

Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde NaCl Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi

Didem BİLGİLİ¹ Mehmet ATAĞ² Kazım MAVİ³

¹ Çankırı Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 18100, Çankırı

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl., 31034, Hatay

³ Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl., 31034, Hatay

Özet

Bu çalışma; ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme ve ilk gelişme dönemlerinde tuz (NaCl) stresine karşı tepkilerini belirlemek amacıyla, 2014 yılında yürütülmüştür. Denemelerde; Karatopak ve Sagittoria ekmeklik buğday çeşitleri ile Uluslararası Kurak Alanlar Araştırma Merkezinden sağlanan 3 ıslah hattı materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada; buğday tohumlarına çimlenme ve çıkış döneminde saf su (kontrol) ile 2 farklı NaCl (80 mM ve 160 mM) dozu tuz stresi için uygulanmıştır. Çimlendirme denemeleri, petri kaplarında tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak iklim dolabında karanlıkta (20 °C±2) yürütülmüştür. Çıkış denemeleri ise torf ve steril dere kumu (1:1) karışımı ile doldurulan plastik kaplarda tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak iklim odasında (25°C±5) yürütülmüştür. Çimlendirme denemelerinde; Genotip (G) × NaCl interaksiyonunun, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve çimlenme güç indeksi yönünden önemli olduğu, ancak çimlenme yüzdesi yönünden ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çıkış denemelerinde ise; G × NaCl interaksiyonu kök uzunluğu dışındaki özellikler (çıkış yüzdesi, çıkış indeksi, fide boyu, fide yaş ağırlığı ve çıkış güç indeksi) için önemsiz bulunmuştur. NaCl dozlarının artmasına bağlı olarak genotiplere göre değişen oranlarda çimlenme ve çıkış yüzdesinin, çimlenme ve çıkış indeksinin, sürgün boyu, fide boyu, kökçük uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığının önemli düzeyde azaldığı; ortalama çimlenme süresi, ortalama çıkış süresi, çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Genotipler çimlenme ve çıkış denemelerinde NaCl toleranslılık yönünden farklı tepkiler göstermişlerdir.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, Tuz stresi, NaCl, Çimlenme, Çıkış

Effect of NaCl Stress on Germination and Seedling Growth of Some Bread Wheat Genotypes **Abstract**

This study was carried out to determine the response of some bread wheat genotypes to salt stress during germination and seedling growth. Two bread wheat cultivars (c.v Karatopak and Sagittoria) and three advanced breeding lines (numbered as 1, 8 and 20) of Mediterranean region of Turkey were used as seed material. In the study; 3 different doses of NaCl (pure water (control), 80 mM and 160 mM) was applied to wheat seeds during germination and emergence. Germination experiment was carried out in darkness (20 °C ± 2) in the petri dishes according to the factorial arrangement of completely randomized design with 4 replications. Emergence experiments were carried out in the climate chamber (25 °C ± 5) in the plastic cups filled with peat and sterile sand (1: 1) mixture according to factorial arrangement of completely randomized design with 3 replications. In germination experiments; it has been determined that G x NaCl interaction was significant in terms of mean germination time, germination index, shoot length, root length, shoot fresh weight and germination vigor index,

but not germination percentage. As a result of emergence experiment; the G x NaCl interaction was insignificant for properties other than root length (emergence percentage, emergence index, seedling length, seedling fresh weight and emergence vigor index). Depending on the increase in salt concentrations, the germination percentage, emergence percentage, germination index, emergence index, shoot length, seedling length, root length, root length (emergence), shoot fresh weight and seedling fresh weight decrease significantly at different rates depending on the genotypes; the mean germination time, the mean emergence time, the germination vigor index and the emergence vigor index values increased significantly. Genotypes showed different responses to NaCl tolerance in germination and emergence experiments.

Key words: Bread wheat, Salt stress, NaCl, Germination, Emergence

Giriş

Buğday; beslenme, ekonomik, ekim nöbeti ve sosyo-kültürel yönden yadsınamaz öneme sahip ve rakipsiz konumdadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en fazla ekim alanına sahip olan tahıl cinsidir. Dünya genelinde 140'tan fazla ülkede az ya da çok oranda yetiştirilirken, 40'tan fazla ülkenin de beslenme yönünden temel kalori kaynağı durumundadır (Shewry, 2009; Anonymous, 2014). Tanesinin beslenme değerinin uygun olması, taşıma, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar ve geniş adaptasyon sınırları nedeniyle günümüzde birçok ülkenin temel besin kaynağıdır. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de gıda güvenliği açısından artan nüfusa paralel olarak buğday üretiminin kararlı şekilde artırılması gerekmektedir (Kün, 1996). Daha verimli yeni buğday çeşitleri geliştirme çabaları sürekli devam ederken, geliştirilen çeşitlerin uygun çevre şartlarında yetiştirilmesi de son derece önemlidir. Kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşulları bugün dünya genelinde olduğu gibi ülkemiz buğday üretimini olumsuz yönde etkileyen en önemli abiyotik çevre faktörlerindedir.

Başarılı bir buğday yetiştiriciliğinde, tohumun sağlıklı bir çimlenme ve fide gelişimi göstermesi yetiştirmede en kritik dönemdir (Almansouri ve ark., 2001). Sağlıklı bitki gelişimi ise, tohum yatağındaki çevre ile tohumluk kalitesi arasındaki etkileşimin sonucuna bağlıdır (Khajeh-Hosseini ve ark., 2003). Tuzluluk, tohum çimlenmesini ve fide gelişimini olumsuz yönde etkileyen en önemli çevresel stres faktörleri arasında sayılabilir (Almansouri ve ark., 2001). Sayar ve ark.

