



## Bazı Upland Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Farklı Tuz (NaCl) Seviyelerine Karşı Toleranslarının Belirlenmesi

Sadettin ÇELİK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksekokulu, Ormancılık bölümü Bingöl, Türkiye  
 Sadettin ÇELİK ORCID No: 0000-0002-0588-1391

\*Sorumlu yazar: [sadettincelik@bingol.edu.tr](mailto:sadettincelik@bingol.edu.tr)

(Alınış: 07.07.2020, Kabul: 14.12.2020, Online Yayınlanma: 30.12.2020)

### Anahtar Kelimeler

Pamuk,  
 NaCl,  
 Çimlenme,  
 Na/K oranı,  
 Tuzluluk,  
 SAR

**Öz:** Pamuk (*Gossypium spp.*), geniş istihdam yelpazesıyla dünyanın birçok yerinde kültürü yapılan bir bitkidir. Pamuk yetiştiriciliği yapılan hemen her yerde sulamadan kaynaklı tuzluluk, en büyük problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, çimlenme döneminde bazı pamuk çeşitlerinin farklı konsantrasyonlardaki tuzlu (NaCl) sulara karşı toleransları araştırılmıştır. 2020 yılında iklim odasında tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenleme deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulan denemede 4 upland pamuk çeşidi (PG 2018, Lima, Edessa, May 505) kullanılmıştır. Her çeşide tuz konsantrasyonlarından (0 mM (kontrol), 25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM, 150 mM) 10'ar mL eklenmiştir. Deneme sonunda fenotipik veriler alınarak varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda çeşitler arasındaki fark önemli ( $P < 0.05$ ) ve kullanılan farklı tuz konsantrasyonları arasındaki fark çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. PG 2018 %49,64, Lima %51,42, Edessa %49,65 ve May 505 çeşidi de %52,50 çimlenme ortalamaları göstermiştir. En yüksek tuz konsantrasyonunda en fazla çimlenme May 505 çeşidinde görülmüştür. May 505 çeşidi uygun sulama suyu ve normal tuzluluktaki arazilerde ekimi önerilebilmektedir.

112

## Determination the Tolerance of Some Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties for Different Salt (NaCl) Levels at the Germination Stage

### Keywords

Cotton,  
 NaCl,  
 Germination,  
 Na/K ratio,  
 Salinity,  
 SAR

**Abstract:** Cotton (*Gossypium Spp.*) is a crop cultivated in many places of the world with its wide employment range. Irrigation-based salinity emerges as a major problem almost everywhere where cotton is grown. In this study, the tolerances of some cotton varieties to the salt at different concentrations during germination period were investigated. The experiment was conducted on 4 upland cotton varieties (PG 2018, Lima, Edessa, May 505) by using a randomized complete plot in a factorial experiment design with 4 replications in growth chamber in 2020. 10 m L<sup>-1</sup> of different salt concentrations (0 mM, 25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM, 150 mM) was applied to the each variety. At the end of the experiment, phenotypic data were collected and subjected to analysis of variance. As a result of the variance analysis, differences in salinity tolerance were found important ( $P < 0.05$ ) between plant species. The differences between the different salt concentrations tested were also found to be important ( $p < 0.01$ ). The varieties of PG 2018, Lima, Edessa and 505 May showed an average of 49.64%, 51.42%, 49.65%, and 52.50% germination, respectively. May 505 showed the highest germination rate at the highest salt concentration. May 505 variety could be recommended for cultivation in normal salinity lands using suitable irrigation water.

### 1. GİRİŞ

Pamuk bitkisi dünya genelinde tekstil sektöründe kullanılan doğal lifin %35'ini sağlamaktadır [1]. Lifi ile tekstil ve diğer endüstri dallarına ham madde sağlarken, küspesi ve kapçığı hayvan yemi olarak, çiğiti tohum ve

yağ olarak, çırçırlandıktan sonra pamuk çiğiti üzerinde kalan ince lifler (linteri) selüloz kimya, yatak, dolgu ve savaş endüstrisine ham madde sağlamaktadır [2]. Yaklaşık 50 kadar endüstri dalına ham madde tedarik eden [3] pamuk bitkisi, soya bitkisinden sonra en önemli ikinci yağ bitkisidir ve tohumundan elde edilen yağ petrole alternatif olarak da biyodizel üretiminde kullanılmaktadır

[4]. 35 farklı ülkede 100 milyonun üzerinde insanın temel geçim kaynağını sağlayan pamuk, yaklaşık 20 milyon çiftçi tarafından yetiştirilmekte ve yılda yaklaşık 33.5 milyon hektar alanda ekimi yapılmaktadır [5].

