



Siyez ve Kırık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin in Vitro Koşullarında Tuza Toleransının Belirlenmesi

Fırat SEFAOĞLU

Kastamonu Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Kastamonu, Türkiye

e-mail: fsefaoglu@kastamonu.edu.tr

doi: 10.17097/ataunizfd.868888

Geliş Tarihi (Received): 25.01.2021 Kabul Tarihi (Accepted): 15.07.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.09.2021

ÖZ: Bitkisel üretimde kurak ve yarı kurak bölgelerde abiyotik streslerden biri olan tuzluluk, verimin azalmasına neden olan önemli bir etmendir. Biyoteknolojik gelişmeler ile tuzluluk gibi çeşitli stres koşullarına toleranslı bitki türlerinin seleksiyonu mümkün olmaktadır. Bu nedenle, çalışma ülkemizin bazı yörelerinde yetiştiriciliği yapılan ekmeklik buğday çeşitlerinin (Kırık ve Siyez) olgunlaşmış embriyoları kullanılarak in vitro koşullarda tuz stresine olan tepkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada dört NaCl konsantrasyonları (0, 50, 100, 150 mM) kullanılmış ve Tesadüf Parselleri Deneme Planına göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, sürgün boyu, sürgün yaş ağırlık, sürgün kuru ağırlık, toplam su içeriği ve gerçek su içeriği incelenmiştir. Tuz dozlarındaki artışa bağlı olarak incelenen tüm parametrelerin değerleri azalmış ve çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Sonuç olarak kök kuru ağırlığı hariç incelenen tüm parametrelerde Siyez çeşidinin tuz stresine Kırık çeşidinden daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Buğday, İn vitro, Sürgün gelişimi, Tolerans

Determination of In vitro Salt-Tolerance in Siyez and Krik Berad Wheat Genotypes

ABSTRACT: Salinity, is one of the abiotic stresses in arid and semi-arid regions in crop production, is an important decreasing factor for yield. With biotechnological developments, it is possible to select tolerant plant species to various stress conditions such as salinity. For this reason, this study was conducted to determine the responses of bread wheat varieties (Kırık and Siyez) grown in some regions of our country to salt stress in vitro conditions using matured embryos. Four NaCl concentrations (0, 50, 100, 150, mM) were used in the study and arranged according to the Randomized Complete Plot Design with four replications. In the study, root length, root weight, root dry weight, stem height, stem fresh weight, stem dry weight, total water content and actual water content were investigated. With the increase in salt doses, there was a decrease in all examined parameters and a statistically significant difference was determined between the varieties. As a result, it can be said that Siyez variety is more tolerant to salt stress than Kırık variety in terms of all examined parameters except root dry weight.

Keywords: Salt stress, Wheat, In vitro, Shoot growth, Tolerance

GİRİŞ

İnsan beslenmesi açısından önemli bir kültür bitkisi olan buğdayın, dünyada ki açlık sorunun çözümüne yönelik konumu oldukça önemli ve stratejiktir (Boyras, 2013). USDA'nın 2019/2020 Ocak ayı üretim sezonu projeksiyonlarına göre dünyada 2.7 milyar ton olan toplam tahıl üretiminin %29'unu buğday üretimi oluşturmaktadır. Uluslararası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi (CIMMYT) verilerine göre günümüzde, dünya genelinde 80 milyon buğday yetiştiricisi olduğu ve 2050 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun yeterli

düzeyde beslenmesi için günümüzde üretilen buğdaydan %60-70 daha fazla üretilmesi gerektiği bildirilmiştir (Atak, 2017). Türkiye'de ise buğday en fazla ekilen tahıl cinsi olup, 2018 yılında dünya üretiminin yaklaşık olarak %3.1'ne karşılık gelen 20 milyon ton buğday üretilmiştir (Karaozan, 2019). Türkiye genelinde de buğday üretim alanı TÜİK verilerine göre ortalama 7.7 milyon hektardır. Türkiye'de her 5 çiftçiden dördü buğday yetiştirmektedir. Türkiye ekonomisi için büyük önem taşıyan buğdayın, gerek ekmek sanayisi gerekse

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Sefaoğlu, F., 2021. Siyez ve Kırık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin in Vitro Koşullarında Tuza Toleransının Belirlenmesi. Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg., 52 (3): 253-261. doi: 10.17097/ataunizfd.868888

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8485-6564>



© Bu makale, Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır.

makarna, bisküvi ve bulgur sanayisi açısından temel hammadde olması bu ürünün önemini artırmaktadır.

Sıcak, soğuk, kuraklık ve tuzluluk gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin yıllık yaklaşık olarak %25 ürün kaybına neden olduğu bildirilmektedir (Gill et al., 2004). Abiyotik stres faktörleri içerisinde yer alan mineral stresi üretim alanlarını en fazla etkileyen stres faktörüdür (Blum and Jordan, 1985). Bu stres faktörünün büyük bir kısmını ise tuzluluk oluşturmaktadır. Dünyada tuzluluğa maruz kalmış alan 9 milyon ha'dan fazla iken (Tuteja, 2007) Türkiye'de bu alan yaklaşık 12 bin ha civarındadır (Kendirli et al., 2005). Bu konu üzerinde yapılan çalışmalara ve hesaplamalara göre, üretim yapılan arazinin her dakikada 10 hektarı yok olmakta, bunun 3 hektarını toprak tuzlanması oluşturmaktadır (Yurdakul, 2004).