(2010) buğdayda tuz stresinin (NaCl) toksik etkinin yanında yükselen osmotik basınçtan dolayı fizyolojik zarar ortaya çıkardığını bildirmektedir. Stres koşullarında çimlenen tohumlar, çevresinde oluşan dış osmotik potansiyelin yükselmesi sonucu suyu alamamakta ve fizyolojik kuraklık sonucu ya da Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksik (zehirleyici) etkilerine maruz kaldığından zarar görmektedirler (Murillo-Amador ve ark., 2002). Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, K'un alımını engellemekte (Atak ve ark., 2006), Cl ise özellikle NO₃ alımı üzerine olumsuz etki yaparak bitkilerde iyon dengesinde bozulmalara sebep olabilmektedir (Güneş ve ark., 1994).

Fazla sayıdaki genotipin tuza dayanıklılık yönünden tarla şartlarında gözlemlenmesi, toprağın fiziksel ve kimyasal bileşenleri yönünden homojen olmaması ve sürekli değişen iklim şartlarından dolayı oldukça güçtür. Tuza toleranslı genotiplerin belirlenmesinde bitki tohumlarının tuzlu ortamlarda çimlenme potansiyelleri bir kriter (ölçüt) olarak kullanılmaktadır. Bir çok araştırmacı tarafından çok sayıdaki buğday genotipini tuza dayanıklılık yönünden sınıflandırmak için çimlenme değerleri kullanılmıştır (Begum ve ark., 1992; Almansouri ve ark., 2001; Şenay ve ark., 2007; Atak, 2014; Atak ve ark., 2015). Yapılan çalışmalar sonucunda kullanılan genotiplere bağlı olarak etkilenmenin farklılık arz ettiği ortaya konulmuştur. Salim, (1991), buğdayda tuz konsantrasyonlarındaki artışla kök ve fide kuru ağırlıkların azaldığını; Van Hoorn, (1991)

ve Shannon (1984), artan tuz dozlarının bazı bitki tohumlarında çimlenmeyi geciktirdiğini ancak aspir, sorgum, ayçiçeği ve buğday gibi bazı tuza toleranslı bitkilerde 10. günden sonra yüksek çimlenme yüzdesi elde edildiğini, bitkilerin çimlenme ve ilk gelişme dönemlerinde tuza, diğer gelişme dönemlerine göre daha hassas olduğunu; Gupta ve Srivastava, (1989), Pessarakli ve ark. (1991), buğdayda bitki kuru ağırlığının artan tuz konsantrasyonlarıyla azaldığını ve köklerin toprak üstü organlara oranla daha fazla olumsuz etkilendiğini vurgulamışlardır.

Ülkemize yeni getirilen yabancı kökenli çeşitler ve yeni geliştirilen yerli çeşitler için bölgede yapılan adaptasyon çalışmalarında, çeşitlerin verim ve kalite yönünden performansları ve stres şartlarına tepkilerinin belirlenmesi, çalışmalarının belirli bir süre yapılması ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçların, yetiştiricilere sağlıklı bir şekilde önerilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Son yıllarda, Doğu Akdeniz bölgesinde yetiştirilmeye başlanan özellikle yabancı kökenli buğday genotipleri hakkında stres şartlarına dayanıklılık konusunda fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu genotiplerin tuz ve

kuraklık stresine tepkilerinin belirlenmesi çeşit seçiminde çiftçilere yararlı olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Akdeniz bölgesi şartlarında yetiştirilen veya yetiştirilmesi önerilen bazı ekmeklik buğday genotiplerinin çimlenme ve ilk gelişme dönemlerinde tuz (NaCl) stresine karşı tepkilerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi laboratuvarlarında çimlenme ve çıkış denemeleri olarak ayrı ayrı yürütülmüştür. Karatopak ve Sagittoria ekmeklik buğday çeşitleri ile Uluslararası Kurak Alanlar Araştırma Merkezi (ICARDA, Halep, Suriye)'den sağlanan ve çimlenme aşamasında tuz stresine dayanım dereceleri daha önce belirlenen ekmeklik buğday ıslah hatlarının tohumları (1, 8 ve 20 nolu hatlar) bitki materyali olarak kullanılmıştır (Atak, 2014). Çalışmada kullanılan buğday hatlarının Pedigree isimleri ve çimlenme aşamasında tuza dayanıklılık derecelerine ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan ekmeklik buğday genotipleri, Pedigree adları ve çimlendirme aşamasında tuza dayanıklılık dereceleri (Atak, 2014)

Table 1. Used bread wheat genotypes, pedigree names and salt tolerance levels in germination period

Hat No (Line name)	Pedigree Adı (Pedigree name)	Tuza dayanıklılık düzeyi (Salinity tolerance level)
1	SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ	Toleranslı
8	89N2090/WERAVER//SW91.4903	Orta duyarlı
20	STAR'S'/KAUZ'S'	Duyarlı

Çimlendirme Denemeleri

Çimlendirme denemeleri, genotiplerin çimlenme aşamasında tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla petri kaplarında yürütülmüştür. Denemeler, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Yüze sterilizasyonuna tabi tutulmuş 25 adet tohum steril petri kaplarına (150 x 15 mm), 2 kat kurutma kâğıtları arasına yerleştirilmiş ve saf su (Kontrol), 80 mM ve 160 mM NaCl dozlarında hazırlanan NaCl

solüsyonlardan 10 ml eklenerek 20±2°C'de karanlıkta, 10 gün boyunca çimlenme kabinlerinde çimlendirilmeye bırakılmıştır (ISTA, 1996). Çimlenme testi boyunca, her 24 saatte çimlenen tohumlar sayılarak (kökçük 2 mm uzamışsa tohum çimlenmiş sayılmış) ortalama çimlenme süresi (OÇS) belirlenmiştir (Ellis ve Roberts, 1980). Dördüncü günün sonunda çimlenme yüzdeleri (ÇY), 10. gün sonunda da her petriden tesadüf olarak seçilen 10 bitkide kökçük uzunluğu (KU, cm) ve sürgün uzunluğu (SU, cm) ölçülmüş ve

sürgün yaş ağırlıkları (SYA, mg/bitki) belirlenmiştir.