Pamuğun verim, adaptasyon ve kalitesi gibi çeşitli ekonomik özelliklerini sınırlandıran ve hatta sonlandıran en önemli abiyotik stres koşullarından birisi tuzluluk problemidir. Kurak ve yarı-kurak bölgelerde çeşitli yollarla (salma sulama, sel, vb.) çözülebilen tuzların yıkanarak taban suyuna karışması ve kapilarite yoluyla toprak yüzeyine yakın yere çıkması sonucunda suyun buharlaşmasından sonra toprakta kalan tuz, topraktaki tuzluluğu meydana getirmektedir [6]. Pamuk üretimini negatif yönde etkileyen tuzluluk, Dünya çapında sulu arazilerden oluşmak üzere yaklaşık 45 milyon hektarın tuzluluğa maruz kaldığı ve bu tuzluluğun sebebiyet verdiği kayıpların yıllık 27.3 milyar ABD dolarına tekabül ettiği bildirilmektedir [7]. Dünyada ise 800 milyon ha alandan daha fazla alanda tuzluluk probleminin olduğu ve bu alan tarım yapılan karasal alanların %6'sına tekabül ettiği bilinmektedir [8]. Ayrıca tuzluluk, abiyotik stres faktörü olan kuraklıktan sonra ikinci en tahripkar faktör olmakta ve bitkilerin gelişimlerini kısıtlarken, ürün verimlerini de kademeli olarak düşürmektedir [9].

Topraktaki tuzluluğun en büyük müsebbibi olan sulama suyunun tuzluluk seviyesi (sulama kalitesi sınıfı) tarımsal alanda çok büyük önem arz etmektedir. Elektriksel iletkenlik (EC, electrical conductivity) (mikromhos/cm) ve Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) oranlarına göre, en iyi sulama suyu sınıfının en düşük SAR (0-6) ve EC (0-250)'ye sahip olan C1S1 sınıfı, en kötü sulama suyunun en yüksek SAR (26-30) ve en yüksek EC (>2250) değerine sahip olan C4S4 sulama sınıfı olduğu bilinmektedir [10].

Sulama sınıfları EC (mikromhos/cm) değerine göre 0-250 düşük tuzlu (1. Sınıf), 250-750 orta tuzlu (2. Sınıf), 750-2250 yüksek tuzlu (3. Sınıf), >2250 çok yüksek (4. Sınıf) tuzludur. SAR (%) değerine göre 0-10 arası az sodyumlu (1. Sınıf), 10-18 orta sodyumlu (2. Sınıf), 18-26 yüksek sodyumlu (3. Sınıf) ve >26 çok yüksek sodyumlu (4. Sınıf) sulardır. Her iki sınıflandırmada da birinci sınıf sular sulamada rahatlıkla kullanılırken, ikinci ve üçüncü sınıf suları tedbirler alınarak, drenajın iyi olduğu topraklarda kullanılmaktadır 4. sınıf kategorisine giren sular ise sulamada mecbur kalınmadığı sürece kullanılmaması gerekmektedir. Ancak mücbir durumlarda tuza toleransı yüksek olan bitkiler, iyi drenaj koşullarında, infiltrasyon hızı yüksek arazilerde kontrollü bir şekilde kullanılmaktadır [10].

Sulama suyuyla toprakta ortaya çıkan tuzluluk problemleri toprağın ihtiva ettiği tuzluluk seviyesine göre sınıflandırılmaktadır. Toprakta tuzluluk ( $EC_e$ , dS/m), 0-0.98 arasında olduğunda bitkiyi olumsuz etkilemeyecek kadar azdır. 0.98-1.71 oranı, az ve sadece tuza çok hassas olan bitkilerde verim kaybına sebebiyet verir. 1.71-3.16 aralığı tuzlu aralık olarak kabul edilir ve çok sayıda bitkide verim ve gelişme düşüşlerine neden olur. 3.16-6.07 aralığı çok tuzlu topraklar olarak kabul edilir ve sadece tuza dayanıklı bitkiler bu tip topraklarda ürün

verebilir. >6.07 oranına sahip topraklar aşırı tuzludur ve çok az sayıda tuza dayanıklı bitki burada ürün verebilir [11].

