

BEŞ TRİTİKALE ÇEŞİDİNDE ÇİNKONUN BAZI FİDE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Nurdilek GÜLMEZOĞLU ATILGAN¹ İnci TOLAY
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Kabul Tarihi: 28 Nisan 2008

Özet

Tescilli beş tritikale çeşidinin (Tatlıcak 97, Karma 2000, Presto 2000, Melez 2001 ve MİKHAM 2002) ile çinko (Zn) eksikliğine sahip, kireçli Eskişehir-Sultanönü toprağında, sera koşullarında 21 gün süre ile 0 ve 5 mg Zn/kg toprakta yetiştirilerek (Zn) eksikliğinin kök büyümesi ve fide gelişimine etkileri araştırılmıştır. Denemedeki tritikale çeşitlerinin toprak üstü (14 ve 21 günlük fide boyu, yeşil aksam kuru madde verimi) ve toprak altı aksamlarına (kök sayısı, kök uzunluğu, kök kuru madde verimi ve kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi) (Zn) uygulamasının olumlu etkisi bulunmuştur. (Zn) uygulamasıyla yeşil aksam kuru madde verimleri en fazla Tatlıcak 97 ve Melez 2001’de artarken, Presto 2000 ve MİKHAM 2002 (Zn) uygulamasına en az cevap veren çeşitler olmuştur. Çinko uygulaması, Tatlıcak 97 ve Presto 2000 çeşitlerinin kök gelişimi üzerinde en az etkili olurken, Melez 2001 ve Karma 2000 en çok etkilenmiştir. Sonuçta Presto 2000, 21 günlük süre sonunda (Zn) uygulamasına en az cevap veren çeşit olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çinko, Tritikale, Kök Büyümesi, Fide Gelişimi

Effect of Zinc on Some Seedling Traits in Five Triticale Cultivars

Abstract

The effect of different zinc (Zn) application doses (0 and 5 mg Zn/kg soil) on development of root and shoot of five registered tritikale cultivars (Tatlıcak 97, Karma 2000, Presto 2000, Melez 2001 and MİKHAM 2002) grown on a calcareous (Zn) deficient soil (Eskişehir-Sultanönü) for the 21 days was investigated under greenhouse conditions. Zinc application at the rate of 5 mg kg⁻¹ soil had a positive effect on above ground parts (plant height on 14th and 21th days, shoot dry matter yield) and under ground parts (root number, root length, root dry weight and root dry weight/shoot dry weight) of tritikale cultivars used in the experiment. While Tatlıcak 97 and Melez 2001 cultivars increased much more their above ground parts by (Zn) application, Presto 2000 and Mikham 2002 responded least to (Zn) application. While the influence of (Zn) application on the root development of Tatlıcak 97 and Presto 2000 cultivars was least among cultivars, Melez 2000 and Karma 2000 were the most affected cultivars by (Zn) application with respect to root development. In conclusion, Presto 2000 was the cultivar which responded the least to (Zn) application at the end of the 21 days of period.

Keywords: Zinc, Triticale, Root Growth, Seedling Development

1.Giriş

Çinko (Zn) eksikliği dünyanın birçok yerinde yetiştirilen tarımsal ürünlerde en yaygın olarak görülen mikro element problemlerindedir (Genç ve ark., 2006). Sillanpaa (1990) tarafından 25 ülkeden toplanan toprak örneklerinin %50’sinde Zn eksikliği olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de de topraklarda ve bitkilerde Zn eksikliği en yaygın mikro element problemlerinin başında gelmektedir (Çakmak ve ark., 1999a). Eyüpoğlu ve ark (1994) tarafından, Türkiye’deki tarım yapılan arazilerin %50’sinde Zn eksikliği olduğu ve özellikle

Orta Anadolu topraklarında bu eksikliğin yoğun olduğu bildirilmiştir. Bu bölgede, toprağın CaCO₃’ca zengin olması, pH’sının 7.5-8.1 arasında olması ve kuraklık Zn’nun toprakta hareketliliğini sınırlayan en önemli etkenlerdir (Çakmak 1999a).

Welch ve ark. (1982), Zn’nun kök hücre plazma membranının stabilizasyonunda ve buğdayın kök hücre zarlarında iyon taşıma işleminde (H₂PO₄ ve Cl taşınmada) önemli fonksiyona sahip olduğunu belirtmişler, Hewitt ve ark. (1954) ve Paribok ve Alekseeva-Popova (1965) ise

¹ İletişim: N. Gülmezoğlu Atılğan, e-posta: dgulmez@ogu.edu.tr

Zn'nun bitki kökleri tarafından değişik iyonların alınımını düzenlenmesi ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir.

Buğday genotiplerinde kök morfolojisini inceleyen Dong ve ark (1995), Zn'ca etkin olanların, Zn'ca etkin olmayanlara göre daha çok sayıda ince köklere sahip olduklarını belirleyerek; Zn'ce etkin buğday genotiplerinin uzun ve ince kökleri sayesinde toprakla daha iyi temas ederek topraktaki Zn'dan daha etkin yararlanabileceğini bildirmişlerdir. Çakmak ve ark. (1998) ve Erenoğlu ve ark. (1999), etiketli (Zn⁶⁵) uygulayarak, çavdarda, ekmeklik ve makarnalık buğdaya göre kökten gövdeye Zn taşınımı ve alınımını daha çok olduğunu belirlemişlerdir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinin, Zn etkinliğinden sorumlu farklı mekanizmalara sahip oluşu, çeşitler arasında Zn alım ve kökten gövdeye taşınma kapasitesindeki farklılığa neden olmaktadır. Tahıl türlerinin Zn eksikliğinde gösterdiği duyarlılık makarnalık buğday > yulaf > ekmeklik buğday > arpa > tritikale > çavdar şeklinde sıralanmaktadır (Çakmak ve ark., 1997; Torun ve ark., 1998; Ekiz ve ark., 1998).

