



Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri

Büşra İNAN¹, Orkunalp EMİR¹, Ramazan DOĞAN^{1*}, Emine BUDAKLI ÇARPICI¹

¹Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye
*e-posta: rdogan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.09.2017; Kabul Tarihi: 09.11.2017

Öz: Bu çalışma, bazı ekmeklik buğday hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Araştırmada, 10 adet ekmeklik buğday hattı ile 1 adet ekmeklik buğday çeşidi (Golia) kullanılmış ve 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) ele alınmıştır. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve üç tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Araştırmada, çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük ve sapçık kuru ağırlığı ile tuza tolerans indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ekmeklik buğday hatları arasında, E7 ekmeklik buğday hattı birçok özellik bakımından standart olarak kullanılan Golia buğday çeşidinden daha iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, çeşit, ıslah hattı, çimlenme, tuz stresi.

Responses of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines to Salt Stress at Germination Stage

Abstract: In this study 6 salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM NaCl) were used to determine the effects of salinity on germination stage of 10 bread wheat line and st. wheat cultivars (Golia) in the plant physiology laboratory of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Uludağ. The experiment was carried out as Randomized Plots Design with two factors and three replications. In the research, germination percentage, root length and shoot length, dry weights of root and shoot and salt tolerance index were examined. According to the results of research; E7 bread wheat line gave better results than standart cultivar (Golia) in terms of many features.

Keywords: Bread wheat, variety, breeding line, germination, salt stress.

Giriş

Tuzluluk, tarım yapılan alanlarında verimi önemli ölçüde kısıtlayan ve aynı zamanda dünyada sulanan tarım alanlarının da yaklaşık üçte birini de etkisi altına alan önemli bir sorundur. Dünyada yaklaşık 400- 950 milyon ha sulanabilir tarım alanının tuzluluk problemiyle karşı karşıya olduğu ifade edilmektedir (Hasegawa et al., 1986; Özkaldı ve ark. 2004; Taghipour and Salehi 2008). Tuzlulaşma nedeniyle dünyada her yıl 10 milyon ha tarım arazinin elden çıktığı bildirilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başlıca nedenlerindedir. Diğer taraftan sulamadaki yanlış uygulamalar, özellikle iyi bir drenajın olmadığı alanlarda tuzluluğa neden olabilmektedir (Baltacı ve ark. 2004). Ülkemizde ise; özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerimizde toprak tuzluluğu üretimi kısıtlayan önemli bir sorun olarak görülmektedir (Eker ve ark. 2006).

Topraktaki tuz birikimi, bitki gelişimini farklı derecede etkileyebildiği gibi değişik bitki türlerinin tepkileri de farklı olmaktadır. Genellikle, 0-0,8 dS m⁻¹ arasındaki EC değerleri bitkisel üretim bakımından kabul edilebilir değerler olarak ifade edilirken, bitki bazında ise özellikle tahılların gerek çimlenme gerekse erken fide döneminde yüksek tuzluluğa karşı duyarlı oldukları bildirilmiştir (Ghoulam and Fares 2001). Buğday (*Triticum aestivum* L.) orta derecede tuza dayanıklı bitkiler grubunda olup, toprakta 100 mM NaCl seviyesinde tuzluluk olduğu durumlarda buğdayda verimi azalırken, çeltik bitkisinin gelişme öncesi tamamen öldüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, tuzluluğa en dayanıklı olan arpada da 250 mM NaCl tuz konsantrasyonunda uzun süre kaldığı durumlarda bitki ölümlerinin gerçekleştiği ifade edilmiştir. Makarnalık buğdaylar, mısır ve sorgum gibi diğer cinslerin de tuzluluğa karşı ekmeçlik buğdaylardan daha az dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Munns et al., 2006).

Tuz stresi çalışmalarında bitkinin çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır. Özellikle bitkinin çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tuzun tohum içerisine su alımını engellemesidir. Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların neden olduğu toksik etki, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerine besin taşınmasındaki problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi gösterilmektedir (Kara ve ark. 2011).

