



## Improvement of Grain Yield and Protein Ratio in Soybean with Zinc Application

Feride Öncan Sümer<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Aydın Adnan Menderes University, 09010 Aydın, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19/08/2022 Accepted : 25/08/2022</p> <p><b>Keywords:</b> Soybean Grain yield Grain zinc content Foliar zinc application Grain protein content</p>	<p>In this study, it was aimed to increase grain yield and grain zinc content by foliar application of zinc in different soybean varieties. In this study, umut-2002, altınay and cinsoy cultivars were used as material and foliar zinc application (0-60 kg ha<sup>-1</sup>) was applied to these cultivars. In the study, plant height, first pod height, leaf chlorophyll content, number of pods per plant, number of pods per pod, 100-seed weight, grain yield, grain protein content and grain zinc ratio were measured. This increase was also observed in grain protein content and grain zinc content. Among the varieties, the highest grain yield was obtained from the Umut-2002 variety, while the highest protein content was measured from the Altınay variety.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2188-2195, 2022

## Soya Tane Verimi ve Protein Oranının Çinko Uygulaması ile Geliştirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19/08/2022 Kabul : 25/08/2022</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Soya Tane verim Tane çinko içeriği Yapraktan çinko uygulaması Tane protein içeriği</p>	<p>Bu çalışmada farklı soya çeşitlerinde yapraktan çinko uygulaması ile tane verimi ve tane çinko içeriğinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada umut-2002, altınay ve cinsoy çeşitleri materyal olarak kullanılmış ve bu çeşitlere yapraktan çinko uygulaması (0-60 kg ha<sup>-1</sup>) yapılmıştır. Araştırmada bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, yaprak klorofil içeriği, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, 100 tane ağırlığı, tane verimi, tane protein oranı ve tane çinko oranı ölçümlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tane verimi ile bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, yüz tane ağırlığı gibi verim komponentleri çinkolu gübreleme ile artmıştır. Bu artış tane protein içeriği ve tane çinko içeriğinde de gözlenmiştir. Çeşitler arasında en yüksek tane verimi umut-2002 çeşidinden elde edilirken, en yüksek protein oranı altınay çeşidinden ölçümlenmiştir.</p>

[fsumer@adu.edu.tr](mailto:fsumer@adu.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-6087-6966>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Soyanın anavatanı, Uzakdoğu Asya bölgesi olup, 5000 yıl öncesine kadar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Günümüzde yetiştiriciliği yapılan en önemli 5 bitkisel ürün içinde olmasına karşın ülkemiz de dahil olmak üzere, batılı ülkelerin soya ile tanışması 20'nci yüzyılın başlarında olmuştur. Soya sadece bitkisel bir ürün olmakla kalmayıp, günümüzde sanayide birçok kullanım alanına sahiptir. Ayrıca soya köklerinde yer alan *Bradyrhizobium japonicum* bakterisi sayesinde, havanın serbest azotunu toprağa kazandırmaktadır. Bu nedenle önemli bir ekim nöbeti bitkisidir.

Soya tanesi ortalama %18-20 yağ, %40 protein, %30 karbonhidrat, %5 mineral madde (fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt, magnezyum vb) ve çok sayıda vitaminler (en çok A ve B) içerir, ayrıca proteinin yapısında zengin ve değerli amino asitler bulunmaktadır. Bunlara ilave olarak, omega-3 yağ asidi olarak da bilinen linolenik asit yönünden oldukça zengindir. Omega-3 yağ asidi, vücut tarafından sentezlenmeyen, dışarıdan alınan bir yağ asididir (İşler, 2013).

Dünyada soya fasulyesi üretimi geniş kullanım alanı ve adaptasyon yeteneği nedeniyle hızla artmaktadır. Son 50 yıllık süre boyunca 1961 yılından 2014 yılına kadar dünya çapında soya fasulyesi ekili alan %330 artış göstererek üretimi yaklaşık 261 milyon tona ulaşmıştır. Dünyada ABD (96 milyon ton), Brezilya (114 milyon ton), Arjantin (55 milyon ton), Çin (15 milyon ton) ve Hindistan (13 milyon ton) en önemli üretici ülke konumundadırlar. Bu ülkeler dünya soya fasulyesi üretiminin %90'ından fazlasını karşılamaktadır (FAO, 2021).

Ülkemizde soya 1968-1970 yıllarında Akdeniz ve Ege bölgelerinde ikinci ürün olarak çeşit araştırmalarıyla ekilmeye başlanmıştır (Deniz, 1988). 1980 li yıllardan itibaren uygulanan 2. ürün projesi ile Ege ve Akdeniz bölgelerinin sulanabilir alanlarında ekilmeye başlamıştır. Günümüzde yoğun olarak Çukurova bölgesinde yapılmaktadır. Adana ve Osmaniye illeri, Türkiye'nin soya üretiminin %80-85' ini karşılamaktadır (Nazlıcan, 2007).

Türkiye'de soya çoğunlukla hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Ülkemizde soya ve soya ürünlerinin nerede ise tamamı ithal etmek durumundadır, dolayısıyla yem açığı arttıkça soyaya olan ihtiyaç artmaktadır. Yem sanayi için yapılan ithalatın önemli nedenlerinden biri ithal küspelerinin protein oranlarının yerli üretime göre yüksek oluşudur. Türkiye soya üretimi açısından yeterli iklim koşullarına sahip olmasına rağmen, üreticilerin daha düşük maliyetli ürünleri tercih etmesi nedeniyle üretimde istenilen düzeye ulaşamamıştır (Öner, 2006).

