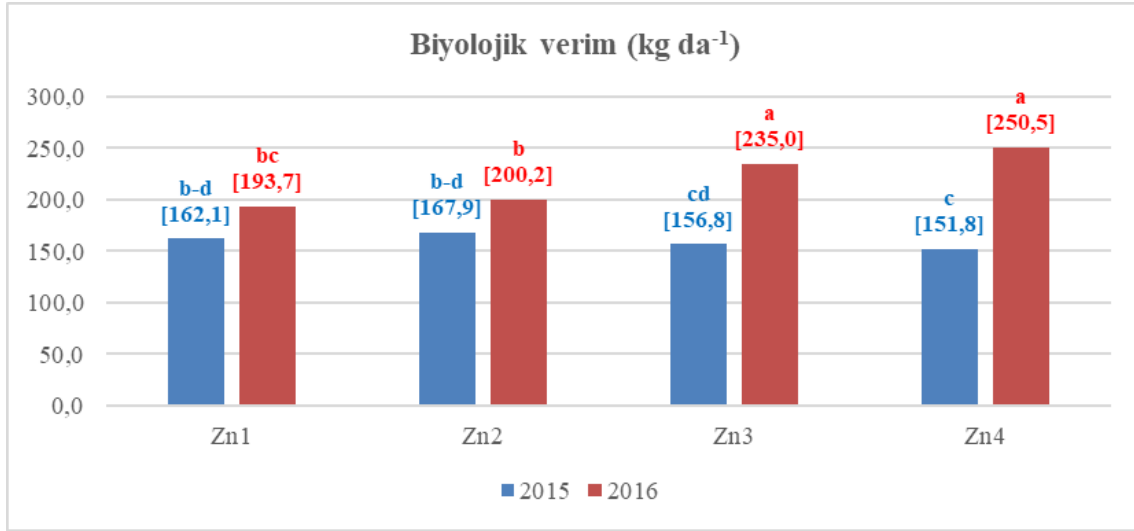
### Biyolojik verim (kg da<sup>-1</sup>)

Araştırma sonunda biyolojik verim üzerine P ve Zn dozlarının ve faktörlere ait Y x Zn ve Y x P x Zn

atraksiyonlarının tesiri istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). P dozu uygulamalarında nohutta en fazla ortalama biyolojik verim P<sub>3</sub> dozunda 211.36 kg da<sup>-1</sup>, en düşük değer ise kontrol uygulamasından 169.12 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çinko dozu uygulamaları sonucunda en fazla biyolojik verim ortalama 201.16 kg da<sup>-1</sup> ile Zn<sub>4</sub> dozundan, en düşük değer ise 177.88 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol (Zn<sub>0</sub>) uygulamasından ölçülmüştür (Çizelge 4).

Y x Zn interaksiyonunda en yüksek ortalama biyolojik verim 2017 x Zn<sub>4</sub> uygulamasından (250.5 kg da<sup>-1</sup>), en düşük değer ise 2015 x Zn<sub>3</sub> uygulamasından (156.8 kg da<sup>-1</sup>) alınmıştır (Şekil 3).



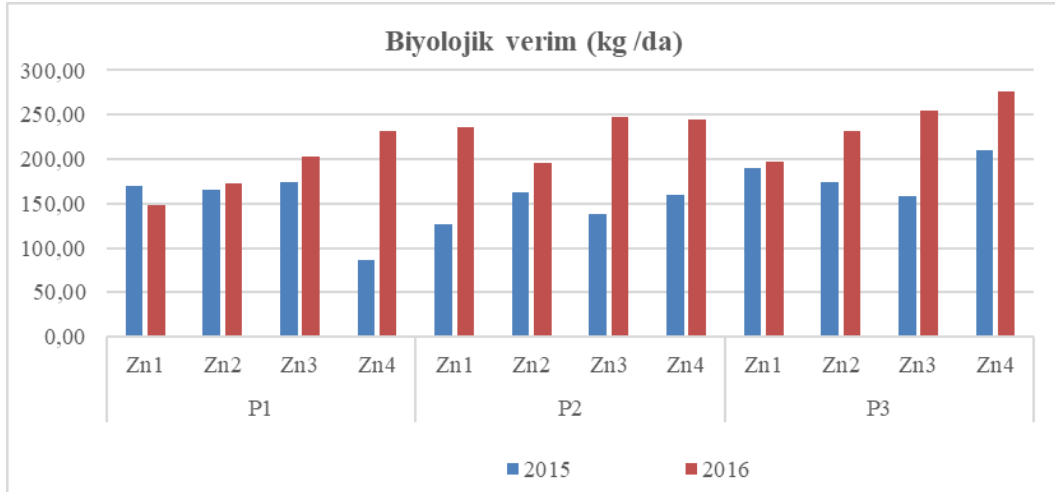
Şekil 3. Yıl x çinko interaksiyonunun nohudun biyolojik verimi üzerine etkileri

