



Çinko Uygulamasının Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Etkisi

Hatun BARUT^{1*}, Tuğba ŞİMŞEK², Sait AYKANAT¹

¹Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, TÜRKİYE

²Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 03.08.2016

Kabul Tarihi/Accepted: 29.12.2016

*Sorumlu Yazar/Corresponding author: baruthatun@yahoo.com

Özet: Bu çalışma, Çukurova Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan bazı makarnalık buğday çeşitlerinin gelişimi, verimi ve verim unsurları üzerine çinko uygulamalarının etkisini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, Amanos-97 ve Fuatbey-2000 makarnalık buğday çeşitleri kullanılmıştır. Tarla denemeleri; topraktan ve toprak+yapraktan olmak üzere çinkonun iki farklı uygulama şekli ile yürütülmüştür. Her iki denemede; 0, 0.5, 1, 2, 3 ve 4 kg Zn da⁻¹ saf çinko dozları topraktan uygulanmıştır. Yapraktan çinko uygulamalarında % 0.4'lük ZnSO₄.7H₂O solüsyonu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; makarnalık buğdaylarda toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamalarının, bitki boyu, biyolojik verim, sap verimi, hasat indeksi, tane verimi üzerine istatistiki olarak etkili olmadığı belirlenmiştir. Toprakten çinko uygulamaları, bin tane ağırlığı, metrekarede başak sayısı ve tane çinko konsantrasyonunu üzerinde etkisi istatistiki açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Araştırma sonucunda; toprakta 0.23-0.25 ppm çinko varlığında, topraktan dekara 1-2 kg çinko uygulamasının, tane çinko konsantrasyonu, verim ve verim unsurları üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Tane çinko konsantrasyonu üzerine ise çinkonun toprak+yaprak uygulamasının daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, çinko, toprak, verim

Effects of Zinc Treatments on Yield and Some Agronomic Traits of Durum Wheat Cultivars

Abstract: This study was carried out to determine the effects of zinc applications on the development, yield and yield components of widespread durum wheat cultivars in Çukurova Region. Amanos-97 and Fuatbey-2000 durum wheat cultivars were used in the research. Field experiments were performed by two different zinc application methods; via soil and via soil+foliage. In both trials, 0, 0.5, 1, 2, 3, and 4 kg Zn da⁻¹ pure zinc doses were applied to the soil. 0.4% ZnSO₄.7H₂O solution was used for foliar zinc applications. As a result of the research, it has been determined that application of zinc via soil and via soil+foliage is not statistically effective on plant height, biological yield, stem yield, harvest index and grain yield of durum wheat. The application of zinc via soil were found statistically significantly effective at 1% level on thousand grains weight, number of spikes per square meter and zinc concentration of the grains. As a result of the research, it has been determined that when basal soil Zn content was 0.23-0.24 ppm, application of 1-2 kg da⁻¹ of zinc via soil has positive effects on grain zinc concentration, yield and yield components. It has also been determined that soil+foliar application of zinc is more effective on zinc concentration of grains.

Keywords: Durum wheat, zinc, soil, yield

1. Giriş

Çinko (Zn) noksanlığının ve diğer mikro element noksanlıklarının özellikle gelişmekte olan ülkelerde çok çarpıcı boyutlarda olduğu bilinmektedir. Çinko noksanlığının dünyada yaygın olmasının ana nedeni olarak insanların fazlasıyla tahıl kökenli gıdaları tüketmesi gösterilmiştir. Dünyadaki tarım alanlarının % 30'unda Zn eksikliği olduğu belirlenmiştir (Sillanpaa, 1982). Eksikliğin en sık görüldüğü bölgeler; Akdeniz Bölgesi, Güney Doğu Asya ve Doğu Asya ülkeleri ve Avusturalya'dır. Yapılan çalışmalarda, Çin'de 20 milyon, Hindistan'da 30 milyon, Türkiye'de 14 milyon, Avusturalya'da en az 10 milyon ve Bangladeş'te 8 milyon hektar işlenebilir toprakta çinko eksikliğinin olduğu saptanmıştır (White ve Zasoski, 1999; Çakmak, 2008).

Buğday, gelişmekte olan birçok ülkede en önemli temel enerji kaynağıdır. Ancak buğday tanesinin Zn konsantrasyonu (genellikle 25-30 ppm), insanların sağlıklı beslenebilmesi için ihtiyaç duyulan veya tavsiye edilen seviyeden çok düşüktür (Erdal ve ark., 2002; Çakmak, 2008). Türkiye, İran, Hindistan ve Avusturalya'daki Zn eksikliği olan topraklarda da gözlemlendiği gibi, buğdayda Zn gübrelemesi yapılmaksızın Zn yönünden zayıf topraklarda yetiştirildiğinde elde edilen tanelerin Zn konsantrasyonu 10-15 mg kg⁻¹ seviyesinden daha düşük düzeylere inebilmektedir (Graham ve ark., 1992; Çakmak ve ark., 1999; Erdal ve ark., 2002; Alloway, 2008). İnsan sağlığı açısından, tane çinko konsantrasyonunda en az 10 mg kg⁻¹'lık bir artışın sağlanması gerekmektedir (White ve Broadley, 2005; Ortiz-Monasterio ve ark., 2007; Pfeiffer ve McClafferty, 2007; Çakmak, 2008). Son dönemlerde yapılan araştırmalara ait bulgular Zn ve vitamin A eksikliğinin, dünya çapında çocuklar arasında gözlemlenen en ciddi besin noksanlıkları olduğunu ortaya koymuştur. Bu beslenme sorunları 5 yaş altı çocuklarda ölümlerin en önemli nedeni olarak gösterilmiştir (Black ve ark., 2008). Çinko eksikliğinin önemli bir halk sağlığı problemi olduğu belirlenen ülkelerde, günlük ihtiyaç duyulan kalorisinin önemli bir kısmının tahıla dayalı besinlerden sağlandığı belirtilmiştir (Brown ve ark., 2004; Çakmak, 2008; Gibson ve ark., 2008).

Çinko birçok bitki türünde vejetatif dokulardan remobilize edilebilmektedir (Waters ve Grusak, 2008). Uluslararası bir proje kapsamında (Harvest Plus Zinc Fertilizer Project) 2008-2011 yılları arasında farklı ülkelerde yürütülmüş olan biyofortifikasyon çalışmalarıyla tanede Zn konsantrasyonları % 0-22 arasında artırılabilmiştir (Çakmak, 2012). Buğdayın Zn ile

zenginleştirilmesinde genetik ve agronomik yaklaşımlar tavsiye edilmektedir (Bouis ve Welch, 2010). Yapraktan Zn uygulamaları da buğday tanesindeki Zn içeriğini önemli oranda artırmaktadır (Pahlavan-Rad ve Pessarakli, 2009; Çakmak ve ark., 2010a; Zou ve ark., 2012; Xue ve ark., 2012). Yapraktan ve kökten Zn uygulamaları hem bitkisel üretimdeki hem de insan sağlığı ile ilgili Zn eksikliğini gidermede kısa vadede etkili bir çözüm olarak görülmektedir (Çakmak, 2008; Manzeke ve ark., 2014; Prasad ve ark., 2014). Agronomik yollarla biyofortifikasyon hedeflendiğinde bunu topraktan gübre uygulamaları yaparak artırmaktansa, yapraktan uygulama daha ucuz ve verimli olmakta; ayrıca, bu yolla daha az gübre gerekmektedir (Singh ve ark., 2015). Buğday bitkisinin geç gelişim dönemlerindeki (çiçeklenme süresince ve erken süt olum döneminde) yapraktan Zn uygulamaları tane Zn konsantrasyonunu artırmada etkili bulunmakta, fakat topraktan Zn uygulamaları daha az etkili olmaktadır (Çakmak ve ark., 2010b; Zou ve ark., 2012).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda olduğu gibi; tahıl tanelerinin çinko içeriğinin yükseltilmesi, insanlarda beslenme yoluyla ortaya çıkan çinko eksikliğine bağlı sağlık problemlerini azaltmada önemli bir küresel strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma ile Çukurova'da yaygın olarak ekimi yapılan makarnalık buğday çeşitlerine; toprak, toprak+yapraktan çinko uygulamasının verim, verim unsurları ve tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait Doğankent lokasyonunda, 2005-2006 ve 2006-2007 buğday ekim sezonlarında iki yıl süreyle yürütülmüştür.