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) topraktaki tuzluluk seviyesinin belirlenmesinde çok önemli bir kriterdir. Kötü drenaj koşullarında topraktaki tuz konsantrasyonunun artması; özellikle SAR değeri %10-15'i aştığında, kil agregatları dağılmış olur. Toprağın geçirgenliğini ve toprağın hava almasını azaltır. Toprağın yapısını bozar, bitkinin topraktan su ve besin alımını engelleyerek fotosentezi sekteye uğratar. Bitkinin boyu kısa, yapraklar küçük kalır. Gövde ve dallar uzayamaz. Çimlenme yavaş ve yetersiz olur. Çiçeklenmenin gecikmesine, çiçeklerin az açmasına ve tohumların kısa kalmasına, toprakta su olmasına rağmen osmotik denge bozulduğu için bitki topraktaki suyu alamaz ve fizyolojik kuraklık denilen bir olayın gerçekleşmesi sonucunda bitkinin ölümüne sebebiyet vermektedir [11]. Ayrıca topraktaki Na/K oranının artması fazla miktarda Na alımı ve yeteri kadar K alınmaması dolayısıyla bitkiyi negatif yönde etkilemektedir [12].

Pamuk verim açısından tuzluluğa karşı tolerant bir bitki sınıfına girmektedir [2]. Her ne kadar çimlenme, sürme ve fide döneminde tuzluluktan dolayı yavaşlama veya gecikme [13], olsa da yine de tuzluluğun negatif etkisi pamuk bitkisinin türüne, çeşidine ve gelişme dönemine bağlıdır. *G. barbadance* L., *G. hirsutum* veya *G. arboreum* pamuk türlerine göre tuzluluğa karşı tolerant ve fide döneminde çimlenme dönemine nazaran daha fazla duyarlılık göstermektedir [14].

Pamuk bitkisi topraktaki elektriksel iletkenlik (EC) 7.7 dS  $m^{-1}$  seviyesine kadar tolerant olan bir bitkidir [15], ancak EC 17 dS  $m^{-1}$  seviyesine ulaştığında pamukta %50'ye varan verim kayıplarının olduğu gözlenmiştir [16]. Qadir & Shams [17], sularında 10 ve 20 dS  $m^{-1}$  tuzluluk seviyelerinin pamuk genotiplerinin çimlenme üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 10 dS  $m^{-1}$  seviyesinin bütün genotiplerde çimlenme oranını %47-84, 20 dS  $m^{-1}$  seviyesinin ise %17-54 oranında değiştirdiğini bildirmişlerdir. Amjad ve ark. [18] farklı tuz seviyelerinin (1.5, 5, 10, 15, 20, 22, 30 dS  $m^{-1}$ ) pamuk genotiplerinin çimlenme, fide uzunluğu ve ağırlığı üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmalarında, tuz yoğunluğunun artması fide uzunluğunu, fide ağırlığını ve çimlenme hızını düşürdüğünü; 10, 15, 22 ve 30 dS  $m^{-1}$  seviyelerindeki tuz konsantrasyonlarının çimlenmeyi sırasıyla %11, 22, 44 ve 84 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Wang ve ark. [19] yaptıkları araştırma sonucunda pamuk bitkisinin çimlenme döneminde, fideleme dönemine nazaran tuzluluk stresine karşı daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yine çimlenme dönemlerinde, tuz toleransının belirlenmesi noktasında, çimlenme potansiyeli, çimlenme oranı, yeni kütle ve vigor indeksinin kullanılabileceği belirtilmiştir [20].

Yapılan çalışmalar tuzluluğun pamuğun lif kalitesini olumsuz etkilediğini [21], hem *G. hirsutum* (Acala 1517D) hem de *G. barbadance* (Pima S-2) pamuk genotiplerinde pamuk lifinin uzunluğunu, mukavemetini

ve microner değerini düşürdüğü görülmüştür [21]. Sattar ve ark. [22], farklı tuz konsantrasyonlarının pamuğun (*Gossypium arboreum* L.) çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, genotiplere 100-600 mM arasında değişen oranlardaki tuzlu su konsantrasyonları uyguladıklarını, bütün tuz konsantrasyonunda çimlenmeyi düşürdüğünü ancak 600 mM seviyesindeki tuzlu suda ise bitkilerin tamamen öldüklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı sulama sularındaki farklı NaCl seviyelerinin pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırmak ve tolerant

çıkan çeşitlerin tuz problemi olan topraklarda ekilmesinin önünü açmaktır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bingöl Üniversitesine bağlı Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülen bu çalışmada bitki materyali olarak Progen tohum A. Ş'den temin edilen PG 2018, Lima ve Edessa ile May tohumculuk firmasından temin edilen May 505 pamuk çeşitleri kullanılmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Denemede kullanılan çeşitlerin tarımsal özellikleri