Önceki çalışmalarda tahıllarda çinkolu gübre uygulamasıyla tane verimi ile birlikte tane çinko içeriğinin arttığı ve aynı zamanda beslenmede ihtiyaç duyulan çinko miktarının karşılandığı belirlenmiştir (Çakmak, 2008; Joy ve ark., 2015; Zou ve ark., 2012). Ancak düşük ya da yüksek pH ya sahip, organik maddece fakir topraklarda bitkinin topraktan çinko alımı kısıtlanmaktadır. Toprağın pH'sının 6'dan fazla olması, çinkonun kimyasal olarak (Zn(OH)<sub>2</sub> veya ZnCO<sub>3</sub>)'e dönüşmesine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda topraktaki elverişli çinko azalmaktadır. Yapaktan gübreleme çinkonun etkisini artırmaktadır (Saeed ve Fox, 1977; Singh ve ark., 1988). Soyada mikro

elementlerin topraktaki kritik miktarı çinko için 1 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Tehrani ve ark., 2015). Genel olarak çinko çoğunlukla fotosentezde şekerlerin nişastaya dönüştürülmesinde, protein ve oksinlerin metabolizmasında ve polenlerin oluşumunun yanı sıra dehidrogenaz, proteinaz, RNA enzimleri ve klorofil üretiminde rol oynamaktadır (Hansch ve Mendel 2009; Rohith ve ark., 2020). Eyüpoğlu ve ark., (1994) tarafından, Türkiye'deki tarım yapılan arazilerin %50'sinde çinko eksikliği olduğu saptanmıştır. Toprakların pH'sının 7,5-8,1 arasında olması ve kurak koşullar çinkonun toprakta hareketliliğini sınırlayan en önemli etkenlerdir (Çakmak, 1999). Bu tür alanlarda yetişen bitkilerde ve alınan tanede de çinko eksikliği görülür. Bu tanelere sahip baklagil veya tahıllarla beslenen insanlarda çinko eksikliği gözlenmektedir. Çinko eksikliği insanlarda bağışıklık sisteminde zayıflama, DNA hasarlanmaları gibi bazı rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Hotz ve Brown, 2004). Topraktan çinko alımının kısıtlı olduğu topraklarda çinkonun yapraktan uygulanması daha uygundur (Hafeez ve ark., 2013; Pandey ve ark., 2013).

Bu çalışmada Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Ege bölgesi koşullarında soya bitkisine yaprakdan çinko uygulaması ile tane verimi ve tane protein içeriği ile tane çinko içeriğinin artırılması ve bu artışın belirlenmesi amaçlanmıştır.

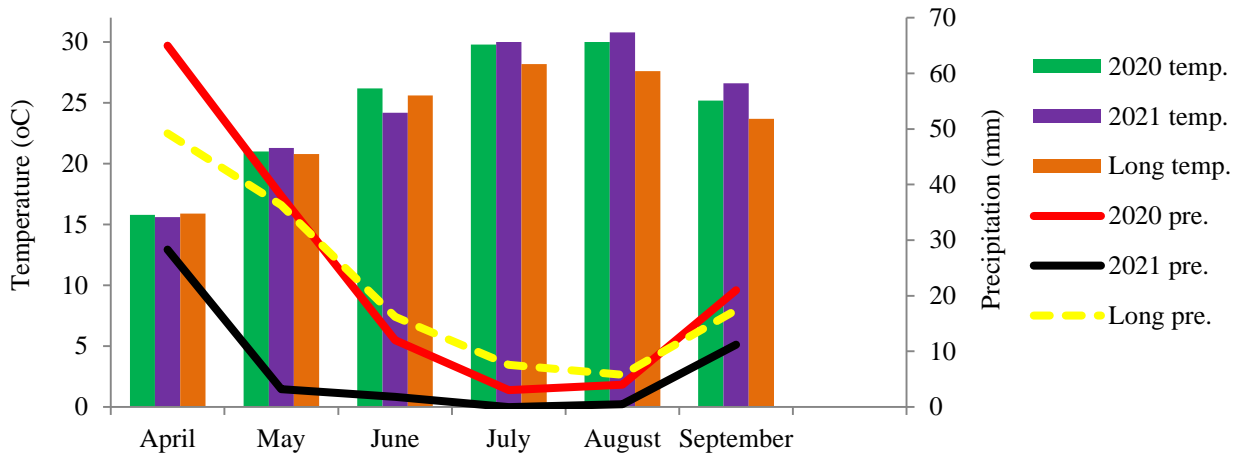
## Materyal ve Yöntem

Çalışma 2020-2021 yılı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında (27° 51'E, 37° 51'N, yükseklik 50 m) 2020 ve 2021 yıllarında yazlık üretim sezonunda yürütülmüştür.

Şekil 1'e göre toprak özelliklerinde kumlu tınlı bir özelliğe sahiptir. Çizelgede toprak organik madde içeriğinin ve potasyum içeriğinin düşük miktarda olduğu, fosfor ve kalsiyum miktarının yüksek olduğu ve pH değerinin de yüksek bulunduğu görülmektedir.