Çalışmada yıl ve fosfor ve çinko üçlü interaksiyonu sonucu en yüksek biyolojik verim ortalama değerinin 2017 x P<sub>3</sub> x Zn<sub>4</sub> uygulamasından (275.56 kg da<sup>-1</sup>), en düşük değer (86.97 kg da<sup>-1</sup>) ise 2015 x P<sub>1</sub> x Zn<sub>4</sub> uygulamasından ölçüldüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4 ve Şekil 4). Eker (2019)'ın Diyarbakır ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada 3 nohut çeşidinde biyolojik verimin 531.7-755.0 kg da<sup>-1</sup> aralığında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Benzer bir çalışmada 2009-2010 yıllarında Hindistan-Bikaner eyaletinde dört fosfor seviyesi (kontrol, 20, 40, 60 kg ha<sup>-1</sup>) ve üç farklı (kontrol, 3.0 ve 6.0 kg ha<sup>-1</sup>) çinko düzeylerinin nohutta verim ve verim özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, çinkonun bitkide nodül sayısını, bitkide bakla sayısını, tane ve biyolojik verimi kontrole göre

artırdığı belirtilmiştir. Aynı şekilde çinko uygulamasının nohutta klorofil içeriği, tane veriminin ve saman verimini artırdığı tespit edilmiştir (Balai ve ark., 2017).

### Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)

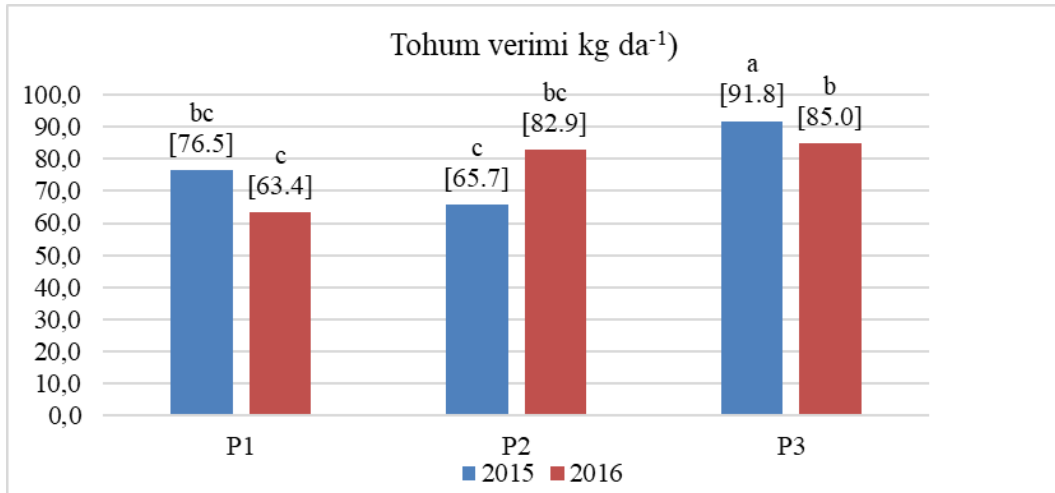
Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre bitki tane verimi üzerine fosfor dozlarının ( $p < 0.01$ ), Yıl x Fosfor (ikili) ve Yıl x P x Zn (üçlü) interaksiyonların etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p < 0.05$ ), fakat P x Zn interaksiyonlarının ise önemsiz olduğu ( $p > 0.05$ ) tespit edilmiştir. Bu çalışmada fosfor dozu uygulamalarında nohutta en yüksek ortalama tane veriminin P<sub>3</sub> dozunda (88.42 kg da<sup>-1</sup>), en düşük değer (69.95 kg da<sup>-1</sup>) ise kontrol (P<sub>0</sub>) uygulamasından ölçülmüştür (Çizelge 4).