Kök; bitkilerin mineral element alınımını ve gelişmesini etkileyen en önemli organ olup morfolojisi, besinin gövdeye taşınması ile verim düzeyi arasında doğrudan ve önemli bir ilişkinin olduğunu gösterir (Russell, 1977). Tahıllarda; fidenin çıkış hızı ile gelişme durumu ve canlılığı, verimi etkileyen önemli özelliklerdendir (Koç ve Genç, 1988). İlk gelişme devrelerinde köklerini daha iyi büyüten genotipler olumsuz koşullara karşı daha dayanıklı ve genotipin birim alandan sağlayacağı tane ve sap verimi daha çok olmaktadır (Kınacı ve Kınacı, 2006). Kış öncesi kök ve fide gelişimini yeterince tamamlayamayan bitkiler kıştan fazla zarar görebilmekte ve bu da verimi olumsuz şekilde etkilemektedir.

Bu çalışmada, ekim öncesi topraktan uygulanan Zn'nun beş tescilli kışlık tritikale çeşidinde (Tatlıcak 97, Karma 2000, Presto 2000, Melez 2001 ve MİKHAM 2002) fide çıkışı, fide boyu (cm), yeşil aksam kuru madde verimi (mg), kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), kök kuru madde verimi (mg)

ve kök kuru madde verimi/ yeşil aksam kuru madde verimi oranına etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan 5 tritikale çeşidi (Tatlıcak 97, Karma 2000, Presto 2000, Melez 2001 ve MİKHAM 2002) kullanılmıştır. Denemede Zn'ca fakir Eskişehir-Sultanönü toprağı kullanılmıştır. Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Ekim ve Zn Uygulaması

Plastik (16 x 14.5 cm) saksıların kullanıldığı denemede, her saksıya 1650 g, 4 mm'lik elekten geçirilmiş hava kuru toprak konulmuştur. Temel gübreleme olarak tüm saksılara Ca(NO₃)₂.4H₂O formunda 200 mg N/kg toprak, KH₂PO₄ formunda 100 mg P/kg toprak uygulanmıştır (Çakmak ve ark., 1999b). Zn uygulaması ise 0 ve 5 mg Zn/kg toprak şeklinde gerçekleştirilmiştir. Gübreler suda çözündürülerek 1650 g toprak miktarı başına ilgili miktarlarda konulduktan sonra iyice karıştırılarak gübrelenmiş toprak tartılarak saksılara doldurulmuştur. Her saksıya 20'şer tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra saksılardaki bitkiler 15'er tane olacak şekilde seyreltilmiştir.

2.2.2. Verilerin Elde Edilmesi

Araştırma; üç tekrarlamalı olarak, tesadüf blokları deneme deseninde yürütülmüştür (Açıkgöz, 1993). Çıkıştan 14 gün sonra fide boyu (cm) ölçülmüş ve 21 gün sonra bitkiler köklü olarak çıkartılıp, uniform görünümlü olan 10 bitkinin kök ve yeşil aksamı makasla kesilerek ayrılmıştır. Kökler, ince bir elek içerisine konularak musluk suyunda yıkanmıştır. Yıkanıp kağıt arasında kurutulan bitkilerde, kök sayısı (adet) ve 21 günlük fide boyuna (cm) ait ortalama değerler bulunmuş; kök ve toprak

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Eskişehir-Sultanönü Toprağının Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri (Lindsay ve Norwell, 1978; FAO, 1990)

pH	Tuz (%)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)	Tekstür	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
8.04	0.08	0.69	14.9	Killi	0.09	2.64	2.13	1.05

üstü fırın kuru ağırlıkları (g) 70⁰C’de sabit ağırlığa gelince tartılmış (Çakmak ve ark., 1999b) ve bu değerlerden kök kuru ağırlığı/toprak üstü kuru ağırlık oranları belirlenmiştir.

2.2.3. Toprak Analiz Yöntemleri

Toprak örneklerinin pH değerleri Jackson (1959)’a göre saturasyon çamuru oluşturulduktan sonra, WTW dijital pH metre ile; kireç içeriği ise Çağlar (1949) göre Scheibler kalsimetresi ile hesaplanmış; toprak tekstür sınıfı Bouyoucus (1951)’a göre hidrometre yöntemiyle ve organik madde tayini “Walkley ve Black”e göre yapılmıştır (Jackson, 1958). Toplam tuz Wheatstone Bridge (Anonymous, 1954) metodu kullanılarak; yarayışlı Zn, Fe, Mn ve Cu analizleri DTPA metoduna göre belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

2.2.4. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Deneme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi TARİST (Açıkgöz ve ark., 1994) paket programı ile yapılarak, ortalamalar LSD (P<0.05) testine göre değerlendirilmiştir (Snedecor and Cochran, 1980). Çinko uygulanması ve uygulanmamasına göre özellikler arasındaki ilişkiler belirlenerek, (P<0.05 ve P<0.01) önemlilikleri saptanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Denemeye alınan beş tritikale çeşidinde çıkıştan 14 ve 21 gün sonraki fide boyu, yeşil aksam kuru madde verimi, kök sayısı, kök uzunluğu, kök kuru madde verimi ve kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi oranlarına ait değerlerde varyans analizi yapılmış (Çizelge 2) ve ortalamalar arasındaki fark LSD testine göre (P<0.05) düzeyinde belirlenerek sonuçlar Çizelge 3, 4 ve 5’de verilmiştir.