Her gün çimlenen tohum sayısının sayım günlerine bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre çimlenme indeksleri (Çİi) bulunmuştur (Maguire, 1962). $M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + n_3/t_3 + \dots + n/t$
M: Çimlenme indeksi; n1; 1. günde çimlenen tohum sayısı; t₁: 1.gün, nt; son günde çimlenen tohum sayısı, nt; çimlenmenin olduğu son gün. Çimlenme güç indeksi (ÇGİ), kökçük ve sürgün uzunluklarının toplamının çimlenme yüzdesi ile çarpılmasıyla belirlenmiştir (Dhanda ve ark., 2004). ÇGİ değerleri kullanılarak genotipler çimlenme aşamasında NaCl'e toleranslık yönünden değerlendirilmiştir.

Çıkış Denemeleri

Buğday tohumlarının ekimi steril dere kumu (1:1) ve torf (PH, 5.5-6; NPK 14-10-18 m³de 1 kg; torf kalınlığı 0-5 mm, Klasman TS 1, Almanya) bulunan plastik kaplara (97×165×90 mm) 3 cm derinlikte yapılmış ve saksılar iklim odası (25 °C±5) ortamına konulmuştur. Denemeler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 tohum olacak şekilde, Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde ve Faktöriyel düzende yürütülmüş ve 20 gün süreyle devam ettirilmiştir. İhtiyaç duyuldukça her kaba yeteri kadar test solüsyonlarından (saf su (kontrol), 80 mM ve 160 mM NaCl dozlarında oluşturulan tuz solüsyonu uygulanarak bitkiler yetiştirilmiştir. İklim odasında 25 °C ±5 °C sıcaklık ve % 70-80 nispi nem koşullarında yetiştirilen bitkiler 12. günün sonunda sayılarak çıkış yüzdesi (ÇİY), çıkış indeksi (Çİ) ve ortalama çıkış zamanı (OÇİZ) aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Çıkış indeksi: Her gün çıkan fide/tohum sayısının sayım günlerine bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre bulunmuştur (Maguire, 1962).

$$M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n/t$$

M: çıkış indeksi; n1; 1. günde çıkan tohum sayısı; t₁: 1.gün, nt; son günde çıkan fide/tohum sayısı, nt; çıkışın olduğu son gün.

Ortalama çıkış süresi: Aşağıdaki formüle göre çıkan tohum sayısı ile çıkış gün sayısı çarpımları toplamının, toplam çıkan tohum sayısına bölünmesi ile elde edilen değer

ortalama çıkış süresi olarak hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1980).

$$OÇİZ = \sum(fx) / \sum f$$

OÇİZ: Ortalama çıkış zamanı; f: çıkan tohum sayısı; x: çıkış günü

Ayrıca 20 günün sonunda her saksıdan tesadüfen seçilip köklü olarak sökülen 10 bitkinin kökleri musluk suyunda dikkatlice yıkanmış ve saf su ile iyice temizlenmiş ve fide boyu (FB, cm), kök boyu (KB, cm), fide yaş ağırlığı (FYA, mg/bitki) değerleri ölçülmüştür. Çıkış güç indeksi (ÇGİ), kök ve fide boylarının toplamının çıkış yüzdesi ile çarpılmasıyla belirlenmiştir (Dhanda ve ark., 2004). ÇGİ değerleri kullanılarak genotipler çıkış aşamasında NaCl'ye toleranslık yönünden değerlendirilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeler sonunda elde edilen veriler, TOTEMSTAT istatistik paket programı kullanılarak, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine faktöriyel düzende varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan testine göre 0.05 önemlilik seviyesinde gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Bulgular ve Tartışma

Tuz (NaCl) stresinin bazı ekmeklik buğday genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmada; çimlenme denemelerinde çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve çimlenme güç indeksine ilişkin ölçümler ile fide gelişim (çıkış denemeleri) denemelerinde çıkış yüzdesi, ortalama çıkış süresi, fide boyu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve çıkış güç indeksine ilişkin elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de ortalamalar ve duncan gruplamaları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çimlenme Yüzdesi

Çimlenme yüzdesi bakımından genotipler ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunurken, genotip x NaCl interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Çimlenme yüzdesine ilişkin ortalamalar ve çoklu karşılaştırmaları ise Şekil 1'de özetlenmiştir. En yüksek

çimlenme yüzdesi değeri kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi 160 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 1). Kontrol ve 160 mM uygulamaları karşılaştırıldığında çeşitlerin ortalaması olarak çimlenme yüzdesi % 14.8'lik bir azalma göstermiştir (Şekil 1). Artan tuz dozlarında çeşitler hatlara oranla daha az etkilenmişlerdir. Artan NaCl dozları çimlenme yüzdesinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Sagittoria ve Karatopak en yüksek ve istatistiki olarak aynı çimlenme yüzdesine sahip çeşitler olurken, 8 nolu genotip en

düşük çimlenme yüzdesine sahip olmuştur. Artan tuz dozlarından en fazla etkilenen genotip 8 nolu hat olurken, en az etkilenen genotip ise Sagittoria çeşidi olmuştur.

