

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**GİBBERELLİK ASİT (GA₃) UYGULAMALARININ FARKLI TUZ
YOĞUNLUKLARINDA SORGUM BİTKİSİNİN (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Cebrail YILDIRIM

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**GİBBERELLİK ASİT (GA₃) UYGULAMALARININ FARKLI TUZ
YOĞUNLUKLARINDA SORGUM BİTKİSİNİN (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Cebrail YILDIRIM

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİBBERELLİK ASİT (GA₃) UYGULAMALARININ FARKLI TUZ
YOĞUNLUKLARINDA SORGUM BİTKİSİNİN (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

CebraİL YILDIRIM

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

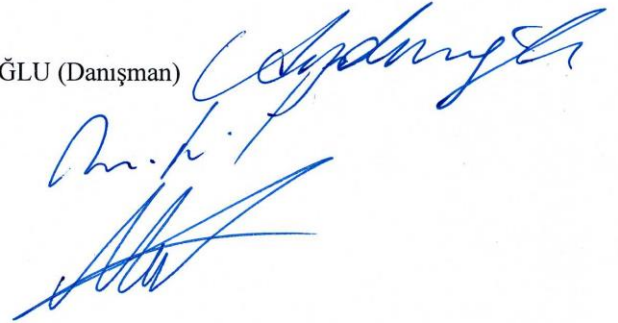
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 08.02./2019.. tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Bilal AYDINOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK



ÖZET

GİBBERELLİK ASİT (GA₃) UYGULAMALARININ FARKLI TUZ YOĞUNLUKLARINDA SORGUM BİTKİSİNİN (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

CebraİL YILDIRIM

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bilal AYDINOĞLU

Ocak 2019; 36 sayfa

Bu çalışma tohumların GA₃ ile muamale edilmesinin tuzlu koşullarda sorgumun çimlenme ve fide gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Deneme tuz stresinin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak veya hafifletmek için en uygun GA₃ konsantrasyonunu saptamak amacıyla çimlendirme dolabında petri kapları içerisinde yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi (BATEM)'den sağlanan sorgum türüne ait Rox çeşiti kullanılmıştır.

Araştırmada tohumlar 4 farklı GA₃ konsantrasyonunda (saf su, 100, 200, 300 ppm GA₃) 24 saat bekletilmişler ve daha sonra 5 farklı tuz konsantrasyonunda (saf su, 2500, 5000, 7500, 10000 ppm NaCl) çimlendirilmiştir. Araştırma bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Sorgum çeşidinin bu koşullardaki çimlenme oranları, ortalama çimlenme süresi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlıkları ile sürgün ve kök kuru ağırlıkları incelenmiştir.

Varyans analizine göre uygulamaların çimlenme oranı üzerindeki etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Bunun yanında diğer tüm parametreler üzerinde tuz ve GA₃ uygulamalarının istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksiyon etkisi önemsiz bulunmakla beraber yapılan çoklu karşılaştırmalarda (Tukey) ortalamalar arasında önemli farklar ortaya çıkmıştır. Artan tuz konsantrasyonunun çimlenme oranı dışındaki tüm özellikleri olumsuz etkilediği belirlenmiştir. GA₃ uygulamalarında 200 ve 300 ppm GA₃ uygulamalarının ortalama çimlenme süresi ve sürgün uzunluğunda tuzluluğun neden olduğu zararı hafiflettiği, bunların dışında diğer özellikler üzerinde GA₃ uygulamalarının tuzun olumsuz etkilerini hafifletmediği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Çimlenme oranı, fide gelişimi, GA₃ konsantrasyonu, sorgum, tuz konsantrasyonu

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Bilal AYDINOĞLU

Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

ABSTRACT

THE EFFECTS OF GIBBERELIC ACID (GA₃) TREATMENTS ON GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT ON SORGHUM PLANT (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) UNDER DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS

Cebrail YILDIRIM

MSc. Thesis in Department of Field Crops

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Bilal AYDINOĞLU

February 2019; 36 pages

The study was planned to determine the effects of seed treatments with GA₃ on germination and seedling development of sorghum in salinity conditions. The experiment was carried out in petri dishes in the germination cabinet in order to determine the most appropriate concentration of GA₃ to eliminate or alleviate the negative effects of salt stress. In this study Rox cultivar belong to sorghum species, obtained from West Mediterranean Agricultural Research Center (BATEM) was used as the plant material.

In the study, the seeds were treated with 4 different GA₃ concentrations (distilled water-control, 100, 200, 300 ppm GA₃) for 24 hours and then germinated at 5 different salt concentrations (distilled water-control, 2500, 5000, 7500, 10000 ppm NaCl). The experiment was established as randomized split plot design with 3 replications. In the study germination rate, mean germination time, shoot and root length, shoot and root fresh weights and shoot and root dry weights of sorghum were investigated.

According to the analysis of variance, the effect of the treatments on germination rate was not statistically significant. In addition, salt concentration and GA₃ application were significant on all other parameters statistically. Although the salt concentration x GA₃ interaction effect was insignificant, there were significant differences amongst the means in Tukey test. It was determined that increased salt concentration had a negative effect on all properties except germination rate. In GA₃ treatments, it was determined that 200 and 300 ppm GA₃ applications alleviated the adverse effects of salinity on mean germination time and shoot length. However, GA₃ applications could not mitigate the adverse effects of salinity on the other examined traits.

KEYWORDS: Germination rate, seedling development, GA₃ concentration, sorghum, salt concentration

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Bilal AYDINOĞLU

Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

ÖNSÖZ

Gerek akademik çalışmaları ve başarıları, gerekse hayat tecrübesi ve insanlara olan yaklaşımı ile yüksek lisans eğitimine başlamamda etkili olan, eğitimim boyunca her türlü desteği sağlayan, bana ve diğer arkadaşlarıma yeni bir ufuk kazandıran ve en önemlisi ise hayatımda örnek aldığım tek insan olan değerli büyüğüm, danışman hocam sayın Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI'yı saygı ve rahmet ile anıyorum. Birlikte başladığımız bu tez çalışmasını birlikte bitiremesekde, bu çalışmayı sevgili hocama ithaf etmek istiyorum.

Bu süreçte beni yalnız bırakmayıp destek olan Prof. Dr. Mehmet BİLGİN hocama ve Dr. Öğr. Üyesi Bilal AYDINOĞLU hocama yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Çalışmada kullandığım tohumların temini konusunda bana yardım eden Dr. Cengiz ERDURMUŞ'a, istatistikî analizleri yapmam ve değerlendirmemde benden yardımlarını esirgemeyen değerli Öğr. Gör. Dr. Ebru KAYA BAŞAR'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca çalışma süresi boyunca bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen bölümün yüksek lisans öğrencilerinden çok değerli arkadaşım Merve BAŞAK'a teşekkür ederim.

Ve tabii ki önceliğim, değerli ve kıymetli ailem; tüm hayatım boyunca yaptığım, yapmayı düşündüğüm her konuda bana koşulsuz şartsız inanıp beni destekleyip, fikirlerime değer verdiğiniz ve her daim yanımda durduğunuz için sizlere sonsuz teşekkür ederim, iyi ki varsınız, sizleri çok seviyorum...

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Sorgum.....	4
2.2. Çimlenme Fizyolojisi.....	5
2.3. Tuzluluk ve Tuz Stresi.....	6
2.4. Gibberellik Asit ve Gibberellik Asit Etkisi.....	11
3. MATERYAL VE METOT.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Metot.....	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Çimlenme Oranı.....	19
4.2. Çimlenme Süresi.....	21
4.3. Sürgün ve Kök Uzunluğu.....	23
4.4. Sürgün ve Kök Yaş Ağırlığı.....	28
4.5. Sürgün ve Kök Kuru Ağırlığı.....	31
6. SONUÇLAR.....	36
7. KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Gibberellik Asit (GA₃) Uygulamalarının Farklı Tuz Yoğunluklarında Sorgum Bitkisinin (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Çimlenme Ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

08/02/2019

Cebrail YILDIRIM



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ca	: Kalsiyum
Cm	: Santimetre
Cl	: Klor
dS/m	: Desi Siemens/metre
Fe	: Demir
gr	: Gram
K	: Potasyum
Mn	: Mangan
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
m	: Metre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
Mg	: Magnezyum
N	: Azot
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
P	: Fosfor
Zn	: Çinko
°C	: Santigrat derece

Tezin tüm bölümlerinde geçen ondalık rakamlarda ayraç olarak “.” kullanılmıştır.

Kısaltmalar

ABA	: Absisik asit
AOT	: Aktif oksijen türleri
BATEM	: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
DAO	: Diaminoksidaz
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
E	: Etilen
GA ₃	: Gibberellik asit
G	: Gün
IAA	: İndolasetik asit
Kin	: Kinetin
MPa	: Mega pascal
mRNA	: Messenger Ribo Nükleik Asit
OB	: Osmotik basınç
PAO	: Poliaminoksidoz
PEG	: Poli Etilen Glikol
Ppm	: Parts per million
Vd.	: Ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan sorgum çeşidinin tohum görünümü	14
Şekil 3. 2. Petri kabına yerleştirilmiş sorgum tohumlarından bir görünüm.....	16
Şekil 3. 3. Çimlendirme dolabına yerleştirilen tohumlardan bir görünüm	16
Şekil 3. 4. Çimlenmiş sorgum tohumlarından bir görünüm.....	17
Şekil 3. 5. Sürgün ve kök kesimlerinden bir görünüm	17
Şekil 3. 6. Yaş sürgün ağırlıklarının ölçümünden bir görünüm.....	18
Şekil 4. 1. Çimlenme oranı için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	21
Şekil 4. 2. Çimlenme süresi için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	23
Şekil 4. 3. Sürgün uzunluğu için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	25
Şekil 4. 4. Kök uzunluğu için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	27
Şekil 4. 5. Sürgün yaş ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	29
Şekil 4. 6. Kök yaş ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	31
Şekil 4. 7. Sürgün kuru ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	33
Şekil 4. 8. Kök kuru ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA ₃ uygulamasının etkisi	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Denemede ele alınan uygulamalar ve seviyeleri	15
Çizelge 3.2. Tohumlara uygulanan GA ₃ ve çimlendirme ortamı tuz (NaCl) konsantrasyonları ve solüsyonların hazırlanış miktarları.....	15
Çizelge 4. 1. Varyans analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4. 2. Çimlenme oranı (%)	20
Çizelge 4. 3. Çimlenme süresi (gün).....	22
Çizelge 4. 4. Sürgün uzunluğu (cm)	24
Çizelge 4. 5. Kök uzunluğu (cm).....	26
Çizelge 4. 6. Sürgün yaş ağırlığı (mg/bitki).....	28
Çizelge 4. 7. Kök yaş ağırlığı (mg/bitki)	30
Çizelge 4. 8. Sürgün kuru ağırlığı (mg/bitki).....	32
Çizelge 4. 9. Kök kuru ağırlığı (mg/bitki)	34

1. GİRİŞ

Poaceae familyasının *Sorghum* L. cinsinde yer alan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), buğday, çeltik, mısır ve arpadan sonra Dünya'nın 5. önemli tahıl bitkisidir (Avcıoğlu vd. 2009).

Sorghum dünya'nın farklı bölgelerine yayılmış ve yaklaşık 5 bin yıldan bu yana tarımı yapılan bir bitkidir (Açıkgöz 2001). Sorgumun orijininin Afrika olduğu bilinir fakat bazı kanıtlar birbirinden bağımsız olarak hem Afrika hem de Hindistan orijinli olduğu yönündedir (Bennett 1990). Aynı zamanda, Doğu Afrika ve Etiyopya'nın sorgum çeşitleri bakımından çok zengin olmaları kültür sorgumlarının orijinlerinin bu alanlar olarak kabul edilmesine sebep olmuştur (Pederson vd. 1969). Bitkiye ait birçok sınıflandırma olmakla birlikte, yapılan çalışmada *bicolor*, *guinea*, *caudatum*, *kafir* ve *durra* olarak 5 temel türe ayrılmışlardır (Harlen ve De Wet 1972). Öte yandan House (1985)'e göre ise sorgumun sınıflandırmasında üç tür yer almaktadır; *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Sorghum propinquum* (Kunth) Hitch ve *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

Yüzden fazla ülkede ve genellikle az yağış alan tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen önemli bir sıcak iklim tahılı olan sorgum (Bennett 1990), tuzluluğa orta derecede dayanıklı ve tuzluluğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlarda sorun olduğu özellikle kurak ve yarı kurak bölgelere gayet iyi adapte olabilen C4 grubu bitkilerindendir (Aydınşakir vd. 2012). Dünya'nın farklı ülkelerinde yetiştirilen; insan besini, hayvan yemi, alkollü içecekler üretiminde yaygın olarak kullanılan sorgum türleri, özellikle Afrika, Merkezi Amerika ve Güney Asya'da insan besini olarak önem taşımaktadır. Bununla birlikte bazı bölgelerde sorgum sapı inşaat yapı malzemesi olarak da kullanılabilir (House 1985).

Ayrıca günümüzde fosil yakıtlar düşünüldüğünde dışa bağımlı ülkelerin sözü edilen yakıtlara alternatif olabilecek çevre dostu bir enerji kaynağını kullanmaları ekolojik denge kaygısına aktif bir çözüm oluşturmaktadır. Bu konu kapsamında mısır, şeker kamışı, alglar, sorgum, lignoselülozik maddeler ve nişasta gibi birçok alternatif, Dünya'da biyo-etanol kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kaplan vd. 2009). Var olan alternatiflerden birisi olan sorgum daha etkin su tüketimi (mısıra göre 1/2 oranında, şeker kamışına göre 2/3 daha az) ve kısıtlı su şartlarında, yeşil aksamını uzun süre koruyabilme özelliği ile diğer bitkilere kıyasla daha yüksek verim vermesine olanak sağlamaktadır (Borrell vd. 2000).

Ülkemizde yem bitkilerinin ekiliş alanları iyileştirilmeye çalışılırken, farklı toprak ve iklim koşullarına uyum sağlayabilecek çok sayıda alternatif bitkiler mevcuttur. Sorgum tür ve melezleri bu bitkilerin başında gelmektedir. Hayvancılığın gelişmiş olduğu çoğu ülkede bu bitkilerden yaygın olarak hayvan beslemesi hususunda faydalanılmaktadır. Sorgum ve sorgum x sudan otu melezleri; biçimden sonra yeniden sürebilmesi, yüksek sıcaklık ve kurak koşullara mısırdan daha fazla dayanabilmesi, benzer ekolojik ortamlarda mısırdan daha fazla hasıl ürün verebilmesi, su kullanım etkinliğinin yüksek olması ve birim alandan daha fazla hazmolunabilir besin maddesi üretmesi, besleme değerinin mısıra yakın olması, zararlı ve hastalıklara daha toleranslı olması gibi birçok yönleri ile mısır bitkisine alternatif olabilirler (Çiğdem ve Uzun 2006).

Bitkiler kendileri için optimum olan koşullarda en iyi gelişimi gösterirler. Bu optimum koşulların dışında, beklenmedik bir koşula sürekli veya belirli zaman aralıkları ile karşılaşmaları sonucunda, bitkilerin hayatta kalmalarını ve gelişimlerini etkileyecek fizyolojik değişimler, hastalıklar ve hasarlar ortaya çıkabilir (Shao vd. 2008). Bitkilerin optimum yaşadığı ortamlarda büyüme ve gelişmelerini negatif yönde etkileyen faktörler stres faktörü olarak kabul edilir (Özen ve Onay 2007). Bitkilerde meydana gelen stres tarımsal üretimi engelleyen en önemli sebeplerin başında gelmektedir. Bu stres faktörleri biyotik (hayvanlar, bitkiler, mikroorganizmalar ve antropogenik etkiler) ve abiyotik stres faktörleri (su, sıcaklık, mineraller, gazlar, radyasyon vb.) olarak ikiye ayrılır (Larcher, 1995). Abiyotik stres faktörlerine bakıldığında kuraklıktan (%26) sonra gelen mineral stresi %20'lik oranıyla işlenebilir alanları en çok etkileyen stres faktörüdür (Blum 1986). Minarel stresinin büyük çoğunluğunu ise tuzluluk oluşturur ve Dünya'da tuzluluk etkilenmiş alan 9 milyon ha'nın üzerindedir (Tuteja 2007).

Tuzluluk; özellikle yarı kurak ve kurak iklim alanlarında yıkanarak yeraltı suyuna nüfus eden çözünebilir tuzların yüksek taban suyu ile birlikte kapillarity vasıtasıyla toprak yüzeyine ulaşması ve buharlaşma sonucu ile suyun toprak yüzeyinden ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın alanlarında birikmesi olayıdır (Kwiatowsky 1998; Kara 2002). Yarı kurak ve kurak alanlarda yağışın yetersizliği ve buharlaşmanın yüksek olması; su kaynakları ve yağışın fazla olduğu alanlarda ise tarımsal sulamaların bilinçsiz ve yanlış yapılması tuzluluk sorununu artırarak, bitki gelişimini ve üretimini sınırlamaktadır (Allakhverdiev vd. 2000; Koca vd. 2007).

Kuraklık stresinden sonra tarımsal üretimi sınırlayan en büyük abiyotik stres faktörü tuzluluktur. Günümüzde Dünya üzerinde tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanların hemen hemen %15-20'si ve sulu tarım arazilerinin ise neredeyse %20-50'si tuzluluğa maruz kalmaktadır (Pitman ve Läuchli 2002; Tuteja 2007). Ülkemizde ise yüzey alanlarının % 2 si verimsiz alanlar kaplarken, %74'lük oranla bu çorak alanları tuzlu topraklar meydana getirmektedir (Kendirli vd. 2005). Tuzluluk etkisi ile dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin kullanılamayacak dereceye gelmesi, karşılaşılan sorunun ne kadar büyük olduğunu daha iyi göstermektedir (Kwiatowski 1998). Dünyada hızla artan nüfusla ilişkili olarak zaruri besin ihtiyacının katlanarak arttığı ve tarımsal arazilerin sınırlı olduğu göz önüne alınırsa var olan arazilerin daha etkin kullanılması gerekmektedir.

Dünyada verimli toprakları etkisi altına alan tuz stresi, bitkilerin gelişimini fizyolojik, yapısal, moleküler ve biyokimyasal mekanizmalarında farklılaşmalara yol açarak etkilemektedir (Çulha ve Çakırlar 2011). Bununla birlikte tuzluluğun, tohumun çimlenmesini kısıtladığı (Cuartero ve Fernandez-Munoz 1999; Promila ve Kumar 2000), kök ve gövde gelişimini geriletliği (Dash ve Panda 2001; Ashraf vd. 2002), yaş ağırlık ve su oranını azalttığı (El-Mashad ve Kamel 2001; Çavuşoğlu 2006) birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Bununla beraber bitkilerde görülen besin dengesizliği, enzim aktivasyon bozukluğu, genel metabolik süreçte aksamalar, membran disfonksiyonu, su alımında dengesizlik ve ozmotik uyumsuzluk, genel gelişim yetersizliği ve oksidatif streste tuzluluğun meydana getirdiği olumsuz etkiler olarak sıralanabilir (Orcutt ve Nilsen, 1996).

