

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI OTLAK AYRIĞI (*Agropyron cristatum*) GENOTİPLERİNDE  
TUZLULUĞUN ÇİMLENMEYE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Durmuş GÖKÇEBAY

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2024

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### BAZI OTLAK AYRIĞI (*Agropyron cristatum*) GENOTİPLERİNDE TUZLULUĞUN ÇİMLENMEYE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Durmuş GÖKÇEBAY

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hayrettin KENDİR

Bitkilerde çimlenme oranı, çimlenme hızı, vegetatif ve generatif gelişim gibi süreçler üzerinde olumsuz etkiler yaratan tuzluluk, birçok kültür bitkisinin üretim aşamasında ciddi engeller teşkil etmektedir. Bu olumsuz etkilerin tuzluluk kaynaklı olduğunu belirlemek ve tuz oranı yüksek sulama suyu ile tuzlu toprak koşullarındaki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışma, Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotipinde tuz yoğunluklarının çimlenme özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek üzere laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Tuzlu ortamlarda çimlenme testleri ve dayanıklılık ölçümleri, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 24°C sabit sıcaklıkta çimlenme ve büyütme kabiniinde yapılmıştır. Bu çalışmada, tuz yoğunlukları 0, 5, 10 ve 20 dS/m olarak belirlenmiş ve bu yoğunluklardaki petri kaplarında çimlenen tohumlardan çıkan fidelerde sürgün boyu, sürgün kuru ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı ve kökçük kuru ağırlığı, çimlenme hızı ve oranı, sürgün yaş ağırlığı ve kökçük boyu gibi parametreler karşılaştırılmıştır.

**Ağustos 2024, 36 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Otlak ayrığı, tuzluluk, *Agropyron cristatum*, yem bitkileri, mera ıslahı, ayırık, hayvancılık

## ABSTRACT

Master Thesis

### DETERMINATION OF SALINITY EFFECTS ON GERMINATION OF SOME CRESTED WHEATGRASS (*Agropyron cristatum*) GENOTYPES

Durmuş GÖKÇEBAY

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Hayrettin KENDİR

Salinity, which creates negative effects on processes such as germination rate, germination rate, vegetative and generative development in plants, poses serious obstacles in the production phase of many cultivated plants. This study, which was conducted to determine that these negative effects are caused by salinity and to determine the effects of high-salt irrigation water and saline soil conditions, was carried out in a laboratory environment to examine the effects of salt concentrations on germination characteristics in the Grassland Cleaver (*Agropyron cristatum*) genotype. Germination tests and durability measurements in saline environments were carried out in a germination and growth cabinet at a constant temperature of 24°C, according to a randomized plot trial design. In this study, salt concentrations were determined as 0, 5, 10 and 20 dS/m and parameters such as shoot length, shoot dry weight, rootlet fresh weight and rootlet dry weight, germination speed and rate, shoot fresh weight and rootlet length were compared in seedlings that emerged from seeds germinated in petri dishes at these concentrations.

**August 2024, 36 pages**

**Key Words:** Pasture wheat, salinity, forage crops, *Agropyron cristatum*, pasture improvement, wheat, animal husbandry

## TEŐEKKÖR

Yapmıő olduğum alıőma sÖresince, tezin derlenmesi ve yazılması aşamasında desteklerini esirgemeyen Danışman hocam Prof. Dr. Hayrettin KENDİR'e, değerli hocam Prof. Dr. Cengiz SANCAK'a, yÖksek lisans sınıf arkadaőım Behi Barbaros ATMAN'a, meslektaőım Aykut GEREN'e ve her zaman yanımda olan eőime ve çocuklarıma teőekkÖr ederim.

Durmuş GÖKÇEBAY  
Ankara, Ağustos 2024

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAYI</b>	
<b>ETİK</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Materyal</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Yöntem</b> .....	<b>8</b>
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>10</b>
<b>4.1 Çimlenme Hızı</b> .....	<b>10</b>
<b>4.2 Çimlenme Oranı</b> .....	<b>12</b>
<b>4.3 Sürgün Boyu</b> .....	<b>13</b>
<b>4.4 Kökçük Boyu</b> .....	<b>15</b>
<b>4.5 Kökçük Boyunun Sürgün Boyuna Oranı</b> .....	<b>17</b>
<b>4.6 Sürgün Yaş Ağırlığı</b> .....	<b>19</b>
<b>4.7 Kökçük Yaş Ağırlığı</b> .....	<b>21</b>
<b>4.8 Sürgün Kuru Ağırlığı</b> .....	<b>22</b>
<b>4.9 Kökçük Kuru Ağırlığı</b> .....	<b>24</b>
<b>4.10 Kökçük Kuru Ağırlığının Sürgün Kuru Ağırlığına Oranı</b> .....	<b>26</b>
<b>4.11 Toplam Yaş Ağırlığı</b> .....	<b>27</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1 Tartışma</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2 Sonuç ve öneriler</b> .....	<b>33</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>34</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>36</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

Vary. Kay	Varyans kaynağı
Serbs. Drc.	Serbestlik derecesi
Kareler Top.	Kareler toplamı
Kareler Ort.	Kareler Ortalaması
EC	Elektriksel İletkenlik
dS/m	Decisiemens/m
mm	Milimetre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1	Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin çimlenme hızına etkisi .....	11
Şekil 4.2	Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin çimlenme oranına etkisi .....	13
Şekil 4.3	Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisi .....	15
Şekil 4.4	Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisi .....	17
Şekil 4.5	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalamaları .....	19
Şekil 4.6	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığı üzerine etkisi .....	20
Şekil. 4.7	Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kök yaş ağırlığı üzerine tesiri.....	22
Şekil 4.8	Farklı tuz yoğunluklarında bazı Otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün kuru ağırlığı üzerine etkisi .....	24
Şekil. 4.9	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı üzerine etkisi .....	25
Şekil. 4.10	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük kuru/ sürgün kuru oranına etkisi .....	27
Şekil 4.11	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin toplam yaş ağırlığına etkisi.....	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin çimlenme hızına ilişkin varyans analiz tablosu.....	10
Çizelge 4.2	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerin çimlenme hızı tesirine ilişkin ortalama değerler (%) .....	11
Çizelge 4.3	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analizi tablosu .....	12
Çizelge 4.4	Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin çimlenme oranına tesiri (%).....	13
Çizelge 4.5	Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisine ilişkin varyans analizi .....	14
Çizelge 4.6	Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün boyu üzerine tesiri (mm).....	15
Çizelge 4.7	Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük boyuna etkisine ilişkin varyans analizi.....	16
Çizelge 4.8	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük boyu üzerine tesiri (mm) .....	17
Çizelge 4.9	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerine etkisi (mm) .....	18
Çizelge 4.10	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalamaları .....	18
Çizelge 4.11	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi .....	19
Çizelge 4.12	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığı üzerine tesiri (mg) .....	20
Çizelge. 4.13	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük ağırlığına etkisine ilişkin varyans analizi.....	21
Çizelge 4.14	Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük yaş ağırlığına tesiri (mg) .....	22
Çizelge 4.15	Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgün kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu .....	23
Çizelge. 4.16	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin sürgünlerin kuru ağırlığı üzerine tesiri (mg).....	23
Çizelge. 4.17	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi .....	24
Çizelge 4.18	Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığına tesiri (mg) .....	25



Çizelge. 4.19	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin Kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlıkları oranı ilişkin varyans analizi tablosu .....	26
Çizelge 4.20	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlıkları oranı.....	27
Çizelge 4.21	Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin toplam yaş ağırlığına tesiri .....	28
Çizelge 4.22	Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı ( <i>Agropyron cristatum</i> ) genotiplerinin toplam yaş ağırlığının üzerine etkisi (mg) .....	28

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde ve ülkemizde değişen iklim parametreleri, sürdürülebilir, çevre dostu tarımsal ve hayvansal üretimi giderek daha önemli hale getirmiştir. Gıda güvenliği ve gıda arzı gibi hayati ihtiyaçların karşılanmasında, tarımsal ve hayvansal üretim arasında bir köprü görevi gören yem bitkileri, bu zincirin en kritik halkalarından biridir. Yem bitkileri, tarımsal ve hayvansal üretimin gıda ile olan ilişkisini güçlendirmekte ve hayvancılıkta kullanılan girdilerin yaklaşık %70'ini oluşturarak toprağın korunmasına, organik azotun doğal olarak depolanmasına ve çevreye önemli katkılar sağlamaktadır. Bu kapsamda, artan üretimlerle birlikte çevresel koşulların olumsuz etkileri de dikkat çekmektedir. Bitkilerde olumsuz etkilerden biri olan tuzluluk, genellikle çimlenmeyi azaltır veya geciktirir, bitki boyunun ksalmasına neden olur ve genel olarak bitki gelişimini olumsuz etkiler. Tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlar, bitki yetiştiriciliğinde bazı sınırlamalara neden olmaktadır.

Tuzluluk, tarım toprakları için ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma gibi faktörler tuzluluğun başlıca nedenleridir. Ayrıca, hatalı sulama yöntemleri de özellikle drenajın yetersiz olduğu bölgelerde tuzluluk sorununu artırabilmektedir. Dünyadaki kara yüzeyinin yaklaşık %6'sında tuzluluk görülürken, sulanan arazilerin tahmini %20'sinde sulama kaynaklı ikincil tuzlanma etkili olmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2005; Scasta ve ark., 2012; Rasool ve ark., 2013). Her yıl 10 milyon hektar arazi, tuzluluk sorunu nedeniyle kullanılamaz hale gelmektedir (Akgül, 2003). Günümüzde dünya genelinde 800 milyon hektar alan tuzluluktan etkilenmiş durumdayken, 2050 yılına kadar tarım arazilerinin %50'sinde tuzluluk sorunu yaşanacağı öngörülmektedir. Küresel ölçekte tuzlanma nedeniyle her yıl 11-12 milyar dolar gelir kaybı meydana gelmektedir (Shabala ve Cuin, 2012; Tiryaki, 2018; Hernández, 2019).

Türkiye'de ise toprakların yaklaşık %2'sinde, tarım yapılan arazilerin %5.48'inde tuzluluk sorunu bulunmaktadır (Temel ve Şimşek, 2011). Ülke genelinde 1.1 milyon hektar tuzlu, 390 bin hektar tuzlu-alkali ve 10 bin hektar alkali özellikte olan toplam 1.5 milyon hektar çorak arazi mevcuttur. Bu alanın 837.405 hektarı ise işlemeli tarıma uygun

arazilerdir (Akış ve ark., 2005). Türkiye'de, mevcut alanlara ek olarak, her yıl yanlış sulama yöntemlerinin uygulandığı ve yeterli drenaj tedbirlerinin alınmadığı sulak tarım arazilerinde önemli miktarda toprak verimsizleşmekte ve kullanılmaz hale gelmektedir (Dinç ve ark., 1999).