Bu çalışma, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiş olan bazı ekmeçlik buğday hatlarının çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına karşı toleranslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2016 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Denemede Golia buğday çeşidi ile birlikte Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 10 ekmeçlik buğday hattı incelenmiştir. Araştırmada materyal olarak kullanılan standart çeşit ve hatların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ekmeçlik buğday hatları ile çeşide ait özellikler

| Hat/Çeşit | Melez/Pedigri |
|-----------|---|
| E1 | Ziyabey 93/3*Altay 2000 SM-5520F-0P-=-E-10E-0E |
| E2 | Onearly_S-114/3CTK/VEE"S"/UHU"S" YE16675-0E-0E-5E-0E |
| E3 | CROC-1/AE.SQUARROSA(20)//JUP/BJY/3/KAUZ/4/KAUZ/5/KONYA 2002 SM-5184-0P-0E-0E-2E-0E |
| E4 | MELEZ13/MUFITBEY YE16637-0E-0E-0E-1E-0E |
| E5 | YUMAI13/NA160/3/14.53/ODIN//CI13441/4/GRK/5/ALTAY2000 YE16719-0E-0E-0E-21E-0E |
| E6 | PII78383/ES85-8 YE16720-0E-0E-0E-2E-0E |
| E7 | PM MEI IRR_S-30/KRC66//MUFITBEY YE16770-0E-0E-0E-5E-0E |
| E8 | MIZRAK//HYS/7C//1593-51/3/P101//1150-18/STACAT/6/LOZ11/BL//MIR264/5/PNC/CM//NB61977 /3/EC/INIA //BBN/4/MXP//KR/FUNO/7/PEHLIVAN YA24563-0A-0E-0E-4E-0E |
| E9 | TOSUNBEY/3/GRK-79//CO652643/KRC-66 YA24581-0A-0E-0E-4E-0E |
| E10 | MUFITBEY/33 IBWSN_S-52//MUFITBEY YE16864-0E-0E-0E-3E-0E |
| E11 | GOLIA |

Çalışmada 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) kullanılmıştır. Araştırma Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirmeler için 15 cm'lik petri kapları kullanılmıştır. Çimlendirme öncesinde tohumların % 1'lik sodyum hipoklorit muamelesi ile yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Sodyum hipoklorit ile 3 dakika çalkalanan tohumlar çalkalama sonrası saf su ile iyice yıkanmıştır (Akbarimoghaddam et al., 2011). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuş ve ardından içerisinde çift katlı filtre kağıdı bulunan petri kaplarına 30'ar adet tohum yerleştirilmiştir. Çift katlı filtre kağıtları arasına konulan tohumların üzerine 15 ml farklı tuz yoğunluklarını içeren çözeltiler dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petriler karanlık koşullara sahip $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolabına konulmuş ve burada 8 gün muhafaza edilmiştir. Bu süre içerisinde petrilerde tuz birikimini engellemek amacıyla 2 gün aralıklarla filtre kâğıtları değiştirilmiş ve ardından tekrar 15 ml çözelti verilmiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayımları yapılmıştır (Fuller et al., 2012). Çimlenmenin 8. gününde her bir petri kabından 10 sürgün örnek olarak alınmış ve bu örneklerde kökçük ve sapçık uzunlukları ölçülmüştür. Yine aynı örneklerde kökçük ve sapçık kuru ağırlıklarının belirlenmesi için örnekler kökçük ve sapçık kısımlarına ayrılmış ve 70°C 'de 24 saat kurutulup tartılmıştır (Atak ve ark. 2006). Tuza tolerans indeksi ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tuza tolerans indeksi = $(S_x \text{'deki toplam kuru ağırlık} / S_0 \text{'daki toplam kuru ağırlık}) \times 100$

S_x : Tuz konsantrasyonu, S_0 : Kontrol (Bağcı ve ark. 2007)

Araştırmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda JUMP-7 paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde AÖF testinden yararlanılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük kuru ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı ve tuza tolerans indeksi özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Hatlar arasında tüm özellikler bakımından istatistiki anlamda % 1 olasılık düzeyinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tuz konsantrasyonları açısından ise incelenen özelliklerden sadece kökçük kuru ağırlığı %5 olasılık düzeyinde önemli olurken, diğer tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde istatistiki olarak çok önemli farklılıklar belirlenmiştir. Hat x tuz etkileşimi bakımından varyans analiz sonuçları incelendiğinde de tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ele alınan bu özellikler bakımından hat x tuz etkileşiminin önemli çıkması, hatların artan tuz konsantrasyonlarına gösterdikleri tepkinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Araştırmada, incelenen özellikler bakımından hat x tuz etkileşimi önemli çıktığından her bir özellik için sadece etkileşimlere ait ortalama değerler verilmiştir.