Verimli toprakları kuşatan tuz stresi, bitkilerin gelişiminde yapısal, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde değişimlere neden olmaktadır. Tuz bitkilerin kök rizosferinde birikerek ozmotik stres oluşturmaktadır. Oluşan bu dışsal ozmotik stres, fizyolojik kuraklık olarak adlandırılan kullanılabilir su miktarının azalmasına sebep olmaktadır (Tuteja, 2007). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkisi birçok faktöre bağlı olarak değişmekle birlikte bunların en önemlileri bitki ve tuz çeşidi ile tuz miktarı ve tuzluluğa maruz kalma süresidir. Tuzun hâkim olduğu alanlarda yetiştirilen bitkiler genetik yapılarına bağlı olarak farklı tepkiler vermektedirler (Dajic, 2006). Verilen bu tepkiler yalnızca türler arasında değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002). Nitekim tuzlulukla ilgili birçok çalışma yapılmış ve tuzluluğun fide gelişmesini olumsuz yönde etkilediği, bu etkinin uygulanan tuz konsantrasyonlarına, genotiplere göre değiştiğini ve tuz dozlarının artmasına paralel olarak buğdayda önemli düzeyde zararlı etkilere sebep olduğunu bildirilmiştir (Shavrukov, 2013; Atak vd., 2015; Arslan ve Aydınoglu, 2018; Bilgili vd., 2018).

İklim değişikliği, yanlış sulama ve drenaj eksikliği nedeniyle 2050 yılında ekilebilir tarım alanlarının yarısından fazlasında tuz miktarında önemli bir artış beklenmektedir (Mahajan and Tuteja, 2005). Tuz stresi bitkilerde büyümeyi ve çimlenmeyi olumsuz olarak etkilemektedir (Anuradha and Rao, 2001). Artan tuzluluğun tarım alanlarını etkilemesiyle tahıl üretiminde önemli derecede azalmaya neden olacaktır. Tuzlu toprakların ıslahı için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemleri mekanik ve kimyasal yöntem olarak iki kısma ayırmak mümkündür. Fakat bu metodların uygulama zorluğu yanında geniş alanlara uygulanmasının ekonomik olmaması, son yıllarda tuza dayanıklı bitki çeşitlerinin tespit edilmesi ve tuzluluğa toleranslı yeni çeşitlerin geliştirilmesi yönünde yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır (Bartels and Sunkar, 2005). Bu çalışma

ile Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bazı yerel ekmeklik buğday çeşitlerinin in vitro koşullarda geniş bir doz aralığı kullanılarak tuzluluğa toleransın hangi düzeyden sonra daha etkin olduğunu belirlenebilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Kırık buğday çeşidinin biyolojik ve tarımsal özellikleri: Erzurum ve Doğu Anadolu Bölgesi genelinde yaygın olarak yetiştirilen Kırık buğday çeşidi (*Triticum aestivum* var. *delfii*) alternatif özellik göstermektedir. Orta boylu, başak şekli fusiform, başak durumu dik ve seyrek başak yapısındadır. Başak uzunluğu ortalama 9 cm civarında, kılçıksız, kavuz rengi kırmızısı ve tüylüdür. Dış kavuzları açık kahve renkte (kırmızı), kılçıksız veya kısa tepe kılçıklı, tane rengi beyaz bir çeşittir. Kışa dayanıklılığı iyi, kuraklığa dayanıklı, yatmaya hassas, orta erkenci, orta verimli, gübreye karşı reaksiyonu iyi ve tane dökmeye karşı zayıftır. Sürme ve pas hastalıklarına karşı hassastır. Ekmeklik kalitesi çok iyi çeşittir Bitki besin elementleri bakımından fakir toprakların kurağa dayanıklı bitkisi olduğundan, Doğu Anadolu çiftçisinin tandırında en yüksek ekmek randımanı gösterdiğinden, tandırda akmadığından, ekmeğin beyaz olmasından ve bayatlamasının geç olmasından dolayı bölgenin değişmez yerel çeşidi olarak tanımlanabilmektedir (Ertugay, 1980).

Siyez buğday çeşidinin biyolojik ve tarımsal özellikleri: Hititler ve Frigler tarafından kültüre alınmıştır. Siyez ismi Hititçe'deki adı olan "zız" kelimesinden kaynaklanarak bugünkü halini almıştır. "Siyez" Buğdayı Avrupalıların "Emmer" ya da "Speltatoides" dedikleri buğdaydan ve Anadolu'da yetişen *Triticum dicoccum* L. Türü "Gernik" buğdayından farklı bir türdür. *Triticum monococcum* (einkorn), ülkemizde kaplıca veya siyez buğdayı olarak tanınmaktadır. Ülkemizde özellikle Karadeniz'in batısında, Kastamonu ve Sinop yörelerinde yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Nem durumuna bağlı olarak 1 m boylanan, başakçılarında tek tane bulunan bir çeşittir., Sıkı kavuz yapısı itibarı ile hastalık ve zararlılara oldukça dayanıklı, kurak ya da besin maddelerince fakir şartlarda rekabet gücü yüksek ülkemiz açısından oldukça önemli bir türdür (Anonymous, 2011).

Çalışmada, toprakta en çok bulunduğu ve bitkilere önemli düzeyde zarar verdiği bilinen NaCl tuz formunun dört konsantrasyonu (0, 50, 100 ve 150 mM) ve iki yerel buğday çeşidinden oluşan (Siyez ve Kırık) 8 farklı yöntemle eksplantlar kültüre alınmıştır. Araştırmada kullanılan Kırık buğday çeşidi Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, Siyez çeşidi ise Kastamonu Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü'nden temin edilmiştir. Eksplant olarak her zaman kolaylıkla ve bol miktarda bulunan endosperm destekli olgun embriyolardan

yararlanılmıştır. Olgun embriyoların yüzey sterilizasyonu için, tohumlar %70'lik alkolde 5 dakika bekletilerek, üç kez steril distile su ile yıkandıktan sonra, bir damla Tween 20 içeren %5'lik sodyum hipoklorit (NaCl) solüsyonunda, manyetik karıştırıcı üzerinde 25 dakika çalkalanmıştır. Tohumlar yedi kez steril distile su ile yıkanarak ortamdan sodyum hipokloritin uzaklaşması sağlanmıştır. Steril distile su içine konulan tohumlar su banyosunda (33°C), 2 saat süre bekletilerek şişmeleri sağlanmış ve embriyo gevşetme aşamasına hazır hale getirilmiş (Özgen et al., 1998) sonrasında embriyolar bisturi yardımı ile endospermden ayrılmadan aralarında 45° açı olacak şekilde kaldırılarak tohum üzerinde bırakılmıştır. Bitki rejenarasyonu için MS (1/4) besi ortamına NaCl'nin farklı (0, 50, 100, 150 mM) konsantrasyonları ayrı ayrı ilave edilmiştir. Daha sonra tohumlar 25±1°C'de 16:8 saat aydınlık: karanlık fotoperiyotta kültüre alınmak üzere büyüme odasına bırakılmıştır. Tuz uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla 4 haftalık kültür periyodunun sonunda, sürgün yaş, kuru ağırlığı (mg), sürgün kök uzunluğu (mg), kök yaş, kuru ağırlığı (mg), toplam su içeriği (mg) ve gerçek su içeriği (mg) özellikleri incelenmiştir.

