



Tuzluluk Stresinin Kırık Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşidinin Çimlenme Parametreleri Üzerine Etkileri

Elif Bayat¹, Hasan Koşunkartay², Selçuk Kodaz^{3*}

¹ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0727-1148), Elifbayatt@gmail.com

² Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0603-8478), hasan.k@atauni.edu.tr

^{3*} Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye (ORCID: 0000-0002-4599-3574), selcuk.kodaz@atauni.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 13 Eylül 2022 ve Kabul Tarihi 21 Ekim 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1188665)

ATIF/REFERENCE: Bayat, E., Koşunkartay, H., & Kodaz, S. (2022). Tuzluluk Stresinin Kırık Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşidinin Çimlenme Parametreleri Üzerine Etkileri. *European Journal of Science and Technology*, (41), 246-251.

Öz

Bu çalışma, tuzluluğun ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohumluk laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Kırık ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme planına göre 5 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Tohumlar plastik kutular içerisinde 4 farklı NaCl çözeltisinde (0, 50, 100 ve 150 mM) çimlenmeye alınmıştır. Çalışmada incelenen parametrelerden uygulamalar arası farklar çimlenme hızı önemsiz, ortalama çimlenme hızında önemli, incelenen diğer parametrelerde ise çok önemli olmuştur.

Tuz iyonlarının bitki hücrelerinin üzerinde toksit etkisi bulunmaktadır. Genel anlamda tüm verilerde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme verilerinde düşüş gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Kırık buğday çeşidinin tuza hassas olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırık, Tuzluluk, Çimlenme.

The Effect of Salinity Stress on Germination Parameters of Kırık Bread Wheat Variety (*Triticum aestivum* L.)

Abstract

This study was carried out in Atatürk University Faculty of Agriculture Seed Laboratory to determine the effects of salinity on germination parameters of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). In this study, Kırık bread wheat variety was used as plant material. Experiment was carried out as complete randomized design (CRD) with 5 replications. The seeds were germinated in 4 different NaCl solutions (0, 50, 100 and 150 mM) in plastic boxes. The differences among applications from the examined characteristics were insignificant in germination rate and, important in average germination rate, and highly significant in terms of the other parameters examined.

Salt ions have a toxic effect on plant cells. Generally, as salt concentrations were increased, all germination parameters were decreased. According to our results, Kırık bread wheat variety was determined as sensitive genotype to salt stress.

Keywords: Kırık, Salinity, Germination.

* Sorumlu Yazar: selcuk.kodaz@atauni.edu.tr

1. Giriş

Buğday, insan beslenmesindeki en temel besinlerin hammaddesi olması sebebiyle diğer tarımsal ürünlere göre daha fazla öneme sahiptir. Kalori ve protein ihtiyacının karşılanmasında kullanılan buğday dünyada olduğu gibi ülkemizde de stratejik bir üründür.

Buğday üretimi, kuraklık, tuzluluk, su birikintisi ve aşırı sıcaklıklar gibi çevresel koşullarla sınırlıdır. Dünya çapında ürün verimini kuraklık stresinden sonra tuzluluk stresi etkilemektedir. Dünyadaki toplam toprak alanının %7'si tuz stresinden etkilenmekte olup, bilinçsiz sulama nedeniyle tuzlu toprakların varlığı artmaktadır (Aycan, 2018).

Türkiye topraklarının önemli problemlerinden biri olan tuzluluk son yıllarda hızla gelişen sulama sisteminin drenaj sorunu nedeniyle her geçen gün biraz daha artmaktadır. Türkiye de toplam olarak 28 milyon da alanın 15 milyon da'ında tuzluluk problemi görülmektedir. Bu da sulanan arazilerin %31'ne denk gelmektedir (Kanber ve ark., 2005).

Dünyada ise 800 milyon ha alanda tuzluluk problemi görülmektedir. Bunun nedenlerinden bazıları gereksiz arazi sulaması ve yetersiz drenaj sistemlerinin olmasıdır. Tuzluluk sorununun ortaya çıkması bitkiler üzerinde olumsuz etkilere sahip olur ve bitki yetiştiriciliğini sınırlamaktadır. Bitkiler üzerindeki etkisi sonucunda çimlenmede gecikme ve azalma, büyüme hızında azalma, yaprakların sayısında ve büyüklüğünde azalma ve kardeşlenme sayısında azalma görülmektedir. Ayrıca bitkilerin generatif ve vejetatif döneminin aksamasına sebep olur (Munns ve Tester, 2008; Atak, 2014).