3.1. Fide Boyu

Kullanılan tritikale genotiplerinde 14 ve 21 günlük fide boyu bakımından çeşitler ve Zn uygulamaları arasında %1 fark bulunurken, “Çeşit x Zn” interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Tritikale genotiplerinin fide boyları 14. günde -Zn uygulamasında 4.983 cm (Presto) ile 5.30 cm (Karma 2000) arasında ve +Zn uygulamasında ise 5.00 cm (MİKHAM 2002) ile 7.083 cm (Karma 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çinko uygulaması 14. gün sonunda tüm genotiplerde boy artışına yol açmıştır. Bu artış en çok %33.6 ile Karma 2000’de, en az %18.6 ile Tathıcak 97’de olmuştur. Bitkilerin çıkıştan 21 gün sonra Zn uygulanmadığında 5.882 cm (MİKHAM-2002) ile 7.299 cm (Presto 2000), Zn uygulandığında 6.346 cm (MİKHAM 2002) ile 9.054 cm (Melez 2001) arasında değiştiği görülmüştür. Çinko uygulaması en fazla boy artışı %21.1 ile Melez 2001 çeşidinde, en az artış ise %6 ile Presto 2000 çeşidinde olmuştur. Presto 2000’de 21. gün sonundaki boy artışı, 14. gün sonundaki boy artışına göre daha az olduğundan, çıkıştan sonraki iki hafta içinde Zn’den daha çok yararlandığı söylenebilir. Tohumların ekiminden çıkışına kadarki sürede, Zn uygulanan saksılardaki tohumlarda 2-3 gün erken ve homojen bir çıkışın olduğu gözlenmiştir. Bitkilerin fide boyu ortalamaları incelendiğinde 14. gündeki +Zn uygulamasının tritikale çeşitlerinde; (-Zn) uygulamasına göre bir haftalık boy artışı sağladığı belirlenmiştir. Çinko uygulamasının Tathıcak 97 çeşidinde 21 gün sonunda fazla boy artışına (%10.3) neden olmadığı, Melez 2001’in ise Zn uygulamasına olumlu yanıt verdiği görülmektedir.

Büyüme mevsiminin kısa olduğu yerlerde, erken çıkış ve hızlı fide büyümesi başarılı bir tahıl yetiştiriciliğinin ön koşuludur (Kün, 1996). Kışlık ekimde, kışı

Çizelge 2. Tritikale Çeşitlerinde 14 ve 21 Günlük Fide Boyu ve Yeşil Aksam Kuru Madde Verimine (mg) İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	Fide Boyu (cm)						Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi (mg)		
	14 gün			21 gün			21 gün		
	- Zn	+ Zn	% Artış	- Zn	+ Zn	% Artış	- Zn	+ Zn	% Artış
LSD ($\alpha=0.05$)									
Ç	0.71**			1.01**			0.59**		
Zn	0.45**			0.63**			0.37**		
Ç x Zn	1.02 ^{öd}			1.42 ^{öd}			0.83*		
Tatlıcak 97	5.100	6.050	18.6	7.003	7.724	10.3	25.977	28.427	9.4
Karma 2000	5.300	7.083	33.6	7.018	7.828	11.5	26.250	27.973	6.6
Presto 2000	4.983	6.500	30.4	7.299	7.736	6.0	25.500	25.857	1.4
Melez 2001	5.117	6.650	30.0	7.475	9.054	21.1	23.987	25.833	7.7
MİKHAM 2002	4.183	5.000	19.5	5.882	6.346	7.9	20.933	22.167	5.9
Ortalama	4.936	6.256	26.4	6.935	7.737	11.3	24.529	26.051	6.2

-Zn: Çinko uygulanmayan; +Zn: Çinko uygulanan; Çinko; öd: önemli değil; *, P<0.05; **, P<0.01

sert geçen bölgelerde hızlı çıkış ve iyi bir fide gelişimi kışa dayanıklılığı artırır (Sönmez, 2000). Aksi durumda kış öncesi fide gelişmesini yeterince tamamlayamayan bitkilerde verim olumsuz yönde etkilenir. Yetersiz düzeydeki Zn'nun, bitki boyunda kısalmaya neden olması en yaygın Zn eksiklik belirtisidir (Çakmak ve ark., 1996a). Ayrıca, tarla koşullarındaki hasat zamanında ekmeklik buğday (Brennan, 1992; Bayraklı ve ark., 1995) ve arpada (Kenbaey ve Sade, 1998) Zn uygulamasının, bitki boyunda kontrole göre %25.6 ile 53 arasında bir artışa neden olduğu saptanmıştır.

3.2. Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi (mg)

Yeşil aksam kuru madde verimi bakımından çeşitler ve Zn uygulaması %1 düzeyinde, "Çeşit x Zn" etkileşimi ise %5 düzeyinde farklılık göstermiştir. Çıkıştan 21 gün sonra genotiplerin toprak üstü kuru madde verimleri bakımından Zn uygulaması incelenen genotiplerde bir artış meydana getirmiştir. Çinko uygulaması ile yeşil aksam kuru madde miktarı, 28.427 mg ile en çok Tatlıcak 97, en az MİKHAM 2002'de (22.167 mg); artış oranı en çok Tatlıcak 97'de (%9.4) en az Presto 2000 (%1.4)'de olmuştur.

Çinko eksikliğinde tahıl türlerinin gösterdikleri ilk tepki yeşil aksam büyümesi ve yaprak büyüklüğünde ortaya çıkan

azalmadır (Çakmak ve ark., 1996a; 1997). Torun ve ark. (1998), Zn eksikliğine karşı değişik tahıllardaki duyarlılığı belirlemek üzere yürüttükleri sera çalışmasında, Zn uygulanan bitkilerin yeşil aksamlarının arttığını ve kullandıkları tritikale çeşitlerinde %33 oranında bir artış gözlemişlerdir. Tolay ve ark. (1998) tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise Zn uygulamasının tritikalede; anaçları olan çavdardan daha çok, buğdaydan ise daha az oranda yeşil aksam kuru madde artışı sağladığı bildirilmiştir.