Çizelge 2. Ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarında incelenen parametrelere ilişkin varyans analizi

| Varyasyon Kaynağı | S.D. | Çimlenme Yüzdesi | Kökçük Uzunluğu | Sapçık Uzunluğu | Kökçük Kuru Ağırlık | Sapçık Kuru Ağırlık | Tuza Tolerans İndeksi |
|--------------------|------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Hat | 10 | 12.85** | 17.84** | 31.82** | 46.03** | 31.87** | 33.88** |
| Tuz konsantrasyonu | 5 | 131.31** | 861.72** | 987.73** | 205.58* | 493.88** | 725.64** |
| Hat xTuz | 50 | 1.89** | 2.43** | 5.45** | 8.30** | 4.91** | 5.84** |
| Hata | 198 | 22.88 | 1.24 | 0.86 | 0.36 | 0.64 | 37.67 |

*,** Sırasıyla 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde istatistiki olarak önemlidir.

Çimlenme Yüzdesi (%)

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, yapılan varyans analizi sonucunda; hatlar, tuz konsantrasyonu ve hat x tuz etkileşimi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çimlenme yüzdesine ilişkin ortalamaların gruplandırmasına bakıldığında (Çizelge 3) hat x tuz etkileşimine ilişkin ortalamalar değerler % 63.00-98.50 arasında değiştiği görülmektedir. Araştırmada en yüksek çimlenme yüzdeleri E3, E6, E9 hatlarında tuzsuz koşullardan, E7 hattında ise 50 mM NaCl dozundan elde edilmiştir. Fakat buna karşılık en düşük çimlenme yüzdesi (% 63.00) E5 hattının 250 mM NaCl dozunda saptanmıştır. Ele alınan hatlar arasında çimlenme yüzdesi bakımından tuz stresinden en az etkilenen hat E7 hattı, en hassas olan hatlar ise E2 ve E5 hatları olmuştur. Bazı hatların çimlenme yüzdeleri, artan tuz konsantrasyonlarında kararlı ve düşük oranlarda azalırken, bazı hatlarda azalma oranları daha sert ve düzensiz olmuştur. Ekmekçi ve ark. (2005) artan tuz seviyelerine bağlı olarak çimlenme oranındaki azalma, Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksitesinin yanı sıra, artan osmotik basıncın çimlenme için gerekli olan suyun tohum tarafından alınmasını engellemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bulgularımız; hatların artan tuz dozlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını bildiren birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Sharma et al., 2004; Khan et al., 2005; Dumrupınar ve ark. 2007; Datta et al., 2009; Akbarimoghaddam et al., 2011; Hussain et al., 2013 ve Mahmoodzadeh et al., 2013).

Çizelge 3. Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen çimlenme yüzdesi (%) değerleri

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 97.00 ^{a-d} | 96.00 ^{a-g} | 96.50 ^{a-d} | 91.50 ^{b-1} | 91.00 ^{c-1} | 76.50 ^{n-q} |
| E2 | 96.50 ^{a-d} | 93.00 ^{a-d} | 93.50 ^{a-g} | 88.00 ^{f-k} | 80.50 ^{l-o} | 65.50 ^{r-s} |
| E3 | 99.00 ^a | 97.50 ^{a-c} | 97.00 ^{a-d} | 97.00 ^{a-d} | 92.50 ^{a-h} | 76.50 ^{n-q} |
| E4 | 96.50 ^{a-d} | 94.50 ^{a-f} | 93.00 ^{a-g} | 90.50 ^{d-1} | 83.00 ^{j-n} | 70.00 ^{q-r} |
| E5 | 95.50 ^{a-e} | 94.50 ^{a-f} | 92.50 ^{a-h} | 85.00 ^{l-m} | 81.50 ^{k-n} | 63.00 ^s |
| E6 | 98.50 ^a | 95.50 ^{a-d} | 95.00 ^{a-e} | 95.50 ^{a-d} | 91.00 ^{c-1} | 79.00 ^{m-p} |
| E7 | 95.50 ^{a-d} | 98.50 ^a | 98.00 ^{ab} | 95.50 ^{a-d} | 88.00 ^{f-k} | 88.50 ^{e-j} |
| E8 | 96.00 ^{a-d} | 98.00 ^{ab} | 96.00 ^{a-d} | 91.50 ^{b-1} | 83.50 ^{j-m} | 86.00 ^{h-l} |
| E9 | 98.50 ^a | 95.50 ^{a-d} | 96.00 ^{a-d} | 93.500 ^{a-g} | 87.00 ^{g-l} | 76.50 ^{n-q} |
| E10 | 96.50 ^{a-d} | 96.50 ^{a-d} | 98.00 ^{ab} | 93.00 ^{a-g} | 88.00 ^{f-k} | 74.00 ^{o-q} |
| E11(Golia) | 93.50 ^{a-g} | 86.00 ^{b-1} | 90.50 ^{d-1} | 88.00 ^{f-k} | 73.00 ^{pq} | 70.50 ^{qr} |

Kökçük Uzunluğu (cm):