Yüksek tuz konsantrasyonları bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerinde farklı etkiler ortaya çıkarmaktadır. Fazla tuzlu topraklarda bitkilerin kök sistemi tarafından emilen suyun bitkinin metabolizmasını yavaşlatarak emilimi zorlaştırır. Tuz iyonlarının bitki hücrelerinin üzerinde toksit etkisi bulunmaktadır. Bitkilerin tuza tolerans indeksleri hem genotipler hem de tuz konsantrasyonları açısından farklılık gösterir.

İnsan beslenmesi açısından buğday önemli bir kültür bitkisidir. Açlık sorununu çözmek için konumu oldukça önemlidir (Boyraz, 2013). FAO verilerine göre 2020 yılında dünyada toplam tahıl üretiminin %25'i buğdaydır. Türkiye'de en fazla üretilen tahıl cinsi buğdaydır (Anonim, 2022). 2021 yılında dünya üretiminin yaklaşık %2'sine karşılık gelen 14,5 milyon ton buğday üretilmiştir. TÜİK verilerine göre ortalama 55 milyon da alanda buğday üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2022). Türkiye ekonomisinin büyük bir kısmını taşıyan buğday ekmek ve makarna, bisküvi ve bulgur sanayisi açısından temel ham madde kaynağıdır. Bu da buğdayın önemini bize göstermektedir (Keren ve Bingham, 1985; Marschner, 1995; Chapman ve ark., 1997).

Bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara sebep olan ve buna bağlı olarak verimi azaltan biyotik ve abiyotik etmenler stres olarak adlandırılabilir (Kuşvuran 2010). Bir habitat içerisinde bitkileri etkileyen pek çok stres kaynağı vardır. Bunlar içerisinde fiziksel stres kaynakları olarak kuraklık, sıcaklık (yüksek ve düşük sıcaklık), radyasyon, tuzluluk, sel vs., kimyasal stres kaynakları olarak da pestisitler, ağır metaller, allelokimyasallar, hava kirliliği, toksinler vs., biyolojik stres olarak ise allelopati rekabet, böcek, bitki hastalıkları ile hayvanlar ve insan tahripleri olabilir. Eğer bitkiler herhangi bir

stres kaynağına sahip değilse bu durumda stresten söz edilmez. Bitkiler üzerinde stresin dereceleri çok geniş sınırlar içinde yer almaktadır. Stresin sıfırdan, fazla ve az strese kadar çok çeşitli dereceleri vardır. Stresin dereceleri bitkilerin türlerine göre değişim göstermektedir. Yani bir bitkide strese sebep olan bir etken, diğer bir bitkide olumlu sonuçlar ortaya çıkarabilir. Stresin derecesi bitki sistemlerindeki metabolik olayların değişimine de neden olabilir. Bitkinin bütünü veya bir kısmı (tohumlar, dormant tomurcuklar gibi) bazı şartlarda strese karşı dirençli olabilirken, bazı kısımları (meristem dokular ve genç fideler gibi) ise strese daha hassas olabilir. (Salisbury ve Ross, 1992; Hale ve Orcutt 1987).