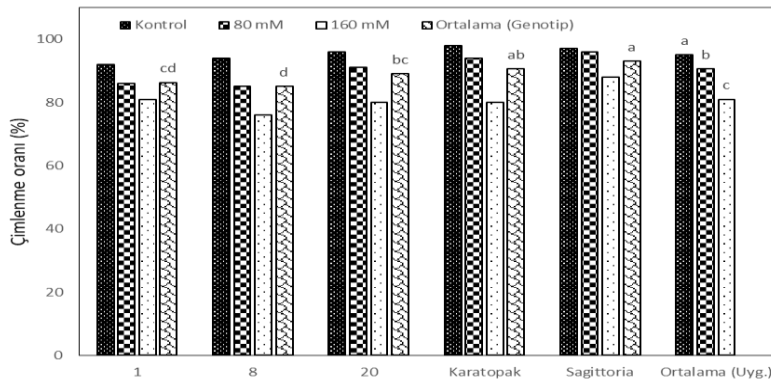
Bulgularımız, ortam koşullarında tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak buğdayda çimlenme yüzdesinin önemli düzeyde azaldığını veya geciktiğini bildiren ve genotiplerin artan tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini bildiren (Şenay ve ark., 1987; Gupta ve Srivastava 1989; Pessaraki ve ark., 1991; Van Hoorn, 1991 ve Atak, 2014)'ün bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Ekmeklik buğday genotiplerinde çimlenme yüzdesi (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme indeksi (Çİ), sürgün uzunluğu (SU), kökçük uzunluğu (KU), sürgün yaş ağırlığı (SYA), çimlenme güç indeksi (ÇGİ), çıkış yüzdesi (ÇY), ortalama çıkış süresi (OÇİS), çıkış indeksi (Çİİ), fide boyu (FB), kök uzunluğu (KU), fide yaş ağırlığı (FYA) ve çıkış güç indeksine (ÇİGİ) ilişkin varyans analizi sonuçları

Table 2. Analyses of variance results of examined traits (Germination rate (GR), germination index (GI), mean germination time (MGT), shoot length (SL), shoot fresh weight (SFW), germination vigor index (GVI), emergence rate (ER), emergence index (EI), mean emergence time (MET), seedling length (SLe), root length (RLe), shoot fresh weight (SFWe), and emergence vigor index (EVI) of bread wheat genotypes treated with different NaCl doses

Varyasyon Kay.	SD	ÇY	OÇS	Çİ	SU	KU	SYA	ÇGİ	SD	ÇİY	OÇİS	Çİİ	FB	KU	FYA	ÇİGİ
	GR	MGT	GI	SL	RL	SFW	GVI	ER	MET	EI	SLe	RLe	SFWe	EVI		
Genotipler (G)	4	**	**	**	*	**	**	**	4	ö.d	ö.d	*	**	**	**	ö.d
Hata ₁	15								10							
NaCl dozları (T)	2	**	**	**	**	**	**	**	2	**	**	**	**	**	**	**
G x T	8	ö.d	**	*	**	**	ö.d	*	8	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	**	ö.d	ö.d
Hata ₂	30								20							
Genel	59								44							

*) 0.5 düzeyimde önemli; **) 0.01= düzeyinde önemli; ö.d=önemsiz



Şekil 1. Farklı NaCl dozları uygulanan buğday genotiplerinde çimlenme yüzdesine ilişkin ortalamalar ve duncan gruplamaları

Figure 1. Effect of different NaCl levels on germination rate and duncun groups of bread wheat genotypes

Çizelge 3. Farklı NaCl dozları uygulanan buğday genotiplerinde çimlenme yüzdesine (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme indeksi (Çİ), sürgün uzunluğu (SU), kök uzunluğu (KU), sürgün yaş ağırlığı (SYA), çimlenme güç indeksi (ÇGi), çıkış yüzdesine (ÇY), ortalama çıkış süresi (OÇİS), çıkış indeksi (Çİİ), fide boyu (FB), kök uzunluğu (KU), fide yaş ağırlığına (FYA) ve çıkış güç indeksine (ÇİGi) ilişkin ortalamalar ve duncan grupları

Table 3. Effect of different NaCl levels on germination and seedling characteristics of bread wheat cultivars (Germination index (GI), emergence index (EI), mean germination time (MGT), mean emergence time (MET), shoot length (SL), seedling length (SLe), root length (RL), root length (RLe), shoot fresh weight (SFW), seedling fresh weight (SFW_e), germination vigor index (GVI) and emergence vigor index (EVI).