Yağışın az olduğu İç Anadolu bölgesinin kıraç topraklarında drenaj sorunları yaşanmakta ve bu topraklarda bitki yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli etkenler arasında alkalilik ve tuzluluk bulunmaktadır (Özcan, 2000). Kurak iklimlerde tuzluluk, tohumların çimlenmesini ve bitki popülasyonunu olumsuz yönde etkileyen başlıca çevresel faktörlerden biridir (Demir ve ark., 2003). Tuzlu ortamlar, toprak alt katmanlarında ve diğer katmanlarında suda çözünebilir tuzun (NaCl) birikmesiyle tanımlanır ve bu durum bazı bitkilerin büyüme ve gelişme eğilimlerini genotip özellikleri ve çevresel faktörlerle etkileyebilir (Sönmez, 1994). Tuz stresi, bitkinin tuza tolerans mekanizmasına bağlı olarak bitki büyümesini engelleyebilir, kloroz ve nekroz lekelerinin oluşmasına neden olabilir, verim ve kaliteyi düşürebilir ve hatta bitkinin ani ölümüne yol açabilir (Hasegawa vd., 1986).

Artan tuz yoğunluklarına karşı bitkilerin verdiği tepkiler, çimlenme potansiyelleri açısından önemli bir değerlendirme kriteridir. Bitkilerin tuz zararına maruz kalma durumu genetik faktörler tarafından kontrol edilebilir. Bir bitkinin yüksek tuz konsantrasyonu bulunan bir ortamda büyüme ve gelişimini sürdürebilme yeteneği 'tuza tolerans' olarak adlandırılır ve bitkilerde tuza tolerans farklı şekillerde ortaya çıkabilir (Ashraf, 1994).

İç Anadolu Bölgesi'nde yem bitkisi yetiştiriciliği, bölgenin kurak iklim koşulları ve sulama suyu kalitesindeki tuzluluk sorunları nedeniyle önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Toprak tuzluluğu, bitkilerin su ve besin maddelerini almasını engelleyerek verim kaybına yol açmaktadır (Kara ve arkadaşları, 2020). Bu nedenle, tuz toleransı yüksek yem bitkilerinin seçimi ve uygun agronomik uygulamalar büyük önem taşımaktadır. Örneğin, uygun toprak yönetimi ve sulama tekniklerinin kullanılması, tuz birikiminin önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Ayrıca, organik madde ile toprak iyileştirme ve düzenli toprak analizi gibi yöntemler, tuzluluğun olumsuz etkilerini

minimize etmek için uygulanabilir (Yılmaz ve Aydın, 2021). Bu stratejiler sayesinde, İç Anadolu Bölgesi'nde yem bitkisi yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği artırabilir.

Ülkemizde ve dünyada hayvancılığın önemi ve tarımsal üretim ile hayvansal üretim arasında köprü görevi gören yem bitkilerinin önemi göz önünde bulundurulduğunda, yem bitkileri ve mera ıslahı konusunda kullanılan, hayvansal üretimde maliyetleri düşüren ve farklı yoğunluklarda tuzluluk durumlarını araştırdığımız Otlak Ayrığı'nın (*Agropyron cristatum*) tarımsal özellikleri şu şekilde özetlenebilir.

Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*), buğdaygiller (Poaceae) familyasından çok yıllık bir bitki türüdür ve genellikle yem bitkisi olarak kullanılmaktadır. Dik büyüyen (Erect) gövde yapısına sahiptir. Dar ve uzun yaprakları olup, yaprak yüzeyi genellikle tüsüzdür. Çiçekler başak şeklinde olup, başakçıklar birbirine oldukça yakın dizilmiştir. Çok yıllık, soğuk iklim bitkisi olup, derin ve yaygın kök sistemi sayesinde kuraklığa dayanıklıdır. Hem hayvancılıkta hem de toprak koruma çalışmalarında geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*), yaygın olarak kullanılan ve yüksek adaptasyon yeteneğiyle bilinen bir yem bitkisidir. Bu bitki, kurak ve yarı kurak bölgelerde mükemmel bir şekilde gelişebilme yeteneği ile öne çıkar. Otlak ayrığı, düşük kaliteli topraklarda bile verimli bir şekilde yetişebilir ve bu nedenle su kaynaklarının sınırlı olduğu İç Anadolu Bölgesi gibi yerlerde önemli bir yem bitkisi olarak değerlendirilir (Tuna ve ark., 2017). Ayrıca, toprak yapısını iyileştirici etkisi ve erozyonu önleyici özellikleri nedeniyle de tarım alanlarında tercih edilen bir bitkidir (Çelik ve Yıldırım, 2020).

Otlak ayrığının bir diğer önemli özelliği, otlatmaya dayanıklı olması ve hızlı bir şekilde toparlanabilmesidir. Bu özellik, meraların sürdürülebilir yönetimi için kritik bir rol oynamaktadır. Hayvanların otlatmasından sonra hızla yeniden büyüebilmesi, sürekli bir yem kaynağı sağlamada büyük avantaj sağlar (Kaya ve Aksu, 2018). Ayrıca, otlak ayrığı yüksek besin değeri ve sindirilebilirliği ile hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Yapısındaki protein ve mineral içerikleri, hayvanların sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan besin maddelerini sağlar (Tuna ve ark., 2017).

Bu bitki ayrıca biyolojik çeşitliliği destekler ve tarım ekosistemlerinde dengeyi sağlar. Otlak ayrığı, diğer bitkilerle rekabet edebilme yeteneği sayesinde çeşitli bitki türlerinin bir arada bulunmasına olanak tanımakta ve böylece biyolojik çeşitliliği artırmaktadır. Ayrıca, toprağın su tutma kapasitesini artırıp yapısal olarak stabil hale getirerek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar (Çelik ve Yıldırım, 2020).

Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*), birkaç farklı tür ve alt tür içeren geniş bir bitki grubudur. Bu türler genetik ve morfolojik farklılıklar gösterebilir, bu nedenle belirli ekolojik ve tarımsal koşullara daha iyi uyum sağlayabilirler. Otlak Ayrığı türleri, farklı çevresel koşullara ve tarımsal ihtiyaçlara göre çeşitli adaptasyon yetenekleri sunar. Bu alt türler, farklı ekolojik koşullara uyum sağlamış ve genetik çeşitlilik göstermiştir. Örneğin, *Agropyron cristatum* subsp. *pectinatum* daha kurak ve yarı kurak alanlarda yaygın olarak bulunan bir alt türdür. Bu alt tür, düşük su gereksinimi ve yüksek tuz toleransı ile bilinir ve bu nedenle İç Anadolu gibi su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde başarılı bir şekilde yetiştirilebilir (Tuna ve ark., 2017).

Bir diğer önemli alt tür ise *Agropyron cristatum* subsp. *desertorum*'dur. Bu alt tür, daha serin ve nemli iklim koşullarına uyum sağlamıştır ve özellikle yüksek rakımlı bölgelerde yaygındır. Bu alt türün kök sistemi, toprağın derinliklerine inerek su ve besin maddelerini etkin bir şekilde almasını sağlar, bu da bitkinin zorlu koşullarda bile büyümesini mümkün kılmaktadır (Kaya ve Aksu, 2018). *Agropyron cristatum* subsp. *desertorum*, aynı zamanda yüksek yem kalitesi ve besin değeri ile hayvan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

*Agropyron cristatum* türleri arasında genetik varyasyon, bu bitkinin çeşitli çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığını artırır ve tarım uygulamaları açısından esneklik sağlar. Bu türlerin farklı ekolojik koşullara uyum sağlama yetenekleri, biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğine önemli katkılarda bulunur (Çelik ve Yıldırım, 2020). Bu çeşitlilik, aynı zamanda farklı iklim ve toprak koşullarına sahip bölgelerde otlak ayrığının başarıyla yetiştirilmesine olanak tanımakta ve böylece yem bitkisi üretiminde verimlilik ve kalite artışı sağlamaktadır.

Ülkemizde hayvansal üretimdeki girdi maliyetleri ile yem bitkilerinin tarımsal üretimi arasındaki ilişki, iklim değişikliği, kuraklık ve düzensiz yağış rejimi gibi faktörlerle şekillenmektedir. Bu bağlamda, hayvan otlatma ihtiyacı ve bu ihtiyacın iklim değişikliği koşullarına dayanıklı otlak ayrığının tuzluluğa olan toleransı üzerindeki araştırmalar önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar, farklı tuz konsantrasyonlarına sahip bölgelerde bu bitkinin nasıl tepki verdiğini anlamamıza ve alternatif çözümler geliştirmemize katkı sağlayacak şekildedir. Bu çalışmada, tuz yoğunluklarının arttığı durumlarda tuza tolerans gösteren bitkilerin tohumlarının çimlenme potansiyelleri değerlendirmekte ve bu faktörlerin bitkiler üzerindeki etkileri incelemektedir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

Tuzluluk, bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinde önemli derecede olumsuz etkiler yaratır. Toprakta biriken tuz, bitkilerin kök bölgelerinde yüksek iyon konsantrasyonlarına neden olarak su ve besin maddelerinin alımını zorlaştırır. Bu durum, bitkilerin ozmotik stres yaşamalarına ve hücre zarlarının tahrip olmasına yol açar (Kaya ve Aksu, 2019). Sonuç olarak, bitkilerde büyüme geriliği, yaprak yanıklığı ve verim kaybı gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır (Demir ve Yıldırım, 2018).

Tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde iyon dengesizliği, su kaybı ve metabolik bozukluklar yaygındır. Bitkiler, tuzluluk stresine karşı çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirirler. Bu mekanizmalar arasında iyon homeostazisi, osmotik düzenleme ve antioksidan savunma sistemleri bulunmaktadır (Çelik ve Şahin, 2020). Özellikle iyon homeostazisi, bitkilerin hücre içinde tuz konsantrasyonunu düzenlemelerine ve toksik iyonların birikimini önlemelerine yardımcı olmaktadır (Güneş ve ark., 2017).

Tuzluluk stresine karşı dayanıklılığı artırmak için bitkilerin genetik yapısında yapılan ıslah çalışmaları büyük önem taşır. Tuza dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini artırmak için etkili bir stratejidir (Yılmaz ve Aydın, 2020). Ayrıca, toprak iyileştirme yöntemleri ve modern sulama teknikleri de tuzluluğun bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada önemli rol oynar. Örneğin, organik madde eklenmesi, toprak yapısını iyileştirerek tuz birikimini azaltabilir ve bitkilerin su alımını kolaylaştırabilir (Tuna ve Yılmaz, 2018).

Topraktaki bazı iyonlar ile yoğunluğu fazla bulunan tuzlar, bitkiler üzerinde zehirleyici etkilere neden olarak beslenme mekanizmalarını bozabildiği ve bitkiye yeterli düzeyde yararlı madde ulaşmasını engelleyebildiği bilinmektedir. Tuz yoğunluğu, çimlenme sürecinde bitkiler üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olur. Yüksek tuz konsantrasyonları, tohumların su alımını engelleyerek osmotik stres yaratır ve bu durum çimlenme hızını ve oranını düşürür (Kaya ve Aksu, 2019). Tuz, aynı zamanda iyon toksisitesine yol açarak hücre zarlarının ve protein yapıların hasar görmesine neden olur, bu da embriyonik gelişimi olumsuz etkilemektedir (Demir ve Yıldırım, 2018). Tuzlu

ortamlarda çimlenen tohumlar genellikle daha düşük büyüme oranları göstermesine ve bitkilerin erken gelişim evrelerinde zayıf ve sağlıklı fideler oluşmasına yol açabilmektedir (Çelik ve Şahin, 2020). Bu olumsuz etkiler, özellikle tuzlu topraklı tarım alanlarında verimliliği ciddi şekilde düşürmektedir (Yılmaz ve Aydın, 2020).



