T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

FARKLI ACUR (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) GENOTİPLERİNİN TUZ STRESİNE KARŞI GELİŞTİRDİĞİ YAPRAK FİZYOLOJİK VE KÖK MORFOLOJİK TOLERANS MEKANİZMALARI

Hazırlayan
Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Danışman
Doç. Dr. Abdullah ULAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Ocak 2025
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

FARKLI ACUR (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) GENOTİPLERİNİN TUZ STRESİNE KARŞI GELİŞTİRDİĞİ YAPRAK FİZYOLOJİK VE KÖK MORFOLOJİK TOLERANS MEKANİZMALARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Danışman
Doç. Dr. Abdullah ULAŞ

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (BAP FYL-2024-14000) kodlu proje ile desteklenmiştir.

Ocak 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

İmza

"Farklı Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) Genotiplerinin Tuz Stresine Karşı Geliştirdiği Yaprak Fizyolojik ve Kök Morfolojik Tolerans Mekanizmaları Adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne Uygun Olarak Hazırlanmıştır.**"** adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan	**Danışman**
Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN	Doç. Dr. Abdullah ULAŞ
İmza	İmza

ABD Başkanı

Prof. Dr. Âdem GÜNEŞ

İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve çalışmalarım süresince yardımlarını ve değerli zamanını esirgemeyen, tezin hazırlanması aşamasında görüş ve önerileri ile yol gösteren, bana hep destek olan sevgili danışman hocam Doç. Dr. Abdullah ULAŞ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama olan katkı ve kıymetli görüşleri için Ziraat Yüksek Mühendisi Yusuf Cem YÜCEL'e çok teşekkür ederim.

Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi'nin yüksek lisans tez dönemim boyunca göstermiş oldukları desteklerden dolayı teşekkür ediyorum.

Ayrıca çalışmamada verilerin toplanması sırasında emeği geçen tüm fen bilimleri öğretmenlerine ve öğrencilerine ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden itibaren çalışmalarımla beni teşvik eden, cesaretlendiren, bana her zaman destek olup hiçbir zaman yalnız bırakmayan, her daim motive eden, hayatım boyunca üzerimde en büyük emeği olan anneme ve bendeki yeri her zaman ayrı olacak olan eşime teşekkürü bir borç bilirim.

Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Ocak 2025, KAYSERİ

FARKLI ACUR (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) GENOTİPLERİNİN TUZ STRESİNE KARŞI GELİŞTİRDİĞİ YAPRAK FİZYOLOJİK VE KÖK MORFOLOJİK TOLERANS MEKANİZMALARI

Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2025
Danışman: Doç. Dr. Abdullah ULAŞ

ÖZET

Bu çalışma, 2024 yılında, farklı tuz seviyelerinde 6 farklı acur çeşidinin fizyolojik ve kök morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, hidroponik sistem kullanılarak laboratuvar ve iklimlendirme odasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Badem, Ege, Irak-1, Irak-2, Kerem ve Selin olmak üzere 6 farklı acur çeşidi, kontrol ve iki farklı tuz ortamında (6 ve 12 dS/m) sürekli havalandırma sağlanan besin çözeltisi ile dolu 8 L'lik kovalarda yetiştirilmiştir. EC seviyeleri, NaCl eklenerek düzenlenmiştir. Araştırma kapsamında acur çeşitlerinin yeşil aksam ve kök yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak klorofil içeriği, karotenoid miktarı, gövde kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök çapı, kök hacmi, iyon sızıntısı, klor içeriği ve element analizleri (makro ve mikro elementler) incelenmiştir. Sonuçlara göre, 6 dS/m tuz seviyesinin üzerinde çeşitler önemli derecede etkilenmemiş ve iyi gelişim göstermiştir. Genel olarak, 6 ve 12 dS/m tuz seviyelerinde Badem ve Ege türleri, bitki büyümesi ve tuz toleransında daha üstün performans sergilemiştir.

Anahtar kelimler: Acur, tuz stresi, hidroponik sistem, *Cucumis melo* var. *flexuosus*, tuz toleransı.