3.3. Kök Sayısı

Kök sayısı bakımından, denemeye alınan tritikale çeşitleri arasında %1 istatistiksel önem düzeyinde farklılık olurken; Zn uygulaması ve "Çeşit x Zn" etkileşimi için yapılan varyans analizinde istatistiksel anlamda farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 3). Presto 2000'de Zn uygulamasıyla en çok kök sayısına (5.732 adet) ulaşılrken, bu özellik MİKHAM 2002'de ise hem Zn uygulanan (4.398 adet) hem Zn uygulanmayan (4.392 adet) ortamlarda en düşük değere sahip olmuştur. Zn uygulaması Tatlıcak 97 çeşidinin kök sayısını %5.4 oranında artırmış; MİKHAM 2002 çeşidinde ise bu artışa Zn uygulamasının etkisi çok az olmuştur (%0.1). Tahıllarda kök sayısı, bitkide meydana gelen yeni kardeşlerle artar (Kün, 1996). Bu çalışmada, Zn uygulaması

Çizelge 3. Tritikale Çeşitlerinde Kök Sayısı ve Kök Uzunluğu (cm) Bakımından Varyans Analizi Sonuçları

	Kök sayısı (adet)			Kök uzunluğu (cm)		
	-Zn	+Zn	% Artış	-Zn	+Zn	% Artış
<u>LSD ($\alpha=0.05$)</u>						
Ç		0.39**			1.10**	
Zn		0.24 ^{öd}			0.69**	
Ç x Zn		0.55 ^{öd}			1.55**	
Tatlıcak 97	4.417	4.657	5.4	13.082	13.314	1.8
Karma 2000	4.940	5.018	1.6	15.611	15.733	0.8
Presto 2000	5.548	5.732	3.3	12.361	14.468	17.0
Melez 2001	4.476	4.607	2.9	12.167	12.328	1.3
MİKHAM 2002	4.392	4.398	0.1	14.205	18.155	27.8
Ortalama	4.755	4.882	2.7	13.485	14.800	9.7

-Zn: Çinko uygulanmayan; +Zn: Çinko uygulanan; öd: önemli değil; *, P<0.05; **, P<0.01

ile kök sayısında artışın önemli bir fark göstermediği görülmüştür. Tahıllarda ilk gelişme devresinde kök sayısının artması, kurağa dayanıklılığı da artırmanın bir göstergesi olabilmektedir (Geçit ve ark., 1987; Barnabas ve ark., 2008).

3.4. Kök Uzunluğu (cm)

Kök uzunluğunda tritikale çeşitleri Zn uygulaması ve “Çeşit x Zn” etkileşiminde %1 düzeyinde fark bulunmuştur (Çizelge 3). Çinko uygulaması ile en fazla artış oranı MİKHAM 2002 çeşidinde (%27.8), en az artış oranı ise Karma 2000 çeşidinde (%0.8) olmuştur. Çinko uygulamasının tritikale çeşitlerinin kök uzunluklarındaki artışı etkilemesine göre sıralanacak olursa; MİKHAM 2002 ve Presto 2000 en çok etkilenen; Tatlıcak 97, Melez 2001 ve Karma 2000 ise görece olarak en az etkilenen çeşitler olmuşlardır (Çizelge 3). Bu durum Rengel ve Graham (1995) ve Çakmak ve ark. (1996b)'nın buğdayda yürüttükleri çalışmalarda saptadıkları gibi bu çalışmadaki tritikale çeşitlerinin Zn eksikliğine karşı farklı dayanıklılık tepkileri gösterdiklerini doğrular niteliktedir.

Dong ve ark. (1995), buğday genotiplerinde Zn'nun kök morfolojisine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Zn'ca etkin buğday çeşitlerinin gelişimlerinin ilk devrelerinde daha uzun ve daha ince kökler geliştiklerini belirlemişlerdir. Rengel ve Graham (1995), bu özelliğin Zn iyonlarının

bitkiye topraktan yavaş işleyerek daha çok Zn alınabilmesinde yararlı olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, MİKHAM 2002 ve Presto 2000 çeşitleri diğerleriyle karşılaştırıldığında, Zn uygulamasının yapıldığı koşulların daha fazla oranda kök uzunluğu artışı sağladıkları görülmüştür.

3.5. Kök Kuru Madde Verimi(mg)

Kök kuru madde verimi bakımından denemeye alınan çeşitler arasında ve Zn uygulaması %1 düzeyinde, “Çeşit x Zn” ise %5 düzeyinde farklılık saptanmıştır (Çizelge 4). Yapılan Zn uygulamasının tritikale çeşitlerinde kök kuru madde verimini artırdığı gözlenmiştir.

Kök kuru madde verimi; Zn uygulanan Karma 2000 çeşidinde en çok (20.06 mg), Zn uygulanmayan MİKHAM 2002 çeşidinde en az (14.027 mg) elde edilmiştir. Çinko uygulamasının kök kuru madde veriminde yol açtığı en çok artış Karma 2000 (%40.2)'de olurken, en az artış Presto 2000 (%4.5)'de kalmıştır (Çizelge 4). Çinko uygulaması, Karma 2000 çeşidinin kök sayısı (%1.6) ve kök uzunluğunda (%0.8) oldukça düşük artış göstermesine rağmen (Çizelge 3), kök kuru madde veriminde oldukça yüksek artış sağlaması, Dong ve ark. (1995)'nin çalışmalarındaki gibi ince köklerin sayısının fazla ve kök kuru madde veriminin yüksekliğiyle açıklanabilir. Yine, Loneragan ve ark. (1987) tarafından buğdayda

Çizelge 4. Tritikale Çeşitlerinde Kök Kuru Madde Verimi ve Kök Kuru Madde Verimi/Yeşil Aksam Kuru Madde Verimine İlişkin Varyans Analizi sonuçları