Çeşit adı	Tür adı	Genom gr.	Çeşit özellikleri	Referans
PG 2018	<i>G. hirsutum</i> L.	(AD)1	Orta erkenci, çorak arazilerde çimlenmesi iyi	[23]
Lima	<i>G. hirsutum</i> L.	(AD)1	Erkenci, kuraklığa toleranslı	[23]
Edessa	<i>G. hirsutum</i> L.	(AD)1	Erkenci, kuraklığa toleranslı	[23]
May505	<i>G. hirsutum</i> L.	(AD)1	Orta erkenci, çorak arazilerde çimlenmesi iyi	[24]

### 2.2. Yöntem

Deneme, laboratuvarında, oda sıcaklığında ( $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ) kurulmuştur. Denemede Türkiye'de yaygın ekimi yapılan, adaptasyonu, verimi, biyotik ve abiyotik hastalık ve zararlılara karşı reaksiyonları bilinen ve farklı firmalardan temin edilen ticari PG 2018, Lima, Edessa ve May 505 upland (*G. Hirsutum* L.) pamuk çeşitleri kullanılmıştır. 2020 yılında tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenleme deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulan denemede 0 mM, (Kontrol), 25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 125 mM ve 150 mM olmak üzere, biri kontrol diğer altısı farklı oranlarda tuz içeren toplamda 7 farklı NaCl konsantrasyonlarının pamuk bitkisinin çimlenmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Her petri kabına konsantrasyonlardan  $10 \text{ m L}^{-1}$  hacminde çözelti eklenmiştir. Şahin ve Akçalı [25] her bir petri kabına 5, 10, 15, 20 ve 25 mL olmak üzere 5 farklı hacimde su vermiş ve en iyi çimlenmenin  $10 \text{ m L}^{-1}$  hacimde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan tuz konsantrasyonları İzci [2] ve Çağan & Kökten [26] çalışmaları baz alınarak belirlenmiştir. Pamuk bitkisi tuzluluk stresine karşı tolerant olmasına rağmen, yüksek tuz konsantrasyonları, etkisini pamuğun iki hassas devresi olan çimlenme ve fide döneminde kendisini göstermektedir [27;28].

Denemede kullanılan tohum harici materyallerin tümü  $121^\circ\text{C}$ 'de 15 dakika boyunca otoklavda sterilize edilmiştir. İki kat filtre kâğıdı kesilerek petri kaplarının dibini kaplayacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir petri kabı için  $10^6$  adet tohum sayılarak petri kaplarına yeknesak bir şekilde ekilmiştir. Her farklı doz için  $500 \text{ m L}^{-1}$ 'lik solüsyon hazırlanarak dozlardan  $10^6$  ar  $\text{m L}^{-1}$ 'lik çözelti konulmuş ve 15 gün boyunca her gün çimlenen tohumlar sayılmıştır. Çimlenme 11. günde durmuş ve 14. günün sonunda çimlenenler sayılarak deneme sonlandırılmıştır. Alınan verilerin varyans analizi SAS (SAS Institute Inc.) [29] bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testiyle ortalamalar karşılaştırılmıştır.

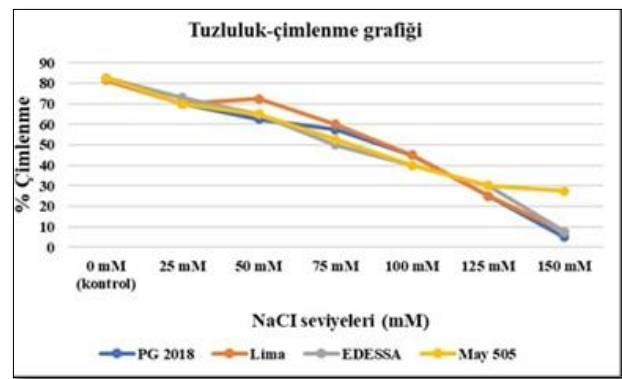
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonucunda farklı NaCl konsantrasyonlarının arasındaki farkın %99 güven seviyesinde çok önemli ( $p<0.01$ ), çeşitlerin ve çeşit X tuz konsantrasyonları interaksyonu %95 güven seviyesinde önemli olduğu ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Tablo 2).