Denemede umut-2002, cins soy, altınay çeşitleri kullanılmıştır. Bu çeşitler Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Baklagil Şubesi tarafından tescil edilmiştir. Deneme üç tekerrürlü tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde kurulmuştur. Her parsel 4 sıra ve 5 m uzunluğunda toplam 14 m<sup>2</sup> den oluşmaktadır. Ekim, sıra arası mesafe 70 cm ve sıra üzeri mesafe 5 cm olacak şekilde mibzerle yapılmıştır. Tohumlar dekara 6-8 kg tohum olacak şekilde ekilmiştir. Ekimden hemen önce ekimi yapılacak soya tohumlarına 100 kg soya tohumuna 1 kg bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) olacak şekilde hesaplanarak elle karıştırılmış ve aşılama işlemi yapılmıştır. Aşılamanın doğrudan güneş almayan, gölgelik bir alanda yapılmasına dikkat edilmiştir. İşlem için gerekli bakteri Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiştir. Ekim, birinci yıl 8 Mayıs 2020 ve ikinci yıl 10 Mayıs 2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Her iki deneme yılında çinko, çinko sülfat (% ZnSO<sub>4</sub>•7H<sub>2</sub>O) gübresi formunda ve iki farklı dozda (0-60 kg ha<sup>-1</sup>) uygulanmıştır.



Şekil 1. Deneme yılları ve uzun yıllara (1941-2020) meteorolojik veriler  
Figure 1. Meteorological data for trial years and long years (1941-2020)  
Aydın Meteorology Station, 2021

Çizelge 1. Deneme alanı toprak özellikleri

Table 1. Soil properties of the trial site

Soil Tekstür			pH	Organik Madde (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (ppm)	Kalsiyum (ppm)	Sodyum (ppm)
Kum (%)	silt (%)	kil (%)						
72	16,7	11,3	8,0	2,0	21	176	2978	101
Kumlu tınlı			Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük

Çizelge 1 incelendiğinde deneme yıllarında ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerinin gerçekleştiği haziran ve temmuz aylarında birinci deneme yılı (2020) ortalama sıcaklıkları daha yüksek iken bakla bağlama ve dane dolmuş dönemlerini kapsayan ağustos ve eylül aylarında ikinci yıl (2021) ortalama verilerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam yağışın ikinci deneme yılında (2021) en düşük olduğu gözlenmiştir.

Ekim öncesi bakım işlemlerinde toprağa 4 kg da<sup>-1</sup> azot ve 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor/potasyum uygulanmıştır. Bitkiler çıkıştan sonra 15-20 cm boya geldiklerinde yabancı ot temizliği yapılmıştır. Üst gübre olarak 2 kg da<sup>-1</sup> azot (%46 üre formunda) toprağa verilmiştir.

Yapraktan çinko uygulaması kontrol ve 60 kg ha<sup>-1</sup> olmak üzere iki farklı miktardadır. Çinkolu uygulaması yapılan parsellere çiçeklenme dönemi başlangıcında, taşınabilir püskürtmeli (250 kPa basınçlı) tulumla ile çinko sülfat (ZnSO<sub>4</sub>) formunda gerçekleştirilmiştir.

Bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde birinci yılda 20 Eylül 2020 ve ikinci yılda 22 Eylül 2021 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

#### İncelenen özellikler

Yaprak klorofil içeriği (SPAD): Bakla bağlama (BBCH 75) döneminde parselde 10 bitkide, her bitkide yaprakçıkta Konica Minolta SPAD 502 cihazı ile yaprak klorofil içeriği değişimi belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Hasat olgunluğuna gelen bitkilerde kök boğazı (toprak yüzeyi) ile son olgun bakla arasında kalan açıklığın ölçülmesiyle elde edilir.

İlk bakla yüksekliği (cm): Hasat olgunluğuna gelen bitkilerde kök boğazı ile meyve bağlayan (fertil) ilk baklanın bağlandığı nokta arasındaki açıklıktır.

Bitkide tane sayısı (adet): Tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide ayrı ayrı baklaların sayılmasıyla belirlenir.

Baklada tane sayısı (adet): Tesadüfi olarak seçilen 10 adet baklada tane sayısı sayılmış ve bu on farklı baklanın ortalaması alınarak belirlenmiştir.

100 tane ağırlığı (g): Tesadüfi olarak seçilen dört tekerrürlü 100 adet tane tartılarak ortalaması alınır.

Tane protein oranı (%): Öğütülen soya örnekleri NIRS-FT (Bruker MPA) cihazında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi- TARBIYOMER laboratuvarında ölçümlenmiştir (Gislum et al., 2004).

Tane çinko içeriği (mg kg<sup>-1</sup>): 550 C0 de kül olan öğütülmüş örneklerin Atomik absorpsiyon spektrometrisinde %3,3 HCl içinde çözülmesi ile ölçümlenmiştir (Çakmak et al., 1996).

Araştırma verileri JMP bilgisayar (version Pro 13) analiz programında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Varyans Analizi, LSD değerleri belirlenmiş ve gruplandırmalar yapılmıştır (Gomez and Gomez 1984).

Çizelge 2. İncelenen özellikler için varyans analizi (kareler ortalaması)

Table 2. Analysis of variance of the examined traits

VK	Yaprak klorofil içeriği (SPAD)		Bb (cm)		İBY (cm)		BBS		BTS	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Çeşitler	33,13*	14,95*	642,51*	624,4*	2,067	7,63	111,8	81,18	0,068	1.290*
Çinko uyg.	297,6*	301,76*	2,27	226,13*	78,125*	104,16*	1285,4*	1118,6*	8.819*	0.224*
Çeşit*Çinko	18,87	19,62*	2,16	4.115	3.231	1.565	37,57	6,55	0.0047	0.028
VK	Tane verimi (t ha <sup>-1</sup> )		Tane Protein içeriği (%)		Tane çinko içeriği (mg kg <sup>-1</sup> )		100-tane ağırlığı (g)			
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020		2021	
Çeşitler	5289,6*	5623,15*	27,53*	33,91*	71,24*	34.115*	51,01*		29,09*	
Çinko uyg.	9669,7*	14280,0*	5,013*	16.704*	23,46*	93.206*	15.180*		13,46*	
Çeşit*Çinko	362,86	1418,15	0,375	0.244	1.180	3.735	4.648*		1.490	