Genotipler Genotypes	Çimlenme indeksi, Çİ /Germination index, GI				Çıkış indeksi, Çİİ/ Emergence index, EI			
	Kontrol	80 mM	160 mM	Mean (G)	Kontrol	80 mM	160 mM	Ort. (G)
1	17.9 a	15.8 b	13.4 c	15.73	7.8	6.6	4.4	6.23 bc
8	18.1 a	15.6 b	13.8 c	15.82	7.1	6.0	4.3	5.80 c
20	21.3 a	19.4 b	15.6 c	18.76	7.6	6.4	4.2	6.06 bc
Karatopak	22.6 a	18.8 b	14.5 c	18.60	9.0	5.9	4.5	6.50 ab
Sagittoria	21.8 a	19.7 b	15.6 c	18.99	8.6	7.4	5.1	7.03 a
Ort. (NaCl)	20.3	17.9	14.6		7.9 a	6.5 b	4.5 c	
	Ortalama çimlenme süresi, OÇS				Ortalama çıkış süresi, OÇİS			
	Mean germination time, MGT (day)				Mean emergence time, MET (day)			
1	1.56 a	1.78 a	1.86 a	1.73	4.8	6.2	9.7	6.9
8	1.92 a	1.58 ab	1.64 b	1.71	6.9	8.3	10.0	8.5
20	1.38 a	1.34 a	1.54 a	1.42	6.3	7.3	9.8	7.8
Karatopak	1.17 a	1.62 a	1.61 b	1.47	4.1	8.6	9.3	7.3
Sagittoria	1.10 a	1.44 a	1.67 b	1.40	4.5	6.7	8.9	6.7
Ort. (NaCl)	1.43	1.55	1.67		5.3 c	7.5 b	9.6 a	
	Sürgün uzunluğu, SU/Shoot length, SL (cm)				Fide boyu, FB / Seedling length, SLe (cm)			
1	27.0 a	14.7 b	8.9 c	16.9	25.04	21.6	19.2	22.0 a
8	22.3 a	17.7 b	10.0 c	16.8	24.04	19.6	16.9	20.3 b
20	25.0 a	17.8 b	10.8 c	17.9	25.05	21.9	18.0	21.8 a
Karatopak	27.3 a	18.1 b	8.9 c	18.1	20.03	17.4	16.2	17.9 c
Sagittoria	28.9 a	19.8 b	9.8 c	19.6	25.05	22.8	18.9	22.4 a
Ort. (NaCl)	26.1	17.64	9.70		24.2 a	20.6 b	17.9 c	
	Kökçük uzunluğu, KU/Root length, RL (cm)				Kök uzunluğu, KU/Root length, RLe (cm)			
1	14.5 a	6.2 b	3.6 c	8.1	14.1 a	12.9 a	14.7 a	13.9
8	11.6 a	7.6 b	4.6 c	7.9	17.3 a	16.1 a	16.3 a	16.6
20	13.8 a	8.4 b	5.1 c	9.1	16.9 a	16.7 a	16.2 a	16.6
Karatopak	17.4 a	9.4 b	4.1 c	10.3	16.9 a	19.4 a	11.3 b	15.8
Sagittoria	16.3 a	9.5 b	4.5 c	10.1	14.4 b	17.7 a	14.4 b	15.5
Ort. (NaCl)	14.7	8.2	4.4		15.9	16.6	14.6	
	Sürgün yaş ağırlığı, SYA (mg/bitki)				Fide yaş ağırlığı, FYA (mg/bitki)			
	Shoot fresh weight, SFW; (mg/plant)				Shoot fresh weight, SFW_e; (mg/plant)			
1	227.7	154.3	106.3	162.8 a	450.6 a	347.2 b	310.7 c	369.5
8	189.9	125.5	98.2	137.9 b	390.8 a	336.1 b	268.3 c	331.7
20	240.9	148.7	109.2	166.3 a	407.9 a	354.1 b	260.2 c	340.7
Karatopak	208.7	137.1	101.2	149.0 b	466.7 a	365.3 b	248.4 c	360.1
Sagittoria	243.7	157.5	110.9	170.7 a	500.3 a	388.7 b	336.6 c	408.5
Ort. (NaCl)	222.2 a	144.7 b	105.2 c		438.7	358.3	284.8	
	Çimlenme güç indeksi, ÇGi				Çıkış güç indeksi (ÇİGi)			
	Germination vigor index, GVI				Emergence vigor index, EVI			
1	3822.8 a	1776.7 b	1005.8 c	2201.8	3489.8	2648.3	2139.3	2759.2
8	3160.5 a	2132.5 b	1104.6 c	2132.7	3900.7	3086.3	2212.8	3066.6
20	3728.3 a	2373.9 b	1274.2 c	2459.8	3806.8	3218.3	2399.2	3141.4
Karatopak	4369.7 a	2576.3 b	1039.6 c	2661.9	3699.7	2874.3	2699.7	3091.2
Sagittoria	4302.6 a	2844.1 b	1216.8 c	2787.9	3872.7	2841.0	2026.0	2913.2
Ort. (NaCl)	3876.9	2340.7	1128.2		3753.9 a	2933.7 b	2295.4 c	

Not: Aynı satır (NaCl ve G × NaCl) ve aynı sütünde ki (G) farklı harfler 0.05 düzeyinde önemlidir.

Ortalama Çimlenme Süresi

Ortalama çimlenme süresi yönünden genotip, NaCl dozları arasındaki farklılıklar ile genotip x NaCl dozları interaksyonu 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En uzun ortalama çimlenme süresi değeri 1.92 gün ile 8 nolu hattın kontrol uygulamasından elde edilirken, en kısa ortalama çimlenme süre değeri 1.1 gün ile Sagittario çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Artan NaCl dozları ortalama çimlenme süresinin önemli düzeyde artmasına neden olmuştur (Çizelge 3). Orta derecedeki osmotik basınç (-0.58 ve -1.05 MPa) uygulamalarında NaCl, PEG ve Mannitol uygulamalarının makarnalık buğdayda çimlenmeyi geciktirdiği (Almansouri ve ark., 2001), diğer çalışmalarda ise artan NaCl dozlarında tritikalede (Atak ve ark., 2006) ve ekmeçlik buğdayda ortalama çimlenme zamanının uzadığı (Atak, 2014) bildirilmektedir.

Çimlenme İndeksi

Çimlenme indeksinde genotip ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunurken, genotip x NaCl dozları interaksyonu ise 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çimlenme indeksine ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 3'de özetlenmiştir. Kontrol uygulamalarında en yüksek çimlenme indeksi değeri 22.6 ile Karatopak çeşidinden elde edilirken, en düşük çimlenme indeksi değeri 17.9 ile 1 nolu hattın elde edilmiştir. Artan NaCl dozları çimlenme indeksinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Artan tuz dozlarında genotipler farklı oranlarda azalan çimlenme indeksi değerleri göstermişlerdir. Çimlenme indeksinin yüksek olması tohum gücünün yüksek olduğunun bir ifadesidir (Maguire, 1962). Dolayısıyla kontrol uygulamasına göre çimlenme indeksindeki değişim stres şartlarına toleranslılığın bir ölçüsü olacaktır. Kontrol ve 160 mM uygulamaları karşılaştırıldığında; çimlenme indeksi değerindeki en fazla azalma % 35.8 ile Karatopak çeşidinde olurken, en düşük azalma ise % 23.7 ile 8 nolu hatta ve % 25.1 ile 1 nolu hatta belirlenmiştir. Çimlenme indeksine göre, çimlenme aşamasında NaCl stresine karşı 8 ve 1 nolu hatların toleranslı,

Karatopak ve Sagittario çeşitlerinin ise hassas olduğu söylenebilir. Nitekim, Atak (2014) yaptığı çimlendirme çalışmasında 1 nolu hattın NaCl stresine karşı toleranslı 8 nolu hattın ise yarı duyarlı olduğunu bildirmektedir (Çizelge 1).