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

Yapılan araştırmanın tüm aşamalarının hazırlanması, uygulanması, yürütülmesi ve tamamlanması Ankara Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan tohum materyali, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü envanterinden alınan üç farklı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotipinden oluşmaktadır.

#### **3.2 Yöntem**

24 °C sabit ortam sıcaklığında yapılan çimlenme zamanı dayanıklılık testleri, tesadüf parselleri deneme deseni kullanılarak ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyde, cam petri kutularının içerisine ikişer adet kurutma kâğıdı yerleştirilmiş ve seçilen canlı tohumlardan her bir petri kabına yaklaşık 50 adet tohum eşit aralıklarla dizilmiştir. Çalışmada kullanılan solüsyonlar farklı tuz yoğunluklarına sahip olacak şekilde hazırlanmıştır: ilk değer; 0 dS/m kontrol, ikinci değer; 5 dS/m, üçüncü değer; 10 dS/m ve dördüncü değer; 20 dS/m. Her petri kabına özenle yerleştirilen 50 tohumdan sonra, deney desenine göre belirlenen yoğunluktaki solüsyonlardan 6-7 ml eklenmiştir. Daha sonra, petri kaplarının tamamı kapatılarak ve etrafı streç film ile sarılarak, buharlaşma sonucu tuz içeriğinde değişiklik olmaması sağlanmış ve böylece deney sonuçlarının doğruluğu artırılmıştır.

Toplanan ve kaydedilen veriler, tesadüfi bloklar deneme deseni kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler, MSTAT-C yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Genotipler arasındaki ortalama sonuçlarda oluşan farklılıkları tespit etmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bu yöntem, gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları tespit etmek için kullanılmış ve elde edilen sonuçların doğruluğunu artırmıştır.

Deneme alışmaları esnasında çeşitli tetkikler gerçekleştirilmiştir. Çimlenmenin durumu, beşinci gün bittiğinde kaplar açılıp en az 1 mm kkk olan tohumların çimlendiği kabul edilip akabinde sayılmıştır. Çimlenmenin oranı ise on dördüncü günden sonra en az 1 mm kkk bulunan tohumlar sayılarak belirlenmiştir. Toplam yaş ağırlığı, hassas terazi ile llerek kapların içinden rastgele seçilen beş tohumda tespit edilmiştir. Toplam kuru ağırlık ise rastgele seçilen tohumların sürgün ve kkk kuru ağırlıkları toplanarak hesaplanmıştır. Kkk boyu, petri kaplarındaki rastgele seçilen beş fide kkĞnn milimetre cetvel ile llmesiyle kaydedilmiştir. Sürgün uzunluğu, benzer şekilde rastgele seçilen beş fidede milimetre cetvel kullanılarak llmştr. Sürgün yaş ağırlığı, rastgele seçilen beş fidenin sürgün kısmının bisturi ile kesilerek hassas terazide tartılmasıyla belirlenmiştir. Kkk yaş ağırlığı, benzer şekilde sürgün kısmı kesilerek geriye kalan kök kısmının hassas terazide tartılmasıyla kaydedilmiştir. Sürgün ağırlığı (kuru), elde edilen sürgün parçalarının 78 C'de 48 saat kurutulup desikatör içerisinde tutulması ve ardından tartılmasıyla hesaplanmıştır. Kkk ağırlığı (kuru) da benzer şekilde elde edilen kkk parçalarının kurutulup tartılmasıyla belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç farklı Otlak Ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotipinin çeşitli tuz yoğunluklarında çimlendirilmesi ve çimlenme sonrası sürgün ve kök durumlarının incelenmesi, bu incelemelerin veri analizine tabi tutulması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve bu bağlamda yapılan çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

### 4.1 Çimlenme Hızı

Bazı otlak ayırığı çeşitlerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilmesi sonucu bulunan verilere göre oluşturulmuş varyans analizi Çizelge 4.1'de belirtilmiştir. Denemede bulunan verilerin istatistiki analizi sonucunda, genotiplerin ve değişik tuz yoğunluklarının çimlenme hızına etkisi istatistiksel olarak 0,01 önemli bulunmuştur. Ancak, Genotip X Konsantrasyon etkileşimi 0,19 seviyesinde önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.1 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin çimlenme hızına ilişkin varyans analiz tablosu

Vary. Kay.	Serbs. Drc.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	233.556	116.178	6.1462**
Konsantrasyon	3	24216.000	8072.000	424.8421**
Genotip X Kons	6	180.667	30.111	1.5848
Hata	24	456.000	19.000	
Genel toplam	35	25086.222		

\*\* $p < 0.001$

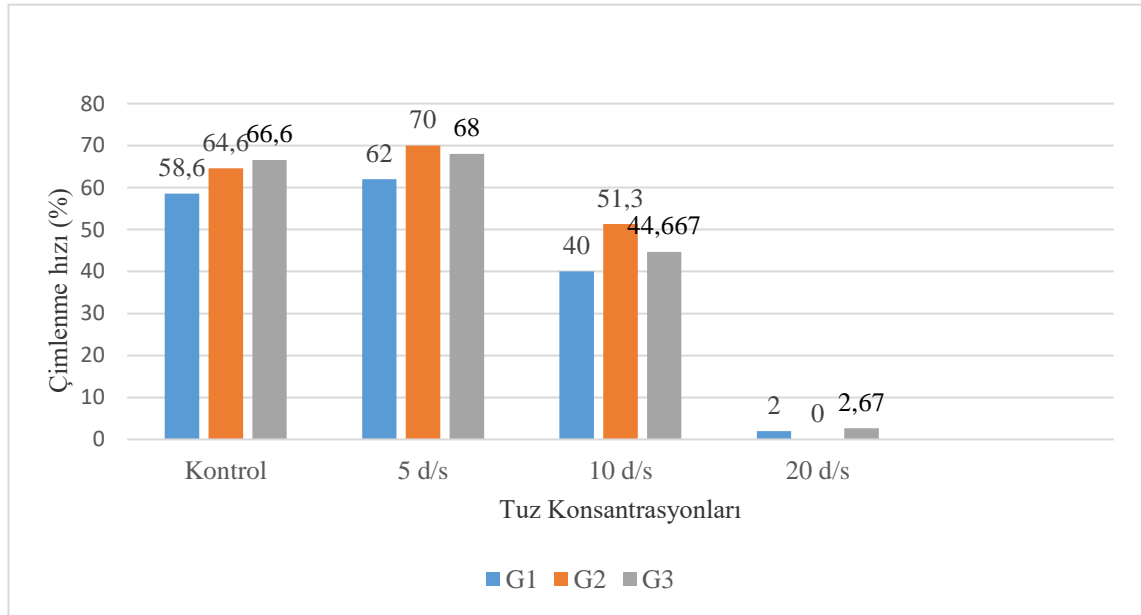
Farklı tuz yoğunlukları uygulanan otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) tohumlarından en yüksek ortalama değerler; %66,67 ile 5 dS/m yoğunluğu ve %63,3 kontrol (0 dS/m) yoğunluğu uygulamalarından bulunmuştur. En az ortalama tuz yoğunluğu ise 20 dS/m yoğunluğunda %1,56 olarak elde edilmiştir.

Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunlukları açısından çimlenme hızında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Artan tuz yoğunlukları ile çimlenme hızında azalma olmuştur. G1 genotipi %40,66, G2 genotipi %46,50 ve G3 genotipi %45,50 çimlenme hızı değeri göstermiştir. Ayrıca, G2 ve G3 genotipleri kontrol uygulamasında ve G1 genotipi 5 dS/m yoğunluğunda yüksek değerlerle aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.2 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerin çimlenme hızı tesirine ilişkin ortalama değerler (%)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	58,667	62,000	40,00	2,0	40,667B
G2	64,667	70,0	51,33	0,0	46,500A
G3	66,667	68,00	44,667	2,67	45,500A
Ort.	63,33A	66,667A	45,33B	1,556 C	44.222

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0,01$  düzeyinde fark var



Şekil 4.1 Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin çimlenme hızına etkisi

Yapılan uygulama ve sonuçları dikkate alındığında, tuz yoğunlukları arttıkça çimlenme özelliklerinin azaldığı gözlenmiş olup, bu değerler (Avcıoğlu ve diğ., 2003) ile (Kuşvuran ve ark., 2014) çalışmalarındaki bulgularla uyumlu olduğu görülmüştür.

## 4.2 Çimlenme Oranı

Yapılan varyans analizi sonucunda Çizelge 4.3'te belirtildiği üzere, otlak ayrığı tohumlarında genotiplerinin ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin çimlenme oranlarına etkisi istatistiki olarak önemsiz görülmüştür. Ancak, tuz konsantrasyonu etkileşimi 0,01 düzeyinde istatistiki olarak önemli çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.3 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analizi tablosu

Vary. Kay.	Serbs. Drc.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	13.556	6.778	0.3161
Konsantrasyon	3	39968.333	13322.778	621.2694**
Genotip X Kons	6	214.000	35.667	1.6632
Hata	24	514.667	21.444	
Genel Toplam	35	40710.556		

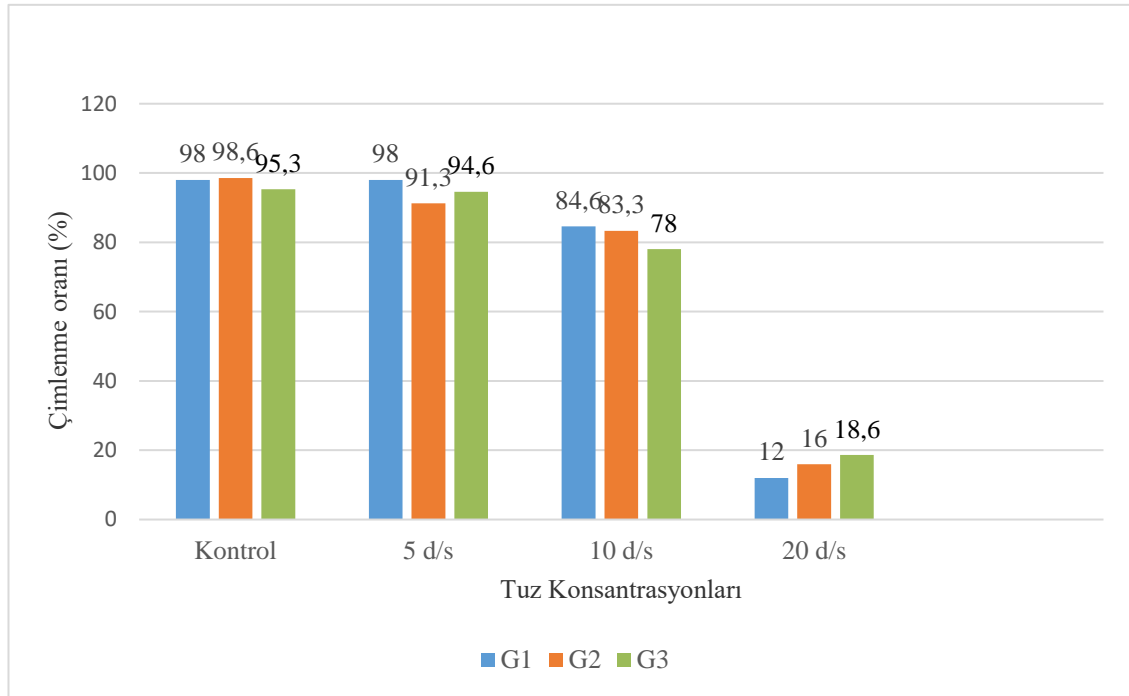
\*\*  $p < 0.01$

Alınan verilere göre, en yüksek oran %98,67 ile G2 genotipinin kontrol (0 dS/m) tuz konsantrasyonunda bulunmuştur. Ayrıca, G1 genotipi %98,0 oranıyla Kontrol ve 5 dS/m tuz konsantrasyonlarında da yüksek sonuçlar vermiştir. G1 genotipinde ise 20 dS/m yoğunluğunda uygulanan tohumlar %12,00 ile en düşük değeri göstermiştir. Test sonucunda, genotiplerin ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bütün genotiplerde 20 dS/m yoğunluğunda ise en düşük değerler gözlemlenmiştir. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının çimlenme oranına etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Artan tuz yoğunlukları ile çimlenme oranında azalma olmuştur.