Sürgün taze-kuru ağırlığı: Her bir gruptan rastgele seçilen bitkilerin (5 adet) yeşil aksamaları ayrılarak, taze ağırlıkları hassas terazi ile mg cinsinden tartılmıştır. Daha sonra 105°C'de 2 saat etüvde bekletilmiş ve son ağırlıklar alınarak kuru ağırlıkları yine aynı şekilde hesaplanmıştır (Yıldız ve Özgen, 2004).

Gerçek su içeriği (GSİ): Tuz uygulamasından 3 hafta sonra her bir gruptan rastgele seçilen 5 ayrı

materyalin taze ağırlıkları ölçülmüştür. Bitki yaprakları 105°C'de etüvde 2 saat kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlıklar belirlenmiştir. Her bir gruba ait yaprak örneklerinin GSİ ayrı ayrı aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\%GSİ = (TA - KA) / TA \times 100$$

TA; taze ağırlığı ve KA; kuru ağırlığı ifade etmektedir.

Toplam Su içeriği: Sürgün yaş ağırlığı ile sürgün kuru ağırlığı arasındaki fark belirlenmek suretiyle hesaplanmıştır (Koyuncu, 2008)

Elde edilen veriler varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiki olarak JMP paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yerel iki ekmeklik buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, fide uzunluğu, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam su içeriği ve gerçek su içeriği parametrelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çeşitler ve tuz dozları açısından sürgün kuru ağırlığı haricinde incelenen tüm özellikler bakımından p<0.01 ihtimal seviyesinde farklılıklar meydana gelmiştir. Çeşit x tuz interaksyonu bakımından kök uzunluğu, kök yaş-kuru ağırlığı ve toplam su içeriği dışında, sürgün kuru ağırlığında p<0.05, sürgün uzunluğu ve gerçek su içeriğinde ise p<0.01 ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. İncelenen bu parametreler bakımından çeşit x tuz interaksyonunun önemli çıkması, çeşitlerin artan tuz konsantrasyonlarına gösterdikleri tepkinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki parametrelere ilişkin varyans analizi

Table 1. Analysis of variance for the parameters of different salt concentrations of wheat varieties

V.K	S.D	F Değeri							
		Sürgün Yaş Ağırlığı	Sürgün Kuru Ağırlığı	Sürgün Uzunluğu	Kök Uzunluğu	Kök Yaş Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık	Toplam Su İçeriği	Gerçek Su İçeriği
Çeşit	1	31.58 **	0.01 ns	465.51 **	21.1 **	68.64 **	10.59 *	79.26 **	37.49 **
Tuz	4	732.38 **	15.17 **	636.53 **	110.54**	224.71**	37.16 **	451.71**	787.73 **
Tuz x Çeşit	4	13.58**	4.04 *	11.40 **	1.55 ns	0.99 ns	2.04 ns	2.29 ns	28.18 **
Hata	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel	39	-	-	-	-	-	-	-	-

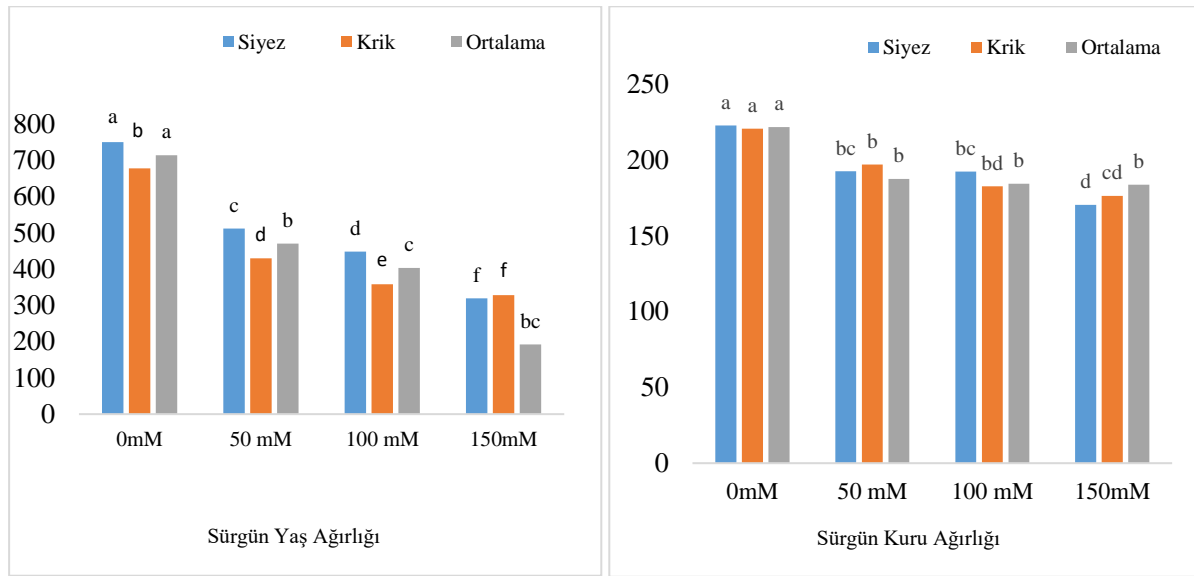
*0.05 düzeyinde önemli, **0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil.