2.1. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2005-2006 yetiştirme sezonunda toplam 414.3 mm, 2006-2007 yıllarında ise 657.0 mm yağış düşmüştür. Buğdayın yetişme sezonu boyunca yıllar arasında yağışın dağılımında farklılıklar olmuş; çalışmanın birinci yılında uzun yıllar ortalamasının altında toplam yağış değeri kaydedilirken; ikinci yetiştirme döneminde ise, uzun yıllar ortalamasının biraz üzerinde yağış düştüğü görülmüştür. Sıcaklık ve nispi nem açısından ise her iki yetişme sezonu boyunca uzun yıllar ortalamalarına yakın değerler tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Adana ili; buğday yetiştirme sezonundaki uzun yıllar (1980-2006) ve deneme yılları (2005-2006, I. yıl; 2006-2007, II. yıl) bazı iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi nem (%)		
	Uzun yıllar	I. yıl	II. yıl	Uzun yıllar	I. yıl	II. yıl	Uzun yıllar	I. yıl	II. yıl
Ekim	21.6	19.8	21.0	43.5	37.9	156.3	60	61	71
Kasım	15.3	13.9	13.2	73.9	64.6	91.5	63	67	65
Aralık	11.1	12.1	9.3	124.4	64.1	0.0	67	70	58
Ocak	9.7	8.8	8.7	109.4	36.3	34.1	65	63	63
Şubat	10.4	10.6	11.2	88.9	131.6	127.0	65	73	72
Mart	13.3	14.1	14.2	65.8	46.2	75.7	65	76	70
Nisan	17.5	18.5	16.6	52.5	9.3	115.4	67	71	64
Mayıs	21.7	22.4	23.5	47.0	19.8	32.0	66	69	70
Haziran	25.6	26.0	26.0	20.6	4.5	25.0	67	73	69
Toplam				626.0	414.3	657.0			

2006-2007 ekim yılı 13 Kasım-20 Ocak tarihleri arasında yağış düşmemiştir.

Tablo 1'den görüleceği üzere; denemenin birinci yılında, makarnalık buğdayların ekili olduğu alanda, kardeşlenme zamanında şiddetli yağış (Şubat ayında 131.6 mm) nedeniyle araziye gidilememiş ve kardeşlenme aşamasında yapılması gereken yapraktan çinko uygulaması yapılamamıştır. Denemenin ikinci yılında; Aralık, Ocak ve Şubat ayları içinde hiç yağış düşmemiş ve kuraklık stresi yaşanmış; Şubat sonuna kadar hemen hemen hiç bitki çıkışı sağlanamamıştır. Şubat ayının sonunda düşen yağışlardan sonra buğday çıkışları başlamıştır. Bu nedenle buğdayın gelişim sezonları değişmiş, normalde Ocak-Şubat aylarında kardeşlenmeyi tamamlayan bitkilerde bu yıl Şubat sonunda ancak çıkışlar olabilmıştır. Daha sonraki aylarda, hava sıcaklığının artmasıyla, buğdaylar hızlı bir gelişme dönemine girmiştir. Buğdayın gelişimi ve verimi üzerinde Nisan ve Mayıs yağmurları etkili olmuştur.

2.2. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma alanı topraklarının; killi-tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, hafif tuzlu, kireç içeriği yüksek, organik maddesi düşük, alınabilir fosfor (P) içeriği düşük, alınabilir potasyum (K) içeriği yüksek ve ekstrakte edilebilir Zn içeriğinin ise az düzeyde olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Doğan kent lokasyonuna ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği	I. yıl	II. yıl
Kil, %	27	36
Silt, %	29	39
Kum, %	43	26
Tekstür sınıfı	Killi tın	Killi tın
pH	7.85	7.87
Toplam tuz, mmhos cm ⁻¹	0.150	0.280
Kireç (CaCO ₃), %	15.2	14.2
Organik madde, %	1.4	1.9
Alınabilir P, kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	3.0	3.0
Alınabilir K, kg K ₂ O da ⁻¹	128	93
Ekstrakte edilebilir Zn, ppm	0.23	0.25

2.3. Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesi

Araştırmada; Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Amanos-97 ve Fuatbey-2000 makarnalık buğday çeşitleri kullanılmış olup; tüm sahil kuşağında ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilebilen yazlık tabiatlı çeşitlerdir.

Araştırmada, topraktan ve toprak+yapraktan çinko uygulamasını içeren iki farklı tarla denemesinde; çinko dozları ve çeşitler araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Her iki deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Buna göre; çinko dozları ana parsellere, çeşitler ise alt parsellere tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Alt parsellerde 8 sıra halinde ekim yapılmış olup, tüm çeşitlerde ekim sıklığı 400 tane m⁻² olarak alınmıştır.

Hem toprak ve hem de toprak+yaprak çinko denemelerinde; çinkonun 0, 0.5, 1, 2, 3, ve 4 kg Zn da⁻¹ saf çinko dozları uygulanmıştır. Topraktan çinko uygulamasında; çinko dozları ekimden hemen önce toprak yüzeyine püskürtülüp, diskli tırmık ile toprağa karıştırılmış olup; Zn kaynağı olarak % 22'lik çinko sülfat (ZnSO₄.7H₂O) kullanılmıştır. Yapraktan çinko uygulamalarında % 0.4'lük ZnSO₄ solüsyonu (50 g Zn da⁻¹ hesabıyla) kullanılmış ve parsellere sırt pülverizatörü ile uygulanmıştır.

Yapraktan solüsyon uygulamaları, kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde 15 gün arayla ikişer kez uygulanmıştır. Taban gübresi olarak; ekimle beraber saf 6 kg N da⁻¹ (Amonyum sülfat, % 21 N) ve fosfor (P)'lu gübrenin tamamı, saf 6 kg P₂O₅ da⁻¹ (% 42-44'lük triple süper fosfat) olarak uygulanmıştır. Buğdaya kardeşlenme aşamasında ise ilave olarak 10 kg N da⁻¹ düşecek şekilde üre (% 46 N) verilmiştir.

2.4. Ölçüm, analiz ve değerlendirme

Hasat sırasında ve sonrasında; bitki boyu (cm), başak sayısı (adet m⁻²), biyolojik verim (kg da⁻¹), sap verimi (kg da⁻¹), hasat indeksi (%), bin tane ağırlığı (g), tane verimi (kg da⁻¹) ve tane çinko konsantrasyonu (ppm) (Çakmak ve ark., 1996) ölçüm ve analizleri yapılmıştır.