Çizelge 4.4 Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin çimlenme oranına tesiri (%)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	98,0	98,0	84,66	12,00	73,16
G2	98,67	91,33	83,33	16,00	72,33
G3	95,33	94,66	78,00	18,66	71,66
Ort.	97,33A	94,66A	82,00B	15,55C	72,38

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.2 Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin çimlenme oranına etkisi

### 4.3 Sürgün Boyu

Yapılan incelemelerden elde edilen verilere göre, varyans analizi tablosu (Çizelge 4.5) sürgün boyu üzerine tuz yoğunluklarının etkisinin istatistiksel olarak 0,01 seviyesinde önemli olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, genotiplerin ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin etkileri istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5 Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisine ilişkin varyans analizi

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	488.222	244.111	2.7497
Konsantrasyon	3	32942.556	10980.852	123.6892**
Genotip X Kons	6	203.111	33.852	0.3813
Hata	24	2130.667	88.778	
Genel Toplam	35	35764.556		

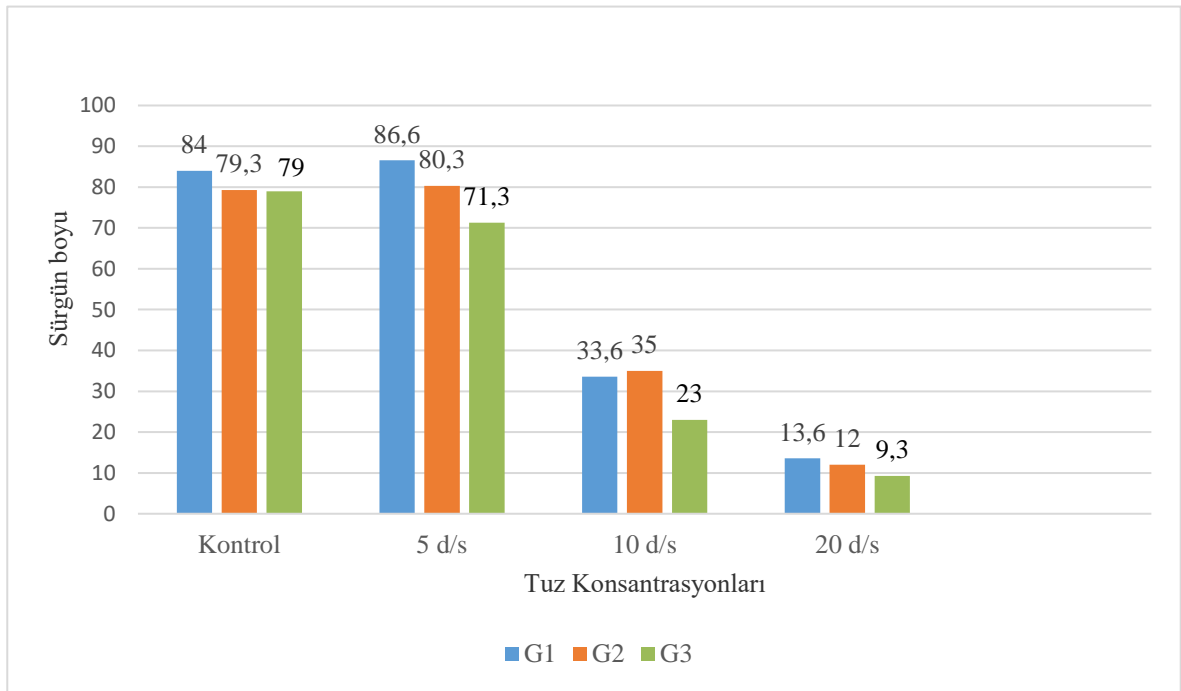
\*\* $p < 0.01$

Sürgün boyu özellikleri incelendiğinde, en yüksek değerler kontrol ve 5 dS/m yoğunluğu çalışmalarından elde edilmiştir. Otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarına maruz bırakılması sonucunda, 0 dS/m ve 5 dS/m yoğunluğunda sırasıyla 80,77 mm ve 79,44 mm sürgün boyları elde edilmiştir. Farklı tuz yoğunlukları, sürgün boylarında önemli azalmalar meydana getirdiği görülmektedir. En düşük sürgün boyu, 11,67 mm olarak 20 dS/m yoğunluğunda gözlemlenmiştir. Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen otlak ayrığı genotiplerinde, en uzun sürgün boyu G1 genotipinde, kontrol (0 dS/m) koşullarında 84,00 mm ve 5 dS/m yoğunluğunda 86,66 mm olarak ölçülmüştür. En kısa sürgün boyu ise, G3 genotipinde 20 dS/m yoğunluğunda 9,33 mm ile en düşük değeri göstermiştir. Sürgün boylarındaki fark, 20 dS/m yoğunluğundaki tuz konsantrasyonunun kontrol değeri ile kıyaslandığında yaklaşık 60-70 mm olarak görülmektedir. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının sürgün boyuna etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Artan tuz yoğunlukları ile sürgün boyunda azalma olmuştur.

Çizelge 4.6 Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün boyu üzerine tesiri (mm)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	84,00	86,66	33,66	13,66	54,50
G2	79,33	80,33	35,00	12,00	51,66
G3	79,00	71,33	23,00	9,33	45,66
Ort.	80,77A	79,44A	30,55B	11,66C	50,61

\*\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler taşıyan ortalama arasında  $p < 0.05$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.3 Farklı tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisi

#### 4.4 Kökçük Boyu

Kökçük boyu üzerine yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler sonucunda, farklı genotiplerin değişik tuz yoğunluklarında kökçük boyu üzerindeki etkisine dair varyans tablosu Çizelge 4.7'de sunulmuştur. Tuz yoğunluklarının kökçük boyu üzerindeki tesiri istatistiki olarak 0,01 düzeyde önemli görülmüştür. Ancak, genotiplerin ve genotip ile tuz



konsantrasyonu etkileşiminin kökçük boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Çizelge 4.7 Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük boyuna etkisine ilişkin varyans analizi

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	241.722	120.861	3.3676
Konsantrasyon	3	7936.972	2645.657	73.7180**
Genotip X Kons	6	204.278	34.046	0.9487
Hata	24	861.333	35.889	
Genel Toplam	35	9244.306		

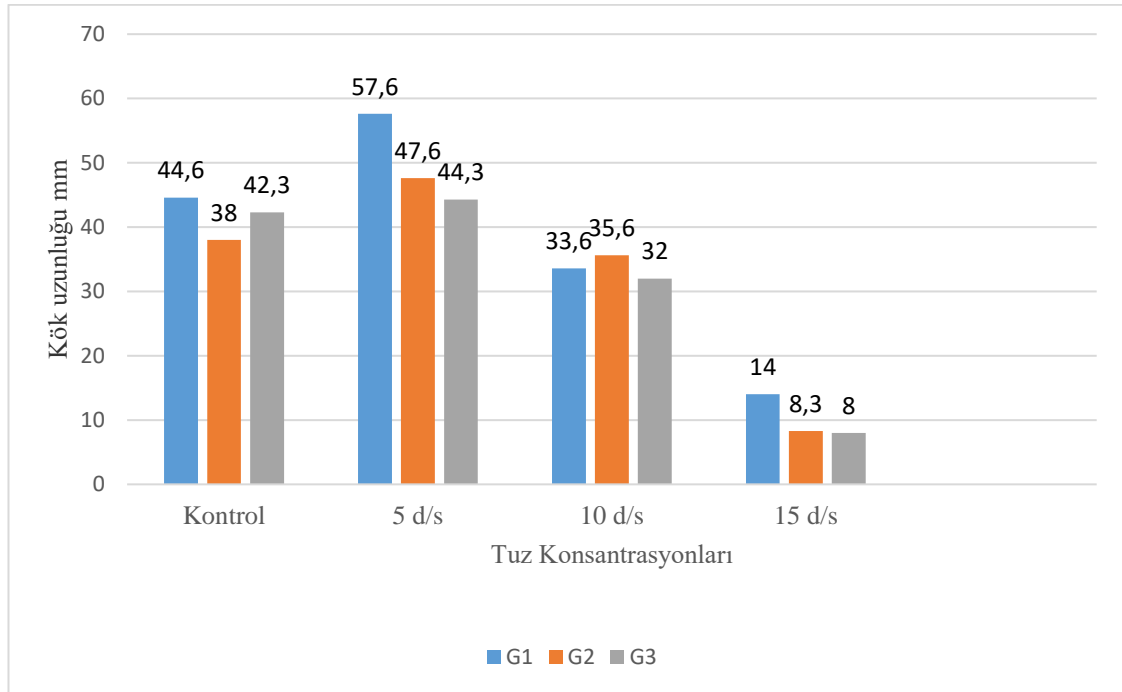
\*\*  $p < 0.01$

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinde ölçülen kökçük boyu verilerine göre, Otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinde en uzun kök boyu ortalaması kontrol ve 5 dS/m tuz yoğunluklarında sırasıyla 41.66 mm, 49.88 mm olarak bulunmuştur. Özellikle, en kısa kökçük boyu 8,0 mm ile 20 dS/m tuz yoğunluğu uygulamasında gözlenmiştir. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının kökçük boyuna etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Özellikle 20 dS/m yoğunluğunda kökçük boyunda önemli bir azalma olmuştur. Bu sonuçlar tuz yoğunluklarının artmasının kökçük boylarında gerilemeye sebep olduğu ve yüksek tuz konsantrasyonlarının kök gelişimini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Çizelge 4.8 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük boyu üzerine tesiri (mm)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	44,66	57,66	33,66	14,00	37,50
G2	38,00	47,66	35,66	8,33	32,41
G3	42,33	44,33	32,00	8,00	31,66
Ort.	41,66B	49,88A	33,77C	10,11D	33,86