Bitkisel üretimde, yetiştiriciliğin ilk adımı, tohumların ekilişi ve uygun durumda çimlendirilmesidir. Fakat bu aşamada karşılaşılan olumsuz ekolojik şartlar, tohum

yapısından kaynaklanan olumsuzluklar ve teknik hatalar çimlenme ve fide çıkışına olumsuz bir şekilde etki etmektedir (Karakurt vd. 2010). Çimlenme, çıkış ve erken fide döneminde, tohum ve fideler fizyolojik ve çevresel stres faktörlerine karşı çok hassastırlar. Bu stres faktörlerinden bir tanesi olan tuzluluk ise çimlenme döneminde tohumun bünyesine su alımını engellemekte bu da çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple doza bağlı olarak çimlenme oranında azalma veya tamamen engelleme, çimlenme ve fide gelişiminde gecikmeye sebep olmaktadır (Yıldız vd. 2017).

Çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki bu olumsuz etkileri ortadan kaldırıp zarar görmeden çimlenme aşamasından fide aşamasına geçmek için ekim öncesinde bir takım ön uygulamalar yapılabilmektedir. Bu uygulamalar içerisinde tohumların; ekim öncesi ıslatma, katlamaya tabi tutulması, büyümeyi düzenleyiciler, iriliklerine göre sınıflandırılmaları, besin maddeleri veya osmotik çözeltilerde tutma, asitlerle aşındırma, vitaminler, çimlendikten sonra jel halinde ekilmesi, kaplama ve bantlama gibi priming olarak isimlendirilen uygulamalar sayılabilir (Yamaguchi ve Kamiya, 2002; Demirkaya 2006).

Bitki büyüme ve gelişiminde çeşitli fizyolojik etkilere sahip olan bitki hormonlarının tohum çimlenmesinde de çok önemli rolleri bulunmaktadır. Gibberalinler, tohum ve tomurcuk dormansisinin ortadan kaldırılmasında, tohum çimlenmesinin uyarılmasında ve kontrolünde etkili olmalarından dolayı yaygın şekilde priming yöntemi olarak kullanılmaktadır (Hilhorst ve Karssen 1992; Karakurt vd. 2010). Uygulanan GA₃ dozu ve süresi çimlenme üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Duman 2006;). Aynı zamanda GA₃'ün su kullanım etkinliği üzerine tuz stresinin etkilerini hafiflettiği de bildirilmiştir (Aldesuquy ve Ibrahim 2001).

Tuzluluğa orta derecede duyarlı bir bitki olan sorgumda yapılan tuz ve tohum ön uygulama çalışmaları ayrı tutulmuş, genellikle sorgum bitkisinin hangi tuz dozlarından etkilendiği veya hangi uygulamaların bitki gelişimini olumlu etkilediği üzerine durulmuştur. Bu anlamda tuzluluk etkisini düşürecek ön muamele çalışmalarına çok fazla rastlanmamaktadır.

Yürütülen bu çalışma, sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamalarının farklı tuzluluk derecelerinde sorgum tohumlarının çimlenmesi ve erken fide gelişimine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Böylelikle sorgum bitkisinde hangi tuz dozlarının çimlenme ve fide gelişimine olumsuz etki yaptığını ve GA₃ uygulamasının bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırıp kaldıramayacağını belirlemek amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Sorgum

Sorghum tabirinin, bitkinin çok yüksek boylu oluşu nedeni ile latince 'dikelmek' veya 'yükselmek' anlamına gelen 'Surgere' sözcüğünden geldiği tahmin edilmektedir (Gençkan 1983). Tarihsel olarak sıcak bölgelerde yetiştirilen sorgum bitkisinin ana gelişme alanı Afrika olmakla birlikte; Somali, Etiyopya ve Çin'in sıcak bölgelerinde yayılım gösterdiği yerler arasındadır (Tiryaki 1998). Ciddi bir genetik çeşitliliğe sahip olan ve 3000'den fazla varyetesi bulunan sorgumun geleneksel yetiştiriciliğin yapıldığı alanlarda genetik varyasyonu oldukça daralmıştır (Leder 2004).

Sorgumun en son bulunan yabani formları Afrika'da Büyük Sahra'nın güneyinde yer almaktadır. Yabani formları MÖ 800-600 yıllarına kadar uzanan sorgumun kültür formlarına ise MS 100 yıllarında rastlanmakta, Hindistan ve Pakistan'da ise MS 200'e ait bulgulara rastlanmaktadır. Bu bilgilere göre sorgumun Afrika'da kültüre alındığına ve daha sonra yapılan göçlerle bu ülkelere taşındığına inanılmaktadır. Antik bir bitki olmasına rağmen Yakın Doğu'ya oldukça geç girmiş ve Romalılar döneminde ise Akdeniz bölgesinde tanınmıştır. 17.yy başlarında Afrika'lı köleler tarafından ABD'ye getirilmiştir (Zogar ve Hopf 2000).

Sorgum, danesi doğrudan insan beslenmesinde kullanılan, aynı zamanda danesi ve diğer toprak üstü kısımlarından şeker, hayvan yemi, yakıt, alkol, kağıt ve şurup üretimi amacı ile kullanılabilen çok yönlü bir bitkidir (Dogget 1988). Ülkemizdeki kullanım alanlarına bakıldığında ise özellikle yemlik sorgumların üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Deneme amaçlı yürütülen çalışmalarda bazı tane sorgum çalışmaları yapılmış, fakat Marmara bölgesindeki bazı Kuşyemi amaçlı sorgum türleri üretimi haricinde tane sorgum üretimi yok denecek kadar sınırlıdır (Avcıoğlu vd. 2009).

Kültür formları tek yıllık olan sorgum, kök sistemi çok kuvvetlidir ve kök derinliği 1.5 - 2.5 m arasında değişmektedir (Dahlberg 2000). Bu kök sistemi sayesinde bitki kuraklığa dayanıklı hale gelmektedir (Koppen vd. 2009). Bitki boyu çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterip özellikle melez çeşitlerinde 4 - 6 metreye kadar çıkabilmektedir (Açıkgöz 2001). Bitkiler aleminin devesi olarak da bilinen sorgumda bitkinin sap ve yaprak yüzeylerinin mumsu bir tabakayla kaplanmış olması, özellikle yaz aylarındaki yüksek sıcaklıklarda, diğer tarla bitkilerine kıyasla ışığı daha verimli kullanmasına ve daha uzun süre fotosentez yapabilmesi sonucu, daha iyi bir gelişim göstermesine olanak sağlamaktadır (Avcıoğlu vd. 2009).

Esasında tropik iklim bitkisi olmasına rağmen, ılıman iklimlerde ve hatta Rusya koşullarında yetiştirilebilen sorgumun, özellikle 12-20 °C sıcaklıkta çimlenme ve ilk gelişmesi hızlı olmaktadır. Tane tipi sorgumların bir vejetasyon döneminde toplam sıcaklık isteği 2500-5000 °C civarındadır. Kuraklığa dayanıklı, sıcaklığa mısırdan daha az istek duymaktadır. Yıllık yağışı 400-600 mm olan yörelerde kolaylıkla yetiştirilebilir. Yetiştirme döneminde az yağış alan yerlerde mutlaka sulanmalıdır ve sulamaya çok iyi tepki vermektedir. Toprak isteği bakımından çok seçici olmayıp, zengin, nemli ve sıcaklığı elverişli topraklarda iyi bir gelişim gösterir. Alkali ve tuzlu ortamlara da dayanıklıdır (Avcıoğlu vd. 2009).

Dünya'daki kullanım alanlarına göre sorgum tür, alttür ve melezleri; tane sorgumlar, yemlik sorgumlar, tatlı sorgumlar ve süs sorgumları olmak üzere 4 temel grupta toplanmışlardır (Avcıoğlu vd. 2009).

2.2. Çimlenme Fizyolojisi

Bitkisel üretimde, tohumların ekilmesi ve bu tohumların optimum koşullarda çimlendirilmesi yetiştiriciliğin ilk adımıdır (Karakurt vd. 2010).

Bitkilerin uygun gelişmeleri için, gelişmelerini engellemeyecek miktarda suyun toprakta her daim bulunması gerekmektedir. Kök bölgesinde su miktarının azalması ile bitkilerin su tüketimlerinde de düşüş meydana gelmektedir. Tuzluluk, bitkilerin topraktaki suyu rahatlıkla almasına mani olan durumlardan birisidir. Sonuç olarak bakıldığında tuzluluk düzeyinin artması bitkinin su tüketimini azaltır. Bitkinin su tüketiminin azalması ve zorlaşması, bitki verimi ve kalitesini olumsuz etkide bulunmaktadır (Kara ve Apan 2000; Yurtseven vd. 2001).

Topraktaki osmotik potansiyel yine toprakta bulunan tuzların varlığı suya bağlıdır. Çimlenme ortamında yüksek miktarda tuz bulunması ortamda nem düşük olduğu sırada negatif etki yapabilmektedir. (Hartmann vd. 1990).

Belirli bir yoğunluğa sahip olan her çözeltinin saf su ile etkileşime geçmesi halinde, etkileşime geçtiği saf suyu emebilmesi bakımından aktif olan bir değere o çözeltinin "osmotik değeri" denir. Osmotik değer genel olarak teorik ve potansiyel bir değerdir. Osmozis olayları esnasında, iş gören osmotik değere "osmotik basınç" (O.B.) denir. Osmotik basınç, belirli bir hacim çözücü içinde çözülmüş madde moleküllerinin sayısı ile yani konsantrasyonla doğru orantılıdır (Dallar 2017).

Kök bölgesinde tuz miktarının artması sonucunda ilk olarak osmotik stres meydana gelmektedir. Meydana gelen bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su oranının da azalmasına yol açar ve bu durum "fizyolojik kuraklık" olarak da isimlendirilir (Tuteja 2007). Kullanılabilir su oranının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin sınırlandırılmasına sebep olur (Hu ve Schmidhalter 2005).

Bewley and Black (1994)'e göre çimlenme ortamındaki yüksek tuz konsantrasyonunun, ortamda bir osmotik potansiyel meydana getirerek tohumun su alımına engel olması veya tohum içerisine iyon birikimi sonucunda embriyo üzerinde toksik etki yapması ile tohumun çimlenmesini etkileyebilmektedir.

Essa (2002) ile Sedeghian ve Yavari (2004)'e göre çimlenme oranının düşmesine; yüksek tuz yoğunluğunun su alımını kısıtlaması, tuzun toksik etkisi ve çimlenme sırasında elzem olan enzimlerin tuz stresinden dolayı aktif hale gelememesi neden olmaktadır.

Tuzlu ortamda çimlendirilen arpa tohumlarındaki su içeriğinin büyük ölçüde azaldığı ve buna bağlı olarak embriyodaki giberellin sentezinin engellendiğini belirtilmiştir (Bozcuk 1991).

2.3. Tuzluluk ve Tuz Stresi

Tohum çimlenmesinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi, istenilen bitki sıklığının gerçekleşmesi ve başarılı bir üretim için önemli bir rol oynar ve çimlenmeyi sınırlayan en önemli faktör tuzlu toprak koşullarıdır (Almansouri vd. 2001; Carpıcı vd. 2009; Aishah vd. 2010). Toprakta tuz yoğunluğunun artması bitkilerin çimlenme, büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir (Aydınşakir vd. 2012) ve bitkiler diğer dönemlere kıyasla tuzluluğa erken gelişme döneminde daha hassastırlar (Lal 1985).

Tuzluluk, meydana gelme nedenlerine göre primer (doğal) ve sekonder tuzluluk olarak ikiye ayrılabilir. Primer tuzluluğun; tuz deposu okyanuslar, ana kayaların ayrışması ve iklimsel etmenler yoluyla oluşturmaktadır (Munns ve Tester 2008). Sekonder tuzluluk ise; çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı suyu seviyesinin toprak yüzeyine kadar çıkması ile tarımsal alanlarda fazla sulama yapılması, toprağa tuzluluğa neden olan kimyasallar bulaştırılması ve bir bölgenin doğal vejetasyonunu ortadan kaldırılması ile tarım arazilerinin açılması (Pessarakli ve Szabolcs 1999) sonucu meydana gelmektedir.

Tuzluluk, osmotik ve iyon stresi oluşturarak bitkiler üzerindeki doğrudan (primer etki) etkisini gösterirken, bu stres faktörleri sonucunda bitkide cereyan eden yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi (protein, DNA, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; metabolik toksisite, fotosentezin inhibisyonu, hücre ölümü ve K⁺ alımının engellenmesi) ile dolaylı etkisini (sekonder etki) gösterir (Botella vd. 2005; Hong vd. 2009).

Yetiştiriciliği yapılan kültür bitkilerinin hepsi, tuzluluğa karşı benzer tepkiyi göstermezler. Bazı bitkiler tuzluluk stresine karşı daha hassas, bazıları ise daha dayanıklıdır. Dayanıklı bitkiler, tuzlu topraklarda su ihtiyaçlarını karşılamak için osmotik etkiye karşı daha fazla güç geliştirebilen bitkilerdir. Bitkinin tuza karşı dayanımlarının incelenmesi, özellikle toprak tuzluluğunun belirli bir düzeyin altına indirilemediği alanlarda, ekonomik düzeyde ürün verebilecek bitkilerin belirlenerek yetiştirilmesi amacı ile önem taşımaktadır (Kotuby vd. 1997).

Bitkiler tuza karşı gösterdikleri tepkilere göre halofitler ve glikofitler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonuna adapte olan ve bu şartlarda yaşayabilen bitkiler, halofitler olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz vd. 2011) ve dünya üzerinde sayıları çok azdır (Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz 1998). Glikofit bitkiler ise tuz konsantrasyonuna bağlı olarak gördükleri zarara rağmen büyümeye devam edebilir. Bu durumda bitkilerin tuza toleranslı olduğunu gösterir (Greenway ve John 1976).

Tuz stresi, hücre bölünmesi ile uzamasını etkileyerek, bitkilerdeki hücre bölünme oranının, kök ile gövdede hücre sayısının ve mitotik aktivitenin azalmasına neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı bitkinin kök ve gövde uzunluğu ile ağırlığında azalma; yapraklarda küçülme ve incelme ile sayılarında azalma; yaprağın kutikula tabakasında ve yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabakada incelme; vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalma meydana gelir. Bununla birlikte erken dönemde kökte lignifikasyon oluşumunda meydana gelir (Reddy vd. 1999; Burssens vd. 2000).

NaCl'e doğrudan maruz kalan kök sistemlerinden primer kök sisteminin büyümesi, hücre genişlemesi ve hücre döngüsünü baskılaması sonucunda doğrudan engellenir (Wang vd. 2009). Kök tüyleri, yüksek tuz konsantrasyonu sonucunda aktivitelerini kaybedip yok olurlar (Ali vd. 1999). Kök sistemi tuzluluktan direkt etkilenmesine karşın yaprak büyümesi tuz stresine karşı kök büyümesine göre daha duyarlıdır ve bu sebeple tuz stresinde bitkilerde kök/sürgün oranı artar. Bu artışın mekanizması henüz açıklanamamış olmasına karşın, tuzluluk karşısında kök ile yaprağın hücre duvarlarında farklı değişimlerin cereyan etmesi buna neden olarak gösterilmektedir (Munns ve Tester 2008).

Francois vd. (1984), tarla denemelerinde iki sorgum çeşidinin tane veriminin, toprak tuzluluğunun 6.8 dS/m yukarıdaki her birim artışında %16 azaldığını, iki çeşidin tuzluluğa çimlenme döneminde daha sonraki gelişme dönemlerine göre daha toleranslı olduğunu belirtmişlerdir.

Maas vd. (1986), iki sorgum çeşidinin (*Sorghum bicolor* (L.) Moench., cvs Northrup King 265 ve Asgrow Double TX) tuza toleransını gelişmenin 3 farklı safhasında incelemişlerdir. Her iki çeşidin vejetatif gelişme safhasında tuzluluğa hassas iken olgunlaşma safhasında ise daha az hassas olduğunu, tuzluluğun ortalama tohum ağırlıklarına önemli etki yapmazken, vejetatif gelişmeyi önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir.

Azhar ve McNeilly (1987) sorgum bitkisini farklı tuz dozlarında çimlendirmiş ve 14 gün sonra en uzun kök uzunlukları, maksimum sürgün uzunluğu ve toplam bitki kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Artan NaCl dozunun, üç parametrede de önemli seviyede azalmaya neden olduğu belirtilmiştir.

Thimmaiah (2002), sorgumu 1, 2, 4, 6, 8 ve 12 dS/m seviyelerindeki tuzlu suyla sulamıştır. Verim ve protein miktarının 2-8 dS/m aralığında birbirine yakın olarak azaldığını, 12 dS/m değerinde ise bu azalmanın maksimuma ulaştığını belirtmiştir.

Abid vd. (2003), buğday ve sorgum ile yaptıkları çalışmada bitkilerin verimlerinin tuzluluk artışıyla azaldığı sonucuna varmışlardır.

Öncel ve Keleş (2003), tuz stresi altında yetişen farklı buğday genotiplerinin büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonundaki değişimleri incelemişlerdir. Bitkilere 200 mM seviyesinde NaCl uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda tuz stresine maruz kalan buğday bitkisinde büyümenin ve oransal su içeriğinin önemli miktarda azaldığı tespit edilmiştir. Klorofil a, b ve toplam klorofil içeriği önemli ölçüde azalırken, klorofil a/b oranının çeşitlere göre değişiklik gösterdiği ortaya konulmuştur. Tuz stresine maruz kalan fidelerde prolin konsantrasyonunun ciddi seviyede artış gösterdiği bulunmuştur. Yapılan çalışmanın sonucunda incelenen genotipler arasında tuzluluğa tepkide önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Azevade Neto vd. (2004) 8 farklı mısır genotipi ile yaptıkları tuzluluk çalışmasında bitkilerin bitki büyümesi, yaprak ısı, stoma iletkenliği, transpirasyon, sodyum, potasyum, çözünebilir amino asitler ve incelenen tüm genotiplerin hem kontrol hem de tuz stresli bitkilerinde çözünebilir karbonhidrat içerikleri belirlemişlerdir. Elde

ettikleri sonuçlarda tuz stresinin tüm genotiplerde belirlenen parametreleri olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

Parlak ve Özaslan Parlak (2005), sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgum çeşitlerinden Early sumac ve Rox'un verimi ve toprak tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada beş sulama suyu tuzluluğu (0.29, 3, 6, 9 ve 12 dS/m) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Early sumac çeşidinin Rox çeşidine göre daha verimli olduğunu saptamışlar. Tuzluluğun artması ile bitki boyu kısalmış, yeşil ot verimi, kuru ot verimi azalmış ve ham protein oranında da düşme meydana gelmiştir. Ayrıca sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak toprak tuzluluğu artış göstermiştir.