	Kök kuru madde verimi (mg)			Kök kuru madde verimi/ Yeşil aksam kuru madde verimi (%)		
	-Zn	+Zn	% Artış	-Zn	+Zn	% Artış
LSD ($\alpha=0.05$)						
Ç		1.81**			0.08*	
Zn		1.14**			0.05**	
Ç x Zn		2.56*			0.11 ^{öd}	
Tatlıcak 97	13.273	14.667	10.5	0.511	0.516	1.0
Karma 2000	14.307	20.060	40.2	0.543	0.718	32.2
Presto 2000	14.820	15.483	4.5	0.581	0.599	3.1
Melez 2001	14.347	18.750	30.7	0.599	0.725	21.0
MİKHAM 2002	12.143	14.027	15.5	0.584	0.634	8.6
Ortalama	13.778	16.597	20.3	0.564	0.638	13.2

-Zn: Çinko uygulanmayan; +Zn: Çinko uygulanan; öd: önemli değil; *, P<0.05; **, P<0.01

yürütülen bir çalışmada Zn uygulanmayan koşullar altında yeşil aksam kuru madde ağırlığı azalırken, kök kuru madde ağırlığının arttığı saptanmıştır.

3.6. Kök Kuru Madde Verimi /Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi(%)

Tritikale çeşitleri arasında %5, Zn uygulaması ise %1 düzeyinde istatistiki fark olurken, “Çeşit x Zn” interaksiyonunda önemli bir fark saptanamamıştır (Çizelge 4). Çinko uygulaması kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi oranında Tatlıcak 97 çeşidinde %1’lik bir artış meydana getirmiştir.

Tahıllarda kök kuru maddesi, sapa kalkmaya kadarki dönemde bitkinin toprak üstü kısmının kuru madde miktarından daha çoktur. Kışlık ekilen çeşitlerde kök sistemi derindir ve kışa dayanıklı çeşitler genel olarak kurağa da dayanıklıdır (Kün, 1996). Kurağa dayanma kök/toprak üstü kuru madde ağırlığı oranıyla ilişkilidir (Barnabas ve ark., 2008). Bu oran büyüdükçe dayanıklılık artar. Birim toprak üstü bitki ağırlığına düşen kök kütlesi artıkça da çeşidin toprak suyundan yararlanması da olumlu yönde etkilenebilir (Kün, 1996).

Elde edilen sonuçlara göre, Zn uygulaması tritikale çeşitlerinin kök/yeşil aksam kuru madde verimini artırmıştır. Nitekim buna göre, Melez 2001 (0.725) ve Karma 2000 (0.718) çeşitlerin Zn uygulamasıyla kışa ve kuraklığa daha dayanıklı çeşitler olabilecekleri söylenebilir.

Su kültüründe Zn eksikliği koşullarında buğday kök ağırlığının, gövdeye göre daha çok olduğu (Cumbus, 1985; Rengel ve Graham, 1995) saptanmış, Dong ve ark. (1995) ise buğdayda ve toprak ortamında bu oranın değişmediğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Zn eksikliğinde kök ağırlığının daha fazla olduğunu gösteren Cumbus (1985) ve Rengel ve Graham (1995) tarafından yürütülen çalışmalar ile benzerlik içindedir. Buna göre tritikale çeşitlerindeki gövde büyüme oranının, Zn eksikliğinden etkilenebildikleri izlenimi edinilmiştir.

3.7. Özellikler Arası İlişkiler

Beş tritikale çeşidinde (Tatlıcak 97, Presto 2000, Karma 2000, Melez 2001 ve MİKHAM 2002), çıkıştan 14 gün sonra fide boyu, 21 gün sonra fide boyu, yeşil aksam kuru madde verimi, kök sayısı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, kök kuru madde verimi ve kök/yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ilişkiler -Zn ve +Zn uygulamalarında çeşitler için ayrı ayrı incelenmiştir (Çizelge 5).

3.7.1. Zn Uygulanmayan Ortamda Özellikler Arası İlişkiler

İncelenen özellikler arasında Zn uygulanmayan ortamdaki -Zn tritikale çeşitlerindeki özellikler arası ilişkiler Çizelge 5’de verilmiştir. Tatlıcak 97 çeşidinin kök kuru madde verimi ile kök

Çizelge 5. Tritikale Çeşitlerinin -Zn Uygulamasında İncelenen Özellikler Arası Korelasyon Katsayıları

Özellikler	Çeşitler	14GFB	21GFB	YAKrMV	KS	KKrMV	KKrMV/YAKrMV
21GFB	Tatlıcak 97	0,169					
	Karma 2000	0,823					
	Presto 2000	0,951					
	Melez 2001	0,711					
	MİKHAM	-0,820					
YAKrMV	Tatlıcak 97	0,341	0,984				
	Karma 2000	0,500	0,903				
	Presto 2000	0,444	0,146				
	Melez 2001	-0,313	0,445				
	MİKHAM	0,854	-0,402				
KS	Tatlıcak 97	0,985	-0,001	0,176			
	Karma 2000	0,140	0,678	0,928			
	Presto 2000	0,939	0,788	0,724			
	Melez 2001	-0,960	-0,879	0,034			
	MİKHAM	-0,686	0,145	-0,964			
KKrMV	Tatlıcak 97	-0,975	0,056	-0,122	-		
	Karma 2000	0,703	0,983	0,967	0,802		
	Presto 2000	0,297	-0,011	0,988	0,606		
	Melez 2001	0,999*	0,741	-0,272	-0,971		
	MİKHAM	-0,799	0,311	-0,995	0,986		
KKrMV/YAKrMV	Tatlıcak 97	-0,997*	-0,241	-0,409	-0,970	0,955	
	Karma 2000	0,796	0,999*	0,922	0,711	0,990	
	Presto 2000	0,272	-0,038	0,983	0,585	1,000**	
	Melez 2001	0,915	0,365	-0,671	-0,764	0,896	
	MİKHAM	-0,817	0,339	-0,998*	0,980	1,000**	
KU	Tatlıcak 97	1,000**	0,180	0,352	0,983	-0,972	-0,998*
	Karma 2000	-0,507	0,072	0,493	0,782	0,256	0,118
	Presto 2000	0,010	0,318	-0,892	-0,333	-0,952	-0,960
	Melez 2001	0,485	-0,271	-0,983	-0,220	0,446	0,797
	MİKHAM	0,454	0,138	0,851	-0,960	-0,989	-0,885