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.4 Değişik tuz yoğunluklarının bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün boyu üzerine etkisi

#### 4.5 Kökçük Boyunun Sürgün Boyuna Oranı

Kökçük boyunun sürgün boyuna oranı ile ilgili yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler ışığında, değişik genotiplerin farklı tuz yoğunluklarında kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerindeki etkisi Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Tuz yoğunluklarının kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerine tesiri istatistiki olarak 0,01 düzeyde önemli

bulunmuştur. Ancak, genotiplerin ve genotip ile tuz konsantrasyonu etkileşiminin kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Çizelge 4.9 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerine etkisi (mm)

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	0.178	0.089	2.725
Konsantrasyon	3	2.286	0.762	23.2829
Genotip X	6	0.432	0.072	2.1966
Hata	24	0.785	0.033	
Genel Toplam	35	3.681		

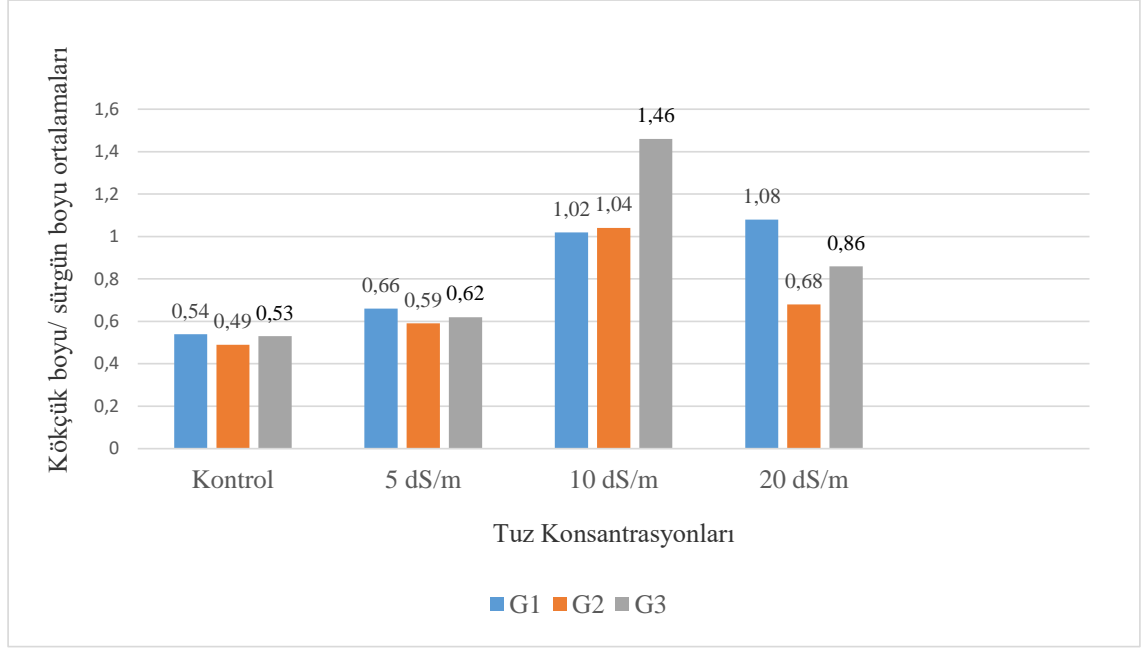
\*\* $p < 0.01$

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen otlak ayrığı genotiplerinde kökçük boyunun sürgün boyuna oranı verileri Çizelge 4.10 görülmektedir. Otlak ayrığı genotiplerinde en uzun değerler 10 dS/m tuz yoğunluklarında sırasıyla 1.02 mm, 1.04 mm ve 1.46 mm olarak ölçülmüştür. Genotiplerin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalama değerlerinde gözlenen artış, artan tuz yoğunlukları karşısında bitkinin kökçük boyunu artırarak hayatta kalmaya çalıştığını göstermektedir.

Çizelge 4.10 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalamaları

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	0,54	0,66	1,02	1,08	0,82
G2	0,49	0,59	1,04	0,68	0,70
G3	0,53	0,62	1,46	0,86	0,87
Ort.	0,52 <b>C</b>	0,62 <b>C</b>	1,17 <b>A</b>	0,87 <b>B</b>	0,80

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.5 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalamaları

#### 4.6 Sürgün Yaş Ağırlığı

Çizelge. 4.11'de belirtildiği gibi, değişik tuz yoğunluklarında çimlendirilen otlak ayrığı genotiplerinin sürgün yaş ağırlıkları üzerinde yapılan ölçümlerde genotiplerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak, tuz konsantrasyonlarının 0,01 düzeyinde ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin 0,02 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığına ilişkin varyans analizi

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	329.294	164.647	2.7944
Konsantrasyon	3	18281.612	6093.871	103.4257**
GenotipXKons	6	1067.579	177.930	3.0198**
Hata	24	1414.087	58.920	
Genel Toplam	35	21092.572		

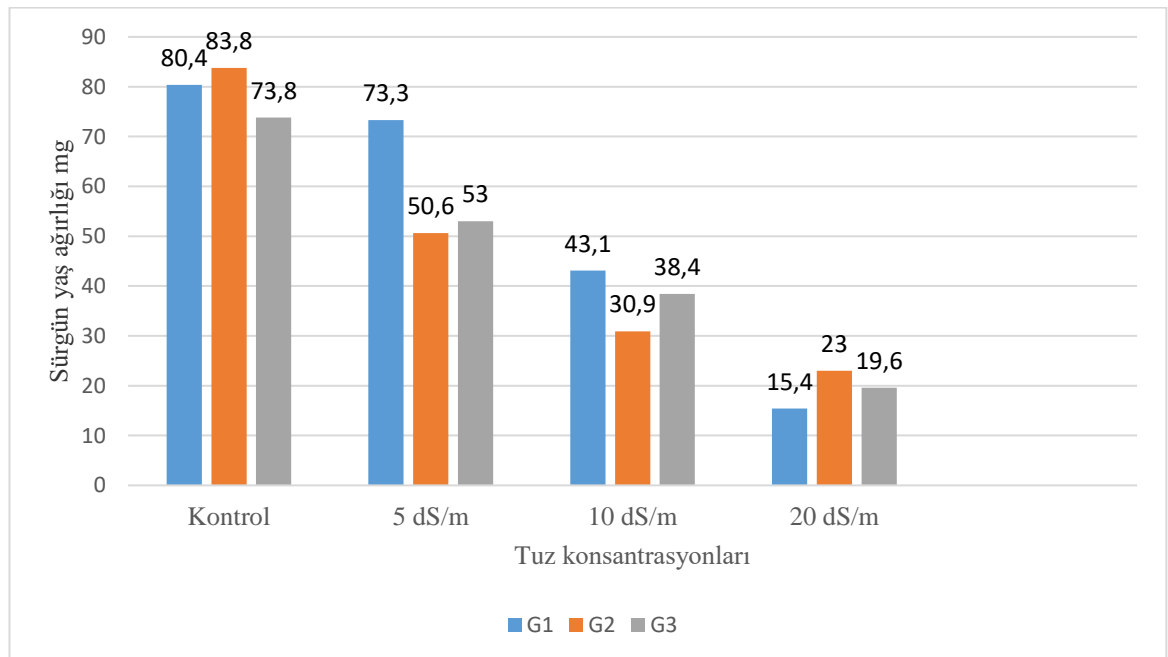
\*\* p<0.01

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen otlak ayrığı genotiplerinin sürgün yaş ağırlıkları incelendiğinde, yapılan araştırmalar ve elde edilen veriler sonucunda, en yüksek sürgün yaş ağırlıkları 0 dS/m kontrol uygulamasında G2 genotipi için 86,86 mg, G1 genotipi için ise 80,40 mg olarak kaydedilmiştir. Buna karşılık, 20 dS/m tuz yoğunluğu uygulamasında en düşük sürgün için yaş ağırlığı 15,46 mg olarak ölçülmüştür. Çalışma tuz konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte sürgün yaş ağırlıklarında önemli düşüşler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, farklı tuzluluk oranlarının genotipler arasında önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığı üzerine tesiri (mg)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	80,400A	73,333A	43,100BCD	15,46F	53,07
G2	83,86A	50,66BC	30,96DE	23,06EF	47,14
G3	73,86A	53,06B	38,46CD	19,67 EF	46,26
Ort.	79,378A	59,022B	37,51C	19,40D	48,82

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.6 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün yaş ağırlığı üzerine etkisi

Arttırılan tuz yoğunlukları sonucunda sürgünlerin yaş ağırlığının azaldığı görülmektedir. Şekil 4.6 da görüldüğü gibi 20 dS/m yoğunluğunda tuz uygulaması bütün genotipleri önemli oranda etkilemiştir.

#### 4.7 Kökçük Yaş Ağırlığı

Çizelge 4.13'te, farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı genotiplerinin kökçük yaş ağırlıklarını gösteren varyans analiz tablosu verilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda; genotipler, tuz yoğunlukları ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak 0,01 düzeyde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge. 4.13 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük ağırlığına etkisine ilişkin varyans analizi

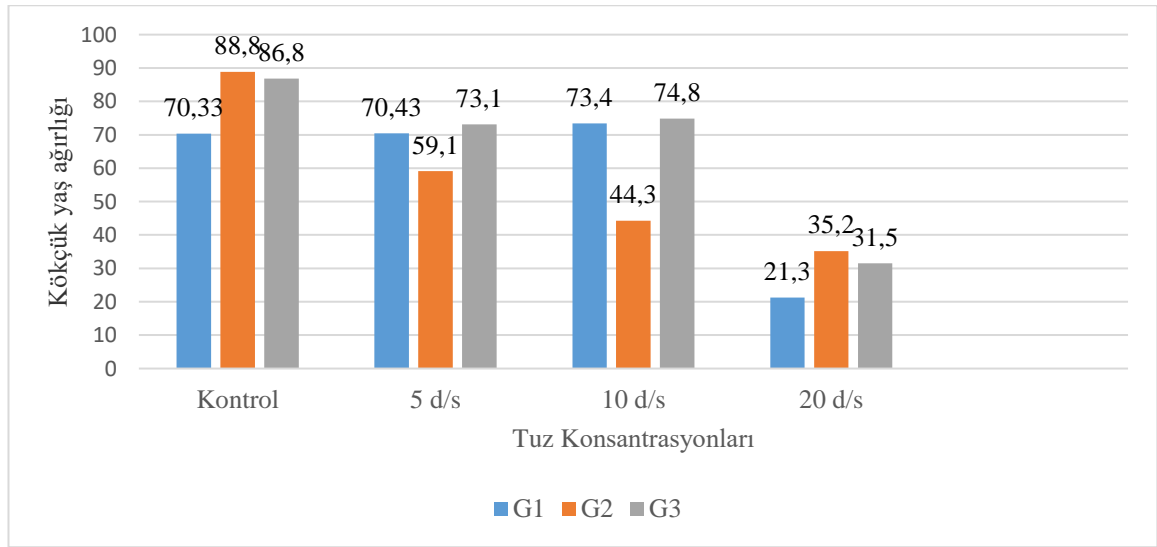
Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	629.520	314.760	5.5585**
Konsantrasyon	3	13458.498	4486.166	79.2236**
GenotipXKons	6	2408.122	401.354	7.0877**
Hata	24	1359.040	56.627	
Genel Toplam.	35	17855.181		

\*\* $p < 0.01$ . \* $p < 0.05$ .