**Tablo 2.** Varyans analiz tablosu

Varyans kay.	S. D	K. T	K. O	F (Değeri)
Çeşit	3	166.9643	55.6548	0.54*
Tuz kons.	6	59.871,4286	9.978,571	103.16**
Çeşit X Tuz kons.	18	1.864,2857	103,5714	0.3952*
Hata	84	8.125,0000		
Genel	111	70.027,6786		
VK (%)	19			

Varyasyon katsayısı (VK): 19, \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$



**Şekil 1.** Farklı tuz (NaCl) seviyelerinde pamuk çeşitlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Saf suyun ( $\text{dH}_2\text{O}$ ) kontrol olarak kullanıldığı araştırmada neredeyse bütün çeşitlerin çimlenme yüzdeleri aynı olmuştur. Genel olarak sudaki NaCl seviyesi arttıkça kademeli olarak çeşitlerin hepsinde çimlenme yüzdesi düşmüştür. 25 mM konsantrasyonunda %70-73 aralığında çimlenme görülürken, 50 mM seviyesinde %60-72, 75

mM seviyesinde %49.5-62, 100 mM'da %39-48 oranında çimlenme çimlenme kaydedilmiştir. Çalışmamızda farklı firmadan temin edilen May 505 çeşidi hariç, aynı firmaya ait diğer üç çeşidin çimlenme yüzdeleri 150 mM tuz seviyesinde %10'nun altına düşmüştür (Şekil 1).

Zhang ve ark. [30] biri tuzluluğa karşı hassas (Simian 3), diğeri de tuzluluğa karşı tolerant olan (CCRI-79) iki pamuk çeşidini kullanarak, tuzluluğun büyüme parametreleri prolin içeriği, fotosentez, antioksidan enzim aktivitesi, lipid peroksidasyonu, iyon ve klorofil üzerine etkilerini araştırmak için, çeşitlere 0 mM, 80 mM, 160 mM, and 240 mM NaCl solusyonları vermiş ve 7 gün sonunda deneme sonlandırmışlardır. Çalışma neticesinde,

CCRI-79 çeşidinin bütün büyüme parametrelerinde ve bütün tuz konsantrasyonlarında Simian 3 çeşidine oranla daha tolerant olduğu ve daha iyi gelişme gösterdiği belirtilmiştir.

Çalışmamıza benzer sonuçlar Şahin & Akçalı [25] tarafından bildirilmiştir. PG 2018, Carisma, Flash ve Lydia çeşitleri ile yaptıkları çalışmada tuz seviyelerinin artmasına paralel olarak çeşitlerin çimlenmesinde önemli düzeyde bir düşüşün gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

**Tablo 3.** Pamuk çeşitlerinin farklı tuz seviyesindeki çimlenme ortalaması (%)

Çeşitler	PG 2018	Lima	EDESSA	May 505	Ort. (%)
0 (mM)	82.5 ± 5.0a	80 ± 7.5 a	82.5 ± 5 a	82.5 ± 5.0 a	81.87
25 (mM)	70 ± 0.2b	72.5 ± 15 b	72.5 ± 15 b	70 ± 0.2 b	71.25
50 (mM)	62.5 ± 15 ab	70 ± 0.0 b	65 ± 10 ab	65 ± 10 ab	65.62
75 (mM)	57.5 ± 5.0 c	60 ± 16.3 bc	50 ± 8.0 c	52.5 ± 9.7 c	55.00
100 (mM)	45 ± 5.7 cd	45 ± 5.7 cd	40 ± 8.16 d	40 ± 8.16 d	42.50
125 (mM)	25 ± 17.0 e	25 ± 17.0 e	30 ± 8.16 de	30 ± 8.16 de	27.5
150 (mM)	5 ± 5.7 f	7.5 ± 15 f	7.5 ± 15 f	27.5 ± 9.57 de	11.87
Ort. (%)	49.64	51.42	49.65	52.5	50.80

a, b, c, d, e, f: Çeşitlerin ortalamaları arasındaki farkları gösterir. Harfle birbirinden uzaklaştıkça ortalamalar arasındaki fark büyür.

PG 2018, Lima, Edessa ve May 505 çeşidi 0 mM ve 25 mM tuz konsantrasyonunda neredeyse eşit oranda çimlenme göstermiş ve aynı guruba dahil olmuşlardır (Tablo 3).

50 mM tuz seviyesinde ise çeşitler 2 farklı gruba ayrılmıştır. PG 2018, May 505 ve Edessa 60-65 aralığındaki çimlenme oranlarıyla birinci grupta sınıflandırılabilirken, Lima çeşidi 72.5 çimlenme ortalamasıyla ayrı bir sınıf oluşturmuştur (Tablo 3). İzci (2), *Gossypium hirsutum* L. pamuk türüne ait 3 çeşide (Carmen, Nazilli-84 ve NM-503) 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM gibi farklı NaCl konsantrasyonları verilmiş ve deneme sonucunda en tolerant çeşidin Nazilli-84 olduğunu, bunu Carmen'in izlediğini ve en az tolerant olan çeşidin de NM-503 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca her üç çeşidinde 150 mM tuz seviyesine kadar toleranslı oldukları görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmaların çalışmamızla örtüştüğü görülmektedir.