Kökçük uzunluğu en fazla E7 hattında 0 mM tuz konsantrasyonunda (17.95 cm), en düşük kökçük uzunlukları ise 250 mM tuz konsantrasyonunda E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10 ve E11 hatları ile 200 mM tuz konsantrasyonunda E 9 ve E 11 hatlarından elde edilmiştir (Çizelge 4). En yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole göre hatların kökçük uzunluğu % 77-88 arasında değişmiş ve bu anlamda hatlar içerisinde en az etkilenen E7 hattı olmuştur. Bitkilerin tuza dayanımında önemli göstergelerden biri kökçüğün gelişme durumudur. Çimlenme sırasında su alımında tuz engeli yoksa kökçük normal gelişim göstermektedir. Bu nedenle tuz stresi nedeniyle kökçük gelişiminde ortaya çıkan gerilemeler, bitkinin su alımındaki azalmalardan kaynaklanmaktadır. Tuzun kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da saptanmıştır (Atak ve ark. 2006; Dumlupınar ve ark. 2007; Datta et al., 2009; Akbarimoghaddam et al., 2011; Bahrani and Hagh 2012; Abdoli et al., 2013; Hussain et al., 2013) .

Çizelge 4. Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen kökçük uzunluğu (cm) değerleri

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 15.02 ^{b-d} | 11.83 ^{g-j} | 12.27 ^{f-j} | 6.94 ^{q-t} | 5.07 ^{u-w} | 2.44 ^z |
| E2 | 16.29 ^b | 11.51 ^{h-k} | 11.22 ^{j-l} | 6.93 ^{q-t} | 4.69 ^{v-x} | 1.89 ^z |
| E3 | 15.22 ^{b-d} | 11.85 ^{g-j} | 10.06 ^{k-m} | 7.50 ^{p-s} | 4.18 ^{w-y} | 2.56 ^z |
| E4 | 16.38 ^b | 15.05 ^{b-d} | 12.69 ^{f-j} | 8.09 ^{o-r} | 5.88 ^{t-v} | 2.51 ^z |
| E5 | 13.70 ^{d-f} | 12.93 ^{f-1} | 9.41 ^{m-o} | 6.17 ^{s-v} | 3.84 ^{w-z} | 1.88 ^z |
| E6 | 12.30 ^{f-j} | 11.29 ^{j-l} | 8.40 ^{n-q} | 6.30 ^{s-u} | 4.01 ^{w-z} | 2.29 ^z |
| E7 | 17.95 ^a | 15.53 ^{bc} | 11.40 ^{l-1} | 8.85 ^{m-p} | 4.99 ^{u-w} | 4.18w-y |
| E8 | 15.23 ^{b-d} | 13.81 ^{d-f} | 11.95 ^{g-j} | 8.24 ^{o-r} | 5.93 ^{t-v} | 3.22 ^{x-z} |
| E9 | 14.72 ^{c-e} | 12.95 ^{f-h} | 9.89 ^{l-n} | 6.83 ^{r-t} | 2.67 ^{y-z} | 2.55 ^z |
| E10 | 16.37 ^b | 13.25 ^{e-g} | 9.58 ^{m-o} | 7.69 ^{p-s} | 3.61 ^{w-z} | 2.60 ^z |
| E11(Golia) | 13.02 ^{f-h} | 11.19 ^{j-l} | 11.85 ^{g-j} | 6.49 ^{s-u} | 2.74 ^{yz} | 1.66 ^z |

Sapçık Uzunluğu (cm):

Genel olarak tuz konsantrasyonları arttıkça hatların sapçık uzunlukları da azalma göstermiştir. Bu durum tuz iyonlarının neden olduğu toksik etki ile osmotik basıncın neden olduğu su alımının olumsuz etkilenmesinden ileri gelmektedir. Araştırmada, hatların artan tuz konsantrasyonlarına karşı tepkileri farklı olduğundan hat x tuz interaksyonu da önemli çıkmıştır (Çizelge 2 ve Çizelge 5). Sapçık uzunluğu bakımından en yüksek değer E5 ve E9 hatlarının 0 mM tuz konsantrasyonu ile E5 hattının 50 mM tuz konsantrasyonunda elde edilirken, en kısa sapçıklar ise 200 mM tuz konsantrasyonunda E2, E3, E4, E8, E9 VE E11 hatları ile 250 mM tuz konsantrasyonunda bütün hatlarda tespit edilmiştir. Sapçık uzunluğu bakımından Ekmeklik buğday hatları arasında tuzdan en az etkilenen E7 hattı, en çok etkilenenler ise E2 ve E4 hatları olmuştur (Çizelge 5). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir (Atak ve ark. 2006; Dumlupınar ve ark. 2007; Moud and Maghsoudi 2008; Akbarimoghaddam et al., 2011; Bahrani and Hagh 2012).