\*\* : Önemli P<0,01; \* : Önemli P<0,05; ns : Önemsiz VK: Varyasyon Kaynakları, Bb: Bitki boyu İBY: İlk Bakla Yüksekliği, BBS: Bitkide Bakla Sayısı, BTS: Baklada tane sayısı

Çizelge 3. Deneme yıllarına ait tane verimi ve bazı verim komponentlerinin ortalama değerleri

Table 3. Grain yield and average values of some yield components of the trial years

Çeşitler	Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	46,9	41,8	44,4 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>B</sup>	43,7 <sup>C</sup>	45,7
Cinsoy	45,1	37,8	41,4 <sup>b</sup>	47,5 <sup>B</sup>	37,8 <sup>D</sup>	42,6
Umut 2002	52,1	40,1	46,1 <sup>a</sup>	50,2 <sup>A</sup>	39,4 <sup>D</sup>	44,8
Ort	48,0 <sup>a</sup>	39,8 <sup>b</sup>	44,0	48,5	40,3	44,4
LSDÇinko	2,46			1,33		
LSDÇeşit	3,04			1,64		
LSDÇinko*Çeşit	ns			2,24		
CV	5,39			2,88		
Çeşitler	Bitki Boyu (cm)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	105,3	104,5	104,9 <sup>b</sup>	106,9	100,9	103,9 <sup>B</sup>
Cinsoy	121,1	121,6	121,3 <sup>a</sup>	120,9	114,7	117,8 <sup>A</sup>
Umut 2002	125,0	123,1	124,1 <sup>a</sup>	128,3	119,3	123,8 <sup>A</sup>
Ort	117,1	116,4	116,8	118,7 <sup>a</sup>	111,6 <sup>b</sup>	115,2
LSDÇinko	ns			5,15		
LSDÇeşit	10,83			6,3		
LSDÇinko*Çeşit	ns			ns		
CV	7,24			4,28		
Çeşitler	İlk Bakla Yüksekliği (cm)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	25,5	19,8	22,6	26,4	20,5	23,4
Cinsoy	24,8	20,7	22,8	23,6	19,0	21,3
Umut 2002	23,1	20,3	21,7	23,7	19,8	21,8
Ort	24,5 <sup>a</sup>	20,3 <sup>b</sup>	22,4	24,6 <sup>a</sup>	19,8 <sup>b</sup>	22,2
LSDÇinko	2,64			2,68		
LSDÇeşit	ns			ns		
LSDÇinko*Çeşit	ns			ns		
CV	11,3			11,6		
Çeşitler	Bitkide Bakla Sayısı (adet)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	41,2	29,0	35,1	43,6	29,5	36,5
Cinsoy	51,8	35,5	43,6	48,6	33,5	41,1
Umut 2002	49,4	27,2	38,3	42,8	24,7	33,8
Ort	47,5 <sup>a</sup>	30,6 <sup>b</sup>	39,0	45,0 <sup>a</sup>	29,2 <sup>b</sup>	37,1
LSDÇinko	7,57			6,46		
LSDÇeşit	ns			ns		
LSDÇinko*Çeşit	ns			ns		
CV	18,53			16,6		

Çizelge 3. Deneme yıllarına ait tane verimi ve bazı verim komponentlerinin ortalama değerleri

Table 3. Grain yield and average values of some yield components of the trial years

Çeşitler	Baklada Tane Sayısı (adet)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	2,7	2,4	2,6	2,5	2,0	2,3 <sup>B</sup>
Cinsoy	2,6	2,4	2,5	2,4	2,0	2,2 <sup>B</sup>
Umut 2002	2,9	2,5	2,7	2,9	2,2	2,5 <sup>A</sup>
Ort	2,7 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,6	2,6 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,3
LSDÇinko		0,22			0,17	
LSDÇeşit		ns			0,24	
LSDÇinko*Çeşit		ns			ns	
CV		8,1			7,32	
Çeşitler	100 tane ağırlığı (g)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	16,2 <sup>c</sup>	14,9 <sup>d</sup>	15,5	16,0 <sup>b</sup>	14,5 <sup>c</sup>	15,2
Cinsoy	14,2 <sup>d</sup>	13,9 <sup>d</sup>	14,0	14,0 <sup>c</sup>	13,6 <sup>c</sup>	13,8
Umut 2002	21,7 <sup>a</sup>	17,9 <sup>b</sup>	19,8	19,7 <sup>a</sup>	16,5 <sup>b</sup>	18,1
Ort	17,4	15,6	16,5	16,6	14,8	15,7
LSDÇinko		0,75			0,57	
LSDÇeşit		0,75			0,73	
LSDÇinko*Çeşit		1,31			1,02	
CV		4,37			3,63	
Çeşitler	Tane verim (t ha <sup>-1</sup> )					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	2,30	2,02	2,20 <sup>b</sup>	2,23	1,76	2,00 <sup>B</sup>
Cinsoy	2,88	2,33	2,60 <sup>a</sup>	2,75	2,44	2,60 <sup>A</sup>
Umut 2002	3,00	2,45	2,70 <sup>a</sup>	2,86	1,96	2,40 <sup>A</sup>
Ort	2,73 <sup>a</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,50	2,61 <sup>a</sup>	2,05 <sup>b</sup>	2,30
LSDÇinko		0,15			0,19	
LSDÇeşit		0,19			0,23	
LSDÇinko*Çeşit		ns			ns	
CV		1,71			7,97	