LEAF PHYSIOLOGICAL AND ROOT MORPHOLOGICAL TOLERANCE MECHANISMS DEVELOPED BY DIFFERENT SNAKE MELON (*CUCUMİS MELO* VAR. *FLEXUOSUS*) GENOTYPES AGAINST SALT STRESS

Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, January 2025
Supervisor: Assoc. Dr. Abdullah ULAŞ

ABSTRACT

This study, conducted in 2024, aimed to determine the physiological and root morphological characteristics of six different cucumber genotypes under varying salt concentrations. The experiment was carried out in a hydroponic system within a laboratory and climate-controlled room. Six Snake melon varieties—Badem, Ege, Irak-1, Irak-2, Kerem, and Selin—were grown in 8 L containers filled with nutrient solution continuously aerated, under control conditions and two different salt levels (6 and 12 dS/m). Electrical conductivity (EC) levels were adjusted by adding NaCl to the solution. The study investigated various parameters, including the fresh and dry weight of the shoot and root, root length, leaf area, chlorophyll content, carotenoid concentration, shoot dry weight, root length, root diameter, root volume, ion leakage, chlor content, macro and microelement analysis. According to the results, the genotypes were not significantly affected at the 6 dS/m level and showed good development. In general, Badem and Ege genotypes exhibited better performance in terms of plant growth and salt tolerance at both 6 and 12 dS/m salt levels.

Keywords: Snake melon, Salt stress, hydroponic system, *Cucumis melo* var. *flexuosus*, salt tolerance.

İÇİNDEKİLER

TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI TEZİN BAŞLIĞI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI iii

ONAY: iv

TEŞEKKÜR v

ÖZET vi

ABSTRACT vii

İÇİNDEKİLER viii

KISALTMALAR ve SİMGELER xi

TABLOLAR LİSTESİ xii

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal: 17

2.1.1.Bitkisel Materyal: 17

2.2. YÖNTEM 18

2.2.1. Su Kültürünün Kurulması: 18

2.2.2. Tuz Stresinde Bitkilerde Ölçülen Parametreler 20

2.2.2.1. Bitkisel Gelişimin Görsel Testi: 20

2.2.2.2. SPAD (Yaprak Klorofil Değeri) Ölçümleri: 22

2.2.2.3. Bitki Boyu (cm bitki^{-1}):..... 23

2.2.2.4. Yaprak Sayısı (adet bitki^{-1}): 23
2.2.2.5. Yaprak Alanı (cm^2 bitki^{-1}): 24
2.2.2.6. Yeşil Aksam (Yaprak ve Gövde) ve Kök Ağırlıkları (Yaş ve Kuru) (g bitki^{-1}): 25
2.2.2.7. Kök Uzunluğu (cm bitki^{-1}), Hacmi (cm^3 bitki^{-1}) ve Çapı (mm bitki^{-1}): 25
2.2.2.8. Yaprak ve Kök İyon Sızıntısı (%): 26
2.2.2.9. Toplam Klorofil ve Karatenoid Miktarı (mg g^{-1}): 27
2.2.2.10. Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) (µmol/s/g): 27
2.2.2.11. Bitki Bağıl Nem İçeriği (%): 28
2.2.2.12. Klor (Cl$^-$) Element Analizi (mg g^{-1}): 29
2.2.3. İstatiksel Değerlendirme: 30

3. BÖLÜM
BULGULAR

3.1. Bitki Görsel Gelişim Tespiti [0-5]: 31
3.2. Bitki Boyu (cm bitki^{-1}): 32
3.3. Yaprak Yaş Ağırlığı [g bitki^{-1}]: 33
3.4. kök Yaş Ağırlığı [g bitki^{-1}]: 34
3.5. Gövde Yaş Ağırlığı [g bitki-1]: 35
3.6. Yaprak Sayısı [adet bitki^{-1}]: 36
3.7. Yaprak Alanı [cm^2 bikti^{-1}]: 38
3.8 Gövde Kuru Ağırlığı [g bitki^{-1}]: 39
3.9. Kök Kuru Ağırlığı [g bitki^{-1}]: 40
3.10. Kök Gövde Oranı [%]: 41
3.11. Kök Uzunluğu [m bikti^{-1}]: 42
3.12. Kök Hacmi [cm^3 bitki^{-1}]: 43
3.14. Yaprak Oransal Su içeriği [%]: 45
3.15. Toplam Klorofil [mg g^{-1}]: 47
3.16. Toplam Karotenoid [mg g^{-1}]: 48
3.17. Yaprak İyon sızıntısı [%]: 49
3.18. Kök İyon sızıntısı [%]: 50
3.19. SPAD [Yaprak Klorofil İçeriği]: 51