Çizelge 5. Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen sapçık uzunluğu (cm) değerleri

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 12.80 ^{d-1} | 11.92 ^{g-k} | 10.80 ^{k-m} | 6.51 ^{u-w} | 4.78 ^{x-z} | 2.40 ^z |
| E2 | 14.58 ^{a-c} | 11.08 ^{l-1} | 10.96 ^{l-1} | 7.29 ^{r-u} | 4.16 ^z | 0.78 ^z |
| E3 | 12.78 ^{d-1} | 10.13 ^{l-o} | 10.90 ^{l-1} | 9.19 ^{o-q} | 4.28 ^{yz} | 2.22 ^z |
| E4 | 13.83 ^{b-e} | 13.95 ^{b-d} | 10.96 ^{l-1} | 6.91 ^{t-u} | 4.28 ^{yz} | 0.83 ^z |
| E5 | 15.42 ^a | 15.08 ^{ab} | 12.55 ^{e-1} | 8.37 ^{p-s} | 4.70 ^{x-z} | 1.88 ^z |
| E6 | 13.20 ^{d-g} | 11.87 ^{h-k} | 9.96 ^{l-o} | 7.97 ^{q-t} | 5.60 ^{v-x} | 1.71 ^z |
| E7 | 12.94 ^{d-h} | 13.02 ^{d-h} | 10.68 ^{k-n} | 8.49 ^{p-r} | 5.12 ^{x-z} | 3.51 ^z |
| E8 | 13.30 ^{c-f} | 11.21 ^{j-1} | 9.47 ^{n-p} | 6.81 ^{t-v} | 4.17 ^z | 1.82 ^z |
| E9 | 15.40 ^a | 12.93 ^{d-h} | 9.56 ^{m-p} | 8.45 ^{p-s} | 3.79 ^z | 1.87 ^z |
| E10 | 11.56 ^{l-k} | 12.17 ^{f-j} | 9.96 ^{l-o} | 9.11 ^{o-q} | 5.56 ^{v-y} | 2.65 ^z |
| E11(Golia) | 7.07 ^{tu} | 9.24 ^{o-q} | 7.20 ^{s-u} | 5.26 ^{w-z} | 2.63 ^z | 0.72 ^z |

Kökçük Kuru Ağırlık (mg):

Kökçük kuru ağırlığı değerlerinin hatlara ve tuz konsantrasyonlarına göre farklılıkları interaksiyon şeklinde de kendisini göstermiş olup, Çizelge 6'da görüleceği üzere en yüksek kökçük kuru ağırlıkları 8.98 mg ile E8 hattından tuzsuz koşullarda ve 8.65 mg ile 100 mM tuz konsantrasyonunda, en düşük değerler ise Golia çeşidinin 150, 200 ve 250 mM tuz konsantrasyonlarında, E5, E6 ve E8 hatlarının 200 mM tuz konsantrasyonunda, E1, E2, E4, E5, E6, E7,E9 ve E10 hatlarının ise 250 mM tuz konsantrasyonlarında saptanmıştır. Akbarimoghaddam et al., (2011) yaptıkları araştırmada buğday genotipleri arasında kökçük kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıkların olmadığını, artan tuz konsantrasyonlarının ise kök gelişimini azalttığını ve aynı zamanda kökçük kuru ağırlığını da olumsuz etkileyip en yüksek tuz konsantrasyonunda (12.5 dS/m) kontrole kıyasla yaklaşık % 20 azalttığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Ghoulam and Fares (2001), Akbari et al., (2007) ve Abdoli et al., (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Bulgularımızla bazı araştırmacıların bulguları benzerlik gösterirken, bazıları ile de uyumsuzluk göstermiştir.

Çizelge 6. Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen kökçük kuru ağırlığı (mg) değerleri