Tuzluluk bitkiler için büyük bir sorundur. Toprakta ve sularda bulunan bazı çözülmüş mineral maddelerin fazla ve yoğun olmasından kaynaklanır. Su ve toprak tuzluluğunun artmasıyla toprak suyunun yarıyışlılığı, büyüme, çimlenme ve verimde düşüşe neden olmaktadır. Fotosentez yapan dokularda tuzluluğun artması, grana zarlarında yığılmaya, pigment sistemlerinde (PSII gibi) ve klorofillerde parçalanmaya neden olmaktadır (Ashraf ve Harris 2004). Ayrıca tuz stresi, baklagillerde nodül oluşumu ve nitrat redüktaz aktivitesini azaltmaktadır. (Wahab ve Zahran 1981). Bitkiler, tuzlu koşullarda yaşamlarını sürdürebilmek için farklı biyokimyasal, fiziksel ve moleküler mekanizmaları sahiptirler (Gupta ve Huang 2014). Çoğu bitkide tuz stresi koşullarında glikoz, glisin-betain ve prolin gibi metabolitlerin miktarlarında önemli artışlar görülmektedir (Mahajan ve Tuteja 2005). Glisin, prolin ve betain ve birçok organizma bitkilerde ozmotik dengeyi düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Banu ve ark., 2009). Topraklar, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarında miktarı giderek artan tuzun bitki metabolizmasına etkilerinin olduğunu bilinmektedir. Tuz stresi bitkilerde aşırı miktarda biriken Na⁺, K⁺ 'un alımının engellemesine sebep olmaktadır (Siegel ve ark., 1980) ve Cl⁻ ise özellikle NO₃⁻ alımı üzerine olumsuz etki yapar (Kirkby and Knight, 1977; Gunes ve ark., 1994; İnal ve ark., 1995) ve sonuçta bitkilerde iyon dengesizliğine yol açmaktadır (Levitt, 1980). Bitkilerde çok fazla Na⁺ bulunması; protein sentezini ve enzim aktivitesini engelleyerek toksik bir etki oluşturur (Hajrasullaha, 1980). Tuzun bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için bitkilerde direnç mekanizmasının iyi tespit edilmesi ve bu mekanizmanın çalışmasına yardımcı uygulamaların yapılmasına dikkat edilmelidir.

Bu çalışmamızda, tuz stresinin buğday bitkisinin çimlenme dönemindeki olası etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlı olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohumluk Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak Kırık ekmeçlik buğday çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Tohumlar musluk suyunda yıkandıktan sonra %70'lik etil alkolde (EtOH) 3 dakika karıştırılarak steril kabin içerisinde 3 defa steril deiyonize suyla yıkanmış ve birkaç damla Tween 20 (Sigma) içeren %20'lik sodyum hipokloritte 15 dakika karıştırılmıştır. NaCl kullanılarak hazırlanan 0 (kontrol), 50, 100 ve 150 mM dozlarındaki çözeltiyle nemlendirilmiş çimlendirme kaplarına 20'şer adet tohum yerleştirilmiştir. Çimlendirme kapları 25 °C'de 14 gün boyunca bekletilmiştir. Çimlenen tohum sayısı günlük olarak

kaydedilmiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir.

2.1. Veri Toplama Araçları ve Süreçleri

Çimlenme oranı (%): Çimlendirme ortamına yerleştirilen tohumlar 14 gün boyunca sayılarak çimlenme oranı belirlenmiştir. (AOSA, 1983).

Çimlenme oranı = (Çimlenen toplam tohum sayısı /toplam tohum sayısı) x 100

Çimlenme hızı (%): Çimlenme hızı aşağıdaki formülle belirlenmiştir. Formüldeki t1, ..., t4 çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını; (n1, ... n4) ise 4. güne kadar günlük çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir (Elkoca, 1997).

$$\text{Çimlenme hızı} = n1/t1 + n2/t2 + \dots + nn/tn$$

Çimlenme gücü (%): Çimlenme gücü aşağıdaki formülle belirlenmiştir. Formüldeki t1, ..., t8 çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını; (n1, ... n8) ise 8. güne kadar günlük çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir (Elkoca, 1997).

$$\text{Çimlenme gücü} = n1/t1 + n2/t2 + \dots + nn/tn$$

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ): Ortalama çimlenme zamanı aşağıdaki formülle belirlenmiştir. Formüldeki f, sayım günündeki çimlenen tohum sayısını; x, sayım yapılan gün sayısını ifade etmektedir (Moradi Dezfuli ve ark., 2008).

$$\text{OÇZ (gün)} = \Sigma(fx) / \Sigma f$$

Çimlenme gücü indeksi (ÇGİ): Aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Abdul-Baki and Anderson, 1970).

$$\text{ÇGİ} = (\text{ortalama sürgün uzunluğu} + \text{ortalama kök uzunluğu}) \times \text{toplam çimlenme yüzdesi}$$

2.1. Verilerin Analizi

Elde edilen veriler, IBM* SPSS* istatistik programı ile varyans analiz edilerek ve uygulamalara ait ortalamalar %5 önemlilik düzeyine göre Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Farklı NaCl dozlarının çimlenme oranı (ÇO), çimlenme hızı (ÇH), çimlenme gücü (ÇG), çimlenme hızı katsayısı (ÇHK), çimlenme hızı indeksi (ÇHİ), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ve çimlenme gücü indeksine (ÇGİ) ait ortalamalar ve varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Uygulamalar arası farklar çimlenme hızı ve çimlenme hızı katsayısında önemsiz, ortalama çimlenme hızında önemli, incelenen diğer parametrelerde ise çok önemli olmuştur.