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirme ortamına alınan otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) kök yaş ağırlıkları incelendiğinde, elde edilen sonuçlar şu şekildedir: Farklı tuz yoğunluklarında uygulanan solüsyonlar, Otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinde en yüksek kök yaş ağırlığını G2 genotipinde 88,83 mg ve G3 genotipinde 86,80 mg ile 0 dS/m kontrol çalışmalarında göstermiştir. En düşük kök yaş ağırlıkları ise G1 genotipinde 21,30 mg ile 20 dS/m yoğunluğu uygulamasında gözlenmiştir. Farklı tuz yoğunluklarına göre uygulanan solüsyonlar sonucunda ölçülen verilere göre, artan tuz konsantrasyonları kök yaş ağırlığında önemli büyüme geriliklerine yol açmıştır. Genotiplerin ortalamalarına bakıldığında, G3 genotipi tuz konsantrasyonları ortalamasında en üst seviyede yer alırken, G1 ve G2 genotiplerinin tuz yoğunlukları değer ortalamaları B grubunda yer almıştır. Genotipler, tuz yoğunlukları ve genotiplerin konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14 Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük yaş ağırlığına tesiri (mg)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	70,33 <b>CD</b>	70,43 <b>CD</b>	73,40 <b>C</b>	21,30 <b>G</b>	58,86 <b>B</b>
G2	88,83 <b>A</b>	59,10 <b>D</b>	44,33 <b>E</b>	35,20 <b>EF</b>	56,86 <b>A</b>
G3	86,80 <b>AB</b>	73,10 <b>C</b>	74,83 <b>BC</b>	31,53 <b>FG</b>	66,56 <b>A</b>
Ort.	81,98 <b>A</b>	67,54 <b>B</b>	64,18 <b>B</b>	29,34 <b>C</b>	60,77



Şekil. 4.7 Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kök yaş ağırlığı üzerine tesiri

#### 4.8 Sürgün Kuru Ağırlığı

Çizelge 4.15'te otlak ayrığı genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilmesi sonucunda ölçülen sürgün kuru ağırlıklarına ilişkin varyans analiz tablosu sunulmuştur. Uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda, sürgünlerin kuru ağırlıkları üzerine, tuz yoğunluklarının ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin etkisi 0,02 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak, genotiplerin etkisi istatistiki açıdan önemsiz olarak sonuçlanmıştır.

Çizelge 4.15 Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tablosu

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	10.669	5.335	2.7944
Konsantrasyon	3	592.324	197.441	103.4257**
Genotip X Kons	6	34.590	5.765	3.0198*
Hata	24	45.816	1.909	
Genel Toplam.	35	683.399		

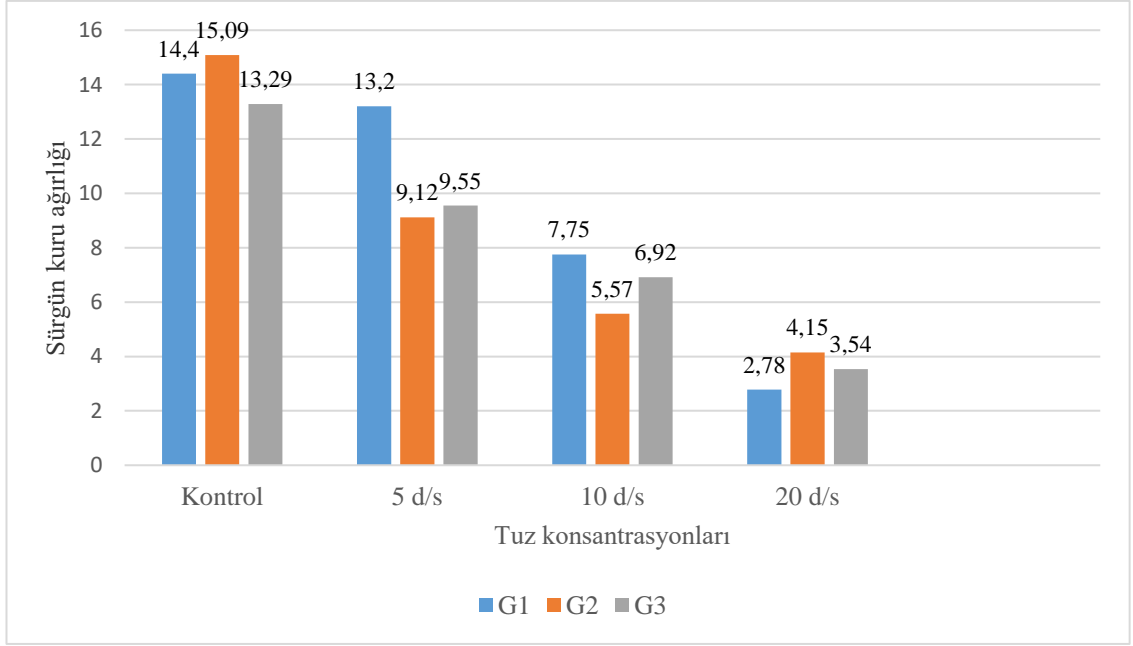
Farklı tuz yoğunlukları ile yapılan çalışmada, otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinde ölçülen sürgün kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında, en yüksek sürgün için kuru ağırlık 15,09 mg olarak G2 genotipi kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, en düşük sürgün kuru ağırlığı ise 2,78 mg ile G1 genotipinde, 20 dS/m yoğunluğu uygulamasında bulunmuştur. Artan tuz yoğunluklarının sürgün kuru ağırlığını azalttığı görülmektedir.

Çizelge. 4.16 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayırığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgünlerin kuru ağırlığı üzerine tesiri (mg)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	14,47	13,20	7,75	2,78	9,55
G2	15,09	9,12	5,57	4,15	8,48
G3	13,29	9,55	6,92	3,54	8,32
Ort.	14,28A	10,62B	6,75C	3,49D	8,79

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.





Şekil 4.8 Farklı tuz yoğunluklarında bazı Otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin sürgün kuru ağırlığı üzerine etkisi

#### 4.9 Kökçük Kuru Ağırlığı

Çizelge 4.17'de, Otlak ayrığı genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilmesi sonucunda ölçülen kökçük kuru ağırlıklarına ilişkin varyans analiz tablosu sunulmuştur. Uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleştirilen etüt sonucunda, tetkik edilen köklerin kuru ağırlığı üzerine genotiplerin, farklı tuz yoğunluklarının ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin etkisi istatistiki açıdan 0,01 düzeyde önemli görülmüştür.

Çizelge. 4.17 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	25.181	12.590	5.5585**
Konsantrasyon	3	538.340	179.447	79.2236**
Genotip X Kons	6	96.325	16.054	7.0877**
Hata	24	54.362	2.265	
Genel Toplam	35	714.207		

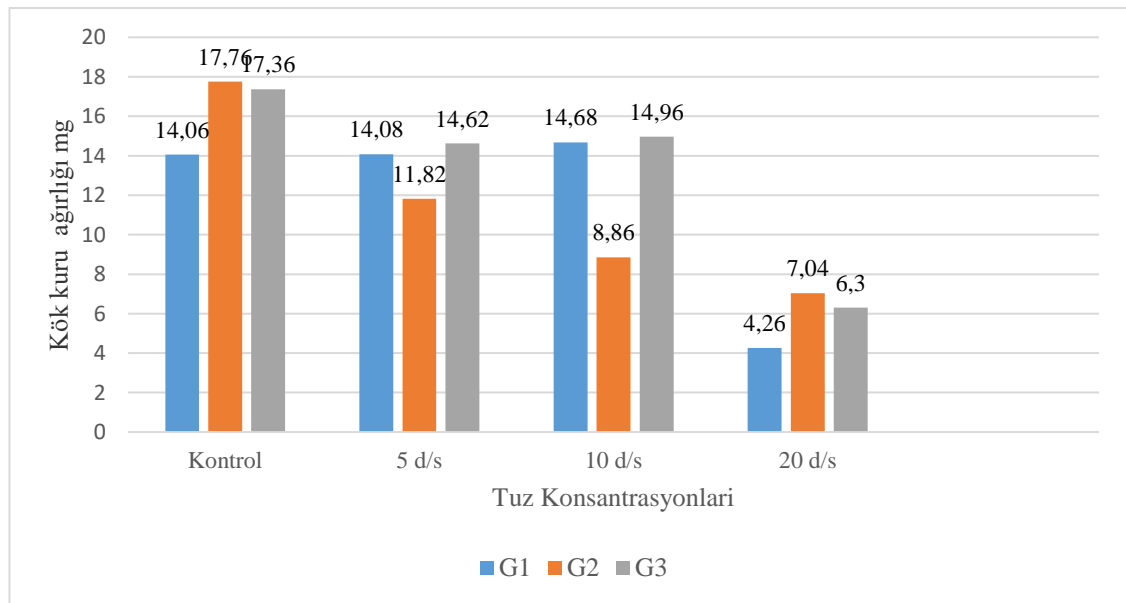
\*\* p<0.01

Farklı tuz yoğunluklarında çimlenmeye bırakılan otlak ayrığı genotiplerinde ölçülen kökçük kuru ağırlıklarına ilişkin ortalama veriler incelendiğinde, en yüksek kökçük kuru ağırlıkları G2 genotipinde 17,76 mg ve G3 genotipinde 17,36 mg ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Genotiplerin ortalamalarına bakıldığında, G3 genotipi tuz konsantrasyonları ortalamasında en üst seviyede yer alırken, G1 ve G2 genotiplerinin tuz yoğunlukları değer ortalamaları B grubunda yer almıştır. Farklı tuz yoğunluklarına göre uygulanan solüsyonlar sonucunda, artan konsantrasyonların kökçük kuru ağırlıkları azalttığı gözlemlenmiştir. Genotipler, tuz yoğunlukları ve genotiplerin konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.18 Değişik tuz yoğunluklarında bazı Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığına tesiri (mg)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	14,06CD	14,08CD	14,68C	4,26G	11,77B
G2	17,76A	11,82D	8,86E	7,04EF	11,37B
G3	17,36AB	14,62C	14,96BC	6,30FG	13,31A
Ort.	16,39A	13,50B	12,83B	5,86C	12,15

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.05$  düzeyinde fark vardır.