Şekil 4. Yıl x fosfor x çinko interaksiyonunun nohudun biyolojik verimi üzerine etkileri

Araştırmada, çinko dozu uygulamaları arasında istatistiksel olarak ( $p>0.05$ ) herhangi bir fark görülmemiş ve tane verimi ortalama değerlerinin  $70.59-82.09 \text{ kg da}^{-1}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4).

Çalışmada, Yıl x P interaksiyonunun değişken etkilerinin sonucunda en yüksek tane veriminin ( $91.8 \text{ kg da}^{-1}$ ) 2015 yılında P3 dozundan, en düşük değer 2015 yılında P2 ve 2016 yılında ise P1 uygulamalarından sırasıyla  $65.7$  ve  $63.4 \text{ kg da}^{-1}$  olarak alındığı tespit edilmiştir (Şekil 5).

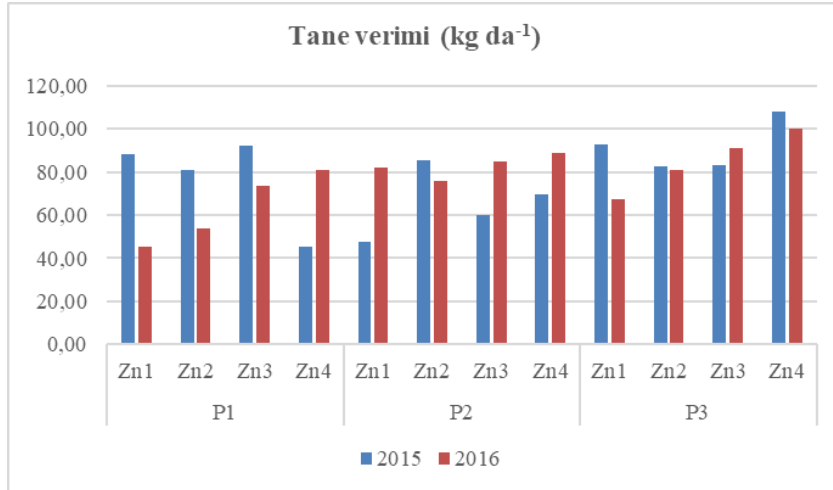


Şekil 5. Yıl x fosfor interaksiyonunun nohudun tane verimi üzerine etkileri

Araştırmada, uygulanan faktörlerin deneme yıllarında değişken etki göstermeleri neticesinde istatistiksel olarak önemli çıkan Yıl x P x Zn üçlü interaksiyonunun sonucunda elde edilen en yüksek tane verimi ortalama değerinin ( $108.10 \text{ kg da}^{-1}$ ) 2015 yılında P3 ve Zn4 uygulamasından, en düşük değer ( $45.16 \text{ kg da}^{-1}$ ) ise 2015 yılında P1 ve Zn4 uygulamasından alındığı saptanmıştır (Çizelge 4 ve Şekil 6).

Diyarbakır lokasyonunda yapılan bir çalışmada, tane verimi  $128.7-176.3 \text{ kg da}^{-1}$  arasında değişim

göstermiştir (Eker, 2019). Bu sonuca göre elde ettiğimiz sonuçların düşük olmasında çevre, genotip ve kültürel uygulamalar arasındaki farkın etkili olduğu düşünülmektedir. Sera koşullarında bakla ile yürütülen bir çalışmada üç fosfor ( $0, 30$  ve  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ve üç çinko ( $0, 15$  ve  $25 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Zn}$ ) dozu kullanılmıştır. Çinkonun bitkide bakla sayısını artırdığı halde tane verimi üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Weldu ve ark., 2013). Çinko ile yürütülen diğer bir çalışmada meyve olgunlaşması üzerine etkisi olumlu ve pozitif yönde olduğu görülmüştür (White ve Fageria, 2009).



Şekil 6. Yıl x fosfor x çinko interaksiyonunun nohudun tane verimi üzerine etkileri

Çizelge 4. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) fosfor ve çinko uygulamalarının bazı fizyolojik özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan LSD grupları