Sürgün Boyu

Sürgün boyu özelliğinde genotipler arasındaki farklılıklar 0.05 düzeyinde, NaCl dozları arasındaki farklılıklar ile genotip x NaCl dozları interaksyonu ise 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Sürgün boyu değerlerine ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırmalarına bakıldığında; en yüksek sürgün boyu değeri, 28.9 cm ile kontrol uygulamasında Sagittario çeşidinden elde edilirken, en düşük sürgün boyu 8.9 cm ile 1 nolu hat x 160 mM ve Karatopak x 160 mM uygulamalarında belirlenmiştir. Artan NaCl dozları sürgün boylarının önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Kontrol ve 160 mM dozları karşılaştırıldığında, sürgün boyu yönünden en düşük azalma % 55.2 ile 8 nolu hatta ve en yüksek azalma ise % 67.4 ile Karatopak çeşidinde belirlenmiştir. Sonuçlarımız; buğday çeşitlerinde çimlendirme ve fide gelişim testlerinde, ortam koşullarında buğdayda tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak fide boyunun önemli düzeyde azaldığını bildiren Gupta ve Srivastava (1989), Pessarakli ve ark. (1991), Van Hoorn (1991), Şenay ve ark. (1987) ve Atak (2014)'in bulgularıyla uyum göstermektedir.

Kökçük Uzunluğu

Kökçük uzunluğu bakımından genotipler, NaCl dozları arasındaki farklılıklar ile genotip x NaCl dozları interaksyonu 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Kökçük uzunluklarına ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 3'de özetlenmiştir. En yüksek kökçük uzunluğu değeri kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük kökçük uzunluğu değeri, 160 mM NaCl uygulamasında gerçekleşmiştir. Artan NaCl dozları tüm genotiplerde kök uzunluklarının önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Kontrol ve 160 mM tuz uygulamaları karşılaştırıldığında, kökçük uzunluğu yönünden en yüksek azalma % 76.4

Karatopak çeşidinde, en düşük azalma ise % 60.3 ile 8 nolu hatta belirlenmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz bulgular; buğday çeşitlerinde çimlendirme ve fide gelişim testlerinde, ortam koşullarında tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak kök uzunluklarının önemli düzeyde azaldığını bildiren (Şenay ve ark., 1987 ve Atak, 2014)'ün bulgularıyla uyum göstermektedir.

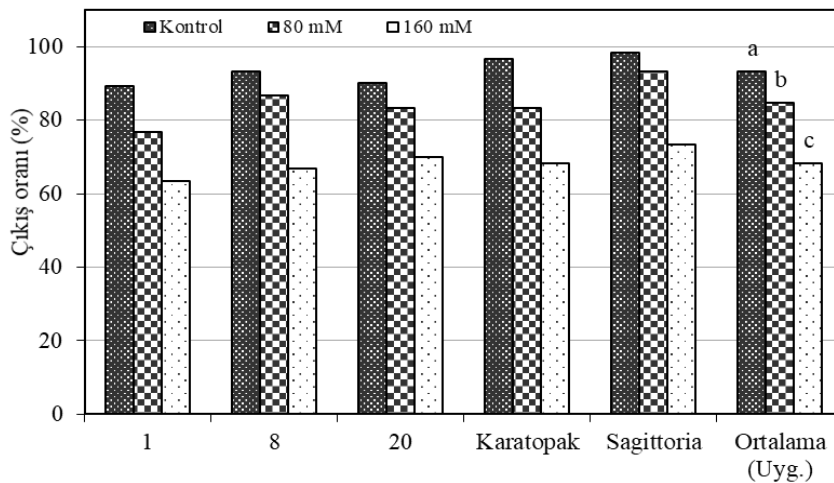
Sürgün Yaş Ağırlığı

Sürgün yaş ağırlığı yönünden genotipler ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotip × NaCl interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Artan NaCl dozları sürgün yaş ağırlığı değerinin önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. En yüksek sürgün yaş ağırlığı değeri 222.2 mg/bitki ile kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük sürgün yaş ağırlığı değeri 105.2 mg/bitki ile 160 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Genotipler arasında sürgün yaş ağırlıkları önemli farklılık göstermiştir. Sagittoria çeşidinde 170.7 mg/bitki ile en yüksek sürgün yaş ağırlığı değeri belirlenirken, 20 ve 1 nolu buğday hatları bu çeşidi izlemiştir. Artan tuz dozlarında tüm genotipler aynı tepkiyi göstermiş ve sürgün yaş ağırlıklarında azalmalar meydana gelmiştir. Kontrol ve 160 mM'lık NaCl uygulamaları karşılaştırıldığında, en yüksek sürgün yaş ağırlığı azalışı % 51.4 ile

8 nolu hatta saptanırken, bu oran en düşük olarak % 45.3 ile 20 nolu hatta gerçekleşmiştir. Çimlenme ortamında bulunan NaCl dozu arttıkça, çimlenmekte olan tohumların su alımı oranı azalmış ve tohum depo maddelerinin büyüme noktalarına erişimini sınırlandırmış böylece sürgün gelişmeleri olumsuz yönde etkilenmiştir (Sayar ve ark., 2010).

Çimlenme Güç İndeksi

Çimlenme güç indeksi (ÇGi) yönünden, genotip ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde, genotip × NaCl interaksiyonu ise 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Tüm genotiplerde artan tuz dozlarında ÇGi önemli derecede azalma göstermiştir. Kontrol ve en yüksek NaCl doz uygulamaları karşılaştırıldığında, artan tuz dozlarından ÇGi yönünden en fazla etkilenen genotip % 76.2 ile Karatopak olurken, en az etkilenen genotipler ise % 65 ile 8 nolu hat ve % 65.8 ile 20 nolu hat olmuştur (Çizelge 3). Çimlenme oranı, sürgün uzunluğu ve kökçük uzunluğunun bir bileşeni olan ÇGi artan stres koşullarında en fazla etkilenen özellik olduğu yapılan bir çalışmada bildirilmektedir (Dhanda ve ark., 2004).