3.1. Çimlenme Oranı

Çimlenme oranı açısından uygulamalar arasındaki farklar önemli olmuştur. Çimlenme oranı %36,0-84,0 arasında değişirken; ortalama %65,8 olmuştur (Çizelge 1). Artan NaCl dozları çimlenme oranının düşmesine neden olmuştur. En yüksek çimlenme oranı 0 mM (kontrol) uygulamasında; en düşük ise 150 mM uygulamasında elde edilmiştir. Ekmekçi ve ark. (2005) NaCl dozlarının artmasıyla birlikte çimlenme oranındaki düşüş, Cl- ve Na+ iyonlarının toksitesinin yanında, ozmotik basıncın artması çimlenme için gerekli olan suyun tohum tarafından alınmasını engellemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bulgularımız; NaCl dozlarının artmasıyla

çimlenme oranının azaldığını bildiren araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermiştir (Sharma ve ark., 2004; Khan ve ark., 2005; Dumlupınar ve ark., 2007; Datta ve ark., 2009; Akbarimoghaddam ve ark., 2011; Hussain ve ark., 2013 ve Mahmoodzadeh ve ark., 2013).

3.2. Çimlenme Hızı

Çimlenme hızı açısından uygulamalar arasındaki farklar önemli olmamıştır. Çimlenme hızı %7,0-25,0 arasında değişirken; ortalama %19,0 olmuştur (Çizelge 1). En yüksek çimlenme hızı 0 mM (kontrol) ve 50 mM uygulamalarında; en düşük ise 150 mM uygulamasında elde edilmiştir. Bitkilerde büyüme ve gelişme üzerinde tuzun olumsuz etkisi çimlenme döneminde en fazladır (Sarin and Narayan, 1968; Yazgan, 1986). Araştırmamızdaki bulgulara paralel olarak Kızılgeçi ve ark., (2010) genotiplerin ortalamasına göre kontrol uygulamasında %84,13 olan çimlenme hızının 150 mM'da %51,60'a düştüğünü belirlemişlerdir.

3.3. Çimlenme Gücü

Çimlenme gücü açısından uygulamalar arasındaki farklar önemli olmuştur. Çimlenme gücü %24,0-81,0 arasında değişirken; ortalama %59,0 olmuştur (Çizelge 1). En yüksek çimlenme hızı 0 mM (kontrol) uygulamasında; en düşük ise 150 mM uygulamasında elde edilmiştir. Çimlenme gücünün artan tuz dozlarıyla azaldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Ashraf ve ark., 1991; Kırtok ve ark., 1994; Raghav ve Pal 1994 ve Ekiz ve ark., 1999). Kızılgeçi ve ark., (2010) genotiplerin ortalamasına göre kontrol uygulamasında %90,40 olan çimlenme gücünün 150 mM'da %64,66'ya düştüğünü belirlemişlerdir.

3.4. Ortalama Çimlenme Zamanı

Ortalama çimlenme zamanı açısından uygulamalar arasındaki farklar önemli olmuştur. Ortalama çimlenme zamanı 7,4-5,5 gün arasında değişirken; ortalama 6,1 gün olmuştur (Çizelge 1). En yüksek ortalama çimlenme zamanı 150 mM uygulamasında; en düşük ise 0 mM (kontrol) uygulamasında elde edilmiştir. Ekmeklik buğdayda ortalama çimlenme zamanının uzadığı (Atak, 2014), diğer çalışmalarda ise orta şiddetteki ozmotik basınç (-0.58 ve -1.05 MPa) uygulamalarında Mannitol, PEG ve NaCl uygulamalarının makarnalık buğdayda (Almansouri ve ark., 2001) ve diğer artan NaCl dozlarında tritikalede çimlenmeyi geciktirdiği (Atak ve ark., 2006) ve bildirilmektedir. Bilgili (2018), genotiplerin ortalamasına göre kontrol uygulamasında 1,43 gün olan ortalama çimlenme zamanının 150 mM'da 1,67 güne çıktığını belirlemişlerdir.