Yakıt ve Tuna (2006), tarafından yapılan çalışmada tuz stresine maruz kalan mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) stres parametrelerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) etkileri incelenmiştir. Mısır bitkisine tuz ile verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriğini olumlu yönde etkilerken, tuzun olumsuz etkilerini hafifletmiştir. NaCl uygulaması yaprakların kontrole göre % EC değerini arttırmaktadır. Tuz uygulaması kuru ağırlık, bitki boyu, gövde çapını da olumsuz etkilemiştir.

Eker vd. (2006) tarafından, toplam 19 hibrit mısır çeşidinin (*Zea mays L.*) büyümenin erken döneminde tuz stresine toleransını belirlemek için yapılan çalışmada, tuz stresinin oluşturulması için besin çözeltisine 250 mM sodyum klorür (NaCl) uygulanmış ve uygulama hasattan 6 gün önce yapılmıştır. Bitkiler 17 gün yetiştirildikten sonra yeşil aksam ve kök kuru madde verimi, yaprak zararlanma oranı (yaşlı yapraklarda nekrotik lekeler), yeşil aksam ve kökte potasyum (K), sodyum (Na) ve kalsiyum (Ca) konsantrasyonları belirlenmiştir. Çeşitlerin NaCl uygulamasından oldukça farklı şekilde etkilendiği belirtilmiştir. Besin ortamına 250 mM NaCl uygulaması sonucu yapraklarda oluşan toksisite semptomlarının gelişme zamanı ve şiddeti bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. NaCl uygulaması sonucu yeşil aksam büyümesindeki azalma çeşitler arasında önemli varyasyon göstermiş olup, kök büyümesinde ise belirgin bir etki oluşmadığı görülmüştür. Tuzluluk stresinden dolayı bitkinin yeşil aksam büyümesinde ortaya çıkan azalmaların, kök büyümesinde ortaya çıkan azalmalardan daha fazla olduğu görülmüştür. Sonuçlar mısır bitkisinde NaCl toksisitesine karşı oldukça geniş bir genotipik varyasyon olduğunu ve erken dönemde tuz toksisitesine tolerans için yürütülecek ıslah çalışmalarında bu varyasyondan yararlanılabileceği belirlenmiştir. Ölçülen iyonlar arasında yeşil aksam Na konsantrasyonunun çeşitlerin tuz toleransına göre sınıflandırılmasında güvenilir parametre olduğu bulunmuştur.

Köşkeröğlu (2006), tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması amacıyla yürütülen çalışmada hidrofonic ortamda ve sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisi için, kontrol, düşük tuz (5ds/m NaCl) ve yüksek tuz (10ds/m) içeren ortamlar oluşturulmuştur. Oluşturulan her 3 ortam da kendi arasında normal sulama ve PEG-6000 uygulaması olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Su stresi yaratmak amacıyla -1 MPa basınç oluşturacak derecede PEG-6000 uygulanmıştır. Yaprak ve köklerin makro element içeriği ise artan Na miktarına paralel olarak azalma gösterdiği belirtilmiştir. Stres koşullarının artmasıyla birlikte bitki boyu,

gövde çapı, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Antioksidatif enzim aktivitesinde ve prolin miktarındaki artış; mısır bitkisinin tuz ve su stresine olan tepkisi ve stres koşullarının verdiği zararı en aza indirmek amacıyla oluşturduğu savunma mekanizmasının harekete geçmesi olarak nitelendirilmiştir.

Eker vd. (2006), tuz stresinin hibrit mısır çeşitlerinde kuru madde üretimi ve iyon birikimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bitkilere NaCl (250 mM) uygulaması yapılmıştır. Daha sonra yeşil aksam ve kök kuru madde miktarı, yaprak zararlanma oranı, yeşil aksam ve kökte potasyum, sodyum ve kalsiyum konsantrasyonları belirlenmiştir. Uygulanan NaCl'ün bitki yeşil aksamının büyümesine olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir. Bu azalmanın kök büyümesindeki azalmadan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Daha çok yeşil aksamda ve kısmen köklerde K, Ca ve Na düzeyi bakımından önemli düzeyde genotipsel varyasyon bulunmuştur. Çalışma sonucunda mısır bitkisinde tuz toksitesine karşı oldukça geniş bir genotipik varyasyon olduğu tespit edilerek, erken dönemde strese karşı tolerans için yürütülecek ıslah çalışmaları için yararlı sonuçlar elde edildiği vurgulanmıştır.

Farsiani ve Ghobadi (2009) 2 mısır çeşidi üzerine PEG ve NaCl stresinin etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar çimlenme yüzdesinin, çimlenme oranının, kök ve sürgün boyunun ve kök ve sürgün kuru madde oranının önemli oranda azaldığını göstermiştir. Sonuçlara dayanarak, PEG ile karşılaştırıldığında NaCl'nin çimlenme ve erken fide aşaması üzerinde daha fazla etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Carpiçi vd. (2009) yaptıkları bir çalışmada farklı tuz dozlarının (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) 6 mısır çeşidi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar, tüm kültürlerde tuz dozu arttıkça hem çimlenme yüzdesinin hem de çimlenme indeksinin önemli ölçüde azaldığını göstermiştir.

Turan vd. (2010), sera koşullarında düzenlenmiş olan çalışmada, mısır bitkisinde (*Zea mays* L. cv:Rx 947) NaCl' nin kök ve sürgün büyümesine etkisi, besin elementlerinin dağıtımı ve birikimi ve kök ve sürgündeki Na, Cl, N, P, K, Ca, Fe, Zn ve Mn gibi besin elementi içeriği incelenmiştir. 0, 25, 50, 75 ve 100 mM seviyelerinde sodyum chloride uygulamıştır. Mısır bitkisinin kök ve sürgün büyümesinin tuzluluk tarafından engellendiği ve NaCl' nin bitki kök ve sürgün ağırlıklarını azalttığı tespit edilmiştir. Sodyum chloride konsantrasyonlarının bitki kök ve sürgününde Na, Cl, P, Zn, ve Mn gibi besin elementi içeriğini arttırdığı belirlenmiştir.

Akram vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada tuzluluğa tolerant hibrit mısırların seçimi için yapılan çalışmada 10 mısır çeşidi kullanılmış olup, 0 (kontrol), 40, 80, ve 120 mM NaCl olmak üzere 4 tuzluluk seviyesi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda farklı hibritlerin farklı tuzluluk seviyelerinde kökte ve sürgün uzunluğunda önemli değişimler gözlenmiştir. Tuzluluğun bitkide yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğunu ve K^+/Na^+ oranını, Ca^{2+}/Na^+ oranını azalttığını tespit edilmiştir.

Nawaz vd. (2010) 2 sorgum çeşidi üzerinde yaptığı bir çalışmada tuz stresinin, her iki çeşitin çimlenme yüzdesini, büyümesini ve klorofil içeriğini olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir.

Atış (2011), dört silajlık sorgum (Rox, Nes, Leoti ve Early sumac) çeşidinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkilerini belirlemek üzere bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre çeşitlerin incelenen özellikler bakımından tuzluluğa tepkileri farklı olmuştur. Artan tuz konsantrasyonları sorgum çeşitlerinin hem çimlenmesini hem de fide gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. Çimlenme özellikleri ve fide gelişimleri birlikte değerlendirildiğinde Early sumac çeşidi çimlenme ve fide döneminde tuza en toleranslı çeşit olarak belirlenmiştir.

Aydınşakir vd. (2012), farklı NaCl konsantrasyonlarının (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 dS/m) bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinin (Early Sumac, Leoti, Nes ve Rox) çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek adına bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmada silajlık sorgum tohumları 9 cm çapındaki petrilere her bir petride 10 adet tohum olacak şekilde yerleştirilmiş ve tohumlara 0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m⁻¹ konsantrasyonlarında NaCl uygulanmıştır. Tohum ekiminden 15 gün sonra çeşitlerin çimlenme oranı, kök ve sürgün kuru ağırlığı ile kök ve sürgün uzunluğu ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar çeşitlerin NaCl konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini göstermiştir. Tüm çeşitlerde NaCl konsantrasyonlarının yükselmesi ile çimlenme oranı ve erken fide dönemi özellik değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Çeşitler arasında çimlenme ve fide gelişim döneminde tuz stresine toleransı en yüksek çeşit Early sumac, tuz stresine en hassas çeşit ise Nes olmuştur.

İdikut vd. (2012) tarafından farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı yerel patlak mısır ve hibrid mısır genotiplerinin çimlenmesi üzerine etkilerini incelemek için yürüttükleri çalışmada; 5 yerel patlak mısır ve 4 hibrit mısır genotipi iki farklı sıcaklık (13 ve 22 °C) ve dört farklı tuz konsantrasyonunda (0, 25, 50, 100 mM NaCl) çimlendirilmiş ve çimlenme hızı, çimlenme oranı, vigor indeksi, kök uzunluğu, koleoptil uzunluğu ve plumula uzunluğu incelenmiştir. İncelenen özellikler yönünden genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu, artan sıcaklığın çimlenme özelliklerine olumlu etki yaparken, artan tuz konsantrasyonlarının olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

Aydın ve Atıcı (2015) ülkemizin bazı yörelerinde yetiştiriciliği yapılan buğday, domates, fasulye ve mısır çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz (NaCl) stresinin etkileri araştırmışlardır. Bu amaç için farklı tuz dozu ortamlarında çimlenme ve fide gelişimini tamamlamış bitkilerde çimlenme oranı, taze ve kuru ağırlık, kök ve gövde uzunluğu, tuz tolerans indeksi ve çimlenme hızı parametreleri belirlemişlerdir. Sonuç olarak, tuz dozu artışına bağlı olarak tüm çeşitlerde hem çimlenme hem de fide gelişimi önemli oranda engellendiğini belirtmişlerdir.

Aras ve Keskin (2018) 3 Sorgum, 2 sorgum-sudan otu melezi ve 1 Sudan otu çeşitlerinin bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru oranı, bitki kuru ağırlığı, tuza tolerans yüzdesi, yaprak oranı, sap oranı, salkım oranına 7 farklı sulama suyu tuzluluk oranlarının etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmada sulama suyu tuzluluğu arttıkça, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, tuza tolerans yüzdesi ve salkım oranı düşmüş, bitki kuru oranı, yaprak oranı ve gövde oranı ise artmıştır.

2.4. Gibberellik Asit ve Gibberellik Asit Etkisi

Bitki büyümesi ve gelişimi sırasında çeşitli fizyolojik etkileri olan bitki hormonlarının tohum çimlenmesinde de çok önemli rolleri bulunmakta (Yıldız vd. 2017) ve tohum çimlenmesinde asıl rolün gibberellinlere ait olduğu yıllardır bilinmektedir (Güvercin 2014).

Gibberellinler, tohum ve tomurcuk dormansisinin ortadan kaldırılmasında, tohum çimlenmesinin kontrolü ve uyarılmasında etkili olmalarından dolayı yaygın şekilde priming yöntemi olarak kullanılmaktadır (Yıldız vd. 2017). Bunun yanı sıra gibberellinlerin tohum çimlenmesini teşvik ettiği ise birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Karssen vd. 1989; Karssen 1995; Sharma vd. 2004).

Gibberellinler tohum çimlenmesi üzerinde bu süreçte rol alan enzimlerin uyarılması ve çimlenmenin sonraki aşamasında embriyodan endosperme taşınarak α -amilaz enzimini uyararak gerekli enerjiyi sağlamak için nişastanın şekere dönüşmesinde rol oynamaktadır. GA embriyonun büyüme potansiyelini uyarır ve embriyoyu çevreleyen yapıları zayıflatır. GA'ya bağlı olarak endospermde üretilen endo- β -mannanaz endosperm hücre duvarlarının bozulmasını sağlayarak çimlenmeye yardımcı olabilmektedir (Karakurt vd. 2010).

Uygulanan GA₃ konsantrasyonu ve süresi çimlenme üzerinde önemli etkiye sahiptir (Zhang 2003; Duman 2006; Anonim 2008). Gibberellik asit'in, dış ortamdaki bitki tepkilerini düzenleme ile ilgili olduğu bilinmektedir (Chakrabarti ve Mukherji 2003). GA₃'ün su kullanım etkinliği üzerine tuz stresinin etkilerini hafiflettiği bildirilmiştir (Aldesuquy ve Ibrahim 2001).

Çavuşoğlu vd. (2007)'nin yaptığı çalışma sonucunda araştırmada kullanılan bitki büyümesini düzenleyici maddeler arasında tuz stresini azaltıcı en büyük etkiyi GA₃ yapmıştır.

Yıldız vd. (2017); Tuna vd. (2007); Ghodrat ve Rousta (2012) ise ekim öncesinde uygulanan GA₃ uygulamalarının mevcut tuz stresini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Nasr ve Hassan (1975), 100 ve 200 ppm seviyesinde gibberellik asit (GA₃) ile muamele edilen buğday tohumlarına 2 - 4 hafta süreyle katlama işlemi uygulamışlar ve bu uygulamaların tohumların çimlenme ve bitki toplam boyu üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları, GA₃ muamelesini takip eden katlama işleminin, tohumlarda erken çimlenmeyi teşvik ettiğini göstermiştir. Uygulamalardan, 100 ppm GA₃ solüsyonuyla 24 saat süreyle muamele edilen tohumlara uygulanacak 4 haftalık katlama işleminin, çimlenme yüzdesini daha fazla artırdığı belirtilmiştir. Toplam bitki boyunun ise 200 ppm GA₃ uygulamasıyla önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir.

Kabar ve Kocaçalışkan (1990), buğday tohumunun (*Triticum aestivum* L.) çimlenmesinde büyüme düzenleyicileri ve tuzluluğun oluşan fidelerin büyümesi esnasında meydana gelen polifenol oksidaz aktivitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tuzluluğun (NaCl) çimlenmeyi engellediğini, büyüme düzenleyicilerinin (kinetin, gibberellik asit ve Gibberellik asit + kinetin kombinasyonu) bu engellemeyi

büyük ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Çimlenmenin 4. ve 5. günlerinde tuzlu ortamda büyüme düzenleyicileriyle özellikle giberallik asit ile teşvik edilen monofenol oksidaz aktivitesinin koleoptilde ve radikulada endospermden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Koukourikou-Petriodu ve Porlingis (1997), *Vigna radiata* (Maş Fasulyesi) tohumlarının köklenmesi için ekimden önce su ve GA₃ içeren solüsyonlarda muamele etmişlerdir. Çalışmada 10-11-10-3M konsantrasyonlarda uygulanan GA₃, hipokotilin uzamasına neden olurken stok bitkinin filizlerinde toplam uzunluk ve taze ağırlık, su ve GA₃ uygulaması arasında önemli bir farklılığın olmadığını tespit edilmiştir.

Tıprıdamaz ve Gömürgen (2000) *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb. tohumlarının çimlenmesi üzerinde sıcaklık ve dışsal gibberellik asit (GA₃) uygulamasının etkisini araştırmıştır. *E. Hyemalis* tohumları +4 °C ve +23 °C’de distille su (kontrol) ve 0.10, 5 ve 10 mM dozlarda gibberellik asit (GA₃)’de çimlendirilme işlemine maruz bırakılmıştır. +23 °C’de kontrol grubunda ve GA₃ uygulaması yapılmış çimlendirme kaplarında çimlenme gözlenmezken, +4 °C’de hem kontrol grubunda (60. ve 75. günler hariç) ve hem de GA₃’ün bütün dozlarında tohum çimlenmesi gözlenmiştir. +4 °C’de GA₃’ün tüm dozları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bir ay öncesinden çimlenmeye neden olduğu belirtilmiştir.

Asthir vd. (2004), arpa tohumlarıyla yaptıkları çalışmada GA₃ ile muamele edilen tohumlara muameleden 3 ve 6 gün sonra yaprak uçları, kökler ve epikotillerde diaminoksidaz (DAO) ve poliaminoksidaz (PAO)’ın poliaminler üzerindeki olası rollerini araştırmışlardır. Tohumlara GA₃ uygulama miktarıyla epikotil ve yaprak büyüklüğünde önemli bir artış olduğu bulunmuştur. DAO ve PAO’nun tüm parçalarda bulunmakla beraber en yüksek aktivitelerini bazal parçalarda gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu enzimlerin hücrel poliaminlerin yok edilmesinde rolleri olduğu düşünülmektedir. 10-6 M GA₃ uygulamasıyla yapraklarda, epikotilde ve yaprak uçlarında endojen poliamin miktarlarında önemli bir artış olduğu, çözülebilir putresinin köklerde ve yaprak uçlarında GA₃ uygulamasıyla beraber arttığı kaydedilmiştir.

Soeda vd. (2005), mısır bitkisine tarla ve sera koşullarında tohumlara uyguladıkları priming işlemlerinde; saf su, % 0.5 KCl, % 2 KCl, indol asetik asit (IAA), etefon, sitokin ve gibberellik asit (GA₃) kimyasallarını kullanarak yaptıkları araştırmada; 20 ppm GA₃’in 30 dakika süresince uygulanmasının bitkilerde fide çıkışını hızlandırdığını, bitki boyunda artış sağladığını saptamışlardır.

Çavuşoğlu vd. (2007) çalışmalarında tuzlu koşullar altında çimlendirilen arpanın tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisine gibberellik asit (GA₃), kinetin (Kin) ve etilen (E)’in etkilerini araştırmıştır. Çalışılan bitki büyüme düzenleyicisi ön uygulamalarının tümü tuz stresinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkisini hafifletmede önemli bir etkinlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

Tuna vd. (2007) Gibberallik asit ve tuzluluğun mısır bitkilerinde bazı antioksidan enzim aktiviteleri, bitki büyüme parametreleri ve beslenme durumu üzerine kombine etkilerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada GA₃ uygulamasının mısır bitkisi üzerindeki tuz stresinin enzim aktivitelerini düşürdüğü, tuzluluğun olumsuz etkilerini ortadan

kaldırıldığı ve bazı makro ve mikro besin içeriklerinin GA₃ uygulaması ile kontrol grubu seviyesine geldiği belirtilmiştir.

Ulukapı vd. (2008) *Origanum saccatum* Davis ve *Origanum onites* L. türlerine ait tohumların in vitro ve in vivo koşullarda çimlenme olanakları araştırmak için *Origanum* türlerinin tohumlarına farklı oranlarda Gibberelik asit (GA₃) uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlarda *O. onites* L. tohumunun çimlenmesi için GA₃ uygulamasına gerek olmadığı ancak ülkemiz için endemik olan *O. saccatum* Davis için mutlak gerekli olduğu ve optimum uygulama dozunun 10 ppm olduğu belirtilmiştir.