Sürgün yaş ağırlığı üzerine çeşit ve tuz dozlarının etkisi ile çeşit x tuz dozu interaksyonu önemli (p<0.01) bulunmuştur. İki ekmeklik buğday çeşidinin farklı seviyelerdeki tuzluluk stresi koşullarında elde edilen fide yaş ağırlığına ait

ortalama değerler Kırık çeşidi için 319.3-750.3 mg, Siyez için 328.3-678.0 mg arasında değişim göstermiştir (Şekil 1). Deneme uygulamalarının ortalaması olarak çeşitlere göre fide yaş ağırlığı Siyez çeşidinde 507.4 mg, Kırık çeşidinde ise 448.5 mg

olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Siyez çeşidi tuz stresi altında Kırık çeşidine göre daha stabil bir durum sergilemiştir. Çeşitler arasında meydana gelen bu farklılığın tuza karşı tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Tuz dozu uygulamaları kontrol parsellerine göre fide yaş ağırlığında bir azalma meydana getirmiş olup, en fazla azalma her iki çeşitte 150 mM NaCl (sırasıyla %57.4 ve %51.5) uygulama dozundan elde edilmiştir. En yüksek fide ağırlığı Siyez çeşidinin kontrol uygulamasında (750.3 mg) en düşük ağırlık ise her iki çeşitte de 150 mM dozu uygulamasından (sırasıyla

319.3 ve 328.3 mg) elde edilmiştir. Ortamdaki tuzun bitki gelişimini geriletirerek fazla biomass üretimini sınırlandırdığı için tuz yoğunluğu arttıkça fide yaş ağırlıkları da azalmıştır. Yüksek NaCl dozlarında yaş ağırlığındaki azalış tuzun toksik etkisinden kaynaklanmış olabilir. Tuz konsantrasyon artışına paralel olarak fide ağırlığının azaldığı (Saboor et al., 2006; Karakullukçu ve Adak, 2008) ve 150 mM NaCl dozunun çeşitlerin çoğu için kritik seviye olduğunu Taluktar (2011) bildirmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışma sonuçlarımızla benzerlik içerisindedir.



Şekil 1. Buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki sürgün yaş ve kuru ağırlıklarına ilişkin değerler
Figure 1. Values for stem fresh weight and dry weight of wheat varieties in different salt concentrations

Sürgün kuru ağırlığı tuz dozu uygulamaları ($p < 0.01$) ve çeşit x tuz dozu interaksiyonundan önemli ($p < 0.05$) ölçüde etkilenmiştir. Deneme uygulamalarının ortalaması olarak çeşitlere göre fide kuru ağırlıklarında (sırasıyla 194.5 ve 194.2 mg) birbirine yakın değerler ölçülmüştür. Tuz dozu uygulamaları içinde en yüksek kuru ağırlık değerleri her iki çeşitte de kontrol grubu uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozu miktarının artmasıyla birlikte (50, 100 ve 150 mM) fide kuru ağırlığı değerleri arasında önemli bir değişim ortaya çıkmıştır. En yüksek fide kuru ağırlığın elde edildiği kontrol grubuyla en az fide ağırlığının elde edildiği 150 mM tuz dozu arasında Siyez çeşidinde ortalama olarak %23.5, Kırık çeşidinde ise %20.1 lik bir farkın olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz stresinin hücre bölünmesini ve fide uzunluğunu engellediği ortaya çıkmaktadır. Fakat bitkiler tuzun bu olumsuz etkilerini elemine edebilmek için çeşitlere bağlı olarak potasyum ve klorürü vakuollerinde, ozmotik basıncı ayarlayabilmek için ise K^+ , prolin

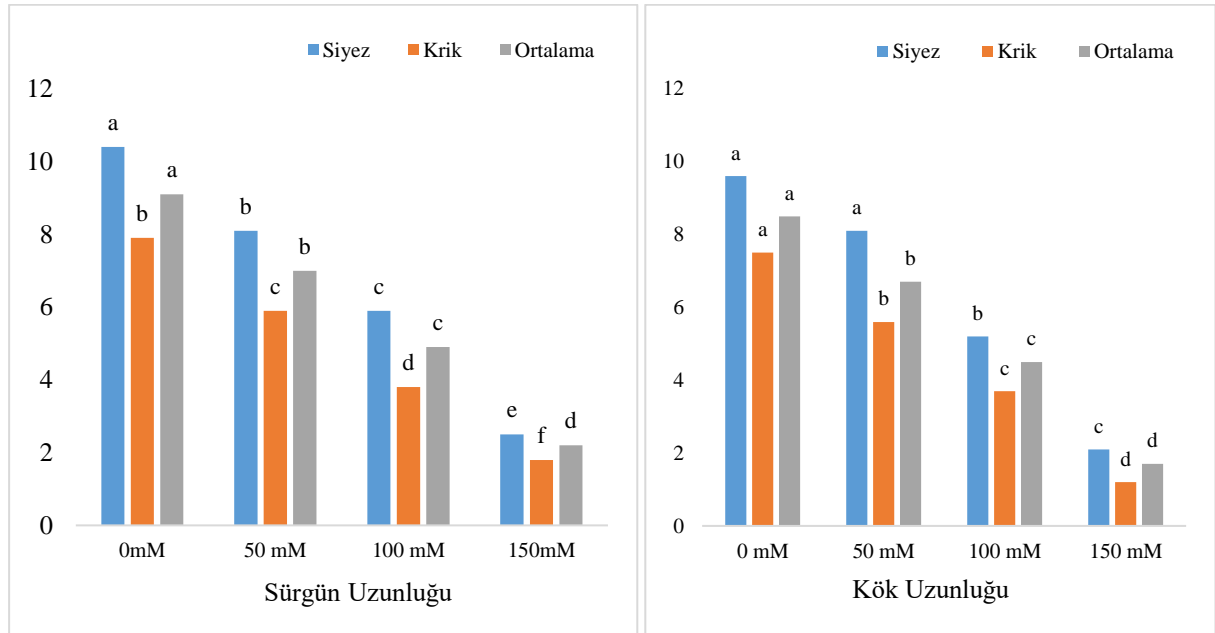
glisin betain (Munns and Tester, 2008), çözülebilir şeker, proteini stoplazmada (Ahmad and John, 2005) biriktirdikleri bildirilmiştir. Ayrıca tuz stresinin, dokularda su içeriğinin, klorofil ve karotenoid miktarının azalmasına sebep olduğu, fotosentez aktivitesinin inhibisyonu uğramasına ve sonuç olarak bitkide ağırlık kaybına yol açtığı düşünülmektedir (Sairam et al., 2002).