## Bulgular ve Tartışma

Denemeden elde edilen veriler değerlendirildiğine istatistiki olarak yıllar arası farklılık önemli bulunmuştur. Bu sebeple yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Elde edilen verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 2 de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre yaprak klorofil içeriğinin (SPAD) her iki yılda hem çinko uygulaması hemde çeşitlerden önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. İkinci yıl SPAD için çinko\*çeşit interaksyonu da önemli bulunmuştur. Bitki boyunun her iki yılda da çeşitlerden önemli düzeyde etkilendiği, ikinci yılda sadece çinko uygulamasının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. İlk bakla yüksekliği ve bitkide bakla sayısı her iki yılda da çinko uygulanmasından önemli düzeyde etkilenmiştir. Baklada tane sayısı birinci yıl çinko uygulamasından etkilenirken ikinci yılda hem çinko uygulaması hem de çeşitlerden etkilenmiştir. 100 tane ağırlığı değerleri her iki deneme yılında da hem çeşitler hem de çinko uygulamasından etkilenmiştir, bununla birlikte birinci yılda çinko\*çeşit interaksyonu da önemli bulunmuştur. Tane verimi bakımından her iki yılda da hem çeşit hem de çinko uygulamasının etkili olduğu gözlenmiştir. Tane protein içeriği ve tane çinko değerleri her iki yılda da çeşitler ve çinko uygulamasından etkilenmiştir.

Çalışma sonuçlarına ait ortalama değerler Çizelge halinde özetlenmiştir. Çizelge 3 de yer alan sonuçlara göre birinci yılda çinko ve çeşit faktörleri önemli bulunmuş, ikinci yılda bu faktörlerle birlikte çinko\*çeşit interaksyonu önemli bulunmuştur ve gruplandırmalar buna göre yapılmıştır. Her iki yılda da SPAD değerlerinin çinko uygulamasından olumlu yönde etkilendiği ve çinko uygulaması ile SPAD değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Buna karşın Duymuş et al. (2020), artan çinko dozlarının vejetatif aksamı artırdığını ancak SPAD değerleri üzerine etkili olmadığını bulgulamıştır. Deneme yılları arasında ortalama sıcaklıklarda gözlenen farklılığın SPAD değerlerini etkilediği, birinci yılda (2020) gözlenen artış ile birlikte çeşitlerin çinkosuz ortalama SPAD değerlerinin ikinci yıla (2021) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuş ve Umut 2002 çeşidi her iki yılda da en yüksek SPAD değerini vermiştir. Bu özellik bakımından çinko\*çeşit interaksyonu önemli bulunmuş ve gruplandırmalar bu interaksyona göre verilmiştir. Shafagh-Kolvanagh ve ark. (2008), azotlu gübrelemeye bağlı olarak vejetatif gelişme dönemlerinde yaptıkları SPAD klorofil ölçümlerinde soya fasulyesinde V4 ve R3 dönemlerinde sırasıyla ortalama değerlerin 35,42 ile 27,88 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yiğit ve ark. (2021), soyada farklı çeşitlerle yaptıkları çalışmada kontrol

koşullarında 35,48, yüksek sıcaklık stresi koşullarında 36,84 SPAD değerlerinin elde etmişlerdir. Tane dolun döneminde yapılan SPAD ölçümlerinin tane verim tahminlemesinde önemli düzeyde pozitif korelasyon gösterdiği belirtilmiştir Ergo ve ark. (2018). Bizim çalışmamızda da yüksek SPAD değeri (48,5) gözlenen Umut 2002 çeşidinin aynı zamanda yüksek tane verimi verdiği gözlenmiştir. Önceki çalışmalarda klorofil içeriğine ait SPAD değerinin tane verimi ile ilişkili olduğu saptanmıştır Yiğit et al. (2021).

Bitki boyu değerlerinde birinci yılda çeşit faktörü, ikinci yılda hem çeşit hem de çinko faktörü önemli bulunmuştur ve gruplandırmalar bu faktörlere göre yapılmıştır. İkinci yıl çinko uygulamasıyla bitki boyu artmıştır. Çinko uygulamasının bitki boyu değerlerini artırdığı yapılmış bazı araştırmalarda saptanmıştır (Toğay&Anlarsal, 2008). İkinci yılda ortalama sıcaklık değerlerinin yüksek olması bitki boyu değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Bu azalma çinko uygulanmayan parsellerde daha fazladır. Bu sebeple ikinci yıl çinko uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında bitki boyu bakımından önemli bir farklılık oluşmuştur. Bitki boyu, çevresel faktörler tarafından kontrol edilen genetik bir özelliktir ve yüksek hava sıcaklıklarından ya da ilave gübrelemeden etkilenmektedir. Çeşitler bitki boyu bakımından her iki yılda da önemli bulunmuş ve umut-2002 çeşidi (118,7 cm) en yüksek değeri vermiştir. Karasu et. al. (2002) çalışmalarında soyada ortalama bitki boyu değerlerini 77,3 cm ile 136,1 cm arasında ölçümlenmiştir.