Ghodrat ve Rousta (2012) GA₃ ile muamele edilmiş mısır tohumlarının tuzlu koşullardaki çimlenme ve büyüme özelliklerini araştırmıştır. Araştırmada tuzluluğun çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı azalttığı saptanmıştır. Bunun yanında bazı GA₃ uygulamalarının ise tuzluluğun kök ve sürgün uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlık üzerine olumsuz etkilerini azalttığını belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada BATEM tarafından sağlanan ve Akdeniz Sahil Kuştağında yaygın olarak yetiştirilen sorgum türüne ait Rox çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır.



Şekil 3. 1. Çalışmada kullanılan sorgum çeşidinin tohum görünümü

3.2. Metot

Çalışma, sorgum bitkisi tohumlarına uygulanan gibberellik asit hormonunun, tuzluluğun olumsuz sonuçlarını ortadan kaldırıp kaldırmadığını incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme iki faktörlü olup, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma, 5 farklı tuz ve 4 farklı GA₃ konsantrasyonu ile 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parsellere tuz, alt parsellere ise GA₃ dozları yerleştirilmiştir.

Bu uygulamalar Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında kontrollü ve steril koşullarda petri kaplarında kurulmuştur. Bu amaçla sorgum tohumlarından her uygulama için 25'er adet tohum seçilmiş ve ağırlıkları ölçülmüştür.

Çalışmada kullanılacak tuz ve GA₃ konsantrasyonlarını hazırlamak için her bir uygulama için belirlenen tuz miktarı ayrı ayrı bir miktar saf suda çözdürülmüş ve son hacim saf su ile 200 ml'ye tamamlanmıştır. GA₃'ler ise ayrı ayrı önce 5 ml alkolde çözdürüldükten sonra son hacim yine saf su ile 200 ml'ye tamamlanmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 1. Denemede ele alınan uygulamalar ve seviyeleri

Tuz Konsantrasyonu (ppm)	GA₃ Konsantrasyonu (ppm)
Saf su	Saf su
2500	100
5000	200
7500	300
10000	

Çizelge 3.2. Tohumlara uygulanan GA₃ ve çimlendirme ortamı tuz (NaCl) konsantrasyonları ve solüsyonların hazırlanış miktarları

GA₃ konsantrasyonu (ppm)	mg GA₃/l	mg GA₃/200 ml
1. Uygulama: 0 ppm GA ₃ (Kontrol)	0 mg GA ₃ /l	0 mg GA ₃ /200 ml
2. Uygulama: 100 ppm GA ₃	100 mg GA ₃ /l	20 mg GA ₃ /200 ml
3. Uygulama: 200 ppm GA ₃	200 mg GA ₃ /l	40 mg GA ₃ /200 ml
4. Uygulama: 300 ppm GA ₃	300 mg GA ₃ /l	60 mg GA ₃ /200 ml
Tuz Konsantrasyonu (ppm)		
	mg tuz/l	mg tuz/200 ml
1. Uygulama: 0 ppm tuz (Kontrol)	0 mg tuz/l	0 mg tuz/200 ml
2. Uygulama: 2500 ppm tuz	2500 mg tuz/l	500 mg tuz/200 ml
3. Uygulama: 5000 ppm tuz	5000 mg tuz/l	1000 mg tuz/200 ml
4. Uygulama: 7500 ppm tuz	7500 mg tuz/l	1500 mg tuz/200 ml
5. Uygulama: 10000 ppm tuz	10000 mg tuz/l	2000 mg tuz/200 ml

Daha önce ağırlıkları ölçülen tohumlar hazırlanan GA₃ solüsyonları içerisinde 24 saat süre ile bekletilmiştir. Bu süre zarfından sonra GA₃ solüsyonlarından çıkarılan tohumlar her uygulamada 25'er adet tohum olacak şekilde iki adet kurutma kağıdı yerleştirilen petri kaplarına konulmuştur.



Şekil 3. 2. Petri kabına yerleştirilmiş sorgum tohumlarından bir görünüm

GA₃ solüsyonlarından çıkarılıp petri kaplarına konan tohumlar üzerine daha önceden hazırlanan tuz solüsyonları her petri kabına eklenmiştir. Sorgum tohumları için her petriye 7.5 ml oranında tuz solüsyonu ayarlanabilir pipet ile eklenmiştir (Aydınşakir vd. 2012).

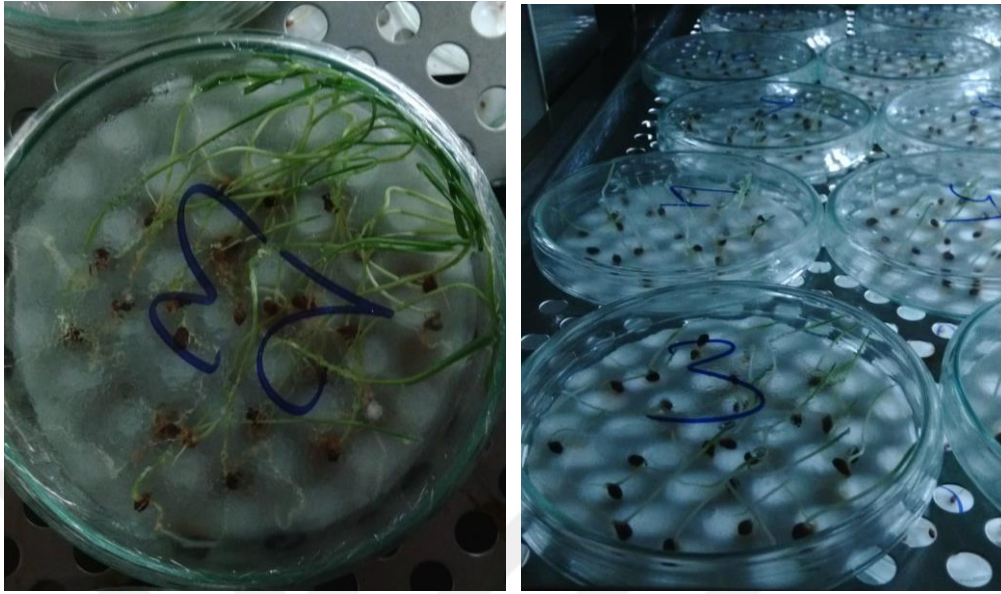
Solüsyonları eklenen petri kapları 20 °C sıcaklık ve %75 nem oranında sabitlenmiş çimlendirme dolabına konularak çimlenme faaliyeti başlamıştır.



Şekil 3. 3. Çimlendirme dolabına yerleştirilen tohumlardan bir görünüm

Çimlendirme dolabına konulan petri kaplarından 1 gün sonra gözlem ve ölçümler yapılmaya başlanmıştır. Her petri kabındaki çimlenen tohum sayısı hergün sayılmış ve petri kapları 7. gün çimlendirme dolabından çıkartılmıştır. Petri

kaplarındaki çimlenen tohum sayısı üzerinden ayrı ayrı her uygulamanın çimlenme oranı (%) belirlenmiş, ortalama çimlenme süresi (gün) saptanmıştır.



Şekil 3. 4. Çimlenmiş sorgum tohumlarından bir görünüm

Sürgün ve kök ölçümleri için her uygulamadan 5'er adet bitkiçik alınarak sürgün ve kökler kesilerek birbirinden ayrılmıştır.



Şekil 3. 5. Sürgün ve kök kesimlerinden bir görünüm

Kesilen sürgün ve köklerin ayrı ayrı uzunlukları ölçülerek sürgün-kök uzunlukları (cm) belirlenmiştir. Her bitkiden elde edilen sürgün ve köklerin yaş ağırlıkları tartılmış (mg), tartılan sürgün ve kökler kuru ağırlıklarının belirlenmesi için kese kağıtları içerisinde etüve konulmuştur. Etüvde 70 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilen bitki materyallerinin kuru ağırlıkları (mg) tartılmıştır.



Şekil 3. 6. Yaş sürgün ağırlıklarının ölçümünden bir görünüm

Çimlenme gözlemleri alınan tohumların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi, kesilen sürgün ve köklerin uzunlukları ile yaş ve kuru ağırlıklarının istatistiki analizleri SAS programında tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine uygulanarak hesaplanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için Tukey testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda tuz yoğunluğunun çimlenme oranı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu, ancak diğer özelliklerin tümünü istatistiki olarak 0.01 seviyesinde önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. GA₃ uygulamasının ise ortalama çimlenme süresi ve kuru kök ağırlığını 0.05 seviyesinde, yaş kök ağırlığını 0.01 seviyesinde önemli derecede etkilerken diğer özellikler üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır. Ayrıca, incelenen tüm özelliklerde sürgün uzunluğu hariç diğer özelliklerde tuz yoğunluğu x GA₃ uygulaması etkileşimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4. 1. Varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	F değerleri			
		Çimlenme Oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Sürgün uzunluğu (cm/bitki)	Kök uzunluğu (cm/bitki)
TUZ	4	0.86	26.52**	254.02**	46.41**
GA ₃	3	1.03	3.18*	2.79	1.25
TUZ*GA ₃	12	0.77	1.13	2.58*	0.44

Varyasyon Kaynağı	SD	F değerleri			
		Yaş sürgün Ağırlığı (mg/bitki)	Yaş kök ağırlığı (mg/bitki)	Kuru sürgün ağırlığı (mg/bitki)	Kuru kök ağırlığı (mg/bitki)
TUZ	4	113.79**	54.93**	51.92**	38.28**
GA ₃	3	1.37	5.42**	1.54	3.15*
TUZ*GA ₃	12	1.38	2.04	1.27	1.23

*: 0.05 seviyesinde önemli, **: 0.01 seviyesinde önemli

4.1. Çimlenme Oranı

Tuz yoğunluğu, GA₃ uygulaması ve tuz yoğunluğu x GA₃ uygulaması etkileşimlerine ait çimlenme oranı ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çimlenme oranına bakımından GA₃ uygulamaları arasında, benzer şekilde tuz yoğunlukları arasında ve tuz yoğunluğu x GA₃ uygulaması etkileşimleri arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2. Çimlenme oranı (%)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	84.00	81.33	89.33	82.67	84.33
	2500	86.67	82.67	76.00	85.33	82.67
	5000	80.00	81.33	76.00	78.67	79.00
	7500	84.00	69.33	82.67	81.33	79.33
	10000	86.67	78.67	77.33	74.67	79.33
	Ortalama	84.27	78.67	80.27	80.53	

Çimlenme oranları arasındaki farklar önemsiz bulunmakla birlikte elde edilen oranları incelediğimizde çimlenme oranının %69.33 ile %89.33 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1). Çakmakçı vd. (1997); Akıncı vd. (2004); Madidi vd. (2004); Sharma vd. (2004); Almodares vd. (2007); Geressu ve Gezaghegne (2008); Aishah vd. (2010); Kara ve Uysal (2010) yaptıkları çalışmalarda tuz konsantrasyonlarının artması ile birlikte tohumların çimlenme oranlarının düştüğünü bildirmişlerdir.

Bu çalışmada tuz dozlarının artmasıyla birlikte çimlenme oranlarında meydana gelen azalmanın istatistiki açıdan önemsiz olmasının sebebi; sorgumun tuzluluğa orta derecede toleranslı bir bitki olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çimlenme oranının azalmasına yüksek tuz konsantrasyonunun su alımını engellemesi, tohum içerisine iyon birikimi sonucu embriyo üzerinde toksik etki yapması ve çimlenme sırasında gerekli olan enzimlerin tuz stresinden dolayı aktif hale gelememesinin neden olduğu bildirilmektedir (Bewley ve Black 1994; Mansour 1994; Essa 2002; Sadeghian ve Yavari 2004).

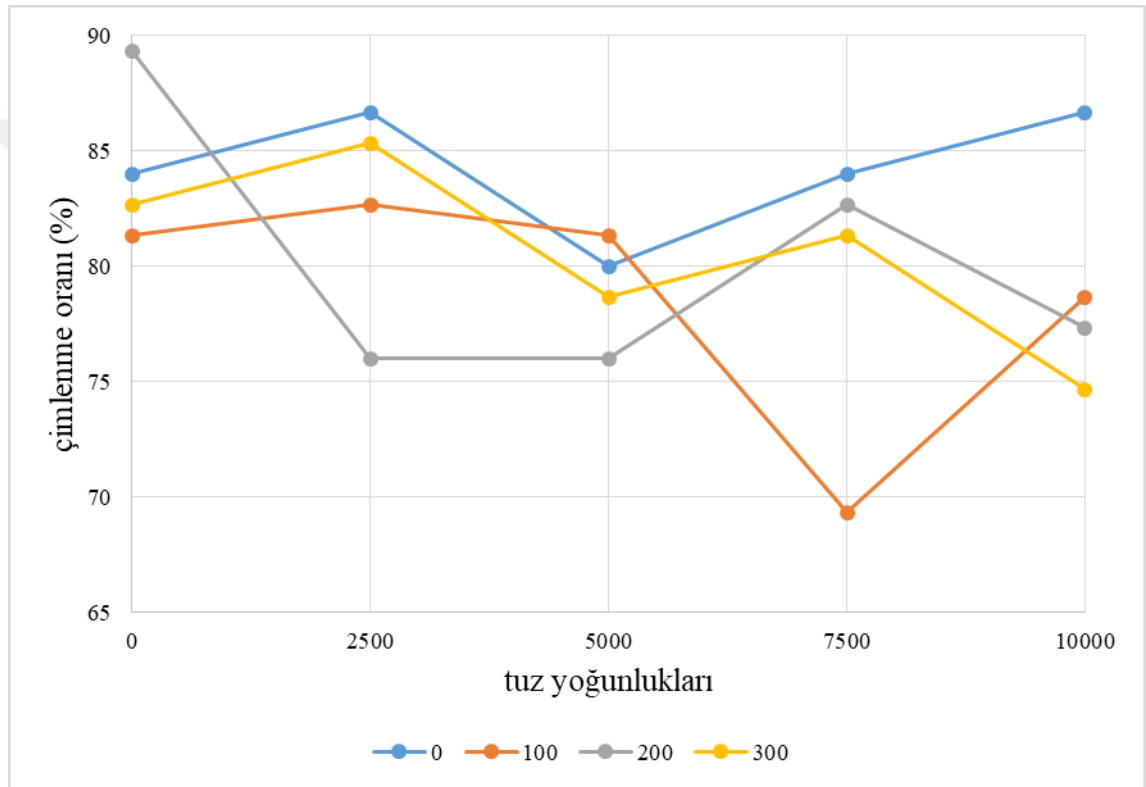
GA₃ uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuş ve elde edilen değerler %84.27 ile %78.67 arasında değişmiştir. Elde edilen değerler göz önüne alındığında GA₃ uygulamasının farklı tuz konsantrasyonlarında sorgumun çimlenme oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Erken vd. (2017) *İris sari* tohumlarında GA₃ uygulamasının çimlenme yönünden bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Söğüt ve Küçük (1998), Özen ve Onay (1999) ve Güneş (2000)'e göre gibberellik asit uygulamaları embriyonun dinlenmesi ve uşüme isteği kaynaklı dormansinin kırılmasında etkilidir. Sorgumda embriyonun dinlenmesi ve

üşüme isteği kaynaklı dormansı sorunu olmadığı için, GA₃ uygulamasının çimlenme üzerine etkisi olmamıştır.

Tuz * GA₃ dozu interaksiyonu incelendiğinde; 0 ppm tuz - 200 ppm GA₃ uygulamasının en yüksek çimlenme oranını verdiği (89.33 %) görülmektedir. En düşük çimlenme oranı ise 7500 ppm tuz – 100 ppm GA₃ dozunda (69.33 %) görülmüştür.

Tuz * GA₃ dozu interaksiyonunda tuz dozları kendi içinde incelenecek olursa 0 ppm tuzda 200 ppm GA₃, 5000 ppm tuzda ise 100 ppm GA₃ uygulamasından en yüksek değer elde edilirken; 2500, 7500 ve 10000 ppm tuzda ise 0 ppm GA₃ uygulaması en yüksek değerleri vermiştir.



Şekil 4. 1. Çimlenme oranı için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

4.2. Çimlenme Süresi

Ortalama çimlenme süresi değerleri yönünden tuz konsantrasyonları, GA₃ uygulamaları ve tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması intraksiyonları arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Tuz konsantrasyonlarında en kısa çimlenme süresi 0 ppm tuz konsantrasyonunda (2.11 gün) saptanmıştır. Kontrol grubunun hemen ardından 2500 ppm (2.12 gün) ve 5000 ppm tuz dozu (2.27 gün) gelmektedir. Tuz dozunun artmasına paralel olarak çimlenme süresi uzamış ve en geç çimlenme 2,70 gün ile 10000 ppm dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çalışmada elde edilen bu veriler çimlenme süresinin tuz dozları arttıkça uzadığını açıkça göstermekte ve Day vd. (2008); Elkoça (2003); Huang ve Redmann (1995); Olagundudu vd. (2014); Pancholi vd. (2001); Prazak vd. (2001); Şenay vd. (2005); Kara vd. (2011)'ın bulguları ile paralellik göstermektedir.

Benlioğlu ve Özkan (2015) bazı arpa çeşitlerinin çimlenme aşamasında tuz stresine olan tepkilerinin belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada ele alınan tüm çeşitlerde tuz dozları arttıkça çimlenme hızının azaldığını belirtmişlerdir. Tuz konsantrasyonlarına bakarak en yüksek ve en düşük dozlar arasında farkın yaklaşık olarak %21 olduğu saptamışlardır. Ayrıca yapılan çalışmada artan tuz dozlarının çimlenmeye başlama süresini geciktirdiği ve 4. günden sonra çimlenme oranının arttığını bildirmişlerdir.

Yüksek tuz konsantrasyonu çimlenme süresi boyunca tohumların besin maddeleri tüketimini kısıtlayarak çimlenmenin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır (Sultana vd. 2000).