Qadir & Shams [17] kumlu- killi-tınlı topraklarda (ECe = 1.9 dS m<sup>-1</sup>) 4 pamuk (B-557, MNH-93, NIAB-78 and S-12) çeşidi ile 9:5:5:1 oranında 1Na<sub>2</sub>S<sub>04</sub>, NaCl ve MgS<sub>04</sub> karışık tuzları kullanarak tuzluluğun pamuğun çeşitli dönemlerdeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, tuzluluğun gelişme periyodunda ve çimlenme döneminde çeşitler arasında önemli düzeyde farklılıklar ortaya çıkardığını bildirmişlerdir. Ayrıca tohum çimlenmesinin 10 ve 20 dS m<sup>-1</sup> tuzluluk seviyesinde %47-84 ve 17-84 arasında değişiklik gösterdiğini, en az etkilenen çeşidin NIAB-78 olduğunu ve bunu MNH-93 çeşidinin takip ettiğini de belirtmişlerdir. Sıkder ve ark. [31], çimlenme ve fide döneminde 11 tane pamuk genotipinin tuz stresine karşı reaksiyonlarını araştırdıkları denemelerinde, Z9807, Z0228 ve Z7526 genotiplerinin tuzluluğa karşı tolerant, Z0710, Z7514, Z1910, Z7516 genotiplerinin orta tolerant,

Z0102, Z7780, Z9648 ve Z9612 genotiplerinin de tuzluluğa karşı duyarlı çeşitler olduğunu bildirmişlerdir.

Ahmed ve ark. [32] upland pamuğun Z0102, Z9648, Z9612 ve Z7780 genotiplerini kullanarak tuzluluğun etkisini araştırdıkları çalışmalarında bütün genotiplerinde önemli düzeyde biyokütle üretiminin düşüş olduğunu gözlemlenerek bu genotiplerinin hepsinin tuzluluğa karşı hassas genotipler olduğunu bildirmişlerdir. Haider et al. [33], tuzluluk stresinin fotosentezi düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Chiconato ve ark. [34] fotosentez ile tuz stresi arasında çok karmaşık bir ilişki olduğunu ve tuz stresinin fotosentezi olumsuz etkilemesi, tuz konsantrasyonuna, gelişme dönemindeki tuza maruz kalma süresine ve bitkinin türüne bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

75 mM, 100 mM ve 125 mM tuzluluk seviyesinde bütün çeşitlerler yakın çimlenme yüzdeliği göstermesine rağmen, 150 mM'lık tuz konsantrasyonunda aynı firmadan elde edilen çeşitler (PG 2018, Lima ve Edessa) %10'nun altında bir çimlenme yüzdeliği göstermiştir. May 505 çeşidi 150 mM tuz seviyesinde ise %27.5'lük bir çimlenme oranı göstererek tuzlu topraklarda tolerant bir çeşit olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çeşidin artan tuz oranına karşı dayanıklılık mekanizmasına sahip olduğunu (tuzluluğa karşı direnç geni) ve bu dayanıklılık özelliğini kontrol eden genlerin resesif durumundan dominant duruma geçmiş olabileceği düşünülebilmektedir (Tablo 3). Daha önceki yıllarda tuzluluk ile ilgili yapılan çalışmalar, pamuk gibi tuzluluğa tolerant olan bitkilerin tuzluluktan dolayı daha az biyokütle kayıpları verdiğini ve tuzluluğa hassas bitkilere nazaran tuzluluk stresi altında daha iyi gelişme gösterdikleri görülmüştür [32; 35; 34]. Pamukta tuzluluk stres faktörünün genetik mekanizmasının çözülmesi ile ilgili olarak da Asyatik

pamuk (*Gossypium arboreum*) türünün 215 tane genotipinin kullanılarak tuzluluk stresi ile ilgili yapılan ilişkilendirme haritalaması sonucunda Chr.7 üzerinde 2 tane önemli SNP (tek nükleotit farklılığı) bölge keşfettiklerini, ayrıca yine tuzlulukla ilişkili olarak 40 aday gen üzerinde dağılmış 9 tane zengin SNP bölgesinin belirlendiği bildirilmiştir [36].