Şekil. 4.9 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı üzerine etkisi

#### 4.10 Kökçük Kuru Ağırlığının Sürgün Kuru Ağırlığına Oranı

Çizelge. 4.19'da değişik tuz yoğunluklarında çimlendirilmiş otlak ayrığı genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlığı oranlarına ilişkin veriler sunulmuştur. Uygulama verilerinin analizi sonucunda, kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlığı oranı üzerinde genotiplerin etkisi ve tuz yoğunluklarının tesiri 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak, Genotip X Konsantrasyon etkileşimi istatistiki açıdan önemsiz çıkmıştır.

Çizelge. 4.19 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin Kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlıkları oranı ilişkin varyans analizi tablosu

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	0.243	0.122	9.6917**
Konsantrasyon	3	0.645	0.215	17.1370**
Genotip X Kons	6	0.094	0.016	1.2472
Hata	24	0.301	0.013	
Genel Toplam	35	1.283		

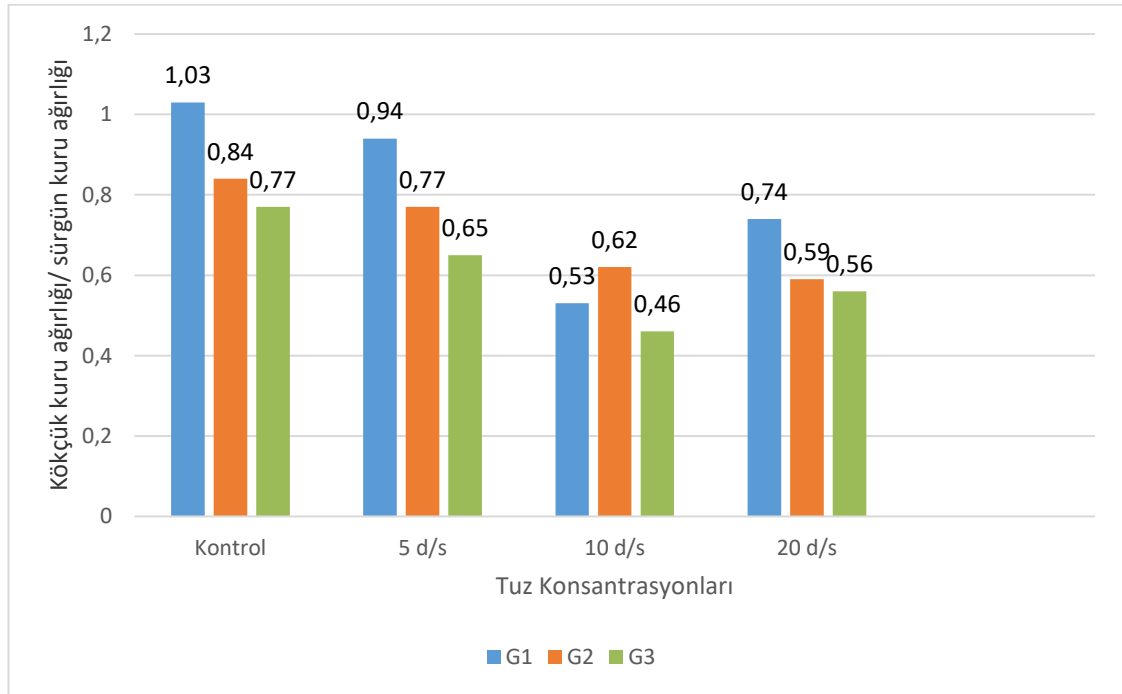
\*\* $p < 0.01$

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlığı oranları incelendiğinde, en yüksek oran 1,03 ile G1 genotipinde 0 dS/m (kontrol) uygulamasında tespit edilmiştir. Tuz (NaCl) yoğunluklarının artmasıyla kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlığı oranları 10 dS/m uygulamasında en düşük seviyelerde ölçülmüştür. Yapılan bu değerlendirme sonucunda, G1, G2 ve G3 genotiplerinin tümünde 20 dS/m yoğunluğu uygulamasında daha yüksek oranlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.20 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru ağırlığı / sürgün kuru ağırlıkları oranı

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	1,03	0,94	0,53	0,74	0,81A
G2	0,84	0,77	0,62	0,59	0,71B
G3	0,77	0,65	0,46	0,56	0,61C
Ort.	0,88A	0,79A	0,54B	0,63B	0,71

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil. 4.10 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin kökçük kuru/ sürgün kuru oranına etkisi

#### 4.11 Toplam Yaş Ağırlığı

Denemeden elde edilen verilere göre, otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarının toplam yaş ağırlığına etkileri üzerine yapılan varyans analizine ilişkin tablo, Çizelge, 4.21'de, sunulmuştur. Analizden çıkan sonuçlara göre, genotiplerin toplam yaş ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiki açıdan önemsiz görülmüştür. Ancak, tuz

yoğunluklarının ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21 Değişik tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin toplam yaş ağırlığına tesiri

Vary. Kay.	Serbs. Drc	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
Genotip	2	566,454	283,227	0,2060
Konsantrasyon	3	60601,179	20200,393	0,00
Genotip X Kons	6	5766,461	961,077	0,0008**
Hata	24	4025,447	167,727	
Genel	35	70959,541		

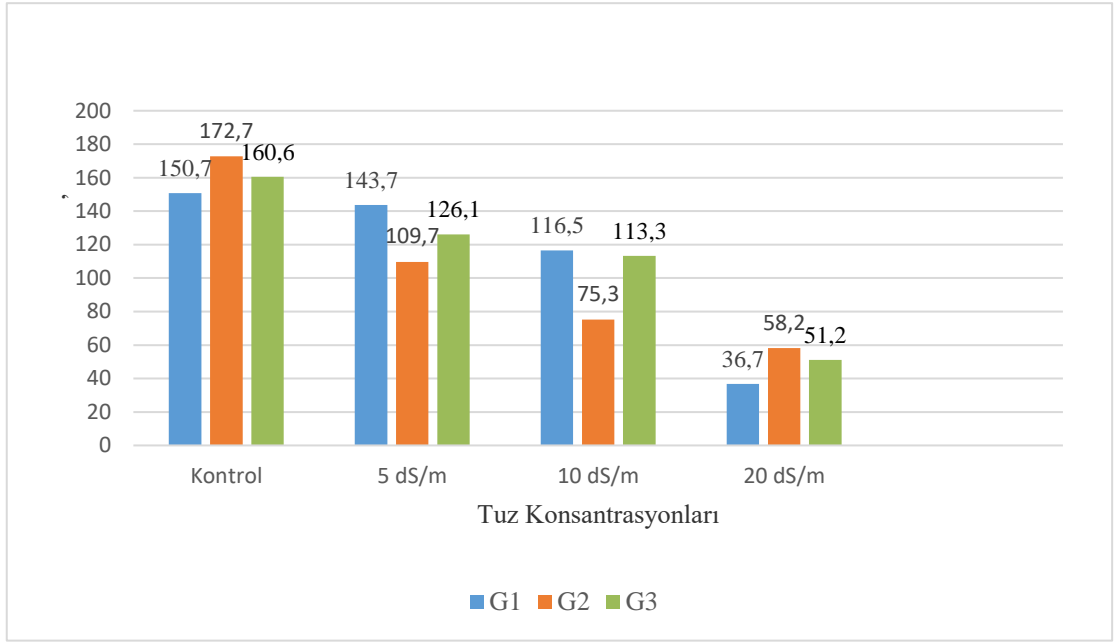
\*\* $p < 0.01$

Burada toplam yaş ağırlıklarının otlak ayrığı genotiplerinin farklı tuz yoğunluklarına verdikleri tepkiler değerlendirilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda, en yüksek toplam yaş ağırlığı G2 genotipinde 0 dS/m (kontrol) uygulamasıyla 172,70 mg olarak kaydedilirken, en düşük toplam yaş ağırlığı G1 genotipinde 20 dS/m yoğunluğu uygulamasında 36,76 mg olarak ölçülmüştür. Bu çalışmalarda, artan tuz yoğunluklarının genotiplerin toplam yaş ağırlıklarında önemli düşümlere yol açtığı sonucuna varılmıştır (Leopold ve Willing, 1984). Ayrıca farklı tuz yoğunluklarının genotiplerin seçimi açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.22 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin toplam yaş ağırlığının üzerine etkisi (mg)

Genotip	Kontrol	5 dS/m	10 dS/m	20 dS/m	Ortalama
G1	150,733B	143,767BC	116,500D	36,767F	111,942
G2	172,700A	109,767D	75,300E	58,267EF	104,008
G3	160,667AB	126,167CD	113,300D	51,200F	112,833
Ort.	161,367A	126,657B	101,700C	48,744D	109,594

\*Uygulanan Duncan testine göre aynı satır üzerinde bulunan farklı harfler bulunduran ortalama arasında  $p < 0.01$  düzeyinde fark vardır.



Şekil 4.11 Farklı tuz yoğunluklarında bazı otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*) genotiplerinin toplam yaş ağırlığına etkisi

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1 Tartışma

Tuz stresinin incelenen özellikler açısından otlak ayrığı genotipleri üzerindeki etkilerine bakıldığında, genel olarak tuz stresinin bu karakterler üzerinde belirgin etkiler oluşturduğu görülmektedir.

Bazı otlak ayrığı çeşitlerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilmesi sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda, çimlenme hızı açısından genotiplerin ve farklı tuz yoğunluklarının çimlenme hızına etkisinin istatistiksel olarak 0,01 önemli olduğu bulunmuştur. Ancak, Genotip X Konsantrasyon etkileşimi 0,19 seviyesinde önemsiz çıkmıştır. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunlukları açısından çimlenme hızında anlamlı bir fark gözlenmiştir. Artan tuz yoğunlukları ile çimlenme hızında azalma olmuştur.

Çimlenme oranı özelliklerine bakıldığında otlak ayrığı tohumlarında genotiplerinin ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin çimlenme oranlarına etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Ancak, tuz konsantrasyonu etkileşimi 0,01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Test sonucunda, genotiplerin ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bütün genotiplerde 20 dS/m yoğunluğunda ise en düşük değerler gözlemlenmiştir. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının çimlenme oranına etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Artan tuz yoğunlukları ile çimlenme oranında azalma olmuştur.

Sürgün boyu özelliklerine bakıldığında, elde edilen verilere göre sürgün boyu üzerine tuz yoğunluklarının etkisinin istatistiksel olarak 0,01 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, genotiplerin ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının sürgün boyuna etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine

yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Artan tuz yoğunlukları ile sürgün boyunda azalma olmuştur.

Kökçük boyu özelliklerine bakıldığında, yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler sonucunda, tuz yoğunluklarının kökçük boyu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak, genotiplerin ve genotip ile tuz konsantrasyonu etkileşiminin kökçük boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Tuz konsantrasyonları, kökçük boylarında önemli gerilemeye neden olmuştur. Özellikle, en kısa kökçük boyu 8,0 mm ile 20 dS/m tuz yoğunluğu uygulamasında gözlenmiştir. Otlak ayrığı genotipleri arasında farklı tuz yoğunluklarının kökçük boyuna etkisi Kontrol ve 5 dS/m yoğunluklarında birbirine yakın iken, 10 dS/m ve 20 dS/m yoğunluklarında farklı olduğu görülmektedir. Özellikle 20 dS/m yoğunluğunda kökçük boyunda önemli bir azalma olmuştur. Bu sonuçlar tuz yoğunluklarının artmasının kökçük boylarında gerilemeye sebep olduğu ve yüksek tuz konsantrasyonlarının kök gelişimini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Kökçük boyunun sürgün boyuna oranı özelliklerine bakıldığında, yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler ışığında, farklı tuz yoğunluklarının kökçük boyunun sürgün boyuna oranı üzerindeki etkisi istatistiki açıdan 0,01 düzeyde önemli bulunmuştur. Genotiplerin kökçük boyu / sürgün boyu oranı ortalama değerlerinde gözlenen artış, artan tuz yoğunlukları karşısında bitkinin kökçük boyunu artırarak hayatta kalmaya çalıştığını göstermektedir.