Çizelge 4. 3. Çimlenme süresi (gün)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	1.93 e*	2.18 c-e	2.16 c-e	2.19 c-e	2.11 B
	2500	2.01 e	2.11 de	2.19 c-e	2.17 c-e	2.12 B
	5000	2.05 e	2.23 b-e	2.38 a-e	2.43 a-e	2.27 B
	7500	2.32 b-e	2.28 b-e	2.37 a-e	2.43 a-e	2.35 B
	10000	2.70 ab	2.85 a	2.63 a-c	2.62 a-d	2.70 A
Ortalama		2.20 B	2.33 AB	2.35 AB	2.37 A	

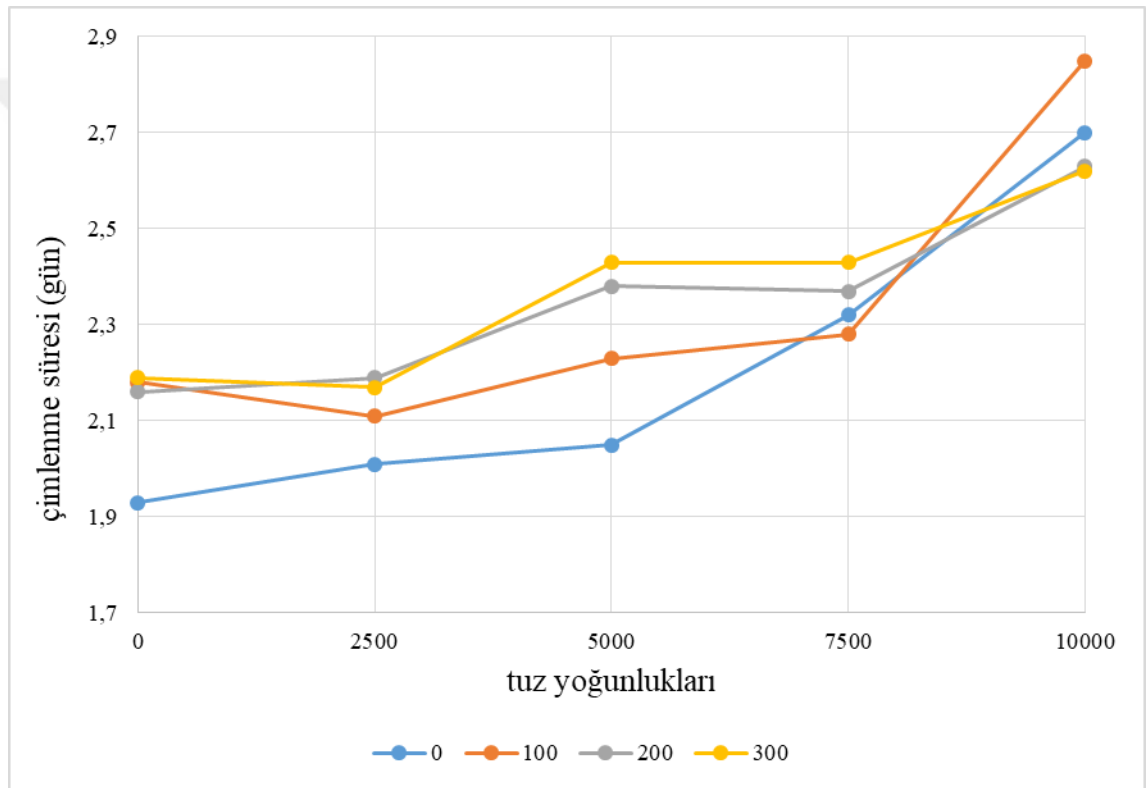
*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05)

GA₃ uygulamalarında en kısa ortalama çimlenme süresi 0 ppm dozunda (2.20 gün) meydana gelirken 300 ppm dozunda (2.37 gün) en uzun ortalama çimlenme süresi belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Elde edilen değerler incelendiğinde GA₃ uygulamasının çimlenme süresi üzerine olumlu yönde etki yapmadığı görülmektedir.

Tuz * GA₃ dozu interaksiyonunda 0 ppm tuz – 0 ppm GA₃ uygulaması en kısa ortalama çimlenme süresine (1.93 gün) sahip olmuştur. 10000 ppm tuz – 100 ppm GA₃ uygulamasında ise en uzun ortalama çimlenme süresi (2.85 gün) elde edilmiştir. Ayrıca tuz * GA₃ dozu interaksiyonu incelendiğinde 0, 2500 ve 5000 ppm tuz dozlarında 0

ppm GA₃ dozu, 7500 ppm tuz dozunda 100 ppm GA₃ dozu ve 10000 ppm tuz dozunda 300 ppm GA₃ dozu en düşük değeri vermiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında tuz dozunun artış göstermesi ile çimlenme hızında düşüş yaşandığı fakat 10000 ppm gibi yüksek tuz dozlarında 300 ppm GA₃ uygulamasının tuzun çimlenme süresi üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırdığı/azalttığı söylenebilir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2).

Heydecker ve Coolbaer (1977) tohum ön uygulamalarının birçok bitkide, özellikle de sebze tohumlarında çimlenme hızı ve oranını iyileştirdiğini başarıyla göstermiştir. Ayrıca şekerpancarı, buğday, mısır, soya ve ayçiçeği gibi birçok tarla bitkilerinde tohum ön uygulamalarının olumlu etkisi birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Singh 1995; Parera ve Cantliffe 1994; Khajeh-Hosseini vd. 2003; Sadeghian ve Yavari 2004).



Şekil 4. 2. Çimlenme süresi için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

4.3. Sürgün ve Kök Uzunluğu

Çalışma sonunda belirlenen sürgün uzunluklarına ait ortalamalar incelendiğinde sürgün uzunluğu ortalamaları yönünden tuz konsantrasyonları, GA₃ uygulamaları ve tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması intraksiyonları arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Tuz konsantrasyonlarına ait sürgün uzunluklarında en yüksek sürgün uzunluğu kontrol uygulamasından (9.79 cm) elde edilirken 2500 ppm ve 5000 ppm tuz konsantrasyonları ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.4). 5000 ppm'in üzerindeki tuz

konsantrasyonlarında tuz artışına bağlı olarak sürgün uzunluklarında bir azalış meydana gelmiş ve en düşük değer ise 10000 ppm tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir (4.64 cm). Sürgün uzunluklarından elde edilen değerler göz önüne alındığında tuz dozlarının artması ile birlikte sürgün uzunluklarının olumsuz yönde etkilendiği rahatlıkla söylenebilmektedir.

Tuz dozlarının artmasıyla sürgün uzunluklarının azaldığını El Madidi vd. (2004); Patterson vd. (2009); Dumlupınar vd. (2007); Kara vd. (2011) yaptıkları çalışmalar ile bildirmişlerdir ve bu sonuçlar bulgularımızla uyumluluk göstermektedir.

GA₃ uygulamalarında ise sürgün uzunluğunun GA₃ konsantrasyonundaki yükselişe bağlı olarak önemli derecede artmış ve en yüksek sürgün uzunluğu (7.98 cm) 300 ppm GA₃ uygulamasında ölçülmüştür. 300 ppm GA₃ uygulamasını sırasıyla 200 ppm, 100 ppm GA₃ uygulamaları takip etmiş ve en düşük sürgün uzunluğu (7.50 cm) ise kontrol uygulamasından (0 ppm GA₃) elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamasının sürgün uzunluğunu teşvik ettiğini göstermektedir.

Forghani vd. (2018) sürgün uzunluğunun, GA₃ uygulaması ile tuzlu veya tuzsuz ortamlarda belirgin bir şekilde arttığını bildirmişlerdir.

Çavuşoğlu vd. (2007) arpa bitkisinde GA₃ uygulamasının radikula ve koleoptil uzamasını teşvik ettiğini bildirmiştir.

Çizelge 4. 4. Sürgün uzunluğu (cm)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	9.46 abc*	9.70 ab	9.97 a	10.03 a	9.79 A
	2500	9.31 a-c	9.09 a-c	9.43 a-c	9.89 a	9.43 A
	5000	9.01 a-c	8.81 a-c	7.98 c-e	8.25 b-d	8.51 A
	7500	5.76 fg	6.64 ef	7.08 d-f	6.61 ef	6.52 B
	10000	3.94 h	4.79 gh	4.71 gh	5.12 gh	4.64 C
Ortalama		7.50 B	7.81 AB	7.83 AB	7.98 A	

*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfli taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05)

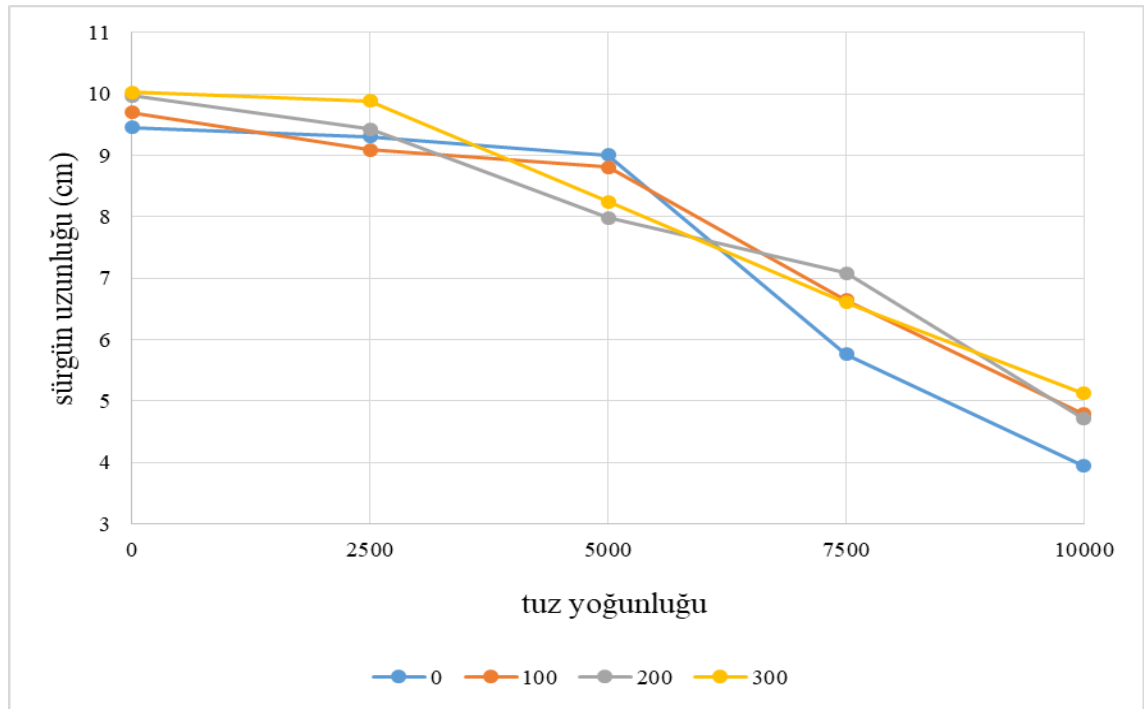
Sürgün uzunluğuna ait tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksiyon uygulamalarına bakıldığında en yüksek değer (10.03 cm) 0 ppm tuz-300 ppm GA₃ dozundan elde edildiği görülmektedir. Bunu yine 0 ppm tuz dozunun 200 ppm GA₃ (9.97 cm) ve 100

ppm GA₃ (9.70 cm) uygulamaları takip etmiştir. Gözlemlenen en düşük değer ise 10000 ppm tuz – 0 ppm GA₃ dozundan (3.94 cm) elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksiyonu ortalamalarında her bir tuz konsantrasyonu kendi içinde incelendiğinde 5000 ppm tuz konsantrasyonu dışındaki tüm tuz uygulamalarda en yüksek sürgün uzunluklarının GA₃ uygulamalarından elde edildiği görülmektedir. Bu bağlamda 5000 ppm tuz konsantrasyonunda en yüksek değer 0 ppm GA₃ uygulamasından elde edilirken (9.01 cm); 7500 ppm tuz dozunda 200 ppm GA₃ (7.08 cm); 0, 2500 ve 10000 ppm tuz konsantrasyonlarında ise 300 ppm GA₃ uygulaması en yüksek değerleri vermiştir. Bu sonuçlar sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamalarının tuz stresinin sürgün uzunluğu üzerine olan olumsuz etkilerini kontrol uygulamasına göre çok az da olsa hafiflettiğini açık bir şekilde göstermektedir (Şekil 4.3).

Jamin ve Rha (2007b)'e göre tuz konsantrasyonunun artması ile şeker pancarında kök ve sürgün çıkışı gecikmiş ve tuz stresini kök – sürgün uzamasını engellemiştir. Tuz stresinin bu olumsuz etkilerini GA₃ uygulamaları ile hafifletilmiştir.

Hamza ve Ali (2017) 0 ve 300 ppm GA₃ ile muamele ettikleri mısır tohumlarını 0, 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm tuz konsantrasyonlarında çimlendirmişlerdir. Tuzluluğun mısır bitkisinde çimlenme zamanı, fide uzunluğu ve fide kuru ağırlığı üzerine olumsuz etkileri olduğunu ve GA₃'te ıslatılmış tohumların değerlendirilen parametrelerde daha iyi sonuç verdiğini bulmuşlardır. Böylelikle GA₃'te tohumların ıslatılmasının, mısırın tuz stresi altında çimlenmesi ve fide büyümesini geliştirdiği sonucuna varılabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 3. Sürgün uzunluğu için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

Kök uzunluğuna ait ortalamalar incelendiğinde, artan tuz konsantrasyonunun sorgumun fidelerinde kök uzunluğunu kontrole göre önemli derecede kısalttığını ve en yüksek kök uzunluğunun kontrol grubundan (6.05 cm) elde edildiğini ve hemen ardından 5000 ppm (4.38 cm) ve 7500 ppm (4.23 cm) tuz konsantrasyonlarının geldiği görülmektedir. Kök uzunluğu ölçümlerinde en düşük değer ise 10000 ppm tuz konsantrasyonundan (3.13 cm) elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Kök uzunluğunun tuz stresinden belirgin ölçüde etkilendiği çeşitli araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Atış 2011; Azhar ve McNeilly 1987; Jamil vd. 2005; Dumlupınar vd. 2007; Jafarzadeh ve Aliasgharad 2007).

Çizelge 4. 5. Kök uzunluğu (cm)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	6.55 a*	6.13 ab	5.86 a-c	5.67 a-d	6.05 A
	2500	4.09 d-f	3.79 ef	3.92 ef	4.19 c-f	4.00 B
	5000	4.75 b-e	4.43 b-f	4.01 d-f	4.35 c-f	4.38 B
	7500	4.19 c-f	4.21 c-f	4.20 c-f	4.33 c-f	4.23 B
	10000	3.25 ef	3.19 ef	2.93 f	3.16 ef	3.13 C
Ortalama		4.56	4.35	4.34	4.19	

*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p < 0.05$)

Artan tuz konsantrasyonlarında sürgün ve kök uzunluklarının azalmasının nedeninin söz konusu tuzların toksik etkisinden ve tuz stresinden dolayı hücre bölünmesi ve uzamasının engellenmesinden kaynaklı olduğu söylenebilir (Aydınşakir vd. 2012). Ayrıca kök ve gövde uzamasında meydana gelen azalmanın, tuz stresi yüzünden büyümeyi teşvik edici hormonların içsel miktarının azalması ile büyümeyi kısıtlayıcı hormonların seviyesinin yükselmesi sebep olabilmektedir (Mizrahi vd. 1971; van Horn 1991; Taiz ve Zeiger 1998; Delgado ve Sanchez-Raya 2007).

GA₃ uygulamalarında ise farklı GA₃ konsantrasyonlarına ait kök uzunluğu ortalamaları arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. GA₃ uygulamalarında kök uzunluğu 4.19 cm (300 ppm GA₃) ile 4.56 cm (kontrol grubu) arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.5).

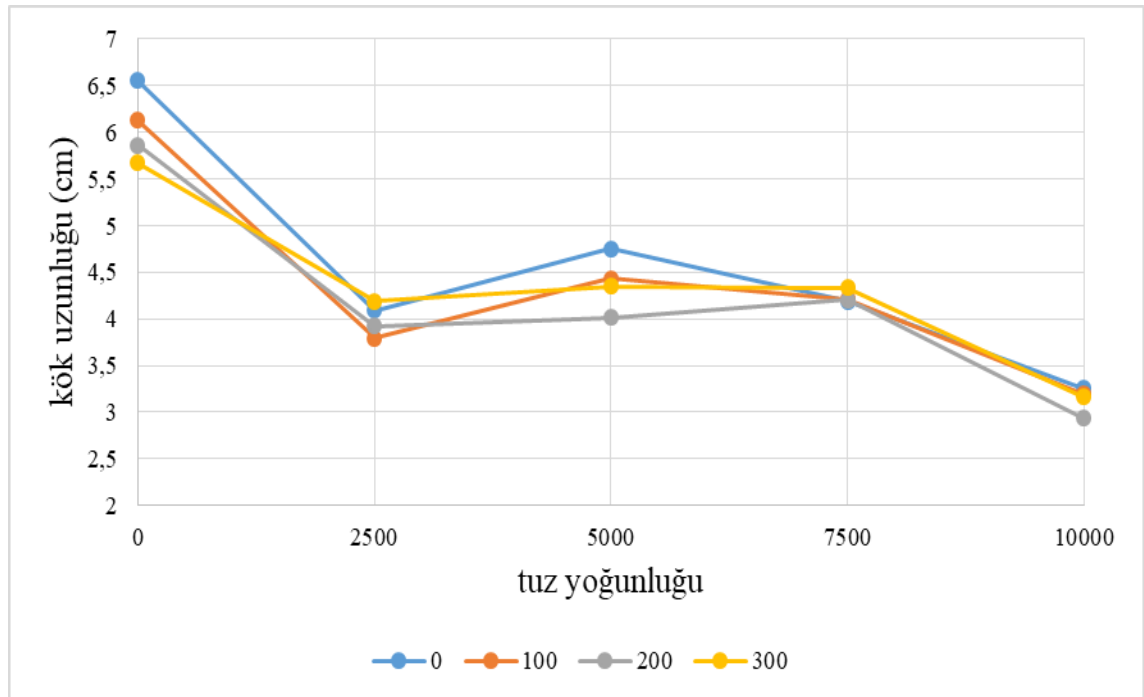
Kök uzunluğu için tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksyonu ortalamaları arasında önemli farklılıklar olmakla birlikte GA₃ uygulamalarının tuzluluğun kök uzunluğu üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri hafifletmediği belirlenmiştir. Kök uzunluğuna ait tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksyonu ortalamalarında en yüksek değeri 0 ppm tuz – 0 ppm GA₃ uygulaması (6.55 cm) alırken

en düşük değeri ise 10000 ppm tuz – 200 ppm GA₃ uygulaması (2.93 cm) almıştır. İnteraksiyon ortalamaları her bir tuz seviyesi için ayrı ayrı incelendiğinde sırası ile 0, 5000, 10000 ppm tuz dozlarında en yüksek değerler 0 ppm Ga₃ dozundan (6.55, 4.75 ve 3.25 cm) elde edilmiştir. 2500 ve 7500 ppm tuz dozlarında ise 300 ppm GA₃ (4.19, 4.33 cm) uygulamaları en yüksek değerleri vermiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).

Munns ve Tester (2008)'e göre kök sistemi tuzluluğa direkt maruz kalmasına rağmen, yaprak büyümesi tuz stresine karşı kök büyümesine göre daha hassastır. Bu sebeple tuz stresinde bitkilerde kök/sürgün oranı artış göstermektedir. Bu artışın mekanizması henüz açıklanamamış olmasına karşın, tuzluluk karşısında kök ile yaprağın hücre duvarlarında farklı değişimlerin meydana gelmesi buna neden olarak gösterilmektedir. Bu bilgi ışığı altında GA₃ uygulamasının sürgün uzunluğuna daha fazla etki etmesi sonucu bitkilerdeki kök/sürgün oranı düşebilir, böylelikle daha dengeli bir büyüme meydana gelebilir.