3.20. Nitrat Redüktaz [µmol/s/g]: 51
3.21. Klor [%]: 53
3.22. Su Kullanım Etkinliği [mg l^{-1}]: 53
3.23. Makro [%] ve Mikro Besin Elementleri[ppm]: 54
3.23.1. Kalsiyum [%]: 55
3.23.2. Bakır [ppm] 56
3.23.3. Fosfor [%]: 57
3.23.4. Çinko [ppm]: 58
3.23.6. Mangan [ppm] 60
3.23.7. Demir [ppm] 61
3.23.8. Potasyum [%]: 62
3.23.9. Magnezyum [%]: 63
3.23.10. Kükürt [%]: 65

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER 66
KAYNAKÇA 68
EKLER 72
EK 1. 72
ÖZGEÇMİŞ 73

KISALTMALAR ve SİMGELER

AMH	Anti Müllerian Hormon

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Denemede kullanılan bitki materyalleri ve temin edildiği yer 17

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Tohum ekim aşamaları 19

Şekil 2. 2 Deneme kurulum aşamaları 19

Şekil 2. 3 Bitkilerin ipe alınma aşaması 20

Şekil 2. 4 Hasat sonrası görsel skala değerlendirmesi 22

Şekil 2. 5 Spad (Klorofil) ölçümleri 22

Şekil 2. 6 Bitki boyu ölçümleri 23

Şekil 2. 7 Bitkinin yaprak sayımı 23

Şekil 2. 8 Yaprak alanı ölçümleri 24

Şekil 2.12 hasat sonrası yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık ölçümleri 25

Şekil 2.13 Kök uzunluğu, çapı ve hacim ölçümü 26

Şekil 2.14 yaprak ve kök iyon sızıntısı ölçümleri 26

Şekil 2.16 Bitki Bağıl Nem İçeriği 28

Şekil 2.17 Makro ve Mikro besin elementlerin ölçümü 30

Şekil 3.1. Farklı Acur Çeşitlerinin Tuzlu Koşullarda Görsel Skala Değeri 32

Şekil 3.2 farklı acur genotiplerin tuza karşı bitki boyu bakımından değerleri cm $bitki^{-1}$ 33

Şekil 3.3 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak yaş ağırlığı değerleri g $bitki^{-1}$ 34

Şekil 3.4 Farklı Acur genotiplerin tuza karşı kök yaş ağırlığı değerleri g $bitki^{-1}$ 35

Şekil 3.5 farklı acur genotiplerin tuza karşı gövde yaş ağırlığı değerleri g $bitki^{-1}$ 36

Şekil 3.6 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak sayısı değerleri adet $bitki^{-1}$ 37

Şekil 3.7 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak alanı değerleri cm^2 $bikti^{-1}$ 39

Şekil 3.8 farklı acur genotiplerin tuza karşı gövde kuru ağırlığı değerleri g $bitki^{-1}$ 40

Şekil 3.9 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök kuru ağırlığı değerleri g $bitki^{-1}$ 41

Şekil 3.10 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök gövde oranı % değerleri 42

Şekil 3.11 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök uzunluğu değerleri m $bikti^{-1}$ 43

Şekil 3.12 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök hacmi değerleri cm^3 $bitki^{-1}$ 44

Şekil 3.13 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök çapı değerleri mg g^{-1} 45

Şekil 3.14 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak oransal su % içeriği..... 46

Şekil 3.15 farklı acur genotiplerin tuza karşı toplam klorofil mg g^{-1} değerleri 47

Şekil 3.16 farklı acur genotiplerin tuza karşı toplam karetonoid mg g^{-1} değerleri 48

Şekil 3.17 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak iyon sızıntısı % oranları..... 49

Şekil 3.18 farklı acur genotiplerin tuza karşı kök iyon sızıntısı % oranları..... 50

Şekil 3.19 farklı acur genotiplerin tuza karşı SPAD yaprak klorofil içeriği..... 51

Şekil 3.20 farklı acur genotiplerin tuza karşı nitrat redüktaz değerleri µmol NO_2/s/g ... 52

Şekil 3.21 farklı acur genotiplerin tuza karşı klor değerleri % 53

Şekil 3.22 farklı acur genotiplerin tuza karşı genotiplerin su kullanım etkinliği mg l^{-1} . 54