3.5. Çimlenme Gücü İndeksi

Çimlenme gücü indeksi açısından uygulamalar arasındaki farklar önemli olmuştur. Çimlenme gücü indeksi 1386,4-145,4 arasında değişirken; ortalama 666,2 olmuştur (Çizelge 1). En yüksek çimlenme gücü indeksi 0 mM (kontrol) uygulamasında; en düşük ise 150 mM uygulamasında elde edilmiştir. Çimlenme oranı, kökçük uzunluğu ve sürgün uzunluğunun bir bileşeni olan çimlenme gücü indeksi artan stres şartlarında en fazla etkilenen özelliktir (Dhanda ve ark., 2004). Bilgili (2018), genotiplerin ortalamasına göre kontrol uygulamasında 3876,9 olan çimlenme gücü indeksinin 150 mM'da 1128,2'ye düştüğünü belirlemişlerdir.

Tablo 1. Farklı NaCl dozlarının çimlenme oranı (ÇO), çimlenme hızı (ÇH), çimlenme gücü (ÇG), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ve çimlenme gücü indeksine (ÇGİ) ait ortalamalar ve varyans analiz sonuçları (Table 1. Means and variance analysis results of germination ratio (GRo), germination rate (GR), germination power (GP), mean germination time (MGT) and germination power index (GPI) of different NaCl doses)

Uygulamalar	ÇO	ÇH	ÇG	OÇZ	ÇGİ
0 mM (Kontrol)	84,0	25,0	81,0 ^a	5,5 ^b	1386,4 ^a
50 mM	66,0	25,0	61,0 ^a	5,7 ^b	677,2 ^b
100 mM	77,0	19,0	70,0 ^a	5,9 ^b	455,9 ^{bc}
150 mM	36,0	7,0	24,0 ^b	7,4 ^a	145,4 ^c
Ortalama	65,8	19,0	59,0	6,1	666,2
F değeri	6,2**	1,4	7,5**	4,4*	14,5**

4. Sonuç

Tuzluluğun da dahil olduğu stres faktörleri buğday sadece verimini değil kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bitkisel üretimi önemli ölçüde azaltan tuzluluk, doğal etkenler ve hatalı yapılan tarımsal uygulamalar sebebiyle oluşabilmektedir (Saddiq ve ark., 2021). Tuz stresi sırasında bitkide protein sentezi, fotosentez, lipid ve enerji sentezi gibi önemli metabolik olaylar da etkilenmekte olup ayrıca koleoptil uzunluğu, çimlenme oranı, sürgün uzunluğu ve kök taze ağırlığı azalmaktadır (Dirik ve ark., 2020).

Çalışmamızda farklı NaCl dozlarının kırık buğday çeşidinde çimlenme verileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İncelediğimiz çimlenme verilerinde çimlenme hızı dışındaki diğer verilerde analiz sonuçlarına göre farklar önemli ve çok önemli olarak bulunmuştur. Genel anlamda tüm verilerde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme verilerinde düşüş gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Kırık buğday çeşidinin tuza dayanıklı olmadığı gözlemlenmiştir.

Kaynakça

Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., ve Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia journal of Sciences*, 9(1), 43-50.

Almansouri, M., Kinet, J. M., ve Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and soil*, 231(2), 243-254.

Anonim. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Anonim. (2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92velocale=tr>

Ashraf, M. Y., Khan, M. A., ve Naqvi, S. S. M. (1991). Effect of salinity on seedling growth and solute accumulation in two wheat genotypes.

Ashraf, M.P.J.C., ve Harris, P.J.C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant science*, 166(1), 3-16.

Atak, M., Kaya, M. D., Kaya, G., Çikili, Y., ve Çiftçi, C. Y. (2006). Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of triticale. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(1), 39-47.

Atak, M. (2014). Ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme aşamasında oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *MKÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-10.