Toprak bünyesi, Bouyoucus (1952); toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değeri, Anonymous (1954); toprak pH'sı ve organik madde içeriği, Jackson (1959); kireç içeriği, Çağlar (1949); toprakların alınabilir P içeriği, Olsen ve ark. (1954); alınabilir K içeriği, Jackson (2005), ekstrakte edilebilir Zn içerikleri ise, Lindsay ve Norwell (1978) tarafından bildirilen esaslar çerçevesinde belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler; JUMP istatistik paket programında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre istatistik analizlere tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile kontrol edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki boyu

Makarnalık çeşitlere toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi Tablo 3'te görülmektedir. İki yılın ortalama sonuçlarına göre; topraktan çinko uygulama şeklinde, uygulanan çinko dozlarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamış; bitki boyu 97.8-100.5 cm arasında değişmiştir. Yıllar arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülmüş, ilk yıl çinko dozlarının ve çeşitlerin ortalaması olarak bitki boyu 105.9 cm ölçülürken, ikinci yıl 92.8 cm ölçülmüştür. Yaşanan iklimsel farklılıklar (Tablo 1) nedeniyle bitki boyu ikinci yıl kısa kalmıştır. Çeşitler arasında ise istatistiki olarak % 1 seviyesinde farklılık görülmüştür. Fuatbey-2000 çeşidinin bitki boyu, çinko dozlarının ortalaması olarak 98.4 cm; Amanos-97 çeşidinin ise, 100.2 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Toprak+yapraktan çinko uygulamasının yapıldığı tarla denemesi sonuçları incelendiğinde;

Tablo 3. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun makarnalık çeşitlerin bitki boyuna etkisi (cm)

Uygulama	I. yıl				II. yıl			Genel ortalama		
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
Toprak	0	104.0	104.0	104.0	90.7	93.0	91.8	97.3	104.3	97.9
	0.5	105.3	104.3	104.8	88.7	92.7	90.7	97.0	98.5	97.8
	1	107.7	107.7	107.8	93.0	93.3	93.2	100.3	100.5	100.4
	2	105.0	107.3	106.2	95.0	94.0	94.5	100.0	100.7	100.3
	3	106.0	108.3	107.2	89.7	92.0	90.8	97.8	100.2	99.0
	4	104.0	106.7	105.3	92.3	99.0	95.7	98.2	102.8	100.5
	Ortalama	105.3	106.4		91.5	94.0		98.4 b	100.2 a	
		105.9 a			92.8 b					
CV (%)= 2.51										
LSD **yıl=1.85, **çeşit=1.21, çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
	0	106.0	105.7	105.8	90.0	92.3	91.2	98.0	99.0	98.5
	0.5	107.7	107.7	107.7	87.7	94.7	91.2	97.7	101.2	99.4
	1	108.0	108.7	108.3	93.0	98.3	95.7	100.5	103.5	102.0
	2	106.3	106.3	106.3	92.7	97.3	95.0	99.5	101.8	100.7
	3	107.7	109.3	108.5	90.7	97.7	94.2	99.2	103.5	101.3
	4	106.3	107.7	107.0	91.7	98.0	94.8	99.0	102.8	100.9
Ortalama	107.0 a	107.6 a		90.9 c	96.4 b		99.0 b	102.0 a		
		107.3 a			93.7 b					
CV (%)= 2.63										
LSD **yıl=1.56, **çeşit=1.29, **çeşit x yıl=1.82, çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

bitki boyu üzerine çinko dozlarının etkisi, topraktan uygulama şeklinde olduğu gibi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Genel ortalama sonuçlarına göre, bitki boyu 98.5-100.9 cm

arasında değerler almıştır. Yıllar arasında istatistiki olarak fark (% 1) görülmüştür. İlk yıl, çinko dozlarının ve çeşitlerin ortalaması olarak bitki boyu 107.3 cm ölçülürken; ikinci yıl, 93.7 cm

olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık saptanmıştır. Buna göre, Fuatbey-2000 çeşidinin bitki boyu çinko dozlarının ortalaması olarak 99.0 cm ile en düşük, Amanos-97 çeşidinin bitki boyu ise 102.0 cm ile en yüksek değerler göstermiştir. Araştırmada ayrıca, çeşit x yıl interaksyonunu % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Çinko noksanlığı, kurak ve ani sıcaklıkların yaşandığı yıllarda erken görülürken, ilkbaharı yağışlı ve serin geçen yıllarda daha geç devrelerde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çinko uygulamasının, çinko noksanlığının erken görüldüğü durumlarda başakta dane sayısı ve bitki boyu üzerine olumlu etkide bulunduğu, geç çıktığı durumlarda ise bin dane ağırlığı üzerinde olumlu etkiler bıraktığı bildirilmiştir (Özbek ve Özgümüş, 1998). Sade ve ark. (1996) tarafından yürütülen bir araştırmada, Gerek-79 ekmeclik buğday çeşidine, yapraktan ZnSO₄ formunda uygulanan çinkonun etkileri araştırılmıştır. Farklı bölgelerde yürütülen bu çalışmada en düşük başak sayısı ve bitki boyu değerlerini kontrol parselleri vermiş, bu karakterlerde çinko uygulamasıyla artışlar sağlandığı bildirilmiştir.

3. 2. Başak sayısı

Çinkonun iki farklı uygulama (toprak ve toprak+yaprak) şekillerinde, çinko dozlarının ve çeşitlerin metrekarede başak sayısı (adet) üzerine etkisi Tablo 4'te görülmektedir.

İki yılın ortalama sonuçlarına göre; farklı çinko dozlarının topraktan uygulandığı denemede, Zn dozlarının buğday bitkisinin başak sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak çok önemli (% 1) bulunmuştur. Topraktan uygulanarak verilen çinko dozları, kontrole göre metrekaredeki başak sayısını arttırmıştır. Başak sayısında en fazla artış % 10.5 oranında topraktan 2 kg Zn da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. Bununla birlikte, kontrol konusu (0 kg Zn da⁻¹) hariç diğer Zn dozları arasında başak sayısı bakımından istatistiksel açıdan farklılık görülmemiştir (Tablo 4). Benzer şekilde diğer araştırmalarda (Yılmaz ve ark., 1995; Ekiz ve ark., 1998a; Ekiz ve ark., 1998b) da çinko uygulamasının metrekarede başak sayısı üzerinde etkili olduğu ve arttırdığı bildirilmiştir. Ceylan ve ark. (1998) tarafından yürütülen bir araştırmada; % 0, % 0.2, % 0.4 ve % 0.6 oranlarında yapraktan uyguladıkları çinkonun Lirasa-92 ve Cumhuriyet-75 buğday çeşitlerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Tablo 4. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun başak sayısı (adet) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.
Toprak	0	436	477	457	458	464	461	447	471	459 b
	0.5	505	520	513	489	495	492	497	508	503 a
	1	510	487	498	459	471	465	484	479	482 ab
	2	519	516	517	473	521	497	496	519	507 a
	3	488	475	481	510	489	500	499	482	491 a
	4	491	484	487	465	504	485	478	494	486 a
	Ortalama	491	493		476	491		484	492	
		492		483						
	CV (%)= 5.62									
	LSD yıl (ns), çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), **çinko= 26.31, çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)									
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.
	0	436	465	450	444	454	449	440	460	450
	0.5	481	519	500	459	517	488	470	518	494
	1	461	486	474	474	460	467	468	473	470
	2	456	487	471	452	517	485	454	502	478
	3	492	495	493	462	484	473	477	489	483
	4	448	484	466	463	464	463	455	474	465
Ortalama	462	489		459	483		461 b	486 a		
		476		471						
	CV (%)= 7.48									
	LSD yıl (ns), **çeşit= 17.23, çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)									

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Araştırma sonucunda ortalama değerler üzerinden % 0.6 Zn dozunun m²'de başak sayısında % 39 oranında artış sağladığı belirtilmiştir. Toğay ve ark. (2005) tarafından yürütülen çalışmada da çinko uygulamasının metrekarede başak sayısını arttırdığı fakat bunun istatistiki olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Toprakten çinko uygulamalarında, iki yılın sonuçlarına göre çeşitler arasında istatistiki açıdan farklılık görülmemiş; Fuatbey-2000 çeşidinde çinko dozlarının ortalaması olarak metrekarede 484 adet, Amanos-97 çeşidinde ise 492 adet başak sayısı tespit edilmiştir (Tablo 4).

Toprak+yaprak çinko uygulamasının yapıldığı tarla denemesi sonuçları incelendiğinde (Tablo 4); metrekaredeki başak sayısı bakımından çinko dozları arasında istatistiki olarak farklılık görülmez iken, çeşitler arasında % 1 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir. Fuatbey-2000 çeşidinin başak sayısı 461 adet m², Amanos-97 çeşidinin başak sayısı ise 486 adet m² olarak saptanmıştır (Tablo 4).