Genel olarak en fazla çimlenme ortalamasına (%52.5) sahip çeşit May 505 olurken, bunu Lima çeşidi %51.42 çimlenme ortalamasıyla takip etmiştir. Edessa ve PG 2018 %49 gibi çimlenme ortalamasıyla üçüncü sırada yer almıştır (Tablo 3).

#### 4. SONUÇ

Araştırma sonucunda bütün çeşitlerin artan tuz konsantrasyonlarından olumsuz etkilendikleri görülmüştür. Tuzlu su konsantrasyonlarının 100 mM seviyesine kadar çimlenmeyi yavaşlattığını, bu seviyeden sonraki tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranını %50'nin altına düşürdüğünü ve 150 mM tuz konsantrasyonunda ise çimlenmeyi ciddi oranda azalttığı görülmüştür. 150 mM tuz konsantrasyonunda May 505 çeşidi hariç diğer bütün çeşitlerin çimlenmesinin %10'nun altına düştüğü görülmüştür. May 505 çeşidi en fazla çimlenme ortalamasıyla en toleran çeşit olmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonunda bile yüksek çimlenme oranı gösteren bu çeşit, sulama sınıfı ve toprağın tuzluluk oranı belirlendikten sonra orta derece tuzlu topraklarda ve normal sulama sınıfı koşullarında kontrollü olarak ekilebilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada teknik destek aldığım Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksekokulu Organik Tarım bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Erdal Çaçan hocama ve bana tohum desteğinde bulunan May tohumculuk, Progen tohumculuk firması ve Bingöl Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi personellerine teşekkürlerimi sunarım.

#### KAYNAKLAR

- [1] Zhang J, Fang H, Zhou H, Sanogo S, Ma Z. Genetics, Breeding, and Marker-Assisted Selection for Verticillium Wilt Resistance in Cotton. *Crop Science*. 2014a; 54 (4), 1289-1303. Doi: 10.2135/Cropsci2013.08.0550.
- [2] İzci B. Pamukta (*G. hirsutum* L.) farklı tuz konsantrasyonlarının in vitro koşullarda fotosentetik pigmentler üzerine etkisi. *Alınları Zirai Bilimler Dergisi*. 2009; 17(2): 7-13.
- [3] Erdoğan O. Pamukta Verticillium Solgunluğu. *Türkiye'nin Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Dergisi*. 2011; 31.
- [4] Anonima. www.taris.com.tr/pamukweb/t\_pamuk\_ha k.asp. 2020a (Erişim tarihi: 11.12.2020, 22:47).
- [5] FAO. http://www.fao.org/news/story/en/item/123688 6/icode/ (Erişim tarihi: 11.12.2020).
- [6] Öz M, Karasu A. Pamukun çimlenmesi ve erken fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkisi. *Uludağ*

- Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2007; 21(1): 9-21.
- [7] Anshu'tz U, Becker D, Shabala S. Going beyond nutrition: regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. *J Plant Physiol*. 2014; 171:670-687
- [8] Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2011; 7(1): 47-66.
- [9] Gao Y, Lu Y, Wu M, et al. Ability to remove Na<sup>+</sup> and retain K<sup>+</sup> correlates with salt tolerance in two maize inbred lines seedlings. *Front Plant Sci*. 2016; 7:1716. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01716>.
- [10] Akkaya E, Demir, A, Varank G. investigation of treated leachate reusing. *Journal of Engineering and Natural Sciences (Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi)*. 2011. Sigma 3. 149-155, 2011
- [11] Ekmekçi E, Apan M, Kara T. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2005; 20(3), 118-125.
- [12] Korkmaz A, Karagöl A, Horuz A. Substrat kültüründe domates bitkisi yaprağında besin kapsamı, K/Na ve Ca/Na oranları üzerine besin çözeltilisine artan dozlarda ilave edilen NaCl'in etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2016; 31(3), 441-447.
- [13] Khorsandi F, Anaghali A. Reproductive compensation of cotton after salt stress relief at different growth stages. *J. Agron. Crop Sci*. 2009; 195:278-283.
- [14] Abul-Naas AA, & Omran MS. Salt tolerance of seventeen cotton cultivars during germination and early seedling development. *Z Acker Pflanzenbau*. 1974;140: 229-236.
- [15] Zhang L, Zhang G, Wang Y, Zhou Z, Meng Y, Chen B. Effect of soil salinity on physiological characteristics of functional leaves of cotton plants. *J Plant Res*. 2013; 126:293-304
- [16] Kent LM, Lauchli A. Germination and seedling growth of cotton; salinity-calcium interactions. *Plant, Cell and Environment*. 1985; 8, 155-159.
- [17] Qadir M, Shams M. Some agronomic and physiological aspects of salt tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J. Agron. Crop Sci*. 1997; 179: 101-106.
- [18] Amjad J, Yasin M, Nabi G, Rauf A. Evaluation of germination and growth of cotton by presowing treatments under salt-stressed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2002; 17(2): 170-175.
- [19] Wang J, Wang D, Fan W, Song G, Wang S, Ye W. The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton. *Shengtai Xuebao Acta Ecol Sin*. 2011; 31:3720-3727
- [20] Guo-Wei Z, Hai-Ling L, Lei Z, Bing-Lin C, Zhi-Guo Z. Salt tolerance evaluation of cotton (*Gossypium hirsutum*) at its germinating and seedling stages and selection of related indices. *Yingyong Shengtai Xuebao*. 2011; 22:2045-2053.