P	Zn	Hİ*		100 DA*		HPO		BV*		TV*					
		2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016				
P1	1	51.8	30.8	42.3	42.0	18.7	18.2	169.9	ij	147.9	l	88.0	c-e	45.4	m
	2	47.5	31.0	43.3	43.5	19.9	20.5	166.0	jk	173.1	i	80.9	fg	53.6	kl
	3	52.3	36.4	41.9	41.7	18.6	18.8	174.5	i	202.9	fg	92.1	c	73.7	gh
	4	49.9	35.3	41.8	42.2	19.6	20.2	87.0	o	231.9	d	45.2	m	80.8	fg
P2	1	36.6	35.2	41.8	41.8	19.5	19.8	126.4	n	236.0	d	47.7	lm	82.1	f
	2	52.8	38.6	42.5	43.0	18.2	18.4	163.3	jk	196.0	gh	85.5	d-f	75.7	gh
	3	41.3	34.5	43.8	43.6	18.7	19.2	137.9	m	247.3	c	60.1	k	85.1	d-f
	4	43.3	36.3	44.9	44.8	19.5	19.6	159.0	k	244.2	c	69.4	ij	88.6	cd
P3	1	48.9	34.2	41.5	41.5	19.1	19.5	189.9	h	197.2	fg	92.9	c	67.4	j
	2	47.0	35.6	42.6	43.0	19.3	19.4	174.6	i	231.5	d	82.9	ef	81.2	fg
	3	51.0	35.9	43.4	43.5	19.9	20.2	158.1	k	254.7	b	83.4	d-f	91.0	c
	4	51.0	36.5	44.2	44.7	21.1	21.3	209.4	e	275.6	a	108.1	a	100.4	b
P Ort.**	P1	41.87		42.31 B		19.31		169.12 C				69.95 B			
	P2	39.83		43.26 A		19.10		188.76 B				74.26 B			
	P3	42.50		43.05 A		19.97		211.36 A				88.42 A			
Zn Ort.***	Zn1	39.59		41.81 C		19.13		177.88 B				70.59			
	Zn2	42.08		42.96 B		19.28		184.07 AB				76.62			
	Zn3	41.91		42.97 B		19.24		195.88 AB				80.88			
	Zn4	42.03		43.75 A		20.19		201.16 A				82.09			
Yıl Ort.****	47.8 A	35.0 B	42.8	42.9	19.3	19.6	159.7 B	219.8 A	78.0	77.1					
CV (%)			14.207	1.636	7.085	15.998	22.672								

\*: Aynı özellik için aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel (%5) olarak anlamlı bir fark yoktur.

\*\* : Aynı özellik için aynı sütunda aynı koyu büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel (%5) olarak anlamlı bir fark yoktur.

\*\*\*: Aynı özellik için aynı sütunda aynı *italik* büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel (%5) olarak anlamlı bir fark yoktur.

\*\*\*\*: Aynı özellik için aynı satırda aynı koyu büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel (%5) olarak anlamlı bir fark yoktur.

Van ekolojik koşullarında yürütülen benzer bir çalışmada alkali toprakta çinko ve humik asit uygulamasının 2 farklı nohut bitkisinde NPK içeriklerinin etkisi incelenmiştir. Çalışmada temel gübrelemede amonyum sülfat 5 kg da<sup>-1</sup> azot, 6 kg da<sup>-1</sup> triple süper fosfat, humik asit (0.40 kg da<sup>-1</sup>) ve Zn da üç farklı dozda (0, 2, 4 kg da<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Ortalama 291.51 kg da<sup>-1</sup> tane verimi elde edilmiştir. Ayrıca gövde ve tanedeki N ve K içeriklerinde artmanın olduğu görülürken, P içeriğinde ise azalmanın olduğu tespit edilmiştir (Ünsal, 2007).

Morad ve ark.(2012)'nin nohudta çinko gübre uygulamasının kontrole göre tane verimini artırdığı belirtilmiştir. Fosfor ve çinko uygulanan nohudta protein ve verimde artışlar tespit edilmiştir. (Pandey ve ark., 2012).

Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bulgularımız ile kısmen benzerlik göstermektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında çevre, genotip ve kültürel uygulamaların önemli olduğu düşünülmektedir.



## Sonuç

Dünyada ve Ülkemizde yemeklik tane baklagiller insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Günlük gerekli protein içeriğinin %10'unu mercimek ve nohut gibi baklagillerden karşılandığı tahmin edilmektedir. Kuraklığa dayanımının yanında nadas alanlarının azaltılmasına önemli bir bitki olduğu bilinmektedir. Ülkemizde nohut tarımı verimsiz ve kıraç arazilerde gerçekleştirildiğinden dolayı verim çok düşüktür. Ülkemiz toprakları genel itibari ile organik maddenin düşük, yüksek kireç ve alkalın nedeniyle makro ve mikro element yarıyışlılığını önemli derecede sınırladığı bilinmektedir. Özellikle fosfor ve çinko eksikliğinden kaynaklı birçok beslenme problemi ortaya çıkmaktadır. Nohuttun besin kalitesi ve niteliğinin geliştirilmesinin yanında gübreleme ve sulama gibi kültürel uygulamaların rolü şüphesizdir.