Şekil 3.23.1 farklı acur genotiplerin tuza karşı kalsiyum içerikleri % 56

Şekil 3.23.2 farklı acur genotiplerin tuza karşı bakır içeriği ppm..... 57

Şekil 3.23.3 farklı acur genotiplerin tuza karşı fosfor içeriği % 58

Şekil 3.23.4 farklı acur genotiplerin tuza karşı çinko içeriği ppm 59

Şekil 3.23.5 farklı acur genotiplerin tuza karşı sodyum içeriği % 60

Şekil 3.23.6 farklı acur genotiplerin tuza karşı mangan içeriği ppm..... 61

Şekil 3.23.7 farklı acur genotiplerin tuza karşı demir içeriği ppm..... 62

Şekil 3.23.8 farklı acur genotiplerin tuza karşı potasyum içeriği %..... 63

Şekil 3.23.9 farklı acur genotiplerin tuza karşı magnezyum içeriği %..... 64

Şekil 3.23.10 farklı acur genotiplerin tuza karşı kükürt içeriği %..... 65

GİRİŞ

Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*), kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasına ait olup sıcak ve kurak bölgelerde yetişen bir sebzedir. Halk arasında "eğri hıyar" ya da "yılan kavunu" olarak adlandırılan bu bitki, uzun ve ince yapısıyla dikkat çeker. Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra turşu yapımında da yaygın şekilde değerlendirilmektedir. (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Acurun kesin bir anavatanı belirlenememiş olsa da, genellikle Anadolu, İran, Afganistan ve Güneybatı Asya kökenli olduğu düşünülmektedir.(Vural vd., 2000). Acur, hem Türkiye'de hem de dünyada ekonomik anlamda öne çıkan bir sebze olmasa da belirli yerel pazarlar ve ekonomiler üzerinde etkili olabilmektedir. Türkiye'de özellikle Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde, acur taze tüketim ve turşu yapımı için yetiştirilen bir ürün olarak dikkat çeker. Yerel üreticiler için gelir kaynağı olan bu bitki, aynı zamanda iş imkanları sağlayarak bölgesel pazarlarda önemli bir rol oynar. Dünya çapında ise, acur özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde, Hindistan, Mısır ve Tunus gibi ülkelerde yetiştirilir. Bu ülkelerde, halkın beslenmesinde ve geleneksel gıdaların hazırlanmasında önemli bir yere sahiptir. Modern hidroponik tarım sistemlerinin kullanımıyla birlikte, acurun üretim süreçleri giderek daha verimli hale gelirken, üretim maliyetleri de azalmaktadır. Ayrıca, taze tüketim ve turşu üretimi, küçük ölçekli işleme tesisleri ve perakende sektörü üzerinde olumlu etkiler yaratarak yerel ekonomilere katkı sunmaktadır. (TÜİK, 2021; FAO, 2020).

Acur, yaz aylarında açık tarla koşullarında yetiştirilen bir sebzedir ve genellikle sofralık tüketim ile turşu yapımında kullanılır. Türkiye'deki yıllık üretimi yaklaşık 22.000 ton civarındadır. (TUİK, 2004). Acur, tamamen yerel pazara yönelik olarak yetiştirilip tüketilen bir sebzedir. Halk arasında "hıtta," "hıtı," "turuzi" ve "şelengo" gibi isimlerle bilinir; bazı bölgelerde ise doğrudan "acur" adıyla anılmaktadır.

Tuz stresi, özellikle tuzlu ortamlarda gelişemeyen bitkiler için büyük bir engel oluşturuyor. Ancak halofitler, tuzluluk toleransı stratejileriyle bu soruna çözüm sunabiliyor. Kabakgiller ailesindeki bitkiler, farklı tuz toleranslarına sahip olup, halofitlerden ilham alarak dayanıklılıklarını artırmak mümkündür. Bu yaklaşım, toprak ve su tuzluluğunun zorluklarıyla başa çıkmaya yardımcı olabilir. (Ulas vd., 2024).

Acur, ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin yanı sıra Akdeniz Bölgesi'nde, özellikle Kahramanmaraş ve Adana'da, ayrıca Ege Bölgesi'nin bazı illerinde yetiştirilmektedir. Ancak mevcut kaynaklar incelendiğinde, acur üzerine yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. (Çağlar vd., 2004).

Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*), genellikle uzun, ince ve kıvrık bir formuyla tanınır ve yaygın olarak bu isimle anılır. Orta Doğu'da oldukça popüler olan acur, genellikle olgunlaşmadan toplanarak hıyar gibi tüketilir. Ayrıca, bu bölgelerde görülen yüksek sıcaklıklara karşı hıyara kıyasla daha dayanıklı bir yapıya sahiptir. (Robinson ve Decker-Walters, 1997).

Acur bitkisi, toprak yapısına bağlı olarak su ve besin maddelerini alabilecek şekilde köklerini geliştirir ve genellikle derinlere doğru büyür. Ana gövde, 1-2 metreye kadar uzanabilir ve üzerinde yan dallar meydana gelir. Acur yaprakları, kavun yapraklarına benzerdir; yuvarlak, kalp şeklinde veya beş köşeli olabilir. Biyolojik olarak monoik olan acur bitkisi, çiçeklerini genellikle yaprak koltuklarından üretir. Meyve şekli ve rengi bakımından çeşitlilik gösteren acur, uzun ve silindirik formda olup, 15-90 cm uzunluğunda ve 2.5-7,5 cm çapında olabilir. Çoğu zaman eğri ve orak şeklindedir. Meyvelerin rengi, yazlık kabaklarda olduğu gibi gri-beyazdan koyu yeşile kadar değişkenlik gösterebilir. Acur tohumları, hıyar ve kavun tohumlarına benzer şekilde beyaz renkte olur. (Anonim 2, 2008).

Türkiye, florasında 163 familyaya ait 1225 cins ve 9000 tür barındırmakta olup, bunların 3000'i endemik özelliğe sahiptir. Bu durum, Türkiye'nin bitkisel gen kaynakları açısından ne kadar zengin bir ülke olduğunu, 203 familyaya bağlı 2.500'ü endemik 12.000 türe sahip olan tüm Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, genetik materyalin korunması ve etkin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar Türkiye için büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca, son yıllarda

geliştirilen moleküler genetik, doku kültürü ve rekombinant DNA teknolojileri gibi modern yöntemler, bitkisel gen kaynaklarının korunmasında ve ıslah programlarında daha etkili kullanılmasına olanak sağlamaktadır. (Özgen vd., 2000).

Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*), dünya genelinde özellikle Asya, Afrika ve Orta Doğu bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen bir sebzedir. Hindistan, Pakistan, Mısır ve Tunus, acur üretiminin en fazla yapıldığı başlıca ülkeler arasında yer almaktadır. Ayrıca, Amerika kıtasının bazı bölgelerinde de yetiştirilen acur, özellikle Karayipler ve Orta Amerika'da sıkça tüketilmektedir. Acur üretimi, bölgesel iklim koşulları ve yerel tarım alışkanlıklarına bağlı olarak değişiklik gösterse de genellikle sıcak iklimler ve kurak bölgelerde daha verimli bir şekilde yetişmektedir. Üretiminde çoğunlukla geleneksel yöntemler kullanılsa da son yıllarda modern tarım teknikleri ve hidroponik sistemlerin kullanımı giderek artmaktadır. (FAO, 2020; Tiwari vd., 2018).

Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*), çoğunlukla tohumla çoğaltılan bir bitkidir. Tohumla çoğaltma, acurun yayılmasında en yaygın kullanılan yöntem olup, özellikle tarım alanlarında ve seracılıkta tercih edilmektedir. Acur tohumları, 25-30°C arasındaki sıcaklıklarda ve iyi drene edilmiş topraklarda çimlenir. Tohumlar doğrudan toprağa ekilebileceği gibi, fide yetiştirme yöntemi de uygulanabilir. Fide yöntemi, bitkilerin daha kontrollü bir ortamda gelişmesini sağladığı için verimliliği artırmada avantajlıdır. Ayrıca, acur bitkisi, diğer kabakgiller gibi kök sürgünleri ve saplardan yapılan çelikle de çoğaltılabilir, ancak bu yöntem daha az yaygın olarak kullanılmaktadır. (Bohn vd., 2018; Smith ve Jones, 2017)

Acur, hidroponik sistemlerde yetiştirilmesi için uygun bir bitkidir, çünkü bu sistemler toprakla ilgili kısıtlamaları ortadan kaldırarak bitkilerin daha hızlı ve sağlıklı büyümesine olanak tanır. Hidroponik tarım, bitkilere gerekli besin maddelerini su içinde çözünmüş olarak sunar ve toprağın tuzluluk ile pH seviyelerinin kontrol edilmesine imkân verir. Bu özellik, tuz stresine duyarlı olan acur gibi bitkiler için büyük bir avantaj sağlar. Hidroponik sistemde, acur bitkisi suyun pH ve besin seviyeleri optimize edilerek daha verimli şekilde yetiştirilebilir. Yapılan araştırmalar, hidroponik yöntemlerin, geleneksel topraklı tarıma kıyasla bitki büyümesi ve verimlilik açısından önemli avantajlar sağladığını ortaya koymaktadır. (Ali vd., 2019; Jones, 2005).

Acur bitkisi, iklim koşulları, ekim zamanı, sulama ve gübreleme gibi birçok faktörden etkilenir. Vejetasyon dönemi sırasında ortaya çıkan düşük ve yüksek sıcaklıklar, hastalıklar, su ve tuz stresi gibi etmenler, bitki gelişimini olumsuz etkileyerek kök, gövde ve verim üzerinde zararlı etkiler yaratır. Bu durum, acur üretimini ve dolayısıyla ekonomik kayıpları tetikleyebilir.

Bitkiler, doğal yapıları gereği kuraklık, soğuk, yüksek sıcaklık, tuzluluk, ağır metaller ve patojenler gibi pek çok stres koşuluna maruz kalabilir. Tarımsal üretimi sınırlayan faktörlerden biri de tuzluluktur. Dünyada tarım alanlarının %23'ü tuzlu topraklarla kaplıdır ve her yıl 10 milyon hektar alan tuzluluk nedeniyle tarıma uygun hale gelmemektedir. Ülkemizde de sulama yapılan alanlarda ortalama 1,5 milyon hektar arazi tuzluluk problemiyle karşı karşıyadır. Kurak ve yarı kurak iklim koşulları, çoğunlukla tuzlu toprakların oluşmasına neden olur ve bu topraklar genellikle kapalı tarım havzalarında yer alır. (Rabie ve Almadini, 2005).

Bitkisel üretimde tuzluluk, çoğu bitki türünde stres yaratır ve bu durum, çimlenme ve çıkış aşamalarında farklılıklara yol açabilir. Ayrıca, tuzluluk bitki parçalarının gelişimini olumsuz etkiler, kök ve gövde kuru ağırlıklarının azalmasına neden olabilir. (Kılıç, 2014). Tuz stresi, bitkiler üzerinde birçok olumsuz etkiye sahiptir. Bu stres, bitkilerin fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkiler ve aynı zamanda su dengesi ile potansiyelini bozar. (Greenway ve Munns, 1980).

Bitkilerin genetik çeşitlilikleri, tuzluluğun etkilerine karşı gösterdikleri tepki ve tolerans seviyeleri açısından farklılıklar arz eder. (Coskun vd., 2016). Bitki, kök bölgesindeki tuz miktarından etkilenir ve bu durum, tuzların osmotik etkisi nedeniyle bitkinin suyu kullanamamasına yol açar. Su eksikliği, bitkinin su stresi yaşamasına neden olur. (James ve Sirault, 2012). İklim değişikliği ve toprakta uygulanan gübre miktarındaki artış, topraktaki tuzluluk oranının yükselmesine neden olmaktadır. (Rengasamy, 2002).

Toprak tuzluluğu, bitki gelişimi için en önemli faktörlerden biridir ve ürünün kalitesini ile gelişimini doğrudan etkiler. Bu etki, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerinde dünya genelinde görülmektedir. Yetersiz yağış nedeniyle çözünür tuzların, bu bölgelerde toprak derinliklerine taşınması mümkün olmaz.

Özellikle sıcak ve yağışsız dönemlerde, tabandaki tuzlu su, kılcal yükselme ile toprağın yüzeyine çıkar. Yüksek buharlaşma oranları, suların toprak yüzeyinden kaybolmasına neden olurken, tuzlar da toprak yüzeyinde veya yakınına birikir. Bu alandaki tuzlanmanın temel sebepleri, yetersiz yağış ve yüksek buharlaşmadır. (Göçoğlu İ.D ve Göçoğlu V., 2023). Yüksek tuzluluk, düşük sıcaklık, kuraklık, mineral eksiklikleri ve toksisite gibi abiyotik stres faktörleri, bitkilerin metabolizmasını ve elektron taşıma sistemlerini olumsuz yönde etkiler. Tuz stresine maruz kalan bitkiler, su kaybını engellemek amacıyla stomalarını kapatır ve bu da CO_2 girişini kısıtlar. Sonuç olarak, CO_2 fiksasyonu azalır. (Sreenivasulu vd., 2000). Tuzluluğa yol açan bileşikler arasında sülfatlar (Na_2SO_4, $MgSO_4$), klorürler (NaCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$), karbonatlar, bikarbonatlar ($CaCO_3$, Na_2CO_3, $NaHCO_3$), nitratlar (Na_2NO_3, KNO_3) ve boratlar yer alır. Ancak, genel olarak NaCl'in baskın varlığı, toprak tuzluluğu ve tuz stresi oluşturur. (Munns ve Termaat, 1986). Toprakta NaCl oranı %0,5'ten yüksek olduğunda, bu toprak tuzlu olarak kabul edilmektedir. (Blum ve Jordan, 1985).

Toprak tuzluluğu sınıflandırması, doygunluk çamuru süzüğünde 25°C'de ölçülen dS/m değerlerine göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre, 0-2 dS/m arasındaki topraklar "tuzsuz", 2-4 dS/m arasındaki topraklar "çok az tuzlu", 4-8 dS/m arasındaki topraklar "az tuzlu", 8-16 dS/m arasındaki topraklar "orta tuzlu" ve 16 dS/m'den fazla olan topraklar "çok tuzlu" olarak kabul edilmektedir. (Dinç ve Şenol, 1997). Sulama yapılan alanların büyük bir kısmı, tuzluluk ve sodyum problemleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Yanlış ve aşırı gübreleme, toprak, bitki ve su dengesini bozmakta; aynı zamanda nitrit ve nitrat kalıntıları nedeniyle yer altı sularının kirlenmesine ve toprak yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Bilinçsiz ve aşırı sulama, toprağın tuzlulaşmasına neden olmakta ve taban suyu kalitesini olumsuz etkilemektedir. Taban suyu, tuzluluk problemlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. (Taşligil ve Şahin, 2013). Tuz zararı, bitkilerde farklı şekillerde kendini göstermektedir. Tuzluluk, bitkinin anatomisini ve morfolojisini etkileyerek, bitkinin tüm metabolizmasını olumsuz yönde etkileyen bir faktördür. (Levitt, 1980). Tuzluluk stresi altında olan bitkiler, genotip özellikleri nedeniyle farklı tepkiler göstermektedir. Bazı bitki çeşitleri tuzluluktan az etkilenirken, diğerleri ise aşırı zarara uğrayarak ölümcül şekilde etkilenebilmektedir. Genetik farklılıklar, bitkilerin gelişim dönemlerine bağlı olarak tuzun konsantrasyonu, cinsi ve uygulama süreleri gibi faktörler, bitkilerin savunma mekanizmalarını etkileyen önemli

etmenlerdir. Tuza tolerans gösteren bitkiler, Na ve Cl iyonlarının yaprak, gövde ve köke taşınmasını kısıtlayarak tuz stresine karşı direnç gösterir. Yüksek tuz konsantrasyonları altındaki bitkiler ozmotik strese girer ve su eksikliği nedeniyle fizyolojik bozukluklar ortaya çıkar. İyon alımının artmasıyla ozmotik stresin giderilmesi, hücre turgorunun azalmasına yol açmadan bitkinin gelişimini sürdürmesini sağlar ve bu duruma "osmotik uyum" denir. (Rains, 2003). Çevresel olaylar ve fizyolojik etkilerle birlikte, tuza tolerans sağlayan bitkilerin asıl kaynağı kalıtsal unsurlardır. Bitkilerin tuza toleransı birbirinden farklılık gösterdiği gibi, aynı bitki türündeki genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar gözlemlenmektedir. (Hussain ve Ashraf, 2008).

"Bu nedenle, çalışmamızda farklı dozlarda NaCl ile uygulanan tuzluluk stresi altında, altı farklı acur genotipinin gelişim özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede, tuzluluk stresine karşı en yüksek toleransı gösteren genotiplerin tespiti yapılacak ve bu genotiplerin tarım uygulamaları açısından potansiyel kullanım alanları ortaya konulacaktır."

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Bu tez çalışması kapsamında daha önce yapılmış olan akademik araştırmalara ilişkin kaynaklar aşağıda, kronolojik sıraya göre sıralanmıştır. Bu kaynaklar, çalışmanın konusuyla ilgili önceki bulguları ve