Varyans analiz sonuçlarına göre fide uzunluğu üzerine çeşit, doz uygulamaları ve çeşit x doz interaksiyon kaynağının etkisi önemli bulunmuştur. Sürgün uzunluğunda 100 mM tuz dozuyla birlikte belirgin düşüşler meydana gelmiş ve en uzun fide kontrol grubunda Siyez çeşidinde görülürken (10.4 cm), en kısa 150 mM tuz dozunda Kırık çeşidinde (1.8 cm) görülmüştür. Fidelerin düşük tuz dozlarında daha çok geliştiği belirlenmiştir. Siyez çeşidinin sürgün uzunluğunda; kontrol grubu ve 150 mM dozu arasında %75'lik bir azalma söz konusuysen Kırık'te bu oran %77 olmuştur. Bu değerlere göre Siyez çeşidinin tuzlu

koşullarda Kırık çeşidine göre daha iyi fide gelişimine sahip olduğu söylenebilir.

Fide kök uzunluğu üzerine NaCl uygulama dozları ve çeşit etkisi önemli ($p < 0.01$) çıkmıştır. Siyez ve Kırık buğday çeşitlerinin 4 farklı NaCl dozundaki kök uzunlukları 1.7-9.6 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Kök boyu değerleri Siyez çeşidinde ortalama 6.7 cm, Kırık çeşidinde ise 4.8 cm olarak ölçülmüştür. Farklı NaCl uygulamaları kök boyu bakımından farklı tepki göstermiş ve kök boyunu kontrol uygulamasına kıyasla azaltmıştır. Bu azalış Siyez çeşidinde ortalama %35.6 iken Kırık çeşidinde %39.2 olarak belirlenmiştir. 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulama dozları kök boyunu kontrole göre sırasıyla Siyez çeşidinde %15.6, %45.8, %78.1, Kırık çeşidinde ise %26.3, %50.7 ve %84.0 oranında kısaltmıştır. Çalışmada en uzun kök boyu her iki çeşitte kontrol uygulamasında (sırasıyla 9.6 ve 7.5 cm), en kısa kök boyu ise 150 mM tuz uygulamasında (sırasıyla 2.1 ve 1.2 cm) ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre artan tuz konsantrasyonlarında kök boyu değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Tuz stresinin bitkiler üzerinde meydana getirdiği etkiler bitki metabolizmasını

bozabilmekte ve büyümede azalma ile sonuçlanabilmektedir. Gerek bitki boyunda gerekse kök uzunluğunda tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak meydana gelen azalmanın ozmotik basınç farklılıklarından, yapraklarda Na^+ birikiminden ve inhibisyonundan olabileceği belirtilmektedir (Munns and Tester, 2008; Alasvandyari and Mahdavi, 2017; Bina and Bostani 2017). Düşük tuz dozlarının muhtemelen bitkide kuraklık etkisiyle absisik asit sentezini artırdığı, etilen üretimini ise engellediği sonuçta kök büyümesini olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir (Taiz and Zeiger, 2002). Benzer şekilde Shahid et al. (2012), tuz uygulamasının absisik asit içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bilgili et al. (2011), yem bezelyesinde 50 mM NaCl uygulandığında kök uzunluğunun kontrole aynı olduğunu, tuz dozu 50 mM'dan 100 mM'a çıktığında ise önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gül et al. (2017), yağlık ayçiçeğinde en yüksek kök uzunluğunu kontrol grubunda elde ederken, en düşük kök uzunluğunu 200 mM NaCl dozundan elde etmişlerdir



Şekil 2. Buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki sürgün ve kök uzunluklarına ilişkin değerler
Figure 2. Values for stem height and root length of wheat varieties in different salt concentrations

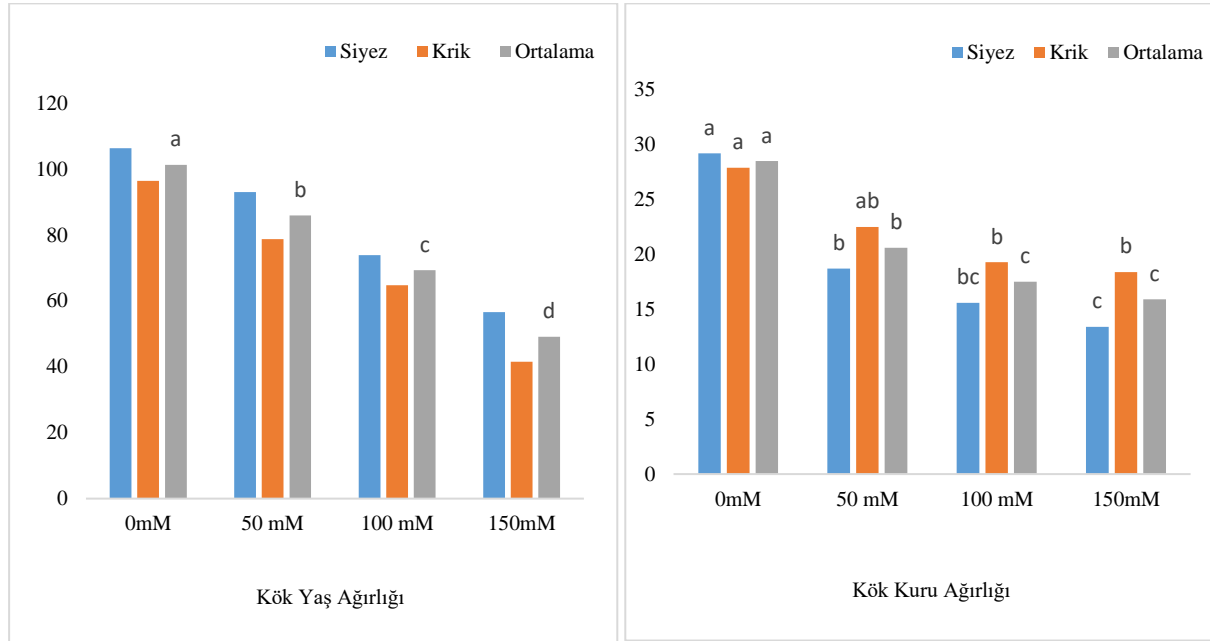
Kök yaş ağırlığı üzerine etkisini belirlemek için elde edilen veriler Şekil 3'te gösterilmiştir. Tuz dozları uygulamalarının bitki kök kuru ağırlıkları üzerindeki etkileri çeşitlere göre değişmiştir. Tuz tozlarının artmasına bağlı olarak kök yaş ağırlığının da azalmalar meydana gelmiştir. Çeşitlerinin artan tuz konsantrasyonlarına karşı tepkileri farklı olduğundan çeşit x tuz interaksyonu önemli çıkmıştır. Tuz