- [21] Higbie SM, Wang F, Stewart JMcD, Sterling TM, Lindemann WC, Hughs E, Zhang J. Physiological response to salt (NaCl) stress in selected cultivated tetraploid cottons. *Int. J. Agron.* 2010; 1:1-12.
- [22] Sattar S, Hussnain T, Javaid A. Effect of NaCl salinity on cotton (*Gossypium arboreum* L.) grown on MS medium and in hydroponic cultures. *The J. Anim. Plant Sci.* 2010; 20(2): 87-89.
- [23] Anonim. <https://www.progenseed.com/progen/19/pamuk-tohumu-lima.html>. 2020b (Erişim tarihi: 12.12.2020).
- [24] Anonimc. <http://www.may.com.tr/en/products/cotton>. 2020c. (Erişim tarihi: 12.12.2020)
- [25] Şahin CB, Akçalı, CT. Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı pamuk çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimler Dergisi.* 2016; 2.
- [26] Çağan E, Kökten K. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin tuzluluğa toleransının belirlenmesi. *Uluslararası katılımlı Türkiye 5. Tohumculuk kongresi. Diyarbakır, Türkiye.* 2014.493-496.
- [27] Nematzadeh GA. Salt-related Genes Expression in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Cultivars of Cotton (*Gossypium* sp. L.) under NaCl Stress. *J. Plant Mol. Breed.* 2018; doi: 10.22058/jpmb.2018.75866.1151.
- [28] Frouin J, Languillaume A, Mas J, Mieulet D, Boissnard A, Labeyrie A, et al. Tolerance to mild salinity stress in japonica rice: A genome-wide association mapping study highlights calcium signaling and metabolism genes. *PLoS ONE.* 2018; 13(1): e0190964. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190964>.
- [29] SAS. SAS® University Edition. Available from <https://sas.com>. (Erişim tarihi: 25.06.2020).
- [30] Zhang L, Ma H, Chen T, Pen J, Yu S, Zhao X. Morphological and Physiological Responses of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Plants to Salinity.* *PLoS ONE.* 2014b; 9(11): e112807. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112807>
- [31] Sıkder RK, Wang X, Jin D, et al. Screening and evaluation of reliable traits of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes for salt tolerance at the seedling growth stage. *J Cotton Res.* 2020; 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00049-1>
- [32] Ahmed IM, Dai H, Zheng W, et al. Genotypic differences in physiological characteristics in the tolerance to drought and salinity combined stress between Tibetan wild and cultivated barley. *Plant Physiol Biochem.* 2013;63:49–60. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.004>.
- [33] Haider MS, Jogaiah S, Pervaiz T, et al. Physiological and transcriptional variations inducing complex adaptive mechanisms in grapevine by salt stress. *Environ Exp Bot.* 2019;162:455-67. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.03.022>.
- [34] Chiconato DA, Junior GD, dos Santos DM, et al. Adaptation of sugarcane plants to saline soil. *Environ Exp Bot.* 2019;162:201-11. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.02.021>.
- [35] Singh DP, Sarkar RK. Distinction and characterisation of salinity tolerant and sensitive rice cultivars as probed by the chlorophyll fluorescence characteristics and growth parameters. *Funct Plant Biol.* 2014;41(7):727–36. <https://doi.org/10.1071/FP13229>.
- [36] Dilnur, Tussipkan et al. Association Analysis of Salt Tolerance in Asiatic cotton (*Gossypium arboreum*) with SNP Markers. *International journal of molecular sciences* vol. 20,9 2168. 1 May. 2019, doi:10.3390/ijms20092168