*: P<0.05; **: P<0.01; 14GFB: 14 Gün Fide Boyu; 21GFB: 21 Gün Fide Boyu; Yakrmv: Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi; KS: Kök Sayısı; Kkrmv: Kök Kuru Madde Verimi; Kkrmv: Kök Kuru Madde Verimi/Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi; KU: Kök Uzunluğu.

sayısı arasında olumsuz önemli ($r = -0.998$, $P < 0.01$), Melez 2001 çeşidinin kök kuru madde verimi ile 14 günlük fide boyu arasında olumlu önemli ($r = 0.999$, $P < 0.05$) ilişki bulunmuştur (Çizelge 5).

Tatlıcak 97 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile 14 günlük fide boyu arasında ($r = -0.997$, $P < 0.05$), MİKHAM 2002 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile yeşil aksam kuru madde verimi arasında ($r = -0.998$, $P < 0.05$) olumsuz önemli ilişki, Karma 2000 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile 21 günlük fide boyu arasında ($r = 0.999$, $P < 0.05$), Presto 2000 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile kök kuru madde verimi arasında ($r = 1$, $P < 0.01$), MİKHAM 2002 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru

madde verimi ile kök kuru madde verimi arasında ($r = 1$, $P < 0.01$) olumlu önemli ilişki belirlenmiştir.

Tatlıcak 97 çeşidinin kök uzunluğu ile 14 günlük fide boyu arasında ($r = 1$, $P < 0.01$) olumlu önemli ilişki bulunurken, aynı çeşidin kök uzunluğu ile kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile kök kuru madde verimi arasında ($r = -0.998$, $P < 0.05$) olumsuz önemli ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5).

3.7.2. Zn Uygulanan Ortamda Özellikler Arası İlişkiler

Karma 2000 çeşidinin 21 günlük fide boyu ile 14 günlük fide boyu arasında ($r = -1$, $P < 0.01$) negatif ilişki belirlenmiş; Melez 2001 çeşidinin kök kuru madde verimi ile yeşil aksam kuru madde verimi arasında olumlu önemli ($r = 0.997$, $P < 0.05$) ilişki

bulunmuştur. Presto 2000 çeşidinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile kök sayısı arasında olumsuz önemli ($r=0.997$, $P<0.05$) ilişki belirlenirken, Melez 2001 ve MİKHAM 2002 çeşitlerinin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile kök kuru madde verimi ($r= 0.997$ ve $r= 0.999$, $P<0.05$) arasında olumlu önemli ilişki belirlenmiştir. Karma 2000 çeşidinin kök uzunluğu ile kök sayısı ($r= -0.996$, $P<0.05$) ve kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ($r= -0.999$, $P<0.05$) arasında önemli olumsuz ilişki bulunurken, Presto 2000 çeşidinin kök uzunluğu ile kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi arasında olumlu önemli ($r= 1$, $P<0.01$) ilişki belirlenmiştir (Çizelge 6).

Geçit ve ark. (1987) tarafından, buğdayda fide boyu ile kök sayısı artışı arasında olumlu bir ilişki belirlenmiştir. Bu sonuç incelenen çeşitlerden Tatlıcak 97'nin Zn uygulanmayan ortamda kök uzunluğu ile 14 günlük fide boyu arasında olumlu önemli ilişki ile benzerlik göstermektedir. Çinko uygulandığı koşullarda çeşitlerin fide boyu ile kök uzunluğu arasında bir ilişki bulunmamış, ancak Karma 2000 çeşidinin kök uzunluğu ile kök sayısı arasında olumsuz ilişki ($r=-0.996$, $P<0.05$) saptanmıştır (Çizelge 6).

Buna göre Melez 2001 çeşidinin Zn uygulanmasında kök kuru madde verimi ile yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ($r=0.997$, $P<0.05$) ilişki olumlu olmuş; Karma 2000 çeşidinin kök uzunluğu ile kök

Çizelge 6. Triticale Çeşitlerinin +Zn Uygulamasında İncelenen Özellikler Arası Korelasyon Katsayıları.

Karakterler	Çeşitler	14GFB	21GFB	YAKrMV	KS	KKrMV	KKrMV/YAKrMV
21GFB	Tatlıcak 97	-0.933					
	Karma 2000	-1.000*					
	Presto 2000	0.102					
	Melez 2001	0.729					
	MİKHAM 2002	0.119					
YAKrMV	Tatlıcak 97	0.375	-0.684				
	Karma 2000	0.430	-0.408				
	Presto 2000	-0.924	-0.475				
	Melez 2001	-0.616	0.090				
	MİKHAM 2002	-0.953	-0.413				
KS	Tatlıcak 97	-0.512	0.787	-0.988			
	Karma 2000	-0.971	0.976	-0.201			
	Presto 2000	-0.611	-0.850	0.751			
	Melez 2001	0.057	0.725	0.751			
	MİKHAM 2002	-0.642	-0.837	0.844			
KKrMV	Tatlıcak 97	0.979	-0.839	0.176	-0.324		
	Karma 2000	0.278	-0.300	-0.748	-0.500		
	Presto 2000	-0.977	0.112	0.695	0.429		
	Melez 2001	-0.679	0.008	0.997*	0.695		
	MİKHAM 2002	0.907	0.526	-0.905	-0.905		
KKrMV/YAKrMV	Tatlıcak 97	0.916	-0.711	-0.028	-0.125	0.979	
	Karma 2000	0.108	-0.132	-0.851	-0.344	0.985	
	Presto 2000	0.500	0.912	0.637	-0.997*	-0.304	
	Melez 2001	-0.733	-0.069	0.987	0.637	0.997*	
	MİKHAM 2002	0.929	0.479	-0.881	-0.881	0.999*	
KU	Tatlıcak 97	-0.013	0.372	0.866	0.193	-0.932	0.389
	Karma 2000	-0.178	0.201	0.409	-0.996*	0.812	-0.999*
	Presto 2000	0.518	0.904	0.994	-0.324	-0.806	1.000**
	Melez 2001	0.231	-0.498	-0.958	-0.871	-0.909	-0.831
	MİKHAM 2002	-0.187	0.953	-0.633	0.244	-0.119	0.191