konsantrasyonları bakımından en yüksek ve en düşük dozlar arasındaki farkın yaklaşık olarak %51.5 olduğu belirlenmiştir.

En yüksek kök yaş ağırlığı kontrol grubunda 101.3 mg, en düşük değer ise 150 mM tuz dozunda 49.1 mg olarak belirlenmiştir. Çeşitlerin kök kuru ağırlıkları ele alındığında Kırık (22 mg) çeşidinin en yüksek ağırlığa sahip olduğu görülmektedir. Tuz

dozlarının artmasıyla birlikte kök yaş ağırlıklarının azaldığı görülmektedir. Tsegay and Gebreslassie (2014) tuz stresinin kökçük yaş ağırlıklarını 7.4 g

ağırlığından 3.7 g ağırlığına kadar düşürdüğünü bildirmektedir. Benzer sonuçlar Fallahi et al. (2015) tarafından da ifade edilmiştir.



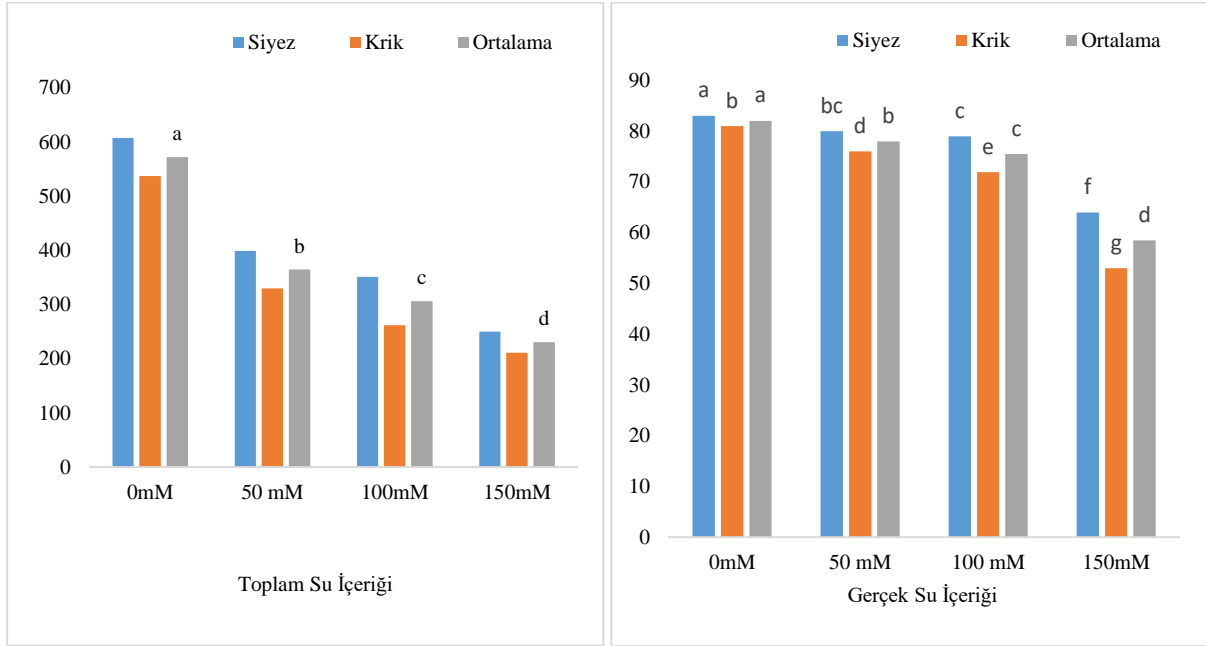
Şekil 3. Buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki kök yaş ve kuru ağırlıklarına ilişkin değerler

Figure 3. Values for root weight and root root dry weight of wheat varieties in different salt concentrations

Kök kuru ağırlığı üzerine çeşit ve tuz dozu uygulamaları etkisi önemli, çeşit x tuz dozu interaksyonunun etkisi ise önemsiz çıkmıştır. Kök kuru ağırlığı değerleri incelendiğinde Kırık çeşidinin kök kuru ağırlığı (18.5-27.9 mg) Siyez çeşidine (13.6-29.2 mg) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Çeşitler arasında görülen bu farklılık çeşitlerin genotipik yapılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Tuz uygulama dozları arasında düşük fide kök ağırlığı her iki çeşitte de 150 mM (56.6 mg ve 41.5 mg), en yüksek fide kök ağırlığı kontrol grubu uygulamalarından (106.3 ve 96.4 mg) elde edilmiştir. Bu sonuçlar, NaCl uygulamasının fide kuru ağırlığını negatif yönde etkilediğini göstermiştir. En yüksek ve en düşük dozlar arasında farkın Siyez’de %46.5, Kırık çeşidinde ise %56.8 olduğu belirlenmiştir. Akbarimoghaddam et al. (2011), artan tuz konsantrasyonlarının kök gelişimini azalttığını ve kökçük kuru ağırlığında en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole kıyasla yaklaşık %20 azalttığını bildirmişlerdir. Stres şartlarında bitkilerde absisik asit, etilen ve brassinosteroid gibi bileşikler sentezlenir ve bu bileşiklerin kök gelişiminde düşük dozlarda kök uzamasını teşvik ettiği, düşük dozlarda ise kök gelişmesini azaltarak etki yaptığı bildirilmiştir (Julkowska et al., 2014). Nitekim araştırmamızda yüksek tuz konsantrasyonlarında her iki buğday çeşidinde kök gelişiminin olumsuz yönde

etkilendiği ve kök ağırlıklarının azaldığı Çizelge 2’de görülmektedir. Bu sonuçlar tuz stresinin kök yaş ve kuru ağırlığını azalttığını gösteren önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Benlioğlu ve Özkan, 2015; Saboora et al., 2006; Karakullukçu ve Adak, 2008).