İlk bakla yüksekliği bakımından her iki yılda da çinko faktörü önemli bulunmuş ve gruplandırmalar buna göre yapılmıştır. İlk bakla yüksekliğinin fazla olması hasatta bakla kayıplarını azaltmaktadır bu yüzden ilk bakla yükselişinin çok düşük olması istenmez. Bitki boyuna benzer olarak ikinci yılda çinko uygulaması yapılmayan bitkilerden daha düşük ilk bakla yüksekliği

ölçümlenmiştir. Çevre koşullarının ilk bakla yüksekliği üzerine etkili olduğu önceki çalışmalarda belirlenmiştir (Karaköy 2008). İlk bakla yüksekliğinde çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ancak ortalama değerlerde Altınay çeşidi en yüksek (26,4 cm) ilk bakla yüksekliğine sahiptir.

Bitkide bakla sayısı bakımından her iki yılda da çinko faktörü önemli bulunmuş ve gruplandırmalar buna göre yapılmıştır. Çinko uygulaması ile önemli tane verimi kriterlerinden olan bakla sayısı artmıştır. Bakla sayısı genotipin yanı sıra çiçeklenme ve bakla oluşturma dönemlerindeki çevresel faktörler (yeterli sulama, sıcaklık vs.) den etkilenmektedir (Andrade ve ark., 2005). Çeşitlerin çinko uygulamasına tepkileri farklı olmuş, Cinsoy ve Umut-2002 çeşidi bakla sayısı bakımından hassas bulunmuştur. Buna göre çinkosuz uygulamadan en düşük bakla sayısını Umut-2002 (24,7) çeşidinden elde edilirken, çinkolu uygulamada en yüksek bakla sayısı Cinsoy (51,8) çeşidinden ölçümlenmiştir. Yapılan bir çalışmada bitkide bakla sayısı ortalama ilk yıl 55,2-90,9 ve ikinci yıl 103,3-139,9 adet olarak belirlenmiştir (İlker ve ark., 2010).

Baklada tane sayısı bakımından birinci yılda çinko faktörü önemli bulunurken ikinci yılda hem çinko hem de çeşit faktörü önemli bulunmuş ve gruplandırmalar buna göre yapılmıştır. Baklada tane sayısının her iki yılda da çinko uygulaması ile arttığı gözlenmiştir. Çeşitlerin ikinci yılda birinci yıla göre çinkosuz koşullarda daha düşük tane sayısı değerleri verdikleri ve yapraklardan çinko uygulamasının çeşitler üzerine etkili olduğu, tüm çeşitlerde tane sayısının arttığı gözlenmiştir. Baklada tane sayısına ait ortalama değerlerin 2,1-2,7 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. Çeşitler arasında Umut-2002 çeşidinin her iki yılda da en yüksek tane sayısı vermiştir. Baklada tane sayısı verim üzerine etkili bir özelliktir (Tischert ve ark., 2003).

Çizelge 4. Deneme yıllarına ait tane protein oranı ve çinko içeriği değerleri

Table 4. Grain protein ratio and zinc content values of the trial years

Çeşitler	Tane Protein Oranı (%)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	37,1	36,5	36,8 <sup>b</sup>	36,8	34,8	35,8 <sup>A</sup>
Cinsoy	36,2	34,7	35,5 <sup>a</sup>	35,6	33,3	34,4 <sup>B</sup>
Umut 2002	33,1	32,1	32,6 <sup>a</sup>	31,9	30,4	31,2 <sup>C</sup>
Ort	35,5 <sup>a</sup>	34,4 <sup>b</sup>	35,0	34,8 <sup>a</sup>	32,8 <sup>b</sup>	33,8
LSDÇinko		0,64			0,99	
LSDÇeşit		0,77			1,22	
LSDÇinko*Çeşit		ns			ns	
CV		1,71			2,84	
Çeşitler	Tane Çinko Oranı (%)					
	2020			2021		
	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort	60 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	0 kg ha <sup>-1</sup> Çinko	Ort
Altınay	51,2	49,4	50,2 <sup>a</sup>	52,9	46,8	49,9 <sup>A</sup>
Cinsoy	48,5	45,2	46,8 <sup>b</sup>	47,8	43,1	45,4 <sup>B</sup>
Umut 2002	44,2	42,6	43,4 <sup>c</sup>	50,7	47,7	49,2 <sup>A</sup>
Ort	47,9 <sup>a</sup>	45,7 <sup>b</sup>	46,8	50,4 <sup>a</sup>	45,9 <sup>b</sup>	46,4
LSDÇinko		1,15			1,13	
LSDÇeşit		1,42			1,39	
LSDÇinko*Çeşit		ns			ns	
CV		2,37			2,26	

İncelenen özelliklerden 100 tane ağırlığı her iki yılda da çinko\*çeşit interaksyonundan önemli derecede etkilenmiştir. Gruplandırılmalar bu interaksyona göre yapılmıştır. Tane iriliği, çinko uygulaması ile artmıştır, bu artış çeşitlere göre değişmektedir ve en yüksek tane ağırlığı Umut-2002 çeşidinden (21,7 g), en düşük değerler Cinsoy çeşidinden (13,6 g) elde edilmiştir. Karasu ve ark. (2002), soyada yaptıkları çalışmada 17,6 g ile 19,4 g arasında değişen yüz tane ağırlığı değerleri elde etmişlerdir. 100 tane ağırlığı, tane iriliğine bağlı bir özelliktir ve tane ağırlığı arttıkça yüz tane ağırlığı artmaktadır. Çiçeklenme ile bakla bağlama döneminin uzun olması ve genotip özellikleri tane büyümesinde etkilidir (Egri 1998; Kantolic ve Slafer, 2001).