Çalışma sonucunda dekara en yüksek tane verimi ortalama değerinin 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor ve 300 ml 100<sup>-1</sup> Zn uygulamalarında elde edilmesi fosfor ve çinko gibi gübrelerin önemini artırmaktadır. Ayrıca ürün kalitesi ve insan sağlığı açısından bu tür makro ve mikro elementlerin tam etkisinin anlaşılması için bu tür çalışmaların birkaç yıl daha yapılması daha faydalı olacaktır.

## Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazarların katkı beyanı

Bu çalışmanın düzenlenmesi ve geliştirilmesine tüm yazarlar katkı sunmuştur. Çalışmanın laboratuvar ölçümleri İB tarafından yapılmış olup, arazi çalışmaları HK ve MÇ tarafından yürütülmüştür. Verilerin analizi, makale yazımı ve tartışma aşamaları MÇ ve HK tarafından yapılmıştır.

## Kaynaklar

- Aktaş, M. & Ateş, M. (2005). *Bitkilerde beslenme bozuklukları*. Nurol Matbaacılık, A. Ş. Ostim, Ankara. 247 s.
- Aydoğa, A., Gürbüz, A., Karagül, V., & Aydın, N. (2009). Yüksek alanlarda kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) yetiştirme imkanlarının araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18 (1-2): 11-16.
- Aydoğan, A., Gürbüz, A., Evlice, A. K., & Karaca, K. (2011). Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde yaprak ve un rengi ile. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 17-23.
- Babagil, G. E. (2010). Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim

unsurlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3), 181-186.

- Balai, K., Sharma, Y., Jajoria, M., Deewan, P., & Verma, R. (2017). Effect of phosphorus and zinc growth, yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 1174-1181.
- Bampidis, V. A., & Christodoulou, V. (2011). Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 168(1-2), 1-20.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S., & Paslı, N. (2001). *Ekoloji - II (Toprak)*, Başkent Klise Matbaacılık, Kızılay, Ankara.
- Cakmak, I., Atli, M., Kaya, R., Evliya, H., & Marschner, H. (1995). Association of high light and zinc deficiency in cold-induced leaf chlorosis in grapefruit and mandarin trees. *Journal of Plant Physiology*, 146(3), 355-360.
- Çakar, S. (2005). *Eskişehir Cicer arietinum L çeşit ve morfolojik, fizyolojik ve teknolojik özelliklerine etkisi*. Doktora Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 115 s.
- Çiftçi, C. Y., & Adak, M. S. (2009). *Yemeklik tane baklagiller*. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın no: 1569. Ders kitabı: 521. Sayfa 257-308
- Doğan, S., & Doğan, Y. (2023). Yarı kurak iklim koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1), 73-82. Doi: 10.29050/harranziraat.1226284
- Doğan, Y., Yücedağ, M., & Doğan, S. (2023). Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe ve Şanlıurfa-Bozova Koşullarında Verim ve Verim Unsurları Bakımından Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(3), 739-749. Doi:10.30910/turkjans.1254156
- Eker, S. (2019). *Bazı nohut çeşitlerinde farklı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü S. 70. Diyarbakır.
- Fehr, W. R. (1987). Genotyp\*Enviroment interaction. principles of cultivar development, Vol: I. Theory and Tecnique (Ed. W.R. Fehr). *Macmillan Publishing Company*, New York, pp: 247-260.
- Foth H. D. (1984). *Fundamentals of soil Science*. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme. 5. Baskı*, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Karadavut, U., & Özdemir, S. (2001). Rhizobium aşılması ve azot uygulamasının nohutun verim ve verimle ilgili

- karakterlerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 14-22.
- Khourgamy, A., & Farnia, A. (2009). Effect of phosphorus and zinc fertilization on yield components of chickpea cultivars. *African Crop Sci. Conference Proc.*, 9:205-208.
- Koca, M. A. (2019). *Çinko uygulamasının nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinde tane çinko içeriğinin zenginleştirilmesi ve verim öğelerine etkisi* (Doktora Tezi) 239s. Ankara.
- Marschner, H. (2008). *Mineral Nutrition of higher plants*. Digital print. Academic press., 889s.
- Mart, D., Cansaran, E. & Karaköy, T. (2005). *Çukurova koşullarında nohutta (Cicer arietinum L.) bazı özellikler yönünden genotipxçevre interaksiyonları ve uyum yeteneklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, 5-9 Eylül, 1027-1032, Antalya.*
- Mahawar, A. K. (2013). *Effect of phosphorus levels and biofertilizers on growth, yield and quality of pea (Pisum sativum L.)*. Master Thesis, Swami Keshwanand Rajasthan Agricultural University, Bikaner S.K.N. College of Agriculture, Jobner.
- McCauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. (2009). Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1-16.
- Morad, S., Mohsen, L., Younes, H., Ezatollah, N., Foroozan, K., Mitra, Y., Seyed, M.A., Mahnaz, G.R., Mahdi, S. & Zahra, R.M. (2012). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to integrated application of zinc nutrient with water stress. *Intl. J. Agri. Crop Sci.*, 4(15), 1074-1082.
- Nalini, P., Bhavana, G. & Girish, C. P. (2013). Enhanced yield and nutritional enrichment of seeds of *Pisum sativum* L. through foliar application of zinc. *Scientia Horti*, 164: 474-483.
- Saxena, M. C., & Singh, K. B. (1985). *The chickpea*. (Chapter 7: Genetics of Chickpea, Muehlbauer, F. J. and Singh, K.B.) C. A.B. Inter. Cent. Sales, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK.
- Sepetoğlu, H. (1987). *Yemelik tane baklagiller*. Ege Üniv., Ziraat Fak., Teksir No 37-1, Bornova/İzmir
- Singh, B. P., Singh, A. P. & Sakal, R. (1983). Differential response of crops to zinc application in calcareous soil. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 31(4): 534-538.
- Sunder, S. (2001). Effect of phosphorus and zinc on growth, yield and quality of clusterbean in NorthWestern Rajasthan. M. Sc. (Ag.) Thesis, *Rajasthan Agricultural University*, Bikaner.
- Şahin N., & Geçit, H. H. (2006). Farklı gübreleme yöntemlerinin nohut (*Cicer arietinum* L.)' ta verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (3): 252-258.
- Pandey, R. K., Raj, Kishore., Tiwari, U. S., Hussain, K., Dubey, S. D. & Tiwari, H. N. (2012). Response of chickpea to phosphorus and zinc under irrigated condition. *Curr. Adv. Agril. Sci.*, 4(2), 174-175.
- Plaster, E. J. (1992). *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Şehirli, S. (1988). *Yemelik dane baklagiller*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1089, Ders Kitabı 31.
- Özkutlu, F., & Erdem, H. (2018). Ekmeklik ve makarnalık buğdaylara uygulanan çinko dozlarının kadmiyum alımına etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 6(12), 1713-1717.
- Uzun, A., Özçelik, H., & Yılmaz, S. (2012). Seçilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1): 29-36.
- Ünsal, H. (2007). *Alkalin topraklarda humik asit ve çinko uygulamalarının iki farklı nohut (Cicer arietinum L.) çeşidinde verim ve N, P, K içeriğine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Tekatlı, M., Kılınç, C., & Çinkır, M. A. (2007). Bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* l.) hatlarında bazı tarımsal karakterlerin ve karakterler arası ilişkilerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı): 138-141.
- TEPGE, (2023). Ürün Raporu Kuru Baklagil. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Ürün%20Raporları/2023%20Ürün%20Raporları/Baklagil%20Ürün%20Raporu%202023-391%20TEPGE.pdf>. (Erişim tarihi: 16.04.2024)
- Weldu, Y. & Habtegiel, K. (2013). Effect of zinc and phosphorus fertilizers application on nodulation and nutrient concentration of faba bean (*Vicia faba* L.) grown in calcareous cambisol of semi-arid Northern Ethiopia. *Academic Journal Agricultural Research*, 1(11): 220-226.
- Wood, J. A., & Grusak, M. A. (2007). Nutritional value of chickpea. In Chickpea breeding and management (pp. 101-142). Wallingford UK: CABI.
- White, P. J., & Fageria N. K. (2009). The Use of Nutrients in Crop Plants. Boca Raton, FL, USA: CRC Press. *Experimental Agriculture*, 45(3), 380-380.