Toplam su içeriği üzerine tuz (NaCl) uygulama dozu ve çeşit önemli ($p < 0.01$) etkide bulunurken, çeşit x tuz uygulama dozu interaksyon etkisi önemsiz çıkmıştır. Buğday çeşitlerinde farklı seviyelerdeki tuzluluk stresi koşullarında elde edilen toplam su içeriğine ait ortalama değerler 211.3 ile 607.5 mg arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer Siyez (607.5 mg) çeşidinde kontrol grubunda, en düşük değer ise Kırık’ın 150 mM (211.3 mg) NaCl uygulama grubunda olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak buğday fidelerinin toplam su miktarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlerin genetik yapılarından dolayı Siyez çeşidinin toplam su içeriğinin (250.1-607.5 mg) Kırık çeşidine (211.3-537.4 mg) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Buğday çeşitlerinin ortalama gerçek su içeriği karşılaştırıldığında: Özellikle in vitro ortamda tuz seviyesindeki artış suyun ozmotik potansiyelini düşürerek kökün su alımını engellemekte ve bitkide su noksanlığına neden olarak (Sairam and Srivastava, 2002) bitki büyüme hızında azalmalar meydana getirmektedir (Levitt, 1980).



Şekil 4. Buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki toplam ve gerçek su içeriğine ilişkin değerler
Figure 4. Values for total water content and actual water content of wheat varieties in different salt concentrations

Tuz stres faktörünün buğday çeşitlerin fidelerinin Gerçek su içeriği (GSİ) üzerine olan etkisi incelendiğinde; kontrol grubuna göre NaCl konsantrasyonu artışına bağlı olarak GSİ oranında azalma belirlenmiştir. Test edilen tüm uygulamalar arasında en düşük gerçek su içeriği oranının %53.0 ile Kırık çeşidinde 150 mM NaCl uygulama grubunda, en yüksek GSİ oranı ise %83 ile Siyez çeşidinin kontrol grubunda kültüre alınan buğday fidelerinde meydana geldiği tespit edilmiştir. En yüksek gerçek su içeriği ortalamasının elde edildiği kontrol uygulaması ile en düşük ortalamasının elde edildiği 150 mM dozu arasında yaklaşık olarak %40'lık bir azalma görülmektedir. Bu azalmanın oranı Siyez'de yaklaşık %23, Kırık çeşidinde ise %34 olduğu belirlenmiştir. Buğday çeşitlerinin tuz dozlarına göstermiş olduğu tepkinin farklı olması gerçek su içeri bakımından çeşit x doz interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 1). Tüm veriler ışığında, yüksek NaCl konsantrasyonlarının buğday çeşitlerinde GSİ oranında azalmaya neden olduğu, düşük tuz konsantrasyonlarının ise çok fazla etkili olmadığı belirlenmiştir.

SONUÇ

Buğday, besleme değeri çok yüksek olan, ekstrem çevre ve iklim şartlarına iyi adapte olabilen ve üretim aşamasında çok az girdi maliyetine ihtiyaç duyan bir bitkidir. Tuzluluk ise ürün verim ve verim parametrelerini kısıtlayan bütün dünyada özellikle tarım alanlarını tehdit eden önemli bir problem olarak