3.3. Biyolojik verim

İki yılın ortalama sonuçlarına göre, hem topraktan ve hem de toprak+yapraktan çinkonun

uygulandığı deneme parsellerinde; biyolojik verim bakımından gerek uygulanan çinko dozları arasında ve gerekse çeşitler arasında istatistiki açıdan farklılık ortaya çıkmamıştır. Bununla birlikte her iki uygulama şeklinde yıllar arasında istatistiki açıdan % 1 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiştir (Tablo 5).

Toprakten uygulanan çinko dozları, biyolojik verimde % 4.1 ile % 13.1 arasında değişen oranlarda artışlar sağlamıştır. Buna göre biyolojik verim açısından kontrole göre en fazla artış topraktan 3 kg Zn da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. Biyolojik verim birinci yıl, 2330 kg da⁻¹ olarak belirlenirken; ikinci yıl, 2843 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Toprakten çinko dozlarının uygulama şeklinde; Fuatbey-2000 çeşidinin biyolojik verimi çinko dozlarının ortalaması olarak 2510 kg da⁻¹, Amanos-97 çeşidinin ise 2662 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 5).

Toprak+yapraktan çinko uygulamasının yapıldığı deneme sonuçları incelendiğinde; çinko dozlarının artışına paralel olarak genel anlamda biyolojik verim de artış eğilimi göstermiştir. Toprakten 4 kg Zn da⁻¹ uygulaması ile yaprakten % 0.4'lük ZnSO₄.7H₂O solüsyonu uygulaması, kontrole göre % 13.25 oranında biyolojik verimde

Tablo 5. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun biyolojik verim (kg da⁻¹) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
Toprak	0	2243	2108	2176	2497	2702	2600	2370	2405	2388
	0.5	2427	2440	2433	2749	2775	2762	2588	2607	2598
	1	2307	2139	2223	2859	3280	3069	2583	2710	2646
	2	2453	2560	2507	2619	3168	2893	2536	2864	2700
	3	2120	2551	2336	3168	2964	3066	2644	2758	2701
	4	2253	2360	2307	2427	2903	2665	2340	2631	2486
	Ortalama	2301	2360		2720	2965		2510	2662	
		2330 b		2843 a						
		CV (%)= 13.90								
	LSD	**yıl= 188.97, çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)								
Toprak + yaprak	0	2349 fg	1991 h	2170	2698 be	2649 bf	2674	2523	2320	2422
	0.5	2507 dg	2677 bf	2592	2903 ab	2644 bf	2773	2705	2661	2683
	1	2527 cg	2489 dg	2508	2719 be	2781 bcd	2750	2623	2635	2629
	2	2680 bf	2430 efg	2555	2547 cg	2868 bc	2707	2613	2649	2631
	3	2660 bf	2213 gh	2437	2696 be	3245 a	2971	2678	2729	2704
	4	2680 bf	2591 bf	2636	2788 bcd	2913 ab	2851	2734	2752	2743
	Ortalama	2567 b	2399 c		2725 a	2850 a		2646	2624	
		2483 b		2788 a						
		CV (%)= 7.79								
	LSD	**yıl= 124.18, çeşit (ns), **çeşit x yıl= 141.23, çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), **çeşit x çinko x yıl= 345.96								

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, **P<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

artış sağlamıştır. Aynı uygulamada çeşitlerin etkisi incelendiğinde, Fuatbey-2000 ve Amanos-97 çeşidinin biyolojik verimleri sırasıyla 2646 ve 2624 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışmada, çeşit x yıl interaksyonu ve çeşit x çinko x yıl interaksyonu da istatistiki açıdan çok önemli (% 1) bulunmuştur. Toprak+yapraktan çinko uygulanması şeklinde; ilk yıl biyolojik verim 2483 kg da⁻¹ olarak ölçülürken, ikinci yıl 2788 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır (Tablo 5).

3.4. Sap verimi

Makarnalık çeşitlere toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamasının sap verimi üzerine etkisi Tablo 6'da sunulmuştur.

İki yılın ortalama sonuçlarına göre, çinko dozlarının her iki uygulama şeklinde de makarnalık buğdayın sap verimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Toprakтан uygulama şekli incelendiğinde, sap veriminde % 7.3 ile % 17.9 arasında değişen oranlarda artışlar meydana gelmiştir. Sap veriminde kontrole göre en fazla artış topraktan 3 kg Zn da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. Toprak uygulamasına benzer şekilde toprak+yapraktan

çinko uygulamalarında da sap veriminde kontrole göre artışlar sağlanmış; bu artışlar, % 7.9 ile % 15.6 arasında değişen oranlarda meydana gelmiştir (Tablo 6). Sayed ve ark. (1988), Zn uygulamasının buğdayın sap verimi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çeşitler arasındaki durum incelendiğinde; topraktan çinkonun verildiği uygulama şeklinde, çeşitler arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülmüş; Fuatbey-2000 çeşidinin sap verimi 1702 kg da⁻¹ ile en düşük, Amanos-97 çeşidinin sap verimi ise 1878 kg da⁻¹ ile en yüksek değeri göstermiştir. Toprak+yaprak uygulama şeklinde ise, çeşitler arasında istatistiki olarak farklılık görülmemiş; Fuatbey-2000 çeşidinin sap verimi 1789 kg da⁻¹, Amanos-97 çeşidinin sap verimi ise 1828 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 6).

Araştırmada; topraktan çinkonun uygulama şeklinde, çeşit x yıl interaksyonu % 5 düzeyinde; toprak+yapraktan uygulama şeklinde ise % 1 düzeyinde önemli farklılık tespit edilmiştir. Yıllar arasında ise her iki uygulama yönteminde de istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık saptanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun sap verimi (kg da⁻¹) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
Toprak	0	1276	1264	1270	1737	2125	1931	1507	1695	1601
	0.5	1613	1467	1540	1976	2175	2075	1795	1821	1808
	1	1520	1326	1423	2045	2453	2249	1783	1890	1836
	2	1627	1720	1673	1872	2326	2100	1749	2024	1887
	3	1373	1700	1537	2235	2244	2239	1804	1972	1888
	4	1400	1573	1487	1747	2156	1951	1573	1865	1719
	Ortalama	1468 c	1508 c		1935 b	2247 a		1702 b	1878 a	
		1488 b			2091 a					
CV (%)= 13.73										
LSD **yıl= 143.67, **çeşit= 119.63, *çeşit x yıl= 169.17, çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
	0	1430	1233	1331	2044	1916	1980	1737	1574	1656
	0.5	1613	1518	1566	2009	2064	2037	1811	1791	1801
	1	1467	1569	1518	1945	2168	2057	1706	1869	1787
	2	1747	1644	1695	1827	2148	1987	1787	1896	1841
	3	1800	1413	1607	1869	2325	2097	1835	1869	1852
	4	1747	1660	1703	1975	2280	2127	1861	1970	1915
Ortalama	1634 c	1506 d		1945 b	2150 a		1789	1828		
		1570 b			2048 a					
CV (%)= 10.19										
LSD **yıl= 117.36, çeşit (ns), **çeşit x yıl= 126.89, çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, *: P≤0.05 düzeyinde önemli, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

3.5. Hasat indeksi

Makarnalık çeşitlere, toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamasının hasat indeksi üzerine etkisi Tablo 7’de verilmiştir. İki yılın ortalama sonuçlarına göre, topraktan çinko dozları uygulamasının hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamış ve hasat indeksi % 30.0-31.3 arasında değişmiştir. Yaşanan iklimsel faktörlerden dolayı yıllar arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Çeşitler arasında ise istatistiki olarak fark görülmemiştir. İki yıllık birleşik analiz sonuçlarına göre; Fuatbey-2000 çeşidinin hasat

indeksi % 31.5, Amanos-97 çeşidinin ise % 30.0 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