Tane verimi, birinci yılda ikinci yıla göre ortalama olarak daha yüksek bulunmuştur. İkinci yılda uzun yıllar ortalamasına göre daha yüksek seyreden ortalama sıcaklık tane veriminin daha düşük bulunmasının nedeni olabilir. Tane verimi, her iki yılda da çinko uygulaması ile artmıştır. Bu artış bitkide bakla sayısı ve baklada tane sayısına benzer şekilde gerçekleşmiştir. Tane verimi, verim komponentlerinden etkilenmiştir, bitkide bakla sayısı ya da tane sayısı arttıkça tane verimi artmıştır. En yüksek tane verimi Umut-2002 çeşidinin (3,0 t ha<sup>-1</sup>) çinko uygulamalı parsellerinden, en düşük tane verimi Altınay çeşidinin (1,76 t ha<sup>-1</sup>) çinko uygulamaz parsellerinden elde edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda çinko uygulamasının pek çok bitki türünde verim artışına sebep olduğu belirlenmiştir (Ravi et. al., 2008). Yapraktan çinko uygulaması tane veriminde hızlı sonuç alınmasını sağlar. Yapraklar yoluyla alınan çinkonun bitkide taşınımı daha kolaydır. Bazı çalışmalarda çinkonun tane verimini etkilemediği bulunmuştur (Sutradhar ve ark., 2017)

Çizelge 4 de tane protein oranı ve tane çinko oranı içerikleri verilmiştir. Tane protein oranı değerlerinin çinko uygulaması ile artmaktadır. Toğay ve Anlarsal 2008, mercimekte farklı çinko dozlarının ortalama protein oranlarını artırdığını belirtmişlerdir. Yıldırım ve İlker (2018), soyada yaptıkları çalışmada protein oranlarının %39,43 ile %45,87 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada protein oranlarının %30,4-37,1 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çeşitler arasında en yüksek protein oranı Altınay çeşidinden elde edilmiştir. Tane veriminde en yüksek değeri veren Umut-2002 çeşidinden her iki yılda da en düşük protein oranı (%32,6-30,4) değerleri elde edilmiştir. Tahıllarda yapılan bazı çalışmalarda azotlu gübreye ilave çinkonun tane protein oranını etkilemediği belirlenmiştir (Örçen ve ark., 2014).

Tane çinko değerlerinin her iki yılda da çinko uygulaması ile arttığı belirlenmiştir. Tane çinko değerleri ortalama %42,6- 52,9 arasında değişmekle birlikte en yüksek değer ikinci yılda Altınay çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler içerisinde en düşük değer birinci yıl Umut-2002, ikinci yıl Cinsoy çeşidinden ölçümlenmiştir. Tane çinko içeriğinin yaprakтан çinko uygulaması ile artırılması sayesinde çinko bakımından yeterli ürünlerin insana kadar uzanan besin zincirinde yer almasını sağlayacaktır.

Denemeden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yaprak klorofil içeriği, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı gibi verimi oluşturan unsurların yaprakтан çinko uygulamasıyla arttığı ve tane veriminde gelişme sağlandığı gözlenmiştir. Çeşitler arasında tane verimi bakımından en

yüksek değerler Umut-2002 çeşidinden elde edilmiştir. Tane protein oranı ve çinko içeriği tane verimi ile ters orantılı olarak değişmiştir. Çinko uygulaması ile artış sağlanmış ancak çeşitler arasında Altınay çeşidi en yüksek protein oranı ve tane çinko içeriğine sahip bulunmuştur.

## Kaynaklar

- Alloway BJ. 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition, second ed. International Zinc Association and International Fertilizer Industry Association, Brussels, Belgium/Paris, France.
- Andrade FH, VO Sadras, CRC Vega, Echarte L. 2005. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower, and soybean. Their application to crop management, modeling and breeding. J. Crop Improv. 14:51–101. doi:10.1300/J411v14n01\_05
- Arısoy K, Öz M, Göksoy AJ. 2002. Bazı Soya Fasulyesi [Glycine max (L.) Merrill] Çeşitlerinin Bursa Koşullarına Adaptasyonu Konusunda Bir Çalışma. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 16(2): 25-34
- Çakmak İ, Kalaycı M, Ekiz H, Braun HJ, Kılınç Y, Yılmaz A. 1999. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Türkiye: A NATO-Science for stability Project. Field Crops Research 60: 175-188.
- Cakmak I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? Plant Soil 302: 1–17.
- Duymuş E, Gencer M, Aydın O, Yerlikaya R, Torun MB. 2020. Farklı çinko form ve dozlarının mısırın kuru madde verimi üzerine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences 33(1): 137-143. doi: 10.29136/mediterranean.635532.
- Egri DB. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB International, Wallingford, UK.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, Canisağ U. 1994. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Mikro element Durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yıllık Raporu No. 118: sayfa 25-32.
- Ergo VV, Lascano R, Vega CRC, Parola R, Carrera CS. 2018. Heat and water stressed field-grown soybean: A multivariate study on the relationship between physiological-biochemical traits and yield. Environmental and Experimental Botany, 148: 1-11.
- Hafeez BMKY, Khanif YM, Saleem M. 2013. Role of zinc in plant nutrition-a review. American Journal of Experimental Agriculture 3(2): 374.
- Hansch R, Mendel RR. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo,B, Cl).Current Opinion in Plant Biology12 (3): 259–66. doi:10.1016/j.pbi.2009.05.006.
- Hotz C, Brown KH. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in population and options for its control. Food Nutr. Bull. 25: 94–204.
- İlker E, Tatar Ö, Gökçöl A. 2010. Konvansiyonel ve Organik Tarım Koşullarında Bazı Soya Çeşitlerinin Performansları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 47(1): 87-96. ISSN 1018 – 8851.
- İşler N. 2013. Soya Tarımı. M.K.Ü Ziraat Fakültesi.
- Kantolic AG, Slafer GA. 2001. Photoperiod sensitivity after flowering and seed number determination in indeterminate soybean cultivars. Field Crops Res. 72: 109–118. doi:10.1016/S0378-4290(01)00168-X
- Karacaoglu M. 1986. Soya: Ekonominin Sarı Altını. Maya Matbaacılık Ltd.Sti.Ankara. 181 s.
- Karaköy T. 2008. Çukurova ve Orta Anadolu Bölgelerinden Toplanan Bazı Yerel Nohut (*Cicer arietinum* L.) Genotiplerinin Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora tezi, basılmamış). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Karasu A, Öz M, Göksoy AJ. 2002. Bazı Soya Fasulyesi [Glycine max (L.) Merrill] Çeşitlerinin Bursa Koşullarına Adaptasyonu Konusunda Bir Çalışma. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. 16(2): 25-34