Şekil 2. Farklı NaCl dozları uygulanan buğday genotiplerinde çıkış yüzdesine ilişkin ortalamalar ve Duncan gruplamaları
Figure 2. Effect of different NaCl levels on emergence rate and Duncan group of bread wheat genotypes

Çıkış Yüzdesi

Çıkış yüzdesi için genotipler ile genotip x NaCl dozları interaksiyonu önemsiz bulunurken, NaCl dozları arasındaki farklılıklar ise 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

En yüksek çıkış yüzdesi değeri % 93.3 ile kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük çıkış yüzdesi değeri ise % 68.3 ile 160 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir. Artan NaCl dozları çıkış yüzdelerini önemli ölçüde düşürmüştür (Şekil 2). Bulgularımız, bazı serin iklim tahıl cinslerinde NaCl dozu arttıkça çıkış oranlarının azaldığını bildiren Atak ve Mavi (2016)'ın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Sayar ve ark. (2010) makarnalık buğday genotiplerinin artan tuz ve kuraklık koşullarında değişen oranlarda çimlenme ve çıkış oranlarının azaldığını bildirmektedir.

Çıkış İndeksi

Çıkış indeksi açısından genotipler arasındaki farklılıklar 0.05 seviyesinde, NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotip x NaCl dozları interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek çıkış indeksi değerleri (7.9) kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük (4.5) çıkış indeksi değerleri 160 mM'lık tuz uygulamalarında belirlenmiştir. Artan NaCl dozları çıkış indeksi değerinin önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Çıkış indeksi değeri en yüksek Sagittario (7.03) çeşidinde belirlenirken, Karatopak (6.05) çeşidi Sagittario çeşidi ile istatistiksel olarak benzer çıkış indeks değerine sahip olmuştur. Hatlar içerisinde en düşük çıkış indeksi 8 nolu hatta (5.80) belirlenmiştir. Kontrol ve 160 mM'lık uygulamaları karşılaştırıldığında, çıkış indeksindeki en yüksek azalma % 50 ile Karatopak çeşidinde belirlenmiş olup, en düşük azalma ise % 40 ile 8 nolu hatta belirlenmiştir. Kontrol ve 160 mM dozları karşılaştırıldığında; çıkış indeks değerleri dikkate alındığında çıkış aşamasında NaCl'ye en hassas genotip Karatopak çeşidi olurken, en toleranslı genotip ise 8 nolu hat olmuştur.

Ortalama Çıkış Süresi

Ortalama çıkış süresi açısından NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotipler ile genotip x NaCl dozları interaksiyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Artan NaCl dozları ortalama çıkış süresi değerinin uzamasına neden olmuştur. En yüksek ortalama çimlenme süresi değeri 9.6 gün ile 160 mM tuz uygulamasından elde edilirken, en düşük ortalama çimlenme süresi değeri 5.3 gün ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En uzun ortalama çıkış süresi 10.0 gün ile 8 nolu hat x 160 mM uygulamasından elde edilirken, en kısa ortalama çıkış süresi değeri 4.1 gün ile Karatopak x kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Genotip ortalaması olarak bu artış kontrol ve 160 mM'lık uygulamalar karşılaştırıldığında % 80.1 olmuştur.

Fide Boyu

Fide boyu açısından genotipler ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 seviyesinde önemli, genotip x NaCl dozları interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

En yüksek fide boyu değerleri kontrol uygulamasında görülürken artan tuz dozlarında fide boyu azalmıştır. Fide boyu en yüksek genotipler Sagittoria (22.4 cm), 1 nolu hat (22.0 cm) ve 20 nolu hat (21.8 cm) olurken, en düşük genotip ise Karatopak (17.9 cm) çeşidi olmuştur. Artan NaCl dozları fide boyu değerinin azalmasına neden olmuştur. Bu azalış oranı genotipler ortalaması olarak kontrol ve 160 mM'lık uygulamaları karşılaştırıldığında % 26 olmuştur (Çizelge 3). Artan tuz dozlarında fide boyu yönünden en az etkilenen genotip Sagittoria çeşidi olurken, 1 nolu hat ile 20 nolu hat bu çeşit ile aynı grup içerisinde yer almıştır. Çalışma sonuçlarımız; Gupta ve Srivastava, (1989), Pessarakli ve ark., (1991), Van Hoorn, (1991), Şenay ve ark. (1987) ve Atak (2014)'ün buğdayda tuz dozlarının artmasına bağlı olarak fide boylarının azaldığını belirleyen çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Kök Uzunluğu

Kök uzunluğu bakımından genotipler ile genotip x NaCl dozları interaksiyonu 0.01

düzeyinde önemli bulunurken, NaCl dozları arasındaki farklılıklar ise 0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek kök uzunluğu değeri kontrol uygulaması içerisinde 17.3 cm ile 8 nolu hattın elde edilirken onu 16.9 ile Karatopak çeşidi ve 20 nolu hat izlemiştir. Artan NaCl dozları ortalama kök uzunluğu değerinin azalmasına neden olmuştur. Hatlar artan tuz dozlarında benzer kök uzunluğu değerlerine sahipken, çeşitlerde 80 mM'lık NaCl uygulamaları kontrol ve 160 mM'lık NaCl uygulamalarına göre daha yüksek değerler sergilemişlerdir (Çizelge 3).