Aycan, M. (2018). Türkiyede bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde tuza tolerans/dayanıklılık göstergesi olarak evrensel SSR markörlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması ve tuz stresi koşullarında gen ifade profillerinin incelenmesi. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]

Aydın, İ., ve Atıcı, Ö. (2015). Tuz stresinin ekonomiye kültürde çimlenme ve fide üzerinde olumlu etkisi. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 1-15.

Bilgili, D., Atak, M. ve Mavi, K. (2018). Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde NaCl Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 85-96.

Banu, M.N.A., Hoque, M.A., Watanabe-Sugimoto, M., Matsuoka, K., Nakamura, Y., Shimoishi, Y., ve Murata, Y. (2009). Proline and glycinebetaine induce antioxidant defense gene expression and suppress cell death in cultured tobacco cells under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 166(2), 146-156.

Boyraz, N. (2013). Kop bölgesinde verim ve kaliteyi etkileyen önemli bitki hastalıkları. I. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 14(16), 224-237.

Chapman, V. J., Edwards, D. G., Blamey, F. P. C., ve Asher, C. J. (1997). Challenging the dogma of a narrow supply range between deficiency and toxicity of boron. In *Boron in soils and plants* (pp. 151-155). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5564-9_29

Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R., ve Çarpıcı, E.B. (2018). Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. durum L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 19-29.

Datta, J. K., Nag, S., Banerjee, A., ve Mondai, N. K. (2009). Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 13(3).

Dirik, K. Ö., Saygılı, İ., Özkurt, M., ve Sakin, M. A. (2020). Bazı Yerel Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Erken Gelişme Dönemindeki Tuz Stresine Toleransının İncelenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 8(3), 688-693.

Doğru, A. ve Canavar, S. (2020). Bitkilerde evinin ve biyokimyasal tuz. *Akademik Platform-Mühendislik ve Bilim Dergisi*, 8 (1), 155-174.