görülmektedir. Küresel iklim değişikliği ile birlikte hem topraklarımız hem sularımız giderek daha tuzlu hale gelmektedir. Bununla mücadele edebilmenin yollarından biriside tuzluluğa karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesi ve yetiştirilmesidir. Bu çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinde uzun yıllardan beri üretimi yapılan Kırık ve yine Kastamonu bölgesinde yetiştiriciliği yapılan Siyez buğday çeşidi tuz toleransı yönünden değerlendirilmiştir. Tuz dozlarının artmasıyla birlikte incelenen tüm parametrelerde olumsuz yönde değişiklikler meydana gelmiştir. Kök kuru ağırlığı hariç incelenen tüm parametrelerde Siyez çeşidinin tuz stresine Kırık'e göre daha toleranslı olduğu söylenebilir. Sonuçta, Kırık çeşidinin gelişim özelliklerinin Siyez çeşidine göre daha geride olduğu belirlenmiştir. Tuz tolerans yönünden her iki buğday çeşidinin de 50 mM NaCl dozunda diğer NaCl (100 ve 150 Mm) dozlarına nazaran dahi kabul edilebilir gelişimi sağlayabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar buğday bitkisi ile tuz toleransı açısından yapılacak daha ileri çalışmalar için alt yapı niteliğindedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya katkı sağlayan Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dekanlığına teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Ahmad, P., John, R., 2005. Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. Archives of Agronomy and Soil Science, 51 (6): 665-672.
- Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N., 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. Trakia Journal of Sciences, 9 (1): 43-50.
- Alasvandyari, F., Mahdavi, B., 2017. Effect of glycinebetaine on growth and antioxidant enzymes of safflower under salinity stress condition, Agriculture and Forestry, 63 (3): 85-95.
- Anonymous, 2011. http://wikitrend.blogspot.com.tr/2011/01/siyez-bugday-ve-siyezbulguru_24.html (Erişim Tarihi: 21 Ocak 2021).
- Anuradha, S., Rao, S.S.R., 2001. Effect of brassinosteroids on salinity stress induced inhibition of seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). Plant Growth Regulation 33: 151-153.
- Arslan M., Aydınoglu, B., 2018. Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi. Akademik Ziraat Derg. 7 (1): 49-54.
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye buğday köy çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Derg. 22 (2): 71-88.
- Atak, M., Atış, İ., Uygur, V., Erayman, M., 2015. Ekmeklik buğday genotiplerinin değişik fizyolojik dönemlerde oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fak. Derg. 20 (1): 31-42.
- Bartels, D., Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants, Critical Reviews in Plant Sciences, 24: 23-58.
- Benlioğlu, B., Özkan, U., 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Derg., 24 (2): 109-114.
- Bilgili, U., Carpici, E.B., Aşık, B.B., Celik, N., 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. Turkish Journal of Field Crops, 16 (1): 33-38.
- Bilgili, D., Atak, M., Mavi, K., 2018. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde NaCl stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Derg., 23 (1): 85-96.
- Bina, F., Bostani, A., 2017. Effect of salinity (NaCl) stress on germination and early seedling growth of three medicinal plant species. Adv. Life Sci., 4 (3): 77-83.
- Blum, A., Jordan, W.R., 1985. Breeding crop varieties for stress environments, Critical Reviews in Plant Sciences, 2: 199-237.
- Boyras, N., 2013. Kop bölgesinde verim ve kaliteyi etkileyen önemli bitki hastalıkları. I. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Kasım 2013, Konya, s: 224-237.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants, Dordrecht, The Netherlands, 345 p.
- Ertugay, Z., 1980. Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen Kırık buğdayının (*Triticum aestivum* L. var. *delfii*) ekmeklik kalitesi üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum, 160 s.
- Fallahi, H.R., Fadaeian, G., Gholami, M., Daneshkhah, O., Hosseini, F.S., Aghhavanishajari, M., Samadzadeh, A., 2015. Germination response of grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stress. Plant Breeding and Seed Science, 71: 97-108.
- Gill, B.S., Appels, R., Botha-Oberholster, A.M., Buell, C.R., Bennetzen, J.L., Chalhoub, B., Chumley, F., Dvorak, J., Iwanaga, M., Keller, B., Li, W., McCombie, W.R., Ogiwara, Y., Quetier, F., Sasaki, T., 2004. A workshop report on wheat genome sequencing: International Genome Research on Wheat Consortium. Genetics, 168: 1087-1096.
- Gül, V., Dinler, B.S., Sarısoy, U. 2017. Effect of different NaCl concentrations on germinations period of oil sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) grown in the Black Sea Region. Journal of Agricultural Sci. 9 (4): 217-221.
- Julkowska, M.M., Hoefsloot, H.C.J., Mol, S., Feron, R., de Boer, G.J., Haring, M.A., Testerink, C., 2014. Capturing Arabidopsis root architecture dynamics with ROOT-FIT reveals diversity in responses to salinity. Plant Physiol. 166 (3): 1387-1402.
- Karakullukçu, E., Adak, M. S., 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Derg. 14b (4): 313-319.
- Karaozan, A., 2019. Mardin İli Buğday Üretim Alanlarındaki Arpa Sarı Cücelik Virüs (Barley Yellow Dwarf Viruses; Bydvs)'lerinin Multipleks Rt-Pcr Yöntemi ile Araştırılması ve Bazı Virüs İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonları. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 118 s.

- Kendirli, B., Çakmak, B., Uçar, Y., 2005. Salinity in the Southeastern Anatolia project (GAP), Turkey: Issues and options. *Irrigation and Drainage*, 54: 115-122.
- Koyuncu, N., 2008. Türkiye’de Yetiştirilen Ekmeklik ve Makarnalık Buğday (*Triticum* spp.) Çeşitlerinin In Vitro Koşullarda Tuza Toleranslarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana bilim Dalı. Doktora Tezi, Ankara 153 s.
- Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses Volume II. (Physiological Ecology), Academic Press, New York, pp. 365-490.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Munns, R., 2002. Salinity, Growth and Phytohormones, *Salinity: Environment-Plants-Molecules*, Published by Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, 522 p.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance, *Annual Review Plant Biology* 59: 651-681.
- Özgen, M., Türet, M., Altınok, S., Sancak, C., 1998. Efficient callus induction and plant regeneration from mature embryo culture of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Plant Cell Rep.*, 18: 331-335.
- Saboora, A., Kiarostami, K., Behroozbayati, F., Hajihashemi, S., 2006. Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9 (11): 2009-2021.
- Sairam, R.K., Rao, K.V., Srivastava, G.C., 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, Antioxidant Activity and Osmolyte Concentration, *Plant Science*, 163: 1037-1046.
- Sairam, R.K., Srivastava, G.C., 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress, *Plant Science*, 162: 897-904.
- Shahid, M.A., Balal, R.M., Pervez, M.A., Abbas, T., Ashfaq, M., Ghazanfar, U., Afzal, M., Rashid, A., Garcia-Sanchez, F., Mattson, N.S., 2012. Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. *Australian Journal of Crop Science*, 6 (5): 828-838.
- Shavrukov, Y., 2013. Salt stress or salt shock: which genes are we studying? *Journal of Experimental Botany*, 64 (1): 119-27.
- Talukdar, D., 2011. Morpho-Physiological responses of grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes to salt stress at germination and seedling stages. *Legume Research*, 34 (4): 232-241.
- Tsegay, B.A., Gebreslassie, B., 2014. The effect of salinity (NaCl) on germination and early seedling growth of *Lathyrus sativus* and *Pisum sativum* var. *abyssinicum*. *African Journal of Plant Science*, 8 (5): 225-231.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2002. *Plant physiology*. Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA
- Tuteja, N., 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants, *Methods in enzymology*, 428: 419-438.
- Yıldız, M., Özgen, M., 2004. The effect of media sucrose concentration on total phenolics content and adventitious shoot regeneration from sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) leaf and petiole explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77: 111-115.
- Yurdakul, İ., 2004. In vitro koşullarda buğday, mısır ve sorgumun tuz konsantrasyonlarına tepkisi. Dönem Projesi. Ankara Üniversitesi, Ankara, 73 s.