Tuz, hem hücre bölünmesini hem de hücre genişlemesini azaltarak büyümeyi engeller (Yasseen vd. 1987) ve GA₃ muamelesi hücre bölünmesi ve büyümesini teşvik ederek tuz stresinin olumsuz etkisini ortadan kaldırabilir (Tuna vd. 2007). Dışsal GA₃'ün uygulanması, içsel GA₃ mevcudiyetini arttırarak fide büyümesinde bir artışa neden olabilir (Kaur vd. 1998).

Ghodrat ve Rousto (2012) GA₃ ile muamele edilmiş mısır tohumlarının tuzlu koşullarda çimlenme ve büyüme parametrelerini incelemiştir. Tuz stresinin bitkide çimlenme oranı, kök–sürgün uzunluğu ve yaş ile kuru ağırlığı azalttığı saptanmıştır. GA₃ uygulamalarının çimlenme oranı üzerine bir etkisi görülmemekle birlikte diğer parametrelerde bir artış meydana getirdiği bildirilmiştir.



Şekil 4. 4. Kök uzunluğu için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

4.4. Sürgün ve Kök Yaş Ağırlığı

Çalışma sonunda belirlenen sürgün yaş ağırlığı ortalamaları yönünden tuz konsantrasyonları ve tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksyonları arasında önemli farklılar tespit edilirken, GA₃ uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (p<0.05). Tuz konsantrasyonları, GA₃ uygulamaları ve tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksyonlarına ait sürgün yaş ağırlığı ortalamaları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Sürgün yaş ağırlığı (mg/bitki)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	52.00 a*	47.11 ab	49.78 ab	49.07 ab	49.49 A
	2500	48.00 ab	47.03 ab	40.56 a-d	48.55 ab	46.03 A
	5000	42.06 a-c	38.64 b-e	33.67 c-e	33.89 c-e	37.07 B
	7500	27.04 ef	30.06 c-f	27.87 d-f	26.47 ef	27.86 C
	10000	17.11 f	18.61 f	19.49 f	20.61 f	18.96 D
	Ortalama	37.24	36.29	35.72	34.28	

*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfli taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05)

Tuz konsantrasyonlarına ait sürgün yaş ağırlığı ortalamalarında en yüksek değerler kontrol ve 2500 ppm uygulamalarından (49.49 ve 46.03 mg) elde edilmiştir. 2500 ppm tuz konsantrasyonundan itibaren tuz artışına bağlı olarak sürgün yaş ağırlığı önemli derecede azalmış ve en düşük sürgün yaş ağırlığı 10000 ppm tuz konsantrasyonundan (18.96 mg) elde edilmiştir. Çizelge 4.6'da tuz konsantrasyonlarına ait sürgün yaş ağırlıkları incelendiğinde, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak sürgün yaş ağırlıklarındaki azalış tuzluluğun sorgum bitkisinde sürgün yaş ağırlığı üzerine olumsuz etkileri belirgin bir şekilde görülmektedir.

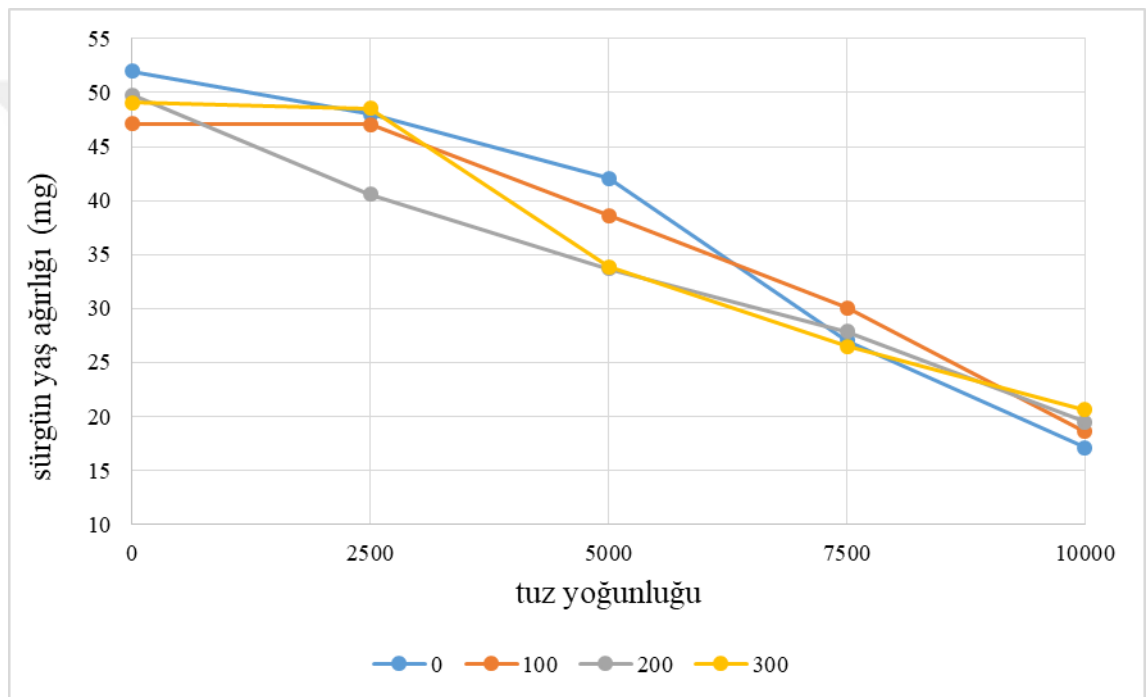
Tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte yaş ağırlığının azaldığı sonucumuz diğer araştırmaların sonuçlarıyla desteklenmektedir (Saboraa vd. 2006; Karakullukçu ve Adak 2008; Kaya 2016).

GA₃ uygulamaları arasında sürgün yaş ağırlığı yönünden önemli bir farklılık tespit edilmemekle birlikte elde edilen değerler 34.28 cm ile 37.24 cm arasında değişmektedir.

Sürgün yaş ağırlığının tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksyon tablosuna bakıldığında (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5) en yüksek değer 0 tuz – 0 ppm GA₃

uygulamasından (52.00 mg) elde edilmiş ve hemen arkasından 0 ppm tuz – 200 ppm GA₃ uygulaması (49.78 mg) gelmektedir. Buna karşılık elde edilen en düşük değer ise 10000 ppm tuz – 0 ppm GA₃ uygulamasında (17.11 mg) göze çarpmaktadır. Yine tuz dozları kendi içerisinde ayrı ayrı incelenecek olursa sırası ile 0 ve 5000 ppm tuz dozlarında en yüksek değerler 0 ppm GA₃ uygulamasından (52.00 ve 52.06 mg) elde edilmiştir. 2500 ve 10000 ppm tuz dozlarında 300 ppm GA₃ dozu (48.55; 20.61 mg) ve 7500 ppm tuz dozunda ise 100 ppm GA₃ dozu (30.06 mg) en yüksek değerleri vermiştir. Bu veriler ışığı altında sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamasının tuzluluğun sürgün yaş ağırlığı üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletemediği anlaşılmaktadır.

Tuna vd. (2007) GA₃ muamelelerinin tuz stresinin fizyolojik parametreler üzerindeki olumsuz etkileri ortadan kaldırdığını bildirmiştir.



Şekil 4. 5. Sürgün yaş ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

Sorgumun kök yaş ağırlığı değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin kontrol ve 2500 ppm uygulamalarından (15.15 ve 14.73 mg) elde edildiği görülmektedir. Elde edilen en düşük değer ise 10000 ppm tuz dozunda (5.43 mg) saptanmıştır. Tuz dozunun düzenli artışına bağlı olarak kök yaş ağırlığındaki düşüş göstermektedir ki tuz dozunun artışı kök yaş ağırlığını kısıtlamakta, olumsuz yönde etkilemektedir (Çizelge 4.7). Akram vd. (2010), Çelik (2014) ve Köşkeröğlu (2006) tuzluluğun bitkide gövde ve kök yaş – kuru ağırlığı, kök uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir.

Tuzluluk, hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyip, bitkilerde kök ve gövdede hücre sayısının, hücre bölünme oranının ve mitotik aktivitenin azalmasına sebep olur (Burssens vd. 2000). Bu sebepten dolayı ise bitkinin gövde ile kök ağırlığında ve uzunluğunda azalma; yaprak sayılarında azalma ile yaprakta küçülme ve incelmeye;

yaprak yüzeyinde bulunan mumsu tabaka ile kutikula tabakasında incelleme; vasküler doku farklılaşmasında ve gelişiminde azalma meydana gelir (Çulha ve Çakırlar 2011).

Çizelge 4. 7. Kök yaş ağırlığı (mg/bitki)

		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	19.40 a*	15.21 ab	14.32 a-d	11.67 b-e	15.15 A
	2500	16.49 ab	16.41 ab	11.28 b-f	14.77 a-c	14.73 A
	5000	12.99 b-d	11.75 b-e	10.94 b-g	11.34 b-f	11.76 AB
	7500	8.19 d-g	8.39 d-g	8.28 d-g	8.68 c-g	8.39 BC
	10000	5.83 e-g	5.45 fg	4.97 g	5.47 fg	5.43 C
Ortalama		12.58 A	11.44 AB	9.96 B	10.39 B	

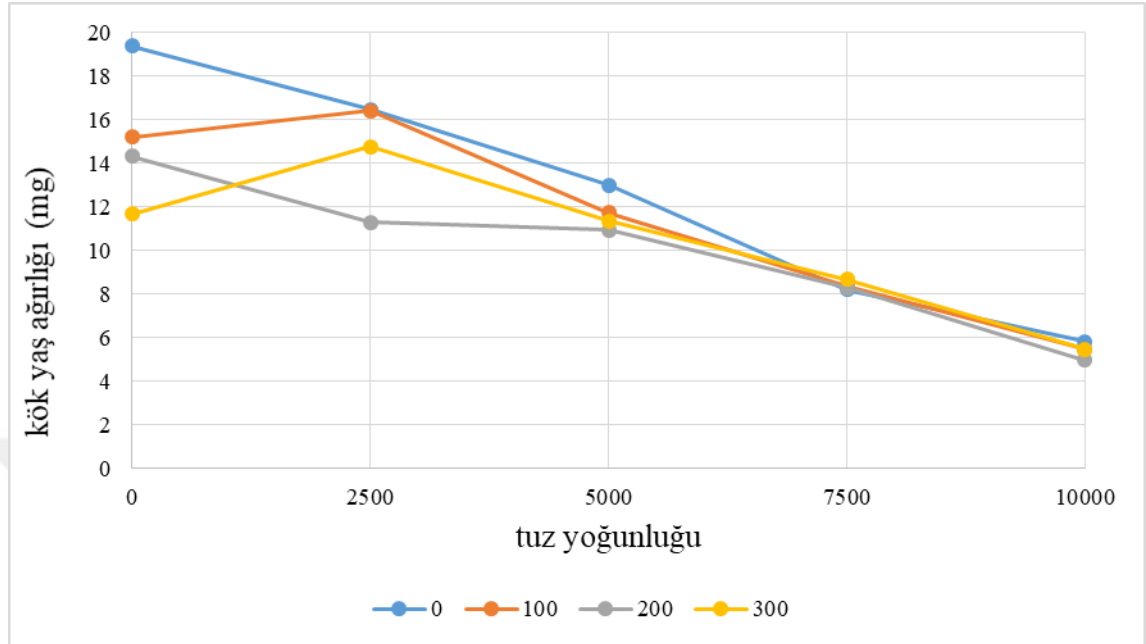
*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05)

Kök yaş ağırlığı için uygulanan GA₃ uygulamalarının meydana getirdiği farklılık incelendiğinde kontrol uygulamasının en yüksek değere (12.58 mg) sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşılık en düşük değer ise 200 ve 300 ppm GA₃ dozlarından (9.96 ve 10.39 mg) elde edilmiştir. Bu veriler ışığı altında sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamalarının kök yaş ağırlıklarını teşvik edici bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

Kök yaş ağırlığı için tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksiyon tablosu incelendiğinde en yüksek değer 0 ppm tuz – 0 ppm GA₃ uygulamasından (19.40 mg) elde edildiği, hemen ardından 2500 ppm tuz – 0 GA₃ (16.49 mg) interaksiyonunun geldiği görülmektedir. Bunun aksine en düşük değer ise 10000 ppm tuz – 200 ppm GA₃ interaksiyonundan (4.97 mg) elde edildiği anlaşılmaktadır. Tüm tuz dozu uygulamaları kendi içerisinde incelenecek olursa sırası ile 0, 2500, 5000 ve 10000 ppm tuz dozlarında en yüksek değer 0 ppm GA₃ dozundan (sırasıyla 19.40; 16.49; 12.99; 5.83 mg) elde edilmiştir. Bu durum tuz x GA₃ interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Sadece 7500 ppm tuz dozunda en yüksek değer 300 ppm GA₃ dozundan (8.68 mg) elde edilmiştir. Veriler dikkate alındığında tuz dozlarının artması ile sorgumun kök yaş ağırlığının olumsuz etkilendiği, GA₃ uygulamasının sadece 7500 ppm tuz dozunun olumsuz etkisini hafiflettiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6).

Jamil ve Rha (2007b) şekerpancarında 4 tuz (0.0, 4.7, 9.4 ve 14.1 dS m⁻¹) ve 4 GA₃ (0, 100, 150 ve 200 ml L⁻¹) dozu ile yürüttükleri çalışmada, yaş kök ve sürgün ağırlıklarını olumsuz etkileyen tuz stresinin bu olumsuz etkilerinin GA₃ uygulaması ile hafifletildiğini bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmadan elde edilen yaş sürgün ve kök

ağırlığına ait sonuçlar ile yukarıda kaynak gösterilen araştırmacıların sonuçları farklılık göstermektedir.



Şekil 4. 6. Kök yaş ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

4.5. Sürgün ve Kök Kuru Ağırlığı

Çalışma sonunda elde edilen sürgün ve kök kuru ağırlıkları için farklı tuz konsantrasyonlarına, GA₃ uygulamalarına ve iki faktörün interaksyonuna ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.

Sürgün kuru ağırlığı yönünden GA₃ uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz olarak belirlenirken, tuz konsantrasyonları arasındaki farklılıklar ve tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksyonları arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tuz uygulamalarında sorgumun sürgün kuru ağırlıkları incelendiğinde kontrol grubu en yüksek değere (4.67 mg) sahip iken en düşük değer 10000 ppm tuz dozundan (2.32 mg) elde edilmiştir. Tuz dozlarının artması ile birlikte sürgün kuru ağırlıklarının azalması tuz stresinin olumsuz etkisini açıkça göstermektedir.

Köşkeroğlu (2006) mısır bitkisinde stres koşullarının artmasıyla birlikte bitki kök yaş-kuru ağırlığı gibi özellikleri azalttığı saptamıştır.

Atış (2011), artan tuz konsantrasyonlarının sorgum bitkisinde kuru sap ve kök ağırlıklarını olumsuz yönde etkileyip azalttığını bildirmiştir.

Çizelge 4. 8. Sürgün kuru ağırlığı (mg/bitki)

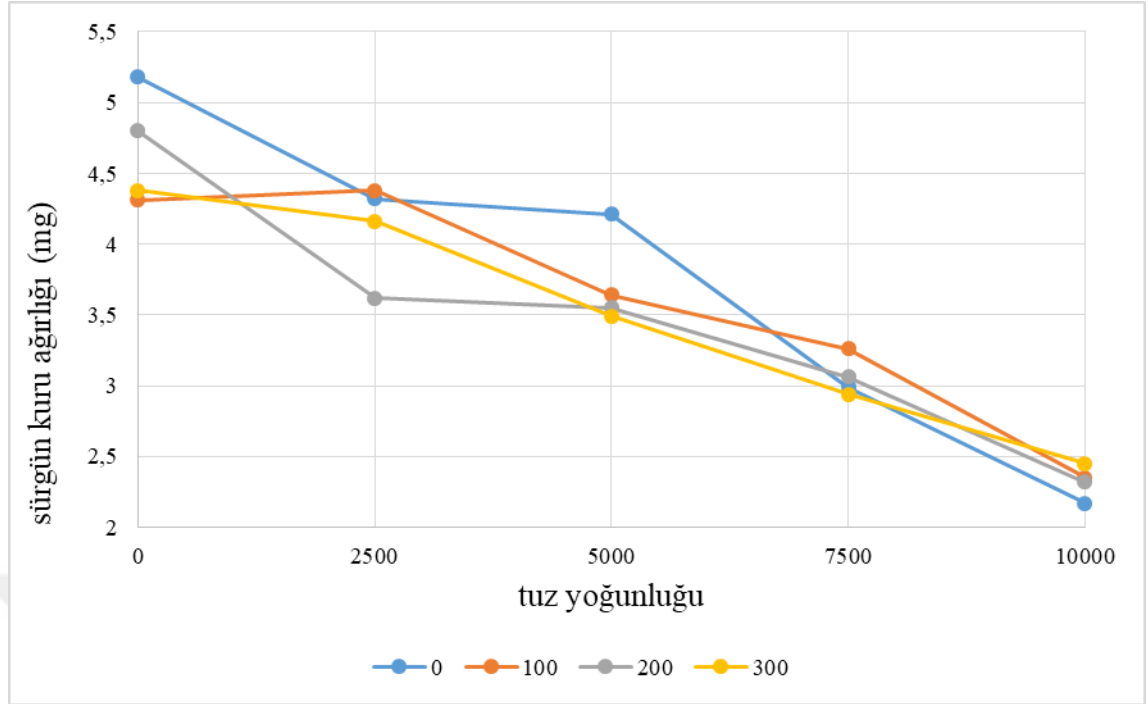
		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	5.18 a*	4.31 a-d	4.80 ab	4.38 a-c	4.67 A
	2500	4.32 a-d	4.38 a-c	3.62 b-e	4.16 a-d	4.12 B
	5000	4.21 a-d	3.64 b-e	3.55 b-f	3.49 b-f	3.72 C
	7500	2.99 c-f	3.26 c-f	3.06 c-f	2.94 d-f	3.06 D
	10000	2.17 f	2.35 ef	2.32 ef	2.45 ef	2.32 E
Ortalama		3.77	3.59	3.47	3.48	

*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05)

GA₃ uygulamaları kuru sürgün ağırlıkları üzerine istatistiki bir fark yaratmamakla beraber elde edilen değerler 3.77 mg ile 3.47 mg arasında değişmektedir.