- Keyser HH, Li F. 1992. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. *Plant and Soil*, 141(2): 119-135.
- Nazlıcan AN. 2007. Soya Yetiştiriciliği Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana. ([https://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yetistiricilik/soya-yetistiriciligi\\_1.pdf](https://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yetistiricilik/soya-yetistiriciligi_1.pdf)) (Erişim tarihi: 12.08.2022)
- Öner T, 2017. Soya sektör raporu. *İstatistik Şubesi*, 2006, 5., 1-84 ss.
- Örçen N, Tosun M, İrget E. 2014. Effect of Zinc Enriched Composed Nitrogen Fertilizer on Some Yield and Quality Parameters of Some Durum Wheat Cultivars (*Triticum durum* Desf.). *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 51(1): 77-83. ISSN 1018 – 8851.
- Pandey N, Girirsh BG, Pathak C. 2013. Enhanced yield and nutritional enrichment of seeds of *pisum sativum* L. through foliar application of zinc. *Scientia Horticulturae* 164: 474-483.
- Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN, Dharmatti PR. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 21 (3):382-5. *Journal of Plant Nutrition* 2755
- Rohith R, David AA, Thomas T. 2020. Effect of different levels of NPK and zinc on physico-chemical properties of soil, growth and yield of pea [*Pisum sativum* L.] Var. Bliss-101. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 9(9): 3307-3312.
- Saeed M, Fox RL. 1977. Relation between suspension pH and zinc solubility in acid and calcareous soil. *Soil. Sci.* 124-199.
- Shafagh-Kolvanagh J, Zehtab-Salmasi S, Javanshir A, Moghaddam M, Nasab ADM. 2008. Effects of nitrogen and duration of weed interference on grain yield and SPAD (chlorophyll) value of soybean (*Glycine max.* (L.) Merrill.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(3-4): 368-373.
- Singh V, Singh AK, Verma SS, Joshi YP. 1988. Effect of nitrogen fertilization on yield and quality of multicut tropical forages. *Tropical Agriculture*, 65(2): 129-131.
- Smith DL, Hume DJ. 1987. Comparison of assay methods for N<sub>2</sub>-fixation utilizing white bean and soybean. *Can. J. Plant Sci.*, 67:11-19.
- Sutrathar AK, Kaiser DE, Behnken LM. 2017. Soybean Response to Broadcast Application of Boron, Chlorine, Manganese, and Zinc. *Agron. J.* 109(3): 1048-1059, doi:10.2134/agronj2016.07.0389
- Joy EJM, Stein AJ, Young SD, Ander EL, Watts MJ, Broadley MR, 2015. Zinc enriched fertilizers as a potential public health intervention in Africa. *Plant Soil* 389: 1-24.
- Tehrani MM, Moshiri F, Gheibi MN, Rezaei H, Keshavarz P, Davoodi MH, Ziaei AH, Noorgholipour F, Majidi A, Hosseini SM, Saadat S, Rahmani HA, Khademi Z, Balali MR, Mostashari M. 2015. Comprehensive Soil Fertility and Plant Nutrition Program 2014-025. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Soil and Water Research Institute. Volume II, Iran, Tehran.
- Tischnert T, Allphin L, Chase K, Orf JH, Lark KG. 2003. Genetics of seed abortion and reproductive traits in soybean. *Crop Sci.*, V.43, N 2, p.464-473.
- Toğay Y, Anlarsal AE. 2008. Farklı Çinko ve Fosfor Dozlarının Mercimek (*Lens culinaris* Medic.)'de Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 18(1): 49-59.
- Yiğit A, Ereku O, Yaraşır N. 2021. Kısıtlı Sulama ve Kükürt Dozu Uygulamalarının Soya Fasulyesinde Bitki Gelişimi ve Klorofil (SPAD) İçeriğine Etkisi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Dergisi* 21: 9 (1): 105-117. ISSN: 2147-8384 / e-ISSN: 2564-6826. doi: 10.33202/comuagri.879199
- Zou CQ, Zhang YQ, Rashid A, Ram H, Savasli E, Arisoy RZ, Ortiz-Monasterio I, Simunji S, Wang ZH, Sohu V, Hassan M, Kaya Y, Onder O, Lungu O, Yağub Mujahid M, Joshi AK, Zelenskiy Y, Zhang FS, Cakmak I. 2012. Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant Soil*. 361: 119-130.