Toprak+yapraktan çinko dozları uygulamasının hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Hasat indeksi % 30.6-33.5 arasında değerler almıştır. Yıllar arasında ise istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Çeşitlerin tepkileri incelendiğinde; ele alınan çeşitler arasında istatistiki olarak çok önemli (% 1) farklılık tespit edilmiştir. Fuatbey-2000 çeşidinin hasat indeksi % 32.5, Amanos-97 çeşidinin ise hasat indeksi % 30.8 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun hasat indeksi (%) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.
Toprak	0	35.8	35.0	35.4	28.4	26.0	27.2	32.1	30.5	31.3
	0.5	33.4	35.2	34.3	28.0	27.7	27.8	30.7	31.5	31.1
	1	34.2	35.1	34.7	28.4	25.2	26.8	31.3	30.2	30.7
	2	33.6	32.5	33.0	28.4	26.8	27.6	31.0	29.6	30.3
	3	33.1	33.6	33.3	29.0	24.6	26.8	31.0	29.1	30.0
	4	37.6	32.9	35.3	27.5	25.7	26.6	32.6	29.3	30.9
Ortalama	34.6	34.1		28.3	26.0		31.5	30.0		
		34.3 a			27.1 b					
	CV (%)= 9.72									
	LSD **yıl= 1.16, çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)									
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.
	0	33.9	33.8	33.9	26.9	27.6	27.3	30.4	30.7	30.6
	0.5	35.6	30.7	35.1	30.8	28.0	29.4	33.2	31.2	32.2
	1	37.9	34.6	36.2	28.4	25.9	27.2	33.2	30.2	31.7
	2	34.9	36.6	35.7	28.2	25.1	26.7	31.6	30.8	31.2
	3	38.6	36.2	37.4	30.6	28.4	29.5	34.6	32.3	33.5
4	34.9	34.3	34.6	29.1	24.3	26.7	32.0	29.3	30.6	
Ortalama	35.9	34.9		29.0	26.6		32.5 a	30.8 b		
		35.5 a			27.8 b					
	CV (%)= 9.31									
	LSD **yıl= 1.42, *çeşit= 1.43, çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)									

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, *: P≤0.05 düzeyinde önemli, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Bu çalışmada hem toprak hem de toprak+yapraktan çinko uygulamasının hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde yapılan bazı çalışmalarda da çinko sülfat uygulamasının hasat indeksi üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu bildirilmiştir (Gezgin, 1998). Sayed ve ark. (1988)’nin yaptıkları çalışmada ise; çinko uygulamasının tane verimine olumlu etki yaptığını, sap verimini etkilemediğini, fakat, hasat indeksinin çinko uygulaması ile arttığına işaret etmişlerdir.

3.6. Bin tane ağırlığı

Genel ortalama sonuçlarına göre; topraktan çinko dozları uygulamasının bin tane ağırlığını kontrole göre istatistiki olarak çok önemli (% 1) derecede arttırdığı belirlenmiştir. Ancak, 2 kg Zn da⁻¹ dozunda buğday tanesinin bin ağırlığında bir miktar azalış, sonraki dozlarda ise tekrar artış eğiliminde olduğu görülmüştür. En yüksek bin tane ağırlığı 53.4 g ile topraktan 4 kg Zn da⁻¹ uygulamasından elde edilmiş ve kontrole göre % 5.32 oranında artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte, çinkonun 4 kg Zn da⁻¹ ile 0.5, 1 ve 3 kg Zn da⁻¹ çinko dozları arasında bin tane ağırlığı

yönünden farklılık, istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Toprak+yapraktan çinko uygulamasında ise, bin tane ağırlığı yönünden çinko dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Buna rağmen kontrole göre artışlar meydana gelmiş ve bin tane ağırlığı 49.9-52.3 g arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 8).

İki yılın birleştirilmiş varyans analizleri sonucunda; incelenen çeşitler arasında topraktan uygulama şeklinde istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülürken; toprak+yaprak uygulamalarında çeşitler arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Toprakdan uygulama şeklinde, Fuatbey-2000 çeşidinin bin tane ağırlığı 53.0 g, Amanos-97 çeşidinin bin tane ağırlığı 51.4 g; toprak+yaprak uygulama şeklinde ise çeşitlerin bin tane ağırlığı sırasıyla 51.8 ve 50.9 g olarak belirlenmiştir (Tablo 8).

Araştırmada; her iki çinko uyulama yönteminde, yıllar arasında iklim faktörlerinden kaynaklanan sebeplerden dolayı istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Ayrıca, topraktan çinko uygulamalarında, çeşit x

yıl interaksyonu da istatistiki açıdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 8).

Araştırma sonucuna göre, toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamasının bin tane ağırlığı üzerinde etkisi olumlu olmuştur. Bununla birlikte bazı araştırma bulguları ile paralel ve/veya farklılıkların da olduğu söylenebilir. Nitekim; farklı buğday genotiplerine yapraktan Zn uygulamasının bin tane ağırlıklarını arttırdığı (Mishra ve ark., 1989; Ekiz ve ark., 1998b), değiştirmedikleri (Sayed ve ark., 1988) ve azalttığı (Mandal ve Singharoy, 1989) bildirilmektedir. Yine, değişik çalışmalarda çinko uygulamasının bin tane ağırlığını önemli düzeyde arttırdığı (Özbek ve Özgümüş, 1998) belirtilirken; çinko uygulamasının bin tane ağırlığını arttırdığı, fakat, bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığı (Taban ve ark., 1998; Ceylan ve ark., 1998; Mungan ve Doran, 2003) da bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise; bin tane ağırlığı açısından çeşit ortalamaları arasında fark gözlemlendiğini, çinko uygulamasının az da olsa bin tane ağırlığını arttırdığını, fakat bunun istatistiki olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir (Toğay ve ark., 2005).

Tablo 8. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun bin tane ağırlığı (g) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama				
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	
Toprak	0	56.0	52.2	54.1	47.6	46.8	47.2	51.8	49.5	50.7 c	
	0.5	58.9	56.1	57.5	48.8	47.0	47.9	53.9	51.5	52.7 ab	
	1	57.2	55.2	56.2	48.9	48.7	48.8	53.1	52.0	52.5 ab	
	2	57.4	53.5	55.4	49.3	46.7	48.0	53.3	50.1	51.7 bc	
	3	56.3	55.5	55.9	47.7	49.2	48.5	52.0	52.4	52.2 abc	
	4	58.6	56.9	57.8	49.2	49.0	49.1	53.9	53.0	53.4 a	
	Ortalama	57.4 a	54.9 b		48.6 c	48.0 c		53.0 a	51.4 b		
CV (%)= 3.39			56.1 a			48.3 b					
LSD **yıl= 0.88, **çeşit= 0.86, *çeşit x yıl= 1.22, **çinko= 1.53, çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)											
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	Fuatbey- 2000	Amanos- 97	Ort.	
	0	53.3	50.4	51.9	47.9	47.9	47.9	50.6	49.2	49.9	
	0.5	55.1	53.8	54.4	48.6	48.4	48.5	51.9	51.1	51.5	
	1	54.8	56.1	55.4	49.5	48.7	49.1	52.2	52.4	52.3	
	2	55.9	54.1	54.9	49.2	48.1	48.7	52.5	51.1	51.8	
	3	53.6	56.4	55.0	48.8	48.0	48.4	51.2	52.2	51.7	
	4	56.5	52.3	54.4	48.7	46.5	47.6	52.6	49.4	51.0	
Ortalama	54.9	53.8		48.8	47.9		51.8	50.9			
CV (%)= 4.07			54.4 a			48.4 b					
LSD **yıl= 1.08, çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)											

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, *: P≤0.05 düzeyinde önemli, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

3.7. Tane verimi

İki yıl genel ortalama sonuçlarına göre; gerek topraktan ve gerekse toprak+yapraktan çinko dozu uygulamasının tane verimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte; topraktan çinkonun 0.5 kg Zn da⁻¹ uygulaması kontrol konusuna göre % 7.5, topraktan 1 kg Zn da⁻¹ uygulaması ile birlikte yaprakтан % 0.4'lük ZnSO₄.7H₂O solüsyonu uygulaması kontrol konusuna göre % 13.22 oranında verim artışlarına sebep olmuştur. Her iki uygulama şeklinde tane verimi sırasıyla 546-587 ve 514-582 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Yaşanan iklimsel faktörlerden dolayı çinko uygulamalarının etkisi kendini gösterememiş, ancak eğilim kontrole göre artış yönünde olduğu söylenebilir (Tablo 9).