*: $P<0.05$; **: $P<0.01$; 14GFB: 14 Gün Fide Boyu; 21GFB: 21 Gün Fide Boyu; Yakrmv: Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi; KS: Kök Sayısı; Kkrmv: Kök Kuru Madde Verimi; Kkrmv: Kök Kuru Madde Verimi/Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi; KU: Kök Uzunluğu.

sayısı arasındaki ilişki ise istatistiki olarak olumsuz bulunmuştur (Çizelge 6). Ayrıca, Karma 2000 çeşidinde Zn uygulaması 21 günlük fide boyu ile 14 günlük fide boyu arasında olumsuz ilişkinin olması, ilk devrede fide boyunun daha hızlı gelişebildiğini göstermiştir.

Genel olarak Zn uygulaması; özellikler arası ilişkiler bakımından Zn uygulanmayan ortam ile karşılaştırıldığında; Melez 2001'in kök kuru madde verimi ile yeşil aksam kuru madde verimi arasında ve aynı çeşidin kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi ile kök kuru madde verimi arasında, Presto 2000 çeşidinin kök uzunluğu ile kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi arasında önemli olumlu etkiler meydana getirmiştir.

4. Sonuç

Kışlık ekimde ve kışı sert geçen bölgelerde hızlı çıkış, iyi bir fide gelişimi ve kışa dayanıklılığı sağlaması açısından (FAO, 2002), tritikale çeşitlerinde Zn'nun olumlu etkisi olabilmektedir. Tritikale çeşitleri Zn uygulamasından incelenen özellikler yönünden olumlu etkilenmişlerdir. Bitkilerin toprak yüzeyine çıkmasından 14 gün sonra, Karma 2000 (%33.6), Presto 2000 (%30.4) ve Melez 2001'deki (%30) boy artış oranları yüksektir. Yirmibirinci gündeki boy artış oranı ise Melez 2001 çeşidinde en yüksek (%21.1) olmuştur. Çinko uygulamasıyla, MİKHAM 2002 çeşidinin yeşil aksam kuru madde verimindeki (%5.9) ve 14 (%19.5) ve 21 (%7.9) günlük fide boyundaki artış diğer çeşitlerin artış oranı ortalamasının altında gerçekleşmiştir. Çinko uygulaması, kök sayısını en fazla Tatlıcak 97 çeşidinde (%5.4), en az ise MİKHAM 2002 çeşidinde (%0.1) artırırken, kök uzunluğu artışı en fazla Karma 2000 çeşidinde (%27.8) belirlenmiştir. Kök kuru madde verimi Presto'da en az artarken (%4.5), kök kuru madde verimi/yeşil aksam kuru madde verimi oranı Tatlıcak 97 çeşidinde (%1) en az olmuştur.

Çeşitlerde toprak üstü aksamların Zn'dan etkilenmesi incelendiğinde; Presto 2000 ve MİKHAM 2002 en az, Tatlıcak 97

ve Melez 2001 en çok etkilenen çeşitleri oluşturmuştur. Toprak altı özellikleri incelendiğinde ise Presto 2000 ve Tatlıcak 97 en az, Karma 2000 ve Melez 2001 en çok etkilenen çeşitlerdir. Bütün özellikler dikkate alındığında incelenen çeşitler arasında çıkıştan 21. güne kadarki sürede Presto 2000, Zn'dan en az etkilenen çeşit olmuştur.

Kaynaklar

- Açıkgöz, N., 1993. Tarımda Araştırma ve Deneme Metodları (III. Basım). E.Ü. Ziraat Fak. Yay. No:478, s. 222
- Açıkgöz, N., Akbaş, M.E., Moghaddam, A. ve Özcan, K., 1994. PC'ler İçin Veritabanı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi:TARİST, 1.Tarla Bitkileri Kongresi, 24-28.04.1994, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, Bornova, İzmir, s:264-267.
- Anonymous, 1954. United States Salinity Laboratory Staff, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook, No.60.
- Barnabas, B., Jager, K. and Feher, A., 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell Env.* 31: 11-38.
- Bayraklı F., Sade B., Gezgin S., Önder, M. ve Topal A., 1995. Çinko, fosfor ve azot uygulamasının "Gerek-79" ekmeçlik buğday çeşidinin (*Triticum aestivum* L.) dane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 6 (8): 116-130.
- Brennan R.F., 1992. The effect of zinc fertilizer on take-all and the grain yield of wheat grown on zinc-deficient soils of the Esperance region, Western Australia. *Fertilizer Research*, 31: 215-219.
- Bouyoucos, G.J., 1952. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- Cumbus I.P. 1985. Development of wheat roots under zinc deficiency. *Plant Soil* 1985, 155/156: 127-130.
- Çağlar K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları Sayı: 10, sayfa 230, Ankara.
- Çakmak I., Yılmaz A., Kalaycı M., Ekiz H., Torun B., Erenoğlu B. and Braun H.J., 1996a. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant Soil*, 180: 165-172.
- Çakmak I., Sarı N., Marshner H., Kalaycı M., Yılmaz A., Eker S. and Gülüt K.Y., 1996b. Dry matter production and distribution of zinc in bread and durum wheat genotypes differing in zinc efficiency. *Plant Soil* 180: 173-181.
- Çakmak I., Ekiz H., Yılmaz A., Torun B., Koleli N. and Gültekin I., Alkan A. and Eker, S., 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheats to zinc deficiency in calcareous soils. *Plant Soil* 188: 1-10.