Sürgün kuru ağırlığı tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksyonu göz önüne alındığında en yüksek değer 0 ppm tuz-0 ppm GA₃ interaksyonundan (5.18 mg) elde edilmiştir. Tablo incelendiğinde 10000 ppm tuz-0 ppm GA₃ interaksyonunun ise en düşük değeri (2.17 mg) aldığı görülmektedir. Tuz dozları kendi içerisinde ayrı ayrı incelenecek olursa 0 ve 5000 ppm tuz dozlarında en yüksek değerler 0 ppm GA₃ interaksyonlarından (5.18; 4.21 mg) elde edilmiştir. 2500 ve 7500 ppm tuz dozunda 100 ppm GA₃ dozu (4.38; 3.26 mg) ve 10000 ppm tuz dozunda 300 ppm GA₃ dozu (2,45 mg) en yüksek değeri vermiştir. Verilen değerler göz önünde bulundurulduğunda 10000 ppm tuz konsantrasyonu dışında diğer tuz konsantrasyonlarında GA₃ uygulamasının tuzluluğun sürgün kuru ağırlığı üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırdığından söz etmek mümkün görülmemektedir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7).

Tuna vd. (2007) mısır bitkisinin bazı büyüme parametreleri üzerine tuz ve GA₃ etkilerini saptamak için yürüttüğü çalışmada hem sürgünün hem de kökün kuru ağırlığının tuzluluk stresi tarafından önlendiğini bulmuştur. Bitki büyümesindeki bu olumsuz etkinin GA₃ uygulaması ile önemli ölçüde azaldığını; örneğin, 100 ppm GA₃, kuru madde değerlerinde kontrol grubuna yakın artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4. 7. Sürgün kuru ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

Sorgumun tuz uygulamaları altındaki kök kuru ağırlıkları incelenecek olursa en yüksek değer kontrol uygulamasından (0.99 mg) elde edilmektedir. Elde edilen en düşük değer ise 10000 ppm tuz dozundan (0.58 mg) saptanmıştır. Tablo incelendiğinde tuz stresinin kök kuru ağırlığı üzerindeki olumsuz etkisi görülmekte, tuz dozlarının artması ile birlikte kuru kök ağırlıklarında da bir düşüş meydana gelmektedir.

Araştırmada tuz dozlarının artması ile kök ve sürgün kuru ağırlık değerlerinde meydana gelen azalmalar Bakht vd. (2006); Almodares vd. (2007) ve Nawaz vd. (2010)'nun sorgumda; Saboora vd. (2006)'nın buğdayda; Jamil ve Rha (2007)'nin pirinçte elde ettiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

Kök kuru ağırlığı üzerine GA₃ etkisi incelendiğinde en yüksek değer 0 ppm GA₃ (0.78 mg) uygulamasından, en düşük değer ise 200 ppm GA₃ (0.69 mg) uygulamasında elde edildiği göze çarpmaktadır. Bu verilere göre GA₃ uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine önemli olmakla birlikte çok büyük bir etkisi bulunmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. 9. Kök kuru ağırlığı (mg/bitki)

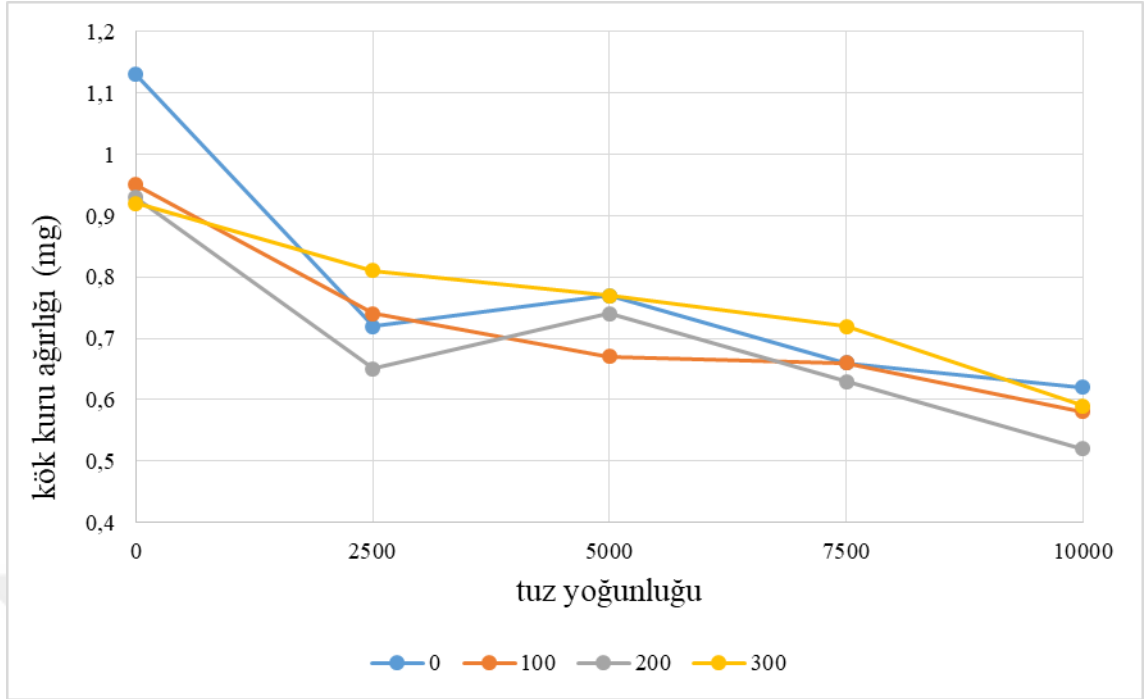
		GA ₃ Konsantrasyonları (ppm)				Ortalama
		0	100	200	300	
Tuz Konsantrasyonları (ppm)	0	1.13 a*	0.95 ab	0.93 a-c	0.92 a-d	0.99 A
	2500	0.72 b-f	0.74 b-f	0.65 ef	0.81 b-e	0.73 B
	5000	0.77 b-f	0.67 c-f	0.74 b-f	0.77 b-f	0.74 B
	7500	0.66 d-f	0.66 d-f	0.63 ef	0.72 b-f	0.67 BC
	10000	0.62 ef	0.58 ef	0.52 f	0.59 ef	0.58 C
	Ortalama	0.78 A	0.72 AB	0.69 B	0.76 AB	

*: Çizelge içerisinde aynı küçük harflere sahip ortalamalar arasındaki ve satır-sütun içerisinde aynı büyük harfli taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p < 0.05$)

Kök kuru ağırlığının tuz konsantrasyonu x GA₃ interaksiyon tablosu incelenecek olursa (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8) en yüksek değerin 0 ppm tuz – 0 ppm GA₃ interaksiyonundan (1.13 mg) elde edildiği görülmektedir. Buna karşılık en düşük değer ise 10000 ppm tuz – 200 ppm GA₃ interaksiyonundan (0.52 mg) elde edilmiştir. Tuz dozlarına ayrı ayrı bakılacak olursa 0 ve 10000 ppm tuz dozlarında 0 ppm GA₃ dozunun (1.13; 0.62 mg) en yüksek değeri verdiği görülmektedir. Yine 2500 ppm tuz dozunda ise 300 ppm GA₃ dozu (0.81 mg) en yüksek değeri vermiştir. 5000 ppm tuz dozunda 0 ve 300 ppm GA₃ dozları aynı değere sahip olup (0.77 mg), 7500 ppm tuz dozunda ise 0 ve 100 ppm GA₃ dozu aynı değere sahip olarak (0.66 mg) en yüksek değeri vermişlerdir. Elde edilen değerlere bakılırsa GA₃ uygulamasının kuru kök ağırlığında nispetende olsa bir etki yaptığı fakat bu etkinin tartışmaya açık olduğu söylenebilir.

Forghani vd. (2018)'e göre artan tuz konsantrasyonu sorgumun yaş – kuru ağırlık, gövde – kök uzunluğunu olumsuz yönde etkilemiştir. Sonuçlar, bu özelliklerin GA₃ ve PBZ tedavileri ile önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. GA₃ uygulaması ile yaş – kuru ağırlıklarının yanı sıra gövde – kök uzunlukları önemli ölçüde iyileşmiştir.

Shah (2007) tuz stresi altında yetiştirilen hardal bitkisinde GA₃ uygulamasının etkilerini incelemiştir. Araştırmaya göre; tuz stresinden dolayı hardal bitkisinin yaprak alanı, kuru maddesi, yaprak klorofil içeriği, stoma iletkenliği ve net fotosentez oranında azalmalar meydana gelmiştir. Bunun aksine 10⁻⁵ M dozunda uygulanan GA₃'ün tüm parametrelerde tuz stresinin olumsuz etkisini hafifletmiştir.



Şekil 4. 8. Kök kuru ağırlığı için farklı tuz yoğunluklarında GA₃ uygulamasının etkisi

6. SONUÇLAR

Sunulan bu çalışma çimlendirme öncesi sorgum tohumlarına değişik konsantrasyonlarda yapılan GA₃ uygulamalarının farklı tuzluluk seviyelerinde çimlenme ve erken fide gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür. Çalışmada sorgum tohumları çimlendirmeden önce 0, 100, 200 ve 300 ppm GA₃ solüsyonu içerisinde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra 0, 2500, 5000, 7500 ve 10000 ppm tuz içeren çimlendirme ortamında çimlendirilmiştir. Çalışma kapsamında her bir uygulama için tohumların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi belirlenmiş, sürgün ve kök uzunlukları ölçülmüş, sürgün ve kök yaş ağırlıkları ile kuru ağırlıkları tartılmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen verilere deneme desenine uygun olarak varyans analizi yapılmış, uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre tuz konsantrasyonu, GA₃ uygulaması ve interaksiyonlarının çimlenme oranı üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi tuz konsantrasyonundan 0.01 seviyesinde, GA₃ uygulamasından 0.05 seviyesinde önemli derecede etkilenirken, interaksiyon etkisi önemsiz bulunmuştur. Kök uzunluğu ile sürgün yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde tuz konsantrasyonunun etkisi 0.01 seviyesinde önemliyken, GA₃ ve interaksiyon etkileri önemsiz olarak belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu üzerinde tuz konsantrasyonu etkisi 0.01, interaksiyon etkisi ise 0.05 seviyesinde önemli çıkarken GA₃ uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuştur. Kök yaş ağırlığı tuz konsantrasyonu ve GA₃ uygulamalarından 0.01 seviyesinde önemli derecede etkilenirken, interaksiyondan etkilenmemiştir. Kök kuru ağırlığı üzerinde tuz konsantrasyonunun etkisinin 0.01 seviyesinde, GA₃ uygulamasının 0.05 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır.

Tuz konsantrasyonunun artması kontrole göre ortalama çimlenme süresinin uzamasına yol açmıştır. Benzer şekilde GA₃ uygulamalarında da ortalama çimlenme süresi kontrole göre daha uzun olmuştur. Ancak tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulaması interaksiyonunda 300 ppm GA₃ uygulaması 10000 ppm tuz konsantrasyonunda ortalama çimlenme süresinin kontrole göre daha kısa olmasını sağlamıştır.

Sürgün ve kök uzunluğu özelliklerinde ise 200 ve 300 ppm GA₃ uygulamaları sürgün uzunluğunu kontrole göre önemli miktarda artırmıştır. Bu sonuç GA₃ uygulamasının tuzluluğun sürgün uzaması üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiğini göstermektedir. Ancak kök uzunluğu yönünden GA₃ uygulamaları ile kontrol ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

Sürgün yaş ağırlığında GA₃ uygulamalarının tuz stresini hafifletici bir etkisi tespit edilememiştir. Kök yaş ağırlığında ise sadece 7500 ppm tuz konsantrasyonunda GA₃ uygulamalarının kontrolden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Diğer tuz seviyelerinde bu olumlu etki görülmemiştir.

Sürgün ve kök kuru ağırlığında 2500 ve 7500 ppm tuz konsantrasyonlarında 300 ppm GA₃ uygulamasının kontrole göre daha yüksek kök kuru ağırlığı sağladığı, ancak

sürgün kuru ağırlığı üzerinde GA₃ uygulamasının kontrolden daha iyi olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak elde edilen veriler çalışmada ele alınan tuz konsantrasyonları arasında sorgum tohumlarının çimlenme oranı yönünden bir fark olmadığı, ancak, çimlenme oranı dışında diğer özellikler bakımından tuz konsantrasyonları arasında önemli farklılıklar olduğu ve bu özelliklerin tuz konsantrasyonu artışından olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Yine elde edilen veriler ışığında GA₃ uygulamaları arasında çimlenme oranı yönünden bir farklılık olmadığı, bunun dışındaki özellikler üzerinde GA₃ uygulamaları ve tuz konsantrasyonu x GA₃ uygulamaları etkileşimi ortalamaları arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. GA₃ uygulamaları ve etkileşim ortalamaları arasında önemli farklar olmakla birlikte tohumlara yapılan GA₃ uygulamasının sürgün uzunluğu dışında diğer özellikler üzerinde tuzluluğun neden olduğu olumsuzlukları hafifletmediği belirlenmiştir. Çalışmada 200-300 ppm GA₃ uygulamaları tuzlu koşullarda sürgün uzunluğunu arttırmıştır.

Çalışma sonunda sorgum tohumlarına yapılan GA₃ uygulamalarının tuzlu koşullarda çimlenme ve fide gelişimi üzerinde istenilen ve beklenen olumlu etkileri gösteremediği sonucu çıkarılmıştır. Bu sonuçlar, bu konuda daha önce yürütülen çalışmaların birçoğu ile uyuşmamaktadır. Bu durumun denemede uygulanan GA₃ dozlarının az sayıda ve nisbeten düşük konsantrasyonlarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü çalışmada olumlu olarak elde edilen sonuçlar daha çok 300 ppm GA₃ konsantrasyonundan elde edilmiştir. Daha kesin bir yargıya ulaşmak için daha yüksek GA₃ dozları ile daha detaylı çalışmaların yapılması önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abid, M., Hassan, A., Ghafoor, A. and Javed, K. 2003. Brackish water for irrigation: 1. effects on yield of wheat and sorghum in wheat-sorghum crop rotation and properties of the rasulpur soil series. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5: 367-376.
- Açıkgöz, E. 2001. Yembitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları: 182, Ders Kitabı, Bursa, 583s.
- Aishah, H. S., Saberi, A. R., Halim, R. A. and Zaharah, A. R. 2010. Salinity effects on germination of forage sorghumes. *Journal of Agronomy*, 9(4): 169-174.
- Akıncı, I. E., Akıncı, S., Yılmaz, K. and Dikici, H. 2004. Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32:193–200.
- Akram, M., Ashraf, M. Y., Ahmad, R., Waraich, E. A., Iqbal, J. and Mohsan, M. 2010. Screening for salt tolerance in maize (*Zea Mays L.*) hybrids at an early seedling stage. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1): 141-154.
- Aldesuquy, H. S. and Ibrahim, A. H. 2001. Interactive effect of seawater and growth bio regulators on water relations, abscisic acid concentration and yield of wheat plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187, 185-193.
- Ali, G., İbrahim, A. A., Srivastava, P. S. and Iqbal, M. 1999. Structural changes in root and shoot of *Bacopa monniera* in response to salt stress. *Journal of Plant Biology*, 42(3) 222-225.
- Allakhverdiev, S. I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M. and Murata, N. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiology*, 123: 1047-1056.
- Almansouri, M., Kinet, J. M. and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231: 243-254.
- Almodares, A., Hadi, M. R. and Dosti, B. 2007. Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 7:1492-1495.
- Anonim, 2008. Değişik dozlardaki GA₃ uygulamalarının in vitro ve in vivo koşullarda doğal karanfil türlerinden *Dianthus calcephalus* Boiss. tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. <http://ziraat.harran.edu.tr/kongre/Bildiriler/188-DenizHAZAR.pdf>.
- Aras, İ. ve Keskin, B. 2018. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin bazı silajlık sorgum (*sorghum* sp.) çeşitleri üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1): 279-288.
- Ashraf, M. Y., Sarwar, G., Ashraf, M., Afaf, R. and Sattar, A., 2002. Salinity induced changes in α -amylase activity during germination and early cotton seedling growth. *Biologia Plantarum*, 45 (4), 589-591.

- Asthir, B., Duffus, C. M. and Spoor, W. 2004. Correlation of gibberellin-induced growth, polyamine levels and amine oxidases in epicotyl, root and leaf blade of barley seedling. *Plant Growth Regulation*, 42(3):193-201.
- Atıf, İ. 2011. Bazı silajlık sorgum (*sorghum bicolor* l. moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2):58-67, 201.
- Avcıoğlu, R., Geren, H. ve Kavut, Y. T. 2009. Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Yem Bitkileri, cilt 3, s. 680, İzmir.
- Aydın, İ. ve Atıcı, Ö. 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 360-366.
- Aydınoğlu, K., Erdurmuş, C., Büyüktaş, D. ve Çakmancı, S. 2012. Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 47-52.
- Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T., Enéas-Filho, J., Lacerda, C. F., Silva, J. V., Alves da Costa, P. H. and Gomes-Filho, E. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, pp. 31-38.
- Azhar, F. M. and McNeilly, T. 1987. Variability for salt tolerance in sorghum bicolor (l.) moench. under hydroponic conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Volume; 159, Issue; 4.
- Bakht, J., Basir, A., Shafi, M. and Khan, M. J. 2006. Effect of various levels of salinity on sorghum at early seedling stage in solution culture. *Sarhad Journal of Agriculture*, 22: 17-21.
- Benlioğlu, B. ve Özkan, U. 2015. Bazı arpa çeşitlerinin (*hordeum vulgare*l.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2):109-114.
- Bennett, F. W. 1990. Modern Grain Sorghum Production. University of Iowa Press, Iowa City, 178 p.
- Bewley, J. D. and Black, M. 1994. Seeds. Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York.
- Blum, A. 1986. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2, 199-237.
- Borrell, A. K., Hammer, G. L. and Henzell, R. G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science*, 40: 1037-1048.
- Botella, M. A., Rosado, A., Bressan, R. A. and Hasegawa, P. M. 2005. Plant Adaptive Responses to Salinity Stress, Plant Abiotic Stress, Blackwell Publishing Ltd., 270p.