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 6.03 ^{g-j} | 4.85 ^{n-t} | 5.98 ^{g-j} | 4.00 ^{w-z} | 3.50 ^{x-z} | 2.65 ^z |
| E2 | 7.65 ^{c-d} | 5.40 ^{j-o} | 5.85 ^{h-k} | 5.00 ^{t-r} | 4.48 ^{p-w} | 1.85 ^z |
| E3 | 7.60 ^{c-d} | 5.76 ^{j-n} | 6.13 ^{f-j} | 5.90 ^{g-j} | 4.58 ^{o-v} | 3.68 ^{w-z} |
| E4 | 6.45 ^{f-h} | 6.43 ^{f-i} | 5.80 ^{h-l} | 5.58 ^{j-n} | 4.25 ^{q-x} | 3.05 ^z |
| E5 | 5.60 ^{t-n} | 5.30 ^{j-p} | 4.18 ^{r-x} | 3.65 ^{w-z} | 3.23 ^z | 2.63 ^z |
| E6 | 4.10 ^{t-y} | 5.05 ^{k-q} | 4.83 ^{n-u} | 4.15 ^{s-x} | 3.08 ^z | 3.22 ^z |
| E7 | 6.03 ^{g-j} | 6.95 ^{d-f} | 5.75 ^{h-m} | 5.75 ^{h-m} | 3.65 ^{w-z} | 3.28 ^{yz} |
| E8 | 8.98 ^a | 7.98 ^{bc} | 8.65 ^{ab} | 3.75 ^{v-z} | 2.45 ^z | 4.95 ^{m-s} |
| E9 | 6.73 ^{e-g} | 6.13 ^{f-j} | 6.95 ^{d-f} | 4.88 ^{n-t} | 4.98 ^{l-s} | 3.20 ^z |
| E10 | 7.30 ^{c-e} | 6.03 ^{g-j} | 5.93 ^{g-j} | 4.18 ^{r-x} | 4.80 ^{n-u} | 2.60 ^z |
| E11(Golia) | 3.58 ^{x-z} | 3.45 ^{x-z} | 3.60 ^{x-z} | 3.30 ^{yz} | 3.28 ^{yz} | 2.18 ^z |

Sapçık Kuru Ağırlık (mg):

Ekmeklik buğday hatlarının sapçık kuru ağırlıkları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıklar ayrıca interaksiyon değerleri olarak da belirlenmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde, sapçık kuru ağırlığının 1.53mg ile 11.78 mg arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek sapçık kuru ağırlığı 11.78 mg ile E2 hattında 0 tuz koşullarında ve 11.48 mg ile E5 hattında 50 mM tuz konsantrasyonunda elde edilmiş, en düşük değerler ise E2, E4, E5ve E9 hatları ile Golia çeşidinde 250 mM tuz konsantrasyonunda belirlenmiştir. Hatlar arasında en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole oranla sapçık kuru ağırlığında en az azalma %49.8 ile E7 hattında tespit edilmiştir (Çizelge 7). Tuz stresinin sürgün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Akbari et al., 2007; Datta et al., 2009; Kara ve ark. 2010; Akbarimoghaddam et al., 2011; Abdoli et al., 2013; Hussain et al., 2013).

Çizelge 7. Bazı ekmeklik buğday hatlarının farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen sapçık kuru ağırlığı (mg) değerleri

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 10.03 ^{c-g} | 9.28 ^{f-j} | 9.35 ^{e-j} | 7.20 ^{no} | 6.05 ^{p-s} | 3.15 ^{xy} |
| E2 | 11.78 ^a | 9.23 ^{f-j} | 10.00 ^{c-g} | 7.15 ^{n-p} | 4.95 ^{s-v} | 1.78 ^z |
| E3 | 9.15 ^{f-j} | 7.88 ^{l-n} | 9.23 ^{f-j} | 8.43 ^{t-m} | 4.75 ^{t-u} | 2.93 ^y |
| E4 | 9.45 ^{e-j} | 10.85 ^{a-d} | 9.43 ^{e-j} | 7.93 ^{k-n} | 5.18 ^{s-u} | 1.53 ^z |
| E5 | 10.45 ^{b-e} | 11.48 ^{ab} | 9.05 ^{f-j} | 7.00 ^{o-p} | 5.53 ^{q-u} | 2.48 ^{yz} |
| E6 | 9.75 ^{d-h} | 10.10 ^{c-f} | 8.98 ^{g-l} | 6.53 ^{o-q} | 7.23 ^{n-o} | 3.30 ^{xy} |
| E7 | 9.63 ^{e-h} | 9.20 ^{f-j} | 8.72 ^{h-m} | 7.20 ^{n-p} | 5.75 ^{q-t} | 4.83 ^{t-u} |
| E8 | 11.08 ^{a-c} | 10.03 ^{c-g} | 9.53 ^{e-t} | 8.80 ^{h-m} | 4.70 ^{t-v} | 2.90 ^y |
| E9 | 7.78 ^{mn} | 8.40 ^{j-m} | 9.20 ^{f-j} | 6.55 ^{o-q} | 4.88 ^{t-v} | 2.48 ^{yz} |
| E10 | 10.40 ^{b-e} | 10.08 ^{c-g} | 9.00 ^{f-k} | 8.35 ^{j-m} | 6.30 ^{o-r} | 4.05 ^{v-z} |
| E11(Golia) | 5.23 ^{r-u} | 6.90 ^{n-p} | 6.38 ^{o-q} | 4.60 ^{u-w} | 3.58 ^{w-y} | 1.53 ^z |