Yaşanan iklimsel faktörlerden dolayı çinkonun her iki uygulama şeklinde yıllar arasında istatistiki olarak çok önemli (% 1) farklılık görülmüştür. Toprakтан çinkonun uygulandığı parsellerde, ilk yıl tane verimi çinko dozlarının ve çeşitlerin ortalaması olarak 640 kg da⁻¹, ikinci yıl ise 485 kg da⁻¹; toprak+yapraktan çinkonun uygulandığı parsellerde ise yılların verimi sırasıyla 649 ve 431 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 9). İkinci yıl ekimden sonra uzun bir süre yağış alınmadığı için bitki çıkışları yetersiz olmuştur. Zamanla toprak kurumuş ve ekilen tohumların bir kısmı açıkta

kalmıştır. Açıkta kalan tohumlarda ise karınca ve kuş zararları olmuştur. Kuraklık stresi de buna eklenince yıllar arasında verim farklılıkları ortaya çıkmıştır.

Ekiz ve ark. (1998a ve 1998b) tarafından kuraklığın ve çinko noksanlığının verimi sınırlayan bir faktör olduğu; İç Anadolu Bölgesi'nde yürütülen bir çalışmada, etkileri genotipten genotipe değişmekle birlikte Zn uygulamasının önemli verim artışları sağladığı bildirilmektedir. Eskişehir'de ve Konya'da yürütülen çalışmalarda da, topraktan çinko uygulamasıyla buğday veriminde sırasıyla % 35 ve % 69'luk artışlar elde edilmiştir (Çakmak, 1994). Değişik araştırmacılar tarafından da benzer sonuçlar bulunmuştur (Ceylan ve ark., 1998; Özbek ve Özgümüş, 1998; Taban ve ark., 1998; Yılmaz ve ark., 1998; Mungan ve Doran, 2003; Çakmak, 2010a).

Yılmaz ve ark. (1995), çinkonun; toprak, toprak+yaprak ve tohum+yaprak uygulamalarının tane verimini % 90 oranında, yaprak ve tohum uygulamalarının ise tane verimini sırasıyla % 51 ve 76 oranında arttırdığını belirtmişlerdir. Orta Anadolu'nun değişik bölgelerinde buğdayda çinko uygulamasının tane veriminde % 5-550 arasında artışlar sağladığı belirtilmektedir (Çakmak ve ark., 1996). Bunun yanında, Kalaycı ve ark. (1993) ise topraktan çinko uygulaması ile arpa ve buğdayda

Tablo 9. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun tane verimi (kg da⁻¹) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
Toprak	0	591	631	611	442	518	480	516	574	546
	0.5	696	662	679	455	536	496	575	599	587
	1	639	642	641	487	526	507	563	584	574
	2	677	625	651	463	473	468	570	549	560
	3	649	624	637	496	477	487	572	551	562
	4	639	615	627	449	494	471	544	554	549
	Ortalama	648 a	635 a		473 c	525 b		556	568	
		640 a		485 b						
CV (%)= 7.10										
LSD **yıl= 27.91, çeşit (ns), **çeşit x yıl= 32.11, çinko (ns), çeşit x çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
	0	613	648	631	377	415	396	495	532	514
	0.5	687	685	686	406	439	423	547	562	555
	1	699	682	691	469	476	473	584	579	582
	2	663	623	643	378	494	436	520	559	539
	3	613	646	630	432	391	412	523	519	521
	4	665	564	614	447	442	445	556	503	529
Ortalama	657	635		418	451		537	542		
		649 a		431 b						
CV (%)= 11.51										
LSD **yıl= 55.92, çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), çinko (ns), çeşit x çinko (ns), çinko x yıl (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, **: P≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

% 50-60'm üzerinde tane veriminde önemli artışlar olduğunu bildirmektedirler. Eskişehir'de tarla denemesi ile yapılan bir çalışmada, yapraktan Zn uygulamasının buğdayda tane verimini % 95'e varan boyutlarda arttırdığı bildirmiştir (Kalaycı, 1993).

Çeşitler arasındaki etkileşim incelendiğinde, her iki uygulama şeklinde de çeşitler arasında istatistiksel anlamda farklılık ortaya çıkmamıştır. Her iki çinko uygulama şekillerinde, iki yılın ortalama sonuçlarına göre, Fuatbey-2000 ve Amanos-97 çeşitlerinin tane verimleri sırasıyla; 556 ve 568 kg da⁻¹ ile 537 ve 542 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Araştırmada çeşit x yıl interaksyonu çok önemli (% 1) bulunmuştur (Tablo 9).

3.8. Tane çinko konsantrasyonu

Makarnalık çeşitlere toprak ve toprak+yapraktan çinko uygulamasının tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi Tablo 10'da görülmektedir. İki yıl genel ortalama sonuçlarına göre; topraktan çinko uygulamasının tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kontrol parsellerinde (0 kg Zn da⁻¹) tane çinko konsantrasyonu 22.0 ppm iken, bu miktar çinko uygulamaları ile 29.2 ppm'e kadar yükselmiştir.

Tane çinko konsantrasyonunda kontrole göre en fazla artış topraktan 3 kg Zn da⁻¹ uygulamasından elde edilmiş ve tane çinko konsantrasyonunda % 32.72 oranında artış sağlanmıştır. Ancak, tane çinko içeriği yönünden; kontrol konusu hariç, çinkonun 0.5, 1, 2, 3 ve 4 kg Zn da⁻¹ dozları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş ve hepsi aynı grubu oluşturmuştur (Tablo 10).

Toprak+yapraktan çinko uygulaması sonuçları incelendiğinde; tane çinko konsantrasyonu üzerine Zn dozlarının etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İki yıllık genel ortalama sonuçlara göre; kontrol konusunda (0 kg Zn da⁻¹) tane çinko konsantrasyonu 22.5 ppm iken, bu miktar çinko uygulamaları ile 36.1 ppm'e yükselmiştir. Kontrole göre, topraktan 1 kg Zn da⁻¹ uygulaması ile birlikte yapraktan % 0.4'lük ZnSO₄.7H₂O solüsyonu uygulaması çinko konsantrasyonunu % 60.44 oranında arttırmış ve bu Zn dozu uygulaması istatistiki açıdan birinci grubu oluşturmuştur. Bununla birlikte, 1 kg Zn da⁻¹ dozu ile 0.5, 2 ve 3 kg Zn da⁻¹ dozları arasında tane çinko içeriği yönünden istatistiki olarak farklılık önemsiz çıkmıştır (Tablo 10).