Fide Yaş Ağırlığı

Fide yaş ağırlığında genotipler ve NaCl dozları arasındaki farklılıklar ile genotip×NaCl dozları etkileşimini 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Fide yaş ağırlıklarına ilişkin ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 3'de özetlenmiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı değeri 500.3 mg ile Sagittario çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük fide yaş ağırlığı 390.8 mg ile 8 nolu hattın kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Artan NaCl dozları fide yaş ağırlıklarının önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur. Kontrol ve 160 mM'lık uygulamaları karşılaştırıldığında çeşitler/genotipler ortalaması olarak fide yaş ağırlığı azalma oranı % 35.1 olmuştur. Artan tuz dozları genotiplere göre değişmekle beraber fide yaş ağırlığı değerlerinde önemli azalmalara neden olmuştur. Bu azalış kontrol ve 160 mM dozları karşılaştırıldığında % 46.8 ile en belirgin olarak Karatopak çeşidinde belirlenirken, en az etkilenen genotipler ise % 31.0 ile 1 nolu ve % 31.3 ile 8 nolu hatlar olmuştur. Atak (2014) çimlenme aşamasında 1 nolu hattın tuz stersine karşı toleranslı olduğunu bildirmektedir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar; buğday çeşitlerinde çimlendirme ve fide gelişim testlerinde, ortam koşullarında buğdayda tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak fide yaş ağırlıklarının önemli düzeyde azaldığını bildiren Sayar ve ark. (2010) ve Atak (2014)'ün bulgularıyla uyum göstermektedir.

Çıkış Güç İndeksi

Çıkış güç indeksi (CİGİ) yönünden, NaCl dozları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli, genotip ve genotip x NaCl etkileşimini ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Tüm genotipler artan tuz dozlarında CİGİ yönünden bir miktar azalma göstermiştir. Ancak, bu azalmalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Artan NaCl dozları CİGİ yönünden önemli azalmalara neden olmuştur (Çizelge 3). Kontrol ve 160 mM NaCl uygulamaları karşılaştırıldığında; çeşitlerde ortalama % 38.9 CİGİ azalışı olurken, bu azalış oranı % 47.7 ile Sagittario çeşidinde en yüksek, Karatopak çeşidinde % 27.0 ile en düşük olarak belirlenmiştir. Çıkış oranı, fide ve kök uzunluğunun bir bileşeni olan çıkış güç indeksi, artan stres koşullarında en fazla etkilenen özelliktir ve genotipleri strese tolerans yönüyle etkili bir şekilde gruplandırabilmektedir (Dhanda ve ark., 2004).

Sonuç olarak, genellikle G×NaCl etkileşimleri çimlenme değerleri için önemli olmasına karşın çıkış denemelerinde ise genotipler ve tuz dozları incelenen özellikler için önemli bulunmuştur. Genotiplere göre değişmekle birlikte tüm uygulanan NaCl dozlarında çimlenme ve çıkış gerçekleşmiştir. Artan tuz dozlarında; çimlenme ve çıkış yüzdesinin, çimlenme ve çıkış indeksinin, fide boyu, kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığının, çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi değerlerinin önemli düzeyde azaldığı ortalama çimlenme zamanı ve ortalama çıkış zamanının ise uzadığı belirlenmiştir. Ekmeklik buğday genotipleri NaCl tuz stersine toleranslılık yönünden çimlendirme ve çıkış aşamasında farklı tepkiler vermişlerdir.

Teşekkür

Bu makale, Didem BİLGİLİ'nin 2016 yılında tamamladığı, "Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stersinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Almansouri M., Kinet J. M., Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant Soil*, 231: 245-256.
- Anonymous, 2014. www.fao.org (Erişim, Ocak, 2014).
- Atak M., Kaya, M. D., Okcu, G., Çıkılı, Y., and Çiftçi, C. Y. 2006. Effects of NaCl on 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.
- Atak M., Uygur, V., Atış, İ., Erayman, M., İrvem, A. 2015. Ekmeklik buğday genotiplerinin değişik fizyolojik dönemlerde oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *MKÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 31-42.
- Begum F., Karmoker, J. L., Fattah, Q. A. and Maniruzzaman, A. F. M. 1992. The effect of salinity and its correlation with K⁺, Na⁺, Cl⁻ accumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. c.v Akbar. *Plant Cell Physiol*, 33 (7): 1009-1114.
- Dhanda S.S., Sethi, G.S., Behl R.K. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Journal of Agronomy & Crop Science* 190; 6–12.
- Düzgüneş O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1021, Ders Kitabı: 295, Ankara.
- Ellis R. H. and Roberts, E. H., 1980. Towards a rational basis for seed testing seed quality. In: Hebblethwaite P., ed. *Seed Production*. Butterworths, London, pp.605-635.
- Gupta S. C. and Srivastava, J. P.1989. Effect of salt stress on morpho-physiological parameters in wheat. *Indian Journal of Plant Physiology*, 32 (2): 169-171.
- Günes A., Post, W. H. K., Kirkby, E. A., Aktas, M. 1994. Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *Journal of Plant and Nutrition*, 17(11):1929-1938.
- Ista, 1996. International Rules For Seed Testing. Rules. Seed Sci. Technol. 24. Supplement.
- Khajeh-Hosseini M., Powell, A. A. and Bingham, I. J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Science & Technology*, 31: 715-725.
- Kün E. 1996. Tahıllar-I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1451, Ders Kitabı. 431-440 s. Ankara.
- Maguire J. D. 1962. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2:176-177.
- Munns R. and James, R. A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil*, 253: 201-218.
- Pessarakli M., Tucker, T. C. and Nakabayashi, K. 1991. Growth response of barley and wheat to salt stress. *Journal of Plant Nutrition*. 14(4): 331-340.
- Sadeghian S. Y. and Yavari, N. 2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 190(2): 138-144.
- Salim M. 1991. Comparative growth responses and ionic relations of four cereals during salt stress. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 166: 204-209.
- Sayar R., Bchini, H., Mosbahi, M. and Khemira, H. 2010. Response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) growth to salt and drought stresses. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46 (2): 54–63.
- Shannon M. C. 1984. Breeding selection and the genetics of salt tolerance. *Salinity Tolerance in Plant Strategies for Crop Improvement*. A Wiley- Interscience Pub. 231-254.
- Shewry P.R. 2009. Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60 (6): 1537-1553.

- Şenay A., Kaya, M.D., Atak, M. ve Çiftçi, C. Y. 2007. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Dergisi, 14 (1-2): 50- 55.
- Van Hoorn J. W. 1991. Development of soil salinity during germination and early seedling growth and its effect on several crops. Agricultural Water Management, 20:17-28.