Tuza Tolerans İndeksi (%):

Ekmeklik buğday hatlarının tuza tolerans indeksleri gerek hatlar gerekse tuz dozları bakımından farklılık göstermiş ve bu farklılıklar interaksiyon etkisinde de ortaya çıkmıştır. İnteraksiyon değerlerine bakıldığında, hatların tuza tolerans indekslerinin %18.66 ile %109.38 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Buna göre en yüksek tuza tolerans indeksi Golia çeşidinin 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında tespit edilmiştir. Tuz dozlarının artışına bağlı olarak hatların tuza tolerans indeks değerlerinde de önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada incelenen diğer özellikler bakımından ön plana çıkan E7 hattı tuza tolerans indeksi bakımından da kendini göstermiştir. Bu hattın(E7) tuza tolerans indeksi, en yüksek tuz konsantrasyonunda kontrole oranla % 48 azalma göstermiştir (Çizelge 8). Tuz stresinin tahıllarda tuza tolerans indeksini önemli derecede azalttığı bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Bağcı ve ark. 2007; Kara ve ark. 2010; Sharma and Vimala 2016).

Çizelge 8. Bazı ekmeklik buğday hatların farklı tuz konsantrasyonlarından elde edilen tuza tolerans indeks değerleri (%)

| Hatlar | Tuz Konsantrasyonları (mM NaCl) | | | | | |
|------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| E1 | 100.00 ^{e-f} | 88.00 ^{h-m} | 95.48 ^{f-h} | 69.78 ^{q-t} | 59.50 ^{u-x} | 36.13 ^z |
| E2 | 100.00 ^{e-g} | 75.29 ^{o-r} | 81.59 ^{l-o} | 62.54 ^{t-w} | 48.52 ^{y-z} | 18.66 ^z |
| E3 | 100.00 ^{e-g} | 80.30 ^{m-o} | 91.40 ^{g-i} | 85.52 ⁱ⁻ⁿ | 55.67 ^{w-y} | 39.40 ^z |
| E4 | 100.00 ^{e-g} | 108.64 ^{b-d} | 95.75 ^{f-h} | 84.90 ⁱ⁻ⁿ | 59.27 ^{v-x} | 28.77 ^z |
| E5 | 100.00 ^{e-g} | 104.51 ^{c-e} | 82.40 ^{k-o} | 66.35 ^{s-v} | 54.52 ^{w-z} | 31.77 ^z |
| E6 | 100.00 ^{e-g} | 109.38 ^{a-c} | 99.64 ^{e-g} | 77.07 ^{n-q} | 74.36 ^{o-s} | 47.11 ^z |
| E7 | 100.00 ^{e-g} | 103.19 ^{c-f} | 92.49 ^{g-i} | 82.75 ^{j-o} | 60.06 ^{u-x} | 51.76 ^{x-z} |
| E8 | 100.00 ^{e-g} | 89.77 ^{h-l} | 90.65 ^{j-k} | 62.59 ^{t-w} | 35.66 ^z | 39.15 ^z |
| E9 | 100.00 ^{e-g} | 100.17 ^{d-g} | 111.37 ^{a-c} | 78.79 ^{n-p} | 67.93 ^{r-u} | 39.13 ^z |
| E10 | 100.00 ^{e-g} | 90.96 ^{h-j} | 84.32 ⁿ | 70.76 ^{p-t} | 62.71 ^{t-w} | 37.57 ^z |
| E11(Golia) | 100.00 ^{e-f} | 117.61 ^a | 113.35 ^{ab} | 89.77 ^{h-l} | 77.84 ^{n-q} | 42.04 ^z |

Sonuç

Bu araştırmada farklı NaCl dozlarının bazı ekmeklik buğday hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada hat x tuz konsantrasyonu tüm özelliklerde önemli bulunmuştur. Hatların incelenen özellikleri dikkate alındığında bunlar içerisinde tuz stresine tolerans açısından çok kararlı olmamakla birlikte, bazı hatların birçok özellik açısından istikrarlı oldukları görülmüştür. Özellikle E7 ekmeklik buğday hattı bu çalışmada tuza dayanıklılık bakımından ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte daha sağlıklı önerilerde bulunabilmek için bu araştırmaların çimlenme dönemi ile birlikte fide dönemlerini de kapsayacak şekilde tarla çalışmalarını desteklenmelidir. İklim öğelerinden özellikle sıcaklık ve nemliliğin artmasına bağlı olarak ülkemizdeki hızlı artış gösterdiği saptanan tuzlu alanlara uyumlu çeşitlerin ekilmesi ile daha stabil tane verimi alınabilecektir. O nedenle ki tuzlu alanlara ekilebilecek tuza toleranslı yeni çeşitlerin geliştirilmesine bu ve benzeri araştırmaların katkı sağlayacağını söyleyebiliriz.