- Bozcuk, S. 1991. Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz toleransı sınırlarının saptanması, *Turkish Journal of Biology.*, 15, 144-151.
- Burssens, S., Himanen, K., Cotte, B. V., Beeckman, T., Montagu, M. V., Inze, D. and Verbruggen, N. 2000. Expression of cell cycle regulatory genes and morphological alterations in response to salt stress in arabidopsis thaliana. *Planta*, 211, 632-640.
- Chakrabarti, N. and Mukherji, S. 2003. Effect of phytohormone pretreatment on nitrogen metabolism in vigna radiata under salt stress. *Biologia Plantarum*, 46, 63-66.
- Cuartero, J. and Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 83-125.
- Çakmakçı, S., Çeçen, S. ve Aydınöğlü, B. 1997. Farklı tuz ortamlarında bazı baklagil yem bitkilerinin çimlenme ve gelişme durumları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10:169-180.
- Çarpıcı, E. B., Celik, N. and Bayram, G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (zea mays l.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(19): 4918-4922.
- Çavuşoğlu, K. 2006. Geleneksel hormonlarla son yıllarda bulunan bazı hormonların ve büyüme düzenleyicilerinin yüksek sıcaklık ve tuz (NaCl) stresleri altındaki arpa ve turp tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 161 sayfa.
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S. ve Kabar, K. 2007. Arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında gibberellik asit, kinetin ve etilen ile tuz stresinin hafifletilmesinde bazı morfolojik ve anatomik gözlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi (E-DERGI)*, 2(1), 27-40.
- Çelik, A. 2014. Nitrik oksit uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin mineral beslenmesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Çiğdem, İ. ve Uzun, F. 2006. Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1):14-19.
- Çulha, Ş. ve Çakırlar, H. 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences*, 11-34.
- Dallar, A. 2017. Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisan Tezi, Antalya.
- Dahlberg, J. 2000. Classification and characterization of the world collection of sorghum In C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) sorghum: origin, history, technology, and production. *Wiley Series in Crop Science*, 99-130 p.
- Dash, M. and Panda, S. K. 2001. Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germinating Phaseolus mungo seeds. *Biologia plantarum*, 44 (4), 587-589.

- Day, S., Kaya, M. D. ve Kolsarıcı, Ö. 2008. Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (3) 230-236 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Delgado, I. C. and Sanchez-Raya, A. J. 2007. Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 38: 2013-2027.
- Demirkaya, M. 2006. Polietilenglikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1-2), 223-228.
- Doggett, H. 1988. Sorghum. 2nd edition. London, New York: Longman; Published by Wiley.
- Duman, İ. 2006. Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. Ege Üniversitesi. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergi1/domates.
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T. ve Akkaya A. 2007. Güneydoğu anadolu bölgesinde yetiştirilen bazı makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme ve fide karakterlerine elektrik akımı ve tuz konsantrasyonlarının etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 10(2):100-110
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, Ö., Ülger, A. C., Öztürk, L. and Çakmak, İ. 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 365-373.
- Elkoca, E. 2003. Değişik nacl konsantrasyonlarını kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 1-8.
- Ellialtıoğlu, S. ve Tıpırdamaz, R. 1998. Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu, 22-26 Haziran, İzmir, 70-81.
- El-Mashad, A. A. and Kamel, E. A. 2001. Amelioration of NaCl stress in *Pisum sativum* Linn. *Indian Journal of Experimental Biology*, 39(5), 469-475.
- El Madidi, S. A. I. D., El Baroudi, I. and Aameur, F. B. 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare*L.) cultivars. *Journal of Agricultural Biology*, 6: 767-770.
- Erken, K., Erken, S., Gülbağ, F. ve Kaya, E. 2017. Farklı uygulamaların türkiye doğal iris türlerinden endemik iris sarı tohumlarının çimlenmesine etkileri. *Alatarım*, 16 (1):52-58.)
- Essa, T. A. 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188: 86-93.
- Farsiani, A. and Ghobadi, M. E. 2009. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*zea mays* L.) at germination and early seedling stages. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* Vol:3, No:9.

- Forghani, A. H., Almodares, A. and Ehsanpour, A. 2018. Potential objectives for gibberellic acid and paclobutrazol under salt stress in sweet sorghum (*Sorghum Bicolor* [L.] Moench Cv. Sofra). *Applied Biological Chemistry*, (2018) 61(1):113–124.
- Francoi, L. E., Donovan, T. and Maas, E. V. 1984. Salinity effects on seed yield, growth and germination of grain sorghum. *Agronomy Journal* 76:741-744.
- Gençkan, S. 1983. Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi, Bornova İzmir, 9.
- Geressu, K. and Gezaghegne, M. 2008. Response of some lowland growing sorghum (*sorghum bicolor* l. moench) accessions to salt stress during germination and seedling growth. *African Journal of Agricultural Research*, 3(1): 44-48.
- Ghodrat, V. and Rousta, M. J. 2012. Effect of priming with gibberellic acid (ga₃) on germination and growth of corn (*zea mays* l.) under saline conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4-13/882-885.
- Greenway, H. and John, C. D. 1976. Alcoholic fermentation and activity of some enzymes in rice roots under anaerobiosis. *Australian Journal of Plant Physiology*, 3, 325-336.
- Güneş, T., 2000. *Arctium minus* (hill.) bernh. tohumlarında gibberellik asit uygulamasının çimlenme ve α -amilaz enzim aktivitesi üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13,(3)589-597.
- Güvercin, D. 2014. Sorgum tohumlarının çimlenmesi sırasında ağır metal stresi etkilerinin hafifletilmesinde gibberellik asit ve kinetinin rolü. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hamza, J. H. and Ali, M. K. M. 2017. Effect of seed soaking with ga₃ on emergence and seedling growth of corn under salt stress. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 560-566: (3) 48.
- Harlen, J. R. and De Wet, J. M. J. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science*, 12: 172-176.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E. and Davies, F. T. 1990. Plant Propagation. Principles of Propagation by Seed. 647 p.
- Heydecker, W. and Coolbear, H. 1977. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. *Seed Science and Technology*, 5: 353-423.
- Hilhorst, H. W. M. and Karssen, C. M. 1992. Seed dormancy and germination: The Role of abscisic acid and gibberalins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulation*, 11: 225-238.
- Hong, C. Y., Chao, Y. Y., Yang, M. Y., Cho, S. C. and Kao, C. H. 2009. Na⁺ But Not Cl⁻ or osmotic stress is involved in NaCl induced expression of glutathione reductase in roots of rice seedlings, *Journal of Plant Physiology*, 166, 1598-1606.
- House, R. L. 1985. A guide to sorghum breeding. ICRISAT.
- Huang J. and Redmann R. E. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian Journal of Plant Science*. 75(4). 815-819.

- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*, 168, 541-549.
- Idikut, L., Dumlupınar Z., Kara S.N., Yururdurmaz, C. and Colkesen, M. 2012, The effect of different temperatures and salt concentrations on some popcorn landraces and hybrid corn genotype germinations. *Pakistan Journal of Botany*, 44(2):579-589.
- Jafarzadeh, A. and Aliasghar zad, N. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. *Biologia*. 62(5):562-564.
- Jamil, M. and Rha, E. S. 2007b. Gibberallic acid (ga₃) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt strees. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (4): 654 – 658.
- Jamil, M. and Rha, E. S. 2007. Response of transgenic rice at germination and early seedling growth under salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10: 4303-4306.
- Jamil, M., Lee, C. C., Rehman, S. U., Lee, D. B., Ashraf, M. and Rha, E. S. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of Brassicaspecies at germination and early seedling growth. *Electronic Journal of Environmental. Agricultural and Food Chemistry*. 4: 970-976
- Kabar, K. ve Kocaçalışkan, İ. 1990. Buğday tohumlarının çimlenmesinde tuzluluk (NaCl), polifenol oksidaz ve büyüme düzenleyicileri arasındaki etkileşimler. *Doğa Türk Botanik Dergisi*. (14): 3.
- Kaplan, M., Aydın, S. ve Fidan, M. S. 2009. Geleceğin alternatif enerji kaynağı biyoetanölün önemi ve sorgum bitkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12: 1.
- Karakullukçu, E. ve Adak M. S. 2008. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4): 313-319.
- Kara, T. ve Apan, M. 2000. Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(3):62-67.
- Kara, T. 2002. Irrigation scheduling to present soil salinization from a shallow water table. *Acta Horticulture*, Number 573, pp. 139-151.
- Kara, B. and Uysal, N. 2010. Effect of different salinity (NaCl) concentrations on the first development stages of root and shoot organs of wheat. *Anadolu Journal of Agriculture Science*, 25: 37-43.
- Kara. B. Akgün, İ. ve Altındal, D. 2011. Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selcuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1): 1-9.
- Karakurt, H., Aslantaş, R. ve Eşitken, A. 2010. Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2).

- Karssen, C. M., Zagorski, S., Kepczynski, J. and Groot, S. P. C. 1989. Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination. *Annals of Botany*, 63, 71-80.
- Karssen, C. M. 1995. Hormonal regulation of seed development, dormancy, and germination studied by genetic control, In: J Kigel, G Golili, eds, *Seed Development and Germination*, Marcel Dekker, New York.
- Kaur, S., Gupta, A. K. and Kaur, N. 1998. Gibberellin A3 reverses the effect of salt stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings by enhancing amylase activity and mobilization of starch in cotyledons. *Plant Growth Regulation*, 26, 85-90.
- Kaya, A. 2016. NaCl ile muamele edilen mısır tohumlarının tuzlu topraklarda çıkış gücünün ve fide gelişiminin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kendirli B., Çakmak, B. and Uçar Y. 2005. Salinity in the Southeastern Anatolia Project (GAP). Turkey: Issues and Options. *Irrigation and Drainage*. 54(1): 115-122.
- Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. A. and Bingham, I. J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soyabean seeds. *Seed Science and Technology*, 31: 715-725.
- Koca, M., Bor, M., Ozdemir, F. and Turkan, I. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environmental Experimental Botany*, 60: 344-351.
- Koppen, S., Reinhardt, G. and Gartner, S. 2009. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol. Environment and Natural Resources Management Series, 30, FAO, Rome.
- Kotuby, J., Koenig, R. and Kitchen, B. 1997. Salinity and Plant Tolerance. Utah State University Extension. AG-SO-03., Utah.
- Koukourikou-Petridou, M. and Porlingis, I. 1997. Presowing application of gibberellic acid on seeds used for the mung bean bioassay, promotes root formation in cuttings. *Science Horticulturae*. Volume 70, Issue 2-3, 1997, Pages 203-210.
- Köşkeroğlu, S. 2006. Tuz ve su stresi altındaki mısır (*Zea Mays* L.) bitkisinde prolin birikim düzeyleri ve stres parametrelerinin araştırılması. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.
- Kwiatowsky, J. 1998. Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/>
- Lal, R. K. 1985. Effect of salinity applied at different stages of growth on seed yield and its constituents in field peas (*Pisum sativum* L. var. arvensis). *Indian Journal of Agronomy*, 30: 296-299.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*, Published by Springer, ISBN 0-387-09795-3, New York, 506p.
- Leder, I. 2004. 'Sorghum and Millets' In: *Cultivated Plants Primarily as Food Sources*, in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, U.K.

- Maas, E. V., Poss, J. A. and Hoffman, G. J. 1986. Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. *Irrigation Science* 7:1-11.
- Madidi, S. E., Baroudi, B. E. and Ameer, F. B. 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *International Journal of Agriculture Biology* 6: 767-770.
- Mansour, M. M. F. 1994. Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biologica Plantarum* 36: 429-434.
- Mizrahi, Y., Blumofeld, A., Bittner, S. and Richmond, A. E. 1971. Abscisic acid and cytokinin content of leaves in relation to salinity and relative humidity. *Plant Physiology* 48: 752-755.
- Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance, *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
- Nasr, T. A. and Hassan, E. M. 1975. Effect of duration of after-ripening and gibberellic acid on germination of seeds and growth of seedlings of pecan in egypt. *Scientia Horticulturae*. Volume 3, Issue 3, 1975, Pages 217-221.
- Nawaz, K., Talat, A., Iqra, Hussain, K. and Majeed, A. 2010. Induction of salt tolerance in two cultivars of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by exogenous application of proline at seedling stage. *World Applied Sciences Journal* 10 (1): 93-99.
- Ologundudu, A. F., Adelusi, A. A. and Akinwale, R. O. 2014. effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza Sativa* L.), *Notulea Scientia Biologicae*, 6(2), 237-243.
- Orcutt, D. M. and Nilsen, E. T. 1996. The physiology of plants under stress. Soil and biotic factors. pp: 177-237, John Wiley&Sons, inc. NY.
- Öncel, İ. ve Keleş, Y. 2003. Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23 2.
- Özen, H. Ç. ve Onay, A. 2007. Bitki Fizyolojisi, Ankara, Nobel.
- Özen, H.Ç. ve Onay, A., 1999. Bitki Büyüme ve Gelişme Fizyolojisi. Dicle Üniversitesi Basımevi, 167s.
- Pancholi, S. R., Bhargava, S. C. and Singh, A. K. 2001. Screening of wheat genotypes at different salinity levels for germination percentage. *Annals of Agricultural Biological Research*, 6(1); 53-55.
- Parera, C. A. and Cantliffe, D. J. 1994. Presowing Seed Priming. In: Horticultural Reviews, Volume 16, Janick, J. (Ed.). John Wiley and Sons, Oxford, UK., pp: 109-141.
- Parlak, M. ve Parlak, A. Ö. 2005. Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 8-13.
- Patterson, J. H., Newbiggin, E., Tester, M., Bacic, A. and Roessner, U. 2009. Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare*L.) cultivars, Sahara and Clipper which differ in salinity tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 60(14): 4089-4103

- Pederson, N. W., Hurst, R. L., Levin, M. B. and Stoker, G. L. 1969. Computer analysis of genetic contamination of alfalfa seed. *Crop Science*, 20: 787-789.
- Pessarakli, M. and Szabolcs, I. 1999. Soil Salinity and Sodidity as Particular Plant/Crop Stress Factors, Handbook of Plant Crop Stress, ISBN 0-8247-1948-4, New York, 1198 p.
- Pitman, M. G. and Läuchli, A. 2002. Global Impact of Salinity and Agricultural Ecosystems. Salinity: Environment-Plants-Molecules Published by Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands. 522 p.
- Prazak, R. 2001. Salt tolerance of *Triticum monococcum* L. T. dicoccum (Schrank) Schubl. T. durum Desf. and T. aestivum L. seedlings. *Journal of Applied Genetics*. 42(3); 289-292.
- Promila, K. and Kumar, S. 2000. *Vigna radiata* seed germination under salinity. *Biologia Plantarum*, 43 (3), 423-426.
- Reddy, M. P. and Iyengar, E. R. R. 1999. Crop Responses to Salt Stress: Seawater Application and Prospects, Handbook of Plant Crop Stress, ISBN 0-8247-1948-4, New York, 1198p.
- Saboora, A., Kiarostami, K., Behroozbayati, F. and Hajhashemi, S. 2006. Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9(11): 2009-2021.
- Sadeghian, S. Y. and Yavari, N. 2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190: 138-144.
- Shah, S. H. 2007. effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application. *General and Applied Plant Physiology*. 33 (1-2), 97-106.
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A. and Zhao, C. X. 2008. Water-deficit Stress-induced Anatomical Changes in Higher Plants, *Comptes Rendus Biologies*, 331(3), 215-225.
- Sharma, A. D., Thakur, M., Rana, M. and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphate activities in sorghum bicolor (L.) Moench seeds. *African Journal of Biotechnology*, 3(6), 308- 312.
- Singh, B. G. 1995. Effect of hydration-dehydration seed treatments on vigour and yield of sunflower. *Indian Journal of Plant Physiology*, 38: 66-68.
- Soeda, Y., Konings, M. C. J. M., Vorst, O., van Houwelingen, A. M. M. L., Stoopen, G. M., Maliepaard, C. A., Kodde, J., Bino, R. J., Groot, S. P. C. and van der Geest, A. H. M. 2005. Gene expression programs during *Brassica oleracea* seed maturation, osmopriming, and germination are indicators of progression of the germination process and the stress tolerance level. *Plant Physiology*. 137, 354-368.
- Söğüt, Z. ve Küçük, R., 1998. Süs Bitkileri Yetiştiriciliğinde Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı. I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 6-9 Ekim Yalova, 369-375.

- Sultana, N., Ikeda, T. and Kashem, M. A. 2000. Amelioration of NaCl stress by gibberellic acid in wheat seedling. *Bulletin of Faculty of Agriculture, Niigata University*, 52(2); 71-76.
- Şenay, A., Kaya, M. D., Atak, M. ve Çiftçi, C. Y. 2005. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 14(1-2) 50-55.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. Plant Physiology. 2nd Edition. Sinauer Associates Inc. Publisher, Sunderland, Massachusetts.
- Thimmaiah, S. K. 2002. Effect of salinity on biochemical composition of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds. *Indian Journal of Agricultural Biochemistry* 15(1/2):13-15.
- Tıprıdamaz, R. and Gömürgen, A. N. 2000. The effects of temperature and gibberellic acid on germination of *eranthis hyemalis* (L.) Salisb. seeds. *Turkish Journal of Botany*, 24, 143–145.
- Tiryaki, I. 1998. Genetic studies on sorghum germination and seedling tolerance to low temperatures. University of Nebraska, Lincoln, 174 p.
- Tuna, A. L., Kaya, C., Dikilitas, M. and Higgs, D. 2007. The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany* 62, 1–9
- Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N. and Taban, S. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant, *African Journal of Agricultural Research*, 5(7), 584-588.
- Tuteja, N. 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants, *Methods in Enzymology*, 428, 419-438.
- Ulukapı, K., Demiral, S., Onus, A. N. ve Ülger, S. 2008. Bazı *origanum* türlerinde dışarıdan ga3 uygulamalarının in vivo ve in vitro koşullarda çimlenme üzerine etkilerinin araştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 123–129.
- 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.
- Wang, Y., Li, K. and Li, X. 2009. Auxin redistribution modulates plastic development of root system architecture under salt stress in *arabidopsis thaliana*, *Journal of Plant Physiology*, 166, 1637-1645.
- Yakıt, S. ve Tuna, A. L. 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg, ve K'nın Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 59-67.
- Yamaguchi, S. and Kamiya, Y. 2002. Gibberalins and lightstimulated seed germination. *Journal of Plant Growth Regulation*, 20:369-376.

- Yasseen, B. T., Jurjee, J. A. and Sofajy, S. A. 1987. Changes in some growth processes induced by NaCl in individual leaves of two barley cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology*. 30, 1–6.
- Yıldız, S., Karagöz, P. F. ve Dursun, A. 2017. giberellik asit ön uygulamasına tabi tutulmuş hüsnüyusuf (*Dianthus Barbatus L.*) tohumlarının tuz stresinde çimlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48 (1): 1-7.
- Yılmaz, E., Tuna, M. ve Bürün, B. 2011. Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7. 1 47–66.
- Yurtseven, E., Öztürk, H. S., Demir, K. ve Kasım, M. U. 2001. Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7:3:1-8 .
- Zhang, Y. 2003. Study on the effect of soaking peach rootstock seeds before stratification with GA on seed germination. *Horticultural Science Abstracts*, 73(2), 1092.
- Zogar, D. and Hopf, M. 2000. Domestication of Plants in the World. Third Ed. Oxford Uni. Pres, p.89.

ÖZGEÇMİŞ

CEBRAİL YILDIRIM
cebrail6004@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2016-2019	Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2012-2016	Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Stajyer Mühendisi	
2017 (4 ay)	Enza Zaden
Staj	
2015 (3 ay)	Tera Group

ESERLER

Çakmakçı S., Yıldırım G. H., Yıldırım C. (2018). Tohum Kaplama Yöntemleri ve Kaplamada Kullanılan Materyaller. Tarımın Sesi, 41, 64-67, Antalya.