- Dumlupınar, Z., Kara, R., Dokuyucu, T., ve Akkaya, A. (2007). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(2), 100-110.
- Ekiz, H., Bağcı, S. A., Yılmaz, A., Çağlayan, N., ve Bozoğlu, S. (1999). Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tuza toleranslarının değişik parametrelerle değerlendirilmesi. Hububat Sempozyumu, 8-11.
- Ekmekçi, E., Mehmet, A. P. A. N., ve Tekin, K. A. R. A. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20(3), 118-125.
- Esfandiari, E., Enayati, V. ve Pourmohammad, A. (2015). Some physiological and biochemical traits of two wheat cultivars subjected to salinity stress. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 25(3), 221-230. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236267>
- Gupta, B., ve Huang, B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. International journal of genomics, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/701596>
- Gunes, A., Post, W.N., Kirkby, E.A., ve Aktas, M. (1994). Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. Journal of plant nutrition, 17(11), 1929-1938. <https://doi.org/10.1080/01904169409364855>
- Hajrasullaha, S. 1980. Accumulation and Toxicity of Chloride in Bean Plants. Plant and Soil, 55, 133-138.
- Hale, M.G., ve Orcutt, D. . (1987). The physiology of plants under stress. John Wiley & Sons.
- Hussain, S., Khaliq, A., Matloob, A., Wahid, M. A., ve Afzal, I. (2013). Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. Soil Environ, 32(1), 36-43.
- İnal, A., Günes, A., ve Aktas, M. (1995). Effects of chloride and partial substitution of reduced forms of nitrogen for nitrate in nutrient solution on the nitrate, total nitrogen, and chloride contents of onion. Journal of Plant Nutrition, 18(10), 2219-2227.
- İnan, B., Emir, O. ve Çarpıcı, E.B. (2017). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2018, 32 (1), 69-78. <http://hdl.handle.net/11452/5994>
- İnan, B., Orkunalp, E., Dogan, R., ve Budaklı Çarpıcı, E. (2018) "Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri," U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, c. 32, s. 1, ss. 69-78.
- Kanber, R., Çullu, M.A, Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N. (2005). Sulama, drenaj ve tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi. Cilt I. s. 213- 251, Ankara.
- Keren, R., Bingham, F. T., ve Rhoades, J. D. (1985). Plant uptake of boron as affected by boron distribution between liquid and solid phases in soil. Soil Science Society of America Journal, 49(2), 297-302.
- Khan, B. A., Khan, A. N., ve Khan, T. H. (2005). Effect of salinity on the germination of fourteen wheat cultivars. Gomal University Journal of Research, 21, 31-33.
- Kirtok, Y., Veli, S., Tükel, S., Düzenli, S., ve Kilinc, M. (1994). Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Tarla Bitkileri Kongresi, 25, 29.
- Kirkby, E.A. ve Knight, A.H. (1977). The influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation and cation anion balance in whole tomato plants. Plant Physiology, 60, 349-353. <https://doi.org/10.1104/pp.60.3.349>
- Kizilgeci, F., Yıldırım, M., ve Akinci, C. (2010). Determination of salinity reactions of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. 1. In Symposium of UDUSIS (pp. 24-26).
- Koyuncu, N. (2012). Determination of In Vitro High Level Salinity Tolerance of Some Durum Wheat (*T. durum* Desf.) Cultivars. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2), 70-74.
- Köseoğlu, S.T. ve Doğru, A. (2021). Farklı NaCl Konsantrasyonlarının Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Çimlenme Dönemindeki Etkileri. Environmental Toxicology and Ecology, 1(1), 33-42.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses Volume II. (Physiological Ecology), Academic Press, New York, pp. 365-490.
- Mahajan, S. ve Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018>
- Mahmoodzadeh, H., Khorasani, F. M., ve Besharat, H. (2013). Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4(6), 93-96.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants 2nd edn. Institute of Plant Nutrition University of Hohenheim: Germany.
- Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3rd edition. Elsevier, Academic Press, USA. 672.
- Munns, R. ve Tester, M. (2008). Mechanism of salinity tolerance. Annual Review Plant Biology, 59: 651-674. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Oğuz, C. (2019) Buğday (*Triticum aestivum* L.) fideleri üzerine jasmonik asit tuzluluk etkileşimlerinin gen ifadesi ve antioksidant enzimleri üzerine etkileri [Yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]
- Özkutlu, F. (2020) Farklı Tuz Uygulamalarının Makarnalık (*Triticum durum* L.) Buğdayda Kadmiyum ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4), 1010-1017. <https://doi.org/10.30910/turkjans.716795>
- Raghav, C. S., ve Pal, B. (1994). Effect of saline water on growth, yield and yield contributory characters of various wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Ann. Agric. Res, 15, 351-356.
- Saddiq, M. S., Iqbal, S., Hafeez, M. B., Ibrahim, A. M., Raza, A., Fatima, E. M., ve Ciarmiello, L. F. (2021). Effect of salinity stress on physiological changes in winter and spring wheat. Agronomy, 11(6), 1193.
- Salisbury, R. B. ve Ross C. W. (1992). Photosynthesis: environmental and agricultural aspects. p.249-265.
- Sarin, M. N., ve Narayanan, A. (1968). Effects of soil salinity and growth regulators on germination and seedling metabolism of wheat. Physiologia Plantarum, 21(6), 1201-1209.

- Sefaoğlu, F. (2021). Siyez ve Kırık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin in Vitro Koşullarında Tuza Toleransının Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), 253-261. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.868888>
- Sharma A.D., Thakur M., Rana M. ve Singh, K. (2004). Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphoaphatse activities in Sorghum bicolor (L.) moench seeds. *Afr. J. Biotechnol.* 3: 308-312.
- Siegel, S.M., Siegel, B.Z., Massey J., Lahne, P. ve Chen, J. (1980). Growth of corn in saline waters. *Physiologia Plant.*, 50, 71-73. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1980.tb02686.x>
- Torun, A.A., Gülmezoğlu, N., Tolay, İ., Duymuş, E., Aytaç, Z., Cenkseven, Ş. ve Torun, B. (2019). Çinko ve NaCl uygulamalarının makarnalık buğdayın (*Triticum durum* Desf.) kuru madde verimi ve besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8(1), 1-10.
- Wahab, A.A. ve Zahran, H.H. (1981). Effects of salt stress on nitrogenase activity and growth of four legumes. *Biología Plantarum*, 23(1), 16.
- Yazgan, M. (1986). The effect of salinity on the endogenous gibberellins and cytokinins levels of wheat grains during germinations. *Ege University Journal of Sci. Faculty, Series B*, VIII, 1.