Kaynaklar

- Abdoli M., Saeidi M., Azhand M., Jalali-Honarmand S., Esfandiari E. and F. Shekari. 2013. The effects of different levels of salinity and indole-3-acetic acid (IAA) on early growth and germination of wheat seedling. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(4):329-338.
- Akbari G., Sanavy S.A.M.M. and S. Yousafzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(15): 2557-2561.
- Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari A. and N. Panjehkeh. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1): 43- 50.
- Atak M. M., Kaya D., Çakılı G. and C.Y. Çiftçi. 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. *Turk J Agric For* 30:39-47.
- Bağcı S.A., Ekiz H. ve A. Yılmaz. 2007. Salt tolerance of sixteen wheat genotypes during seedling growth. *Turkish J. Agric. Forestry* 31: 363-372.
- Bahrani A., M. Joo Hagh. 2012. Response of some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to salinity at germination and early seedling growth stages. *World Applied Sciences Journal* 16 (4): 599-609.
- Baltacı F.D., Can A., Karaoğlu A. ve A. Tantur. 2004. Tuzluluk, nedenleri ve çevresel etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, Ankara, 185-190.
- Datta J.K., Nag S., Banerjee A. and N.K. Mondal. 2009. Impact of salt stress on five varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 13(3):93 – 97.
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T. ve A. Akkaya. 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(2): 100-110.
- Eker S., Comertpay G., Konuskan O., Ulger A.C., Ozturk L., D. Cakmak. 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish J. Agric. Forestry* 30: 365- 373.
- Ekmekçi E., Apan M. ve T. Kara. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- Fuller M.P., Hamza J.H., Rihan H.Z. and M. Al-Issawi. 2012. Germination of primed seed under NaCl stress in wheat. *ISRN Botany*, Article ID 167804, 5 pages doi:10.5402/2012/167804.
- Ghoulam C., K. Fares. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beat (*Beta vulgaris* L.). *Seed Sci. Technol.* 29: 357- 364.
- Hasegawa P.M., Bressan R. A. and A. V. Handa. 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance, *Horticultural Science*, 21 (6):1317-1324.
- Hussain S., Khaliq A., Matloob A., Wahid M.A. and I. Afzal. 2013. Germination and growth response of three wheat cultivars to NaCl salinity. *Soil Environ.* 32(1): 36-43.
- Kara B., N.U. Kara. 2010. Effect of differet salinity (NaCl) concentrations of the first developmet stages of root and shoot organs of wheat. *Anadolu J. Agric. Sci.* 25(1):37-43.
- Kara B., Akgün İ. ve D. Altındal. 2011. Triticale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selçuk Üniversitesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi.* 25(1):1-9.

- Khan B.A, Khan A.N. and T.H. Khan. 2005. Effect of salinity on the germination of fourteen wheat cultivars. Gomal University Journal of Research 21: 31-3.
- Mahmoodzadeh H., Khorasani F. M. and H. Besharat. 2013. Impact of salt stress on seed germination indices of five wheat cultivars. Annals of Biological Research, 4 (6):93-96.
- Moud A.M., K. Maghsoudi. 2008. Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences 4 (3): 351-358.
- Muhammad Z., F. Hussain. 2012. Effect of NaCl salinity on the germination and seedling growth of seven wheat genotypes. Pak. J. Bot. 44(6): 1845-1850.
- Munns R., James R.A., A. Lauchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot. 57(5): 1025–1043.
- Özkaldı A., Boz B. ve V. Yazıcı. 2004. GAP'ta drenaj sorunları ve çözüm önerileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 20-21 Mayıs, Ankara, s: 97-105.
- Sharma A.D., Thakur M., Rana M., K. Singh. 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.
- Sharma S. and Y. Vimala. 2016. Effect of salt stress on germination and growth of *T. foenumgraecum* seedlings. International Journal of Advanced Research (2016), Volume 4, Issue3, 40-45.
- Taghipour F., M. Salehi. 2008. The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in seedling growth stages. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 4 (5): 525-529.
- Turan Z.M. 1995. Araştırma ve deneme metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No:62, Bursa. 121 s.