Bu araştırma sonucunda, hem toprak ve hem de toprak+yapraktan çinko uygulaması tane çinko konsantrasyonunu arttırmıştır. Benzer sonuçlar

Tablo 10. Toprak ve toprak+yapraktan uygulanan çinkonun tane çinko konsantrasyonu (ppm) üzerine etkisi

Uygulama	I. yıl			II. yıl			Genel ortalama			
	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
Toprak	0	22.6	18.8	20.7	23.3	23.2	23.3	23.0 de	21.0 e	22.0 b
	0.5	27.7	22.7	25.2	26.5	31.6	29.1	27.1 bc	27.2 bc	27.1 a
	1	27.2	23.1	25.2	29.1	25.6	27.3	28.1 b	24.4 cd	26.2 a
	2	27.6	23.7	25.6	34.9	30.1	32.5	31.3 a	26.9 bc	29.1 a
	3	26.0	26.0	26.0	31.4	33.6	32.5	28.7 ab	29.8 ab	29.2 a
	4	25.4	25.7	25.5	28.5	28.5	29.9	27.0 bc	28.5 ab	27.7 a
Ortalama	26.1 b	23.3 c		29.0 a	29.2 a		27.5	26.3		
		24.7 b		29.1 a						
CV (%)= 9.65										
LSD **yıl= 1.76, çeşit (ns), **çeşit x yıl= 1.79, **çeşit x çinko= 3.09, **çinko= 3.05, çinko x yıl (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										
Toprak + yaprak	Zn (kg da ⁻¹)	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.	Fuatbey-2000	Amanos-97	Ort.
	0	20.3	21.7	21.0	24.8	23.3	24.0 c	22.6	22.5	22.5 c
	0.5	24.0	23.7	23.9	44.4	39.9	42.1 b	34.2	31.8	33.0 ab
	1	25.0	23.8	24.4	46.5	49.3	47.9 a	35.8	36.5	36.1 a
	2	24.8	25.8	25.3	44.4	45.9	45.2 ab	34.6	35.9	35.2 ab
	3	26.5	23.5	25.0	48.9	40.8	44.9 ab	37.7	32.2	34.9 ab
4	23.0	24.3	23.7	41.9	40.7	41.3 b	32.4	32.5	32.5 b	
Ortalama	23.9	23.8		41.8	40.0		32.9	31.9		
		23.9 b		40.9 a						
CV (%)= 9.40										
LSD **yıl= 1.82, çeşit (ns), çeşit x yıl (ns), **çinko= 3.15, **çinko x yıl= 4.45, çeşit x çinko (ns), çeşit x çinko x yıl (ns)										

Ort.: Ortalama, CV: Varyasyon katsayısı, **: P<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

diğer araştırmalarda da elde edilmiştir. Yılmaz ve ark. (1997) tarafından yürütölen alışmalarda topraktan, yapraktan, tohumdan veya bunların kombinasyonu halinde yapılan Zn uygulamalarından genotip ve türlere göre değişmekle birlikte tane verimi, bitki ve tane Zn konsantrasyonlarında önemli artışlar elde edilmiştir. Yapılan araştırmada, ınko noksanlığını gidermek için en uygun ınko uygulama yönteminin toprak+yaprak uygulaması olduğu, bu uygulama ile hem tane verimi ve hem de tane Zn konsantrasyonunda önemli artışlar elde edildiği belirtilmiştir (Ekiz ve ark., 1998a). Yapılan alışmalarda, yapraktan ınko gübrelemesi ile günlük ınko alımına katkı sağlayan tüm tanenin ve özellikle endospermin ınko konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir (Jiang ve ark., 2007; akmak ve ark., 2010b; Phattarakul ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2012; Zou ve ark., 2012; Xue ve ark., 2012).

Yıllar arasında her iki ınko uygulama şekillerinde, tane ınko içeriği bakımından istatistiki olarak çok önemli (% 1) farklılık görölmüştür. Topraktan ınkonun uygulandığı durumda, ilk yıl tane ınko konsantrasyonu ınko dozlarının ve eşitlerin ortalaması olarak 24.7 ppm iken, ikinci yıl 29.1 ppm olarak saptanmıştır. Toprak+yapraktan ınkonun uygulandığı işlemede ise, tane ınko konsantrasyonu yılların sırasına göre 23.9 ve 40.9 ppm olarak belirlenmiştir (Tablo 10). İlk yıl yaşanan olumsuz hava koşulları ve şubat ayında meydana gelen şiddetli yağışlar nedeniyle araziye ıkılamamış ve kardeşenme döneminde yapraktan uygulanması gereken ınko gübrelemesi yapılamamıştır. Sadece sapa kalkma döneminde yapraktan ınko uygulanmıştır. Bu durum, yıllar arasında farklılıklara neden olmuştur.

Araştırmada, ınkonun her iki uygulama şekillerinde de, eşitler arasında istatistiki olarak farklılık görölmemiştir. Buna göre topraktan ve toprak+yapraktan ınko uygulamasının yapıldığı parsellerde, araştırmada incelenen Fuatbey-2000 ve Amanos-97 eşitlerinin tane ınko konsantrasyonu; uygulama şekillerinin ve eşitlerin sırasına göre, ınko dozlarının ortalaması olarak 27.5 ve 26.3 ppm ile 32.9 ve 31.9 ppm olarak belirlenmiştir. Topraktan uygulama şeklinde, eşit x yıl interaksyonu ve eşit x ınko interaksyonu ile; toprak+yapraktan ınko uygulandığı işlemlerde de ınko x yıl interaksyonu istatistiki açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 10).

4. Sonular

ınko uygulamasının makarnalık buğdayın verim

ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği bu alışmada; buğdayın gelişme süresince karşılaştığı problemlere rağmen; ınko uygulamaları, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilemiştir. ınko uygulamalarının özellikle tane ınko konsantrasyonunu istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. ınkonun eşitlerin dayanıklılığını arttırmış olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda; toprakta 0.23-0.25 ppm ınko varlığında, topraktan dekara 1-2 kg ınko uygulamasının, tane ınko konsantrasyonu, verim ve verim unsurları üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Tane ınko konsantrasyonu üzerine ise ınkonun toprak+yaprak uygulamasının daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Projeye (Proje No: TAGEM/TA/06/03/01/002) desteklerinden dolayı; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alloway, B.J., 2008. Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications, International Zinc Association: Brussels.
- Anonymous, 1954. U.S. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils (Ed L.A. Richards). USDA Agriculture Handbook B, No: 60, U.S. Government Printing Office, Washington.
- Black, R.E., Lindsay, H.A., Bhutta, Z.A., Caulfield, L.E., De Onnis, M., Ezzati, M., Mathers, C., Rivera, J., 2008. Maternal and child undernutrition: Global and regional exposures and health consequences. *Lancet*, 371(9608): 243-260.
- Bouis, H.E., Welch, R.M., 2010. Biofortification a sustainable agricultural strategy for reducing micronutrient malnutrition in the global south. *Crop Science*, 50(Supplement_1), S-20.
- Bouyoucos, G.J., 1952. Hydrometer method improved for making particle size at analysis of soil. *Agronomy journal*, 54(5): 464-465.
- Brown, K.H., Rivera, J.A., Bhutta, Z., Gibson, R.S., King, J.C., Lönnerdal, B., Ruel, M.T., Sandtröm, B., Wasantwisut, E., Hotz, C., 2004. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document, 1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food and Nutrition Bulletin*, 25(1 Suppl 2): 99-203.
- Ceylan, ř., Akdemir, H., Oktay, M., İrget, E., 1998. ınko uygulamalarının Lirasa-92 ve Cumhuriyet-75 buğday eşitlerinde verim ve bazı verim kriterlerine etkisi. *1. Ulusal ınko Kongresi*, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 229-234.