Sürgün yaş ağırlığı özelliklerine bakıldığında, farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen otlak ayrığı genotiplerinin sürgün yaş ağırlıkları üzerinde yapılan ölçümlerde genotiplerin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Ancak, tuz konsantrasyonlarının 0,01 düzeyinde ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin 0,02 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma, tuz konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte sürgün yaş ağırlıklarında önemli düşüşler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, farklı tuzluluk oranlarının genotipler arasında önemli olduğu görülmektedir.



Kökçük yaş ağırlığı özelliklerine bakıldığında yapılan uygulamalar sonucunda; genotipler, tuz yoğunlukları ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak 0,01 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Farklı tuz yoğunluklarına göre uygulanan solüsyonlar sonucunda ölçülen verilere göre, artan tuz konsantrasyonları kök yaş ağırlığında önemli büyüme geriliklerine yol açmıştır. Genotipler, tuz yoğunlukları ve genotiplerin konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.

Sürgün kuru ağırlığı özelliklerine bakıldığında, uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda, sürgünlerin kuru ağırlıkları üzerine, tuz yoğunluklarının ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin etkisi 0,02 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak, genotiplerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Farklı tuz yoğunluklarına göre uygulanan solüsyonlar sonucunda, artan konsantrasyonların sürgün kuru ağırlığını azalttığı görülmektedir.

Kökçük kuru ağırlığı özelliklerine bakıldığında, uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda tetkik edilen sonuçlara göre, köklerin kuru ağırlığı üzerine genotiplerin, farklı tuz yoğunluklarının ve Genotip  $\times$  Konsantrasyon etkileşiminin etkisi istatistiki açıdan 0,01 düzeyde önemli bulunmuştur. Farklı tuz yoğunluklarına göre uygulanan solüsyonlar sonucunda, artan konsantrasyonların kökçük kuru ağırlıkları azalttığı gözlemlenmiştir. Genotipler, tuz yoğunlukları ve genotiplerin konsantrasyon etkileşiminin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir.

Kökçük kuru ağırlığının sürgün kuru ağırlığına oranı özelliklerine bakıldığında, uygulama verilerinin analizi sonucunda, kökçük kuru ağırlığı/sürgün kuru ağırlığı oranı üzerinde genotiplerin ve tuz yoğunluklarının etkisinin 0,01 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Ancak, Genotip X Konsantrasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Toplam yaş ağırlığı özelliklerine bakıldığında analiz sonuçlarına göre, genotiplerin toplam yaş ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiki açıdan önemsiz görülmüştür. Ancak, tuz yoğunluklarının ve Genotip X Konsantrasyon etkileşiminin 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarının genotipler üzerindeki etkisi ise

istatistiki açıdan önemsiz olarak değerlendirilmiştir. Yükselen tuz yoğunluklarının genotiplerin toplam yaş ağırlıklarında önemli düşüslere yol açmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca farklı tuz yoğunluklarının genotiplerin seçimi açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

## 5.2 Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilir ve verimli hayvancılığın vazgeçilmez bir unsuru olan kaba yeme olan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Bu nedenle, kaba yemlerin düzenli ve yeterli miktarda temin edilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*), hayvancılıkta önemli bir kaba yem kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Yapılan bu çalışmada kaba yem ihtiyacına çözüm olabilecek bir tür olan otlak ayrığının üretimi için tuzluluk tesiriri baz alınmıştır. Otlak ayrığının tuzluluk tesirinde üretilmesinin önemi, özellikle tuzlu topraklarda tarımsal üretimin devamlılığı açısından büyük bir önem taşımaktadır. Otlak ayrığının, tuzlu toprak ve su koşullarda bile büyüyebilir ve gelişebilir olması, tuzluluk etkisiyle verimsiz hale gelen topraklarda yem üretimi için bir çözüm sunmaya yardımcı olacaktır.

Otlak ayrığının bu özelliği, tarım alanlarının sürdürülebilir kullanımını destekleyerek, hayvancılık için sürekli bir kaba yem kaynağı sağlanması, toprak erozyonunu önlenmesi, toprak sağlığını korunması ve iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Bu bitkinin yetiştirilmesi, aynı zamanda ekonomik açıdan da avantajlar sağlayacaktır. Dolayısıyla, otlak ayrığının tuzluluk etkisi altındaki bölgelerde üretilmesi hem çevresel sürdürülebilirliği hem de tarımsal verimliliği artıran stratejik bir yaklaşım olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akgül, H., 2003. Tuzluluk. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı 340. Ankara.
- Akış, A., Kaya, B., Seferov, R., Başkan, H.O. 2005. Harran ovası ve çevresindeki tarım arazilerinde tuzluluk problemi ve bu problemin iklim özellikleriyle ilişkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 21-38.
- Ashraf, M., & Wu, L. (1994). Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1), 17–42. <https://doi.org/10.1080/07352689409701906>
- Avcıoğlu R., Khalvati M.A., Demiroğlu G. ve Geren H., 2003. Ozmatik basıncın bazı kültür bitkilerinin erken gelişme dönemindeki etkileri-1, Çimlenme ve büyüme özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2): 1-8
- Çelik, H., & Şahin, F. (2020). "Toprak Tuzluluğunun Bitkiler Üzerine Etkileri." *Ekolojik Tarım ve Çevre Dergisi*, 16(1), 45-53.
- Çelik, H., & Yıldırım, S. (2020). "Toprak Erozyonunu Önlemede *Agropyron cristatum*'un Etkisi." *Ekolojik Tarım ve Çevre Dergisi*, 15(4), 67-75.
- Demir, H., & Yıldırım, S. (2018). "Bitkilerde Tuz Stresi ve Savunma Mekanizmaları." *Biyoloji Araştırmaları Dergisi*, 30(2), 78-85.
- Demir, H., Toprak, S., & Korkmaz, M. (2019). "Toprak Tuzluluğunun Yem Bitkileri Üzerine Etkileri ve Yönetim Stratejileri." *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 45-52.
- Demir, I., Mavi, K., M., Okçu, G., 2003. Effect of Salt Stress on Germination and Seedling Growth in Serially Harvested Aubergine (*Solanum melongena* L.) Seeds During Development. *Israel J. Plant Sci.*, 51: 125-131
- Dinç, U., Kumova, Y., Bahtiyar, M., Çevik, B., Çullu, M.A., Bahçeci, İ., Özer, N., Yanar, M. 1999. Toprak Tuzlulaşması (1.Basım). İstanbul: TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları.
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3), 118-125.
- Güneş, A., & Arkadaşları. (2017). "Tuzlu Toprakların Bitkiler Üzerine Etkileri ve Yönetimi." *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 24(3), 89-97.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Nelson, D.E., Samaras, Y., Rhodes, D. (1994). Tissue Culture in the Improvement of Salt Tolerance in Plants. In: Yeo, A.R., Flowers, T.J. (eds) *Soil Mineral Stresses. Monographs on Theoretical and Applied Genetics*, vol 21. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-84289-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-84289-4_5)
- Hernández, J.A. 2019. Salinity tolerance in plants: trends and perspectives. *Int. J. Mol. Sci.*, 20, 2408.
- Kara, M., Yıldız, A., & Şahin, F. (2020). "Tuzluluk ve Bitki Büyümesi." *Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 123-130.

- Kaya, M., & Aksu, T. (2018). "Otlak Ayırığı (*Agropyron cristatum*) ve Meraların Yönetimindeki Rolü." *Çayır ve Mera Bilimi Dergisi*, 22(1), 30-38.
- Kaya, M., & Aksu, T. (2019). "Tuzluluk Stresine Karşı Bitki Adaptasyonları." *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 112-119.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R. I., & Kusvuran, S. (2014). Salinity Effects on Seed Germination in Different Tall Fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) Varieties. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(2), 8-12.
- Leopold, A.C., Willing, R.P., 1984. Evidence of Toxicity Effects of Salt on Membranes. In: *Salinity Tolerance in Plants*, (eds. R.C. Staples and G.H. Toenniessen),
- Özcan, H., Turan, M.A., Koç, Ö., Çıkkılı, Y., Taban, S.2000. Tuz Stresinde Bazı Nohut (*Cicer aietinum* L., cvs.) Çeşitlerinin Gelişimi ve Prolin, Sodyum, Klor, Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonlarındaki Değişimler. *Turk. J. of Agriculture of Forestry*, 24:649-654.
- Rasool, S., Hameed, A., Azooz, M.M., Muneeb-u-Rehman, Siddiqi, T.O., Ahmad, P. 2013. Salt stress: causes, types and responce of plants. *Ecophysiology and Responce of Plants under Salt Stress*. Editör: Parvaiz Ahmad, M.M. Azooz, M.N.V. Prasad. London: Springer Science & Business Media.
- Scasta, J.D., Trostle, C.L., Foster, M.A. 2012. Evaluating alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt tolerance using laboratory, greenhouse and field methods. *Journal of Agricultural Science*, 4(6), 90-103.
- Shabala, S., Cuin, T.A. 2012. *Plant Salt Tolerance*. London: Humana Press.
- Sönmez B., 2004. Türkiye’de çorak ıslahı araştırmaları ve tuzlu toprakların yönetimi. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 20-21 Mayıs 2004, Ankara, s.157-162.
- Temel, S., Şimşek, U. 2011. Iğdır ovası toprakların çoraklaşma süreci ve çözüm önerileri. *Alinteri D.*, 21(B), 53-59.
- Tiryaki, İ. 2018. Bazı tarla bitkilerinin tuz stresine gösterdikleri adaptasyon mekanizmaları. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 21(5):800-808.
- Tuna, A. L., Aydın, Z., & Karagöz, A. (2017). "Agropyron cristatum’un Kuraklık Toleransı ve Yem Kalitesi." *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 10(2), 145-152.
- Tuna, A. L., & Yılmaz, R. (2018). "Organik Madde Kullanımı ile Toprak Tuzluluğunun Azaltılması." *Ekolojik Tarım ve Çevre Dergisi*, 14(3), 73-81.
- Yılmaz, R., & Aydın, Z. (2020). "Tuza Dayanıklı Bitki Çeşitlerinin Geliştirilmesi ve Önemi." *Genetik ve İslah Dergisi*, 17(2), 98-104.
- Yılmaz, R., & Aydın, M. (2021). "Organik Madde ile Toprak İyileştirme ve Tuzluluk Yönetimi." *Ekolojik Tarım Dergisi*, 19(4), 78-85