- Çakmak I., Torun B., Erenoğlu B., Öztürk L., Marschner H., Kalaycı M., Ekiz H. and Yılmaz A., 1998. Morphological and physiological differences in cereals in response to zinc deficiency. *Euphytica* 100, 349-357.
- Çakmak İ., Kalaycı M., Ekiz H., Braun H.J., Kılınç Y. and Yılmaz A. 1999a. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-Science for stability Project. *Field Crops Research* 60: 175-188.
- Çakmak, I., Tolay, I., Özdemir, A., Özkan, H. and Kling, C.I. 1999b. Differences in zinc efficiency among and within diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *Annals of Botany* 84: 163-171.
- Dong B., Rengel Z. and Graham D., 1995. Effects of herbicide chlorsulfuron on growth and nutrient uptake parameters of wheat genotypes differing in Zn-efficiency. *Plant Soil* 173: 275-282.
- Ekiz H., Yılmaz A. Gültekin İ., Bağcı S.A., Torun B. ve Çakmak İ., 1998. Konya yöresinde çinko noksanlığı üzerinde yürütülen araştırmalar ve sağlanan gelişmeler. I. Ulusal Çinko Kongresi, 115-121.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz S. ve Canisağ, U., 1994. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Mikroelement Durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yıllık Raporu No. 118, sayfa 25-32.
- Erenoğlu B., Cakmak I., Romheld V., Derici R. and Rengel Z., 1999. Uptake of zinc by rye, bread wheat and durum wheat cultivars differing in zinc efficiency. *Plant Soil* 209: 245-252.
- FAO, 1990. Micronutrient, assesment at the country level: an international study. *FAO Soils Bulletin* 63 Roma.
- FAO, 2002. Bread wheat –Improvement and Production. *FAO Plant Production and Protection Series* No: 30. Edited by B.B. Curtis, Rome.
- Geçit H.H., Emeklier H.Y., Çiftçi C.Y., Ünver S. ve Şenay A., Ekmeklik buğdayda ilk gelişme devresinde kök ve toprak üstü organların durumu. Türkiye Tahıl Sempozyumu. Bursa. 91-99. 6-9 Ekim 1987.
- Genç Y., McDonald G.K. and Graham R.D., 2006. Contribution of different mechanisms to zinc efficiency in bread wheat during early vegetative stage. *Plant Soil* 281:353-367.
- Hewitt E.J., Bolle-Jones EW. and Miles P., 1954. The production of copper, zinc and molybdenum deficiencies in crop plants grown in sand culture with special reference to some effects of water supply and seed reserves. *Plant Soil* 5: 205-222.
- Jackson, M., L., 1958. Soil chemical analysis. Eds. Englewood Cliffs. New Jersey, pp. 214-221.
- Kenbaey, B. ve Sade, B., 1998. Konya kıraç koşullarında arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çinko dozlarına tepkilerinin belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi, sayfa 339-348.
- Kınacı, E. ve Kınacı G., 2006. Orta Anadolu’da kışlık tahıl tarımı. T.C. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir Ziraat Odası Başkanlığı Yayını, Eskişehir, 79 s.
- Koç, M. ve Genç, İ., 1988. Tahıllarda ürün oluşumunun morfolojik ve fizyolojik esasları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı no: 8, 58 s.
- Kün E., 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1451 Ders kitabı: 431 Ankara 322 s.
- Loneragan J.F., Kirk G.J. and Webb M.J. 1987. Translocation and Function of Zinc in Roots. *J. Plant Nutrition*, 10(9-16) 1247- 1254.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. J.*, 42 (3): 421-428.
- Paribok TA and Alekseeva-Popova NV 1965. Influence of zinc on the absorption and utilization of phosphorus by plants. *Sov Plant Physiol* 12: 514-518.
- Rengel Z. ve Graham B., 1995. Wheat genotypes differ in zinc efficiency when grown in the chelate-buffered nutritient solution. I. Growth. *Plant Soil* 176, 307-316.
- Russell R.S. 1977. The absorbtion and transport of nutrients. In: R.S. Russell (ed.) *Plant Root System*. McGraw-Hill, London, Uk, pp. 62-87.
- Snedecor, G. W. and Cochran, W. G., 1980. *Statistical methods*. 7.ed. Iowa State University, Iowa, 507 p.
- Sillanpaa, M., 1990. Micronutrients assesment at the country level: An international study. *FAO Soils Bulletin* 63. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Sönmez F., 2000. Tohum iriliği ve azotun arpanın ilk gelişme devresinde kök ve toprak üstü organlara etkisi. *Turkish Journal of Forestry* 24, 669-675.
- Tolay İ., Torun B., Eker S., Köleli N., Çakmak İ. ve Schlegel R., 1998. Çavdar kromozomlarının buğday ve tritikalenin çinko eksikliğine dayanıklılığında rolü. I. Ulusal Çinko Kongresi, sayfa 379-386.
- Torun B. Cakmak Ö., Özbek H. ve Çakmak İ., 1998. Çinko eksikliği koşullarında yetiştirilen değişik tahıl türlerinin ve çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının belirlenmesi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 363-369.
- Welch, R.M., Webb, M.J. and Loneragen, J.R., 1982. Zinc in membrane function and its role phosphorus toxicity. In: *Plant Nutrition 1982*, Scaife, A. (Ed.), Proc. 9th International Plant Nutrition coll. Commonw. Agric. Bur. Farnham Royal Bucks, pp. 710-715.