- Çağlar, K.Ö., 1949 Toprak Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 108, Adana.
- Çakmak, İ., 1994. Selection and characterisation of Creal genotypes with high resistance to zinc deficiency and boron toxicity and evaluation of bioavailability of zinc in creals for GAP and Central Anatolia Regions. "TU-GENOTYPES" NATO Science for Stability Programme. III. Progress Report, Çukurova University, Adana.
- Çakmak, İ., 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil*, 302: 1-17.
- Çakmak, İ., 2012. Harvest plus zinc fertilizer project: Harvest zinc. *Better Crops*, 96(2): 17-19.
- Çakmak, İ., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H.J., Yılmaz, A., 1999. Zinc deficiency as an actual problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for Stability Project. *Field Crops Research*, 60(1-2): 175-188.
- Çakmak, İ., Kalaycı, M., Kaya, Y., Torun, A.A., Aydın, N., Wang, Y., Arısoy, Z., Erdem, H., Yazıcı, A., Gökmen, O., Öztürk, L., Horst, W.J., 2010b. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16): 9092-9102.
- Çakmak, İ., Pfeiffer, W.H., McClafferty, B., 2010a. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87(1): 10-20.
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Eranoğlu, B., Braun, H.J., 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180: 165-172.
- Ekiz, H., Bağcı, S.A., Kırıl, A.S., Eker, S., Gültekin, İ., Alkan, A., Çakmak, İ., 1998a. Effects of zinc fertilization and irrigation on grain yield and zinc concentration of various cereals grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal Plant Nutrition*, 21(10): 2245-2256.
- Ekiz, H., Öztürk, L., Bağcı, S.A., Gültekin, İ., Yılmaz, A., Çakmak, İ., 1998b. Çinko noksanlığının buğdayın kuraklık toleransı üzerine etkileri. *I. Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 511-517.
- Erdal, İ., Yılmaz, A., Taban, S., Eker, S., Çakmak, İ., 2002. Phytic acid and phosphorus concentrations in seeds of wheat cultivars grown with and without zinc fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 25(1): 113-127.
- Gezgin, S., 1998. Farklı form ve dozlarda yapraktan uygulanan çinkonun buğdayın verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *I. Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 213-221.
- Gibson, R.S., Hess, S.Y., Hotz, C., Brown, K.H., 2008. Indicators of zinc status at the population level: A review of the evidence. *British Journal of Nutrition*, 99(3): 14-23.
- Graham, R.D., Ascher, J.S., Hynes, S.C., 1992. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. *Plant and Soil*, 146(1-2): 241-250.
- Jackson, M.L., 1959. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jackson, M.L., 2005. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. UW-Madison Libraries Parallel Press.
- Jiang, W., Struik, P.C., Lingna, J., Van Keulen, H., Ming, Z., Stomph, T.J., 2007. Uptake and distribution of root-applied or foliarapplied 65Zn after flowering in aerobic rice. *Annals of Applied Biology*, 150(3): 383-391.
- Kalaycı, M., 1993. Eskişehir'de mikroelement noksanlıklarının buğday ve arpa verimine etkileri. TİGEM Meslek İçi Semineri, 13-21 Aralık, Antalya.
- Kalaycı, M., Aydın, M., Kaya, F., Özbek, V., Siirt, S., 1993. Mikro besin maddesi denemeleri. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1992-1993 Yılı Serin İklim Tahılları Projesi Gelişme Raporu, Eskişehir.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.
- Mandal, A.B., Singharoy, A.K., 1989. Selection of some wheat genotypes on Terai. *Soil, Environment and Ecology*, 7(4): 978-979.
- Manzeke, G.M., Mtambanengwe, F., Nezomba, H., Mapfumo, P., 2014. Zinc fertilization influence on maize productivity and grain nutritional quality under integrated soil fertility management in Zimbabwe. *Field Crop Research*, 166: 128-136.
- Mishra, S.S., Gulati, J.M.L., Nanda, S.S., Garyanak, L.M., Jenz, S.N., 1989. Micronutrient studies in wheat. *Orissa Journal of Agricultural Research*, 22(2): 94-96.
- Mungan, S., Doran, İ., 2003. Farklı doz ve yöntemlerle uygulanan çinkonun makarnalık buğday arpanın verim ve verim unsurlarına etkileri. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 13-17 Ekim, Diyarbakır, Cilt: 2, s. 510-515.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture, Circular No. 939.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Palacios-Rojas, N., Meng, E., Pixley, K., Trethowan, R., Pena, R.J., 2007. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal Cereal Science*, 46(3): 293-307.
- Özbek, V., Özgümüş, A., 1998. Farklı çinko uygulamalarının değişik buğday çeşitlerinin verim ve bazı verim kriterleri üzerine etkileri. *I. Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 183-190.
- Pahlavan-Rad, M.R., Pessarakli, M., 2009. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(7-8): 1322-1332.
- Pfeiffer, W.H., McClafferty, B., 2007. Harvest plus: Breeding crops for better nutrition. *Crop Science*, 47(Suppl.3): 88-105.

- Phattarakul, N., Rerkasem, B., Li, L.J., Wu, L.H., Zou, C.Q., Ram, H., Sohu, V.S., Kang, B.S., Sürek, H., Kalaycı, M., Yazıcı, A., Zhang, F.S., Çakmak, İ., 2012. Biofortification of rice grain with zinc through zinc fertilization in different countries. *Plant and Soil*, 361(1-2): 131-141.
- Prasad, R., Shivay, Y.S., Kumar, D., 2014. Agronomic biofortification of cereal grains with iron and zinc. *Advances in Agronomy*, 125: 55-91.
- Sade, B., Soylu, S., Kan, A., Yıldız, C., 1996. Farklı lokasyonlarda yapraktan uygulanan çinkonun buğdayda verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(12): 45-54.
- Sayed, E., Gheith, M.S., El-Badry, O.Z., 1988. Effects of the dates of zinc application on wheat. *Beyrage Zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinormadizin*, 26(3): 273-278.
- Sillanpaa, M., 1982. Micro Nutrients and the Nutrient Status of Soils. A Global Study. FAO Soils Bulletin, No. 48, FAO, Rome.
- Singh, U., Praharaj, C.S., Singh, S.S., Bohra, A., Shivay, Y.S., 2015. Biofortification of pulses: Strategies and challenges. *In Proceedings of The Second International Conference on Bio-Resource and Stress Management*, Hyderabad, India, pp. 50-55.
- Taban, S., Alpaslan, M., Güneş, A., Aktaş, M., Erdal, İ., Eyüpoğlu, H., Baran, İ., 1998. Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararı üzerine etkisi. *I. Ulusal Çinko Kongresi*, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 147-155.
- Toğay, Y., Toğay, N., Kocakaya, Z., Erdal, İ., Çiğ, F., 2005. Van koşullarında çinko uygulamasının farklı buğday çeşit ve hatlarında verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Araştırma Sunusu Cilt I*, 5-9 Eylül, Antalya, s. 595-600.
- Waters, B.M., Grusak, M.A., 2008. Whole-plant mineral partitioning throughout the life cycle in *Arabidopsis thaliana* ecotypes Columbia, Landsberg erecta, Cape Verde Islands, and the mutant line ysl1ysl3. *New Phytologist*, 177(2): 389-405.
- White, J.G., Zasoski, R.J., 1999. Mapping soil micronutrients. *Field Crop Research*, 60(1): 11-26.
- White, P.J., Broadley, M.R., 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends Plant Science*, 10(12): 586-593.
- Xue, Y.F., Yue, S.C., Zhang, Y.Q., Cui, Z.L., Chen, X.P., Yang, F.C., Çakmak, İ., McGrath, S.P., Zhang, F.S., Zou, C.Q., 2012. Grain and shoot zinc accumulation in winter wheat affected by nitrogen management. *Plant Soil*, 361(1-2): 153-163.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Aydın, A., Çakmak, İ., 1995. Determination of zinc application methods in zinc-deficient-wheat growing areas of Central Anatolia. *Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symposium of CIEC*, 25-30 September, Kuşadası, Turkey, pp. 91-95.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gültekin, İ., Karanlık, S., Bağcı, S.A., Çakmak, İ., 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat grown on zinc-deficient calcareous soils in Central Anatolia. *Journal Plant Nutrition*, 20(4-5): 461-471.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Gültekin, İ., Torun, B., Barut, H., Karanlık, S., Çakmak, İ., 1998. Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21(10): 2257-2264.
- Zhang, Y.Q., Sun, Y.X., Ye, Y.L., Karim, M.R., Xue, Y.F., Meng, Q.F., Cui, Z.L., Çakmak, İ., Zhang, F.S., Zou, C.Q., 2012. Zinc biofortification of wheat through fertilizer application in different locations of China. *Field Crop Research*, 125: 1-7.
- Zou, C.Q., Zhang, Y.Q., Rashid, A., Ram, H., Savaşlı, E., Arısoy, R.Z., Ortiz-Monasterio, I., Simunji, S., Wang, Z.H., Sohu, V., Hassan, M., Kaya, Y., Önder, O., Lungu, O., Yaqub Mujahid, M., Joshi, A.K., Zelenskiy, Y., Zhang, F.S., Çakmak, İ., 2012. Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant Soil*, 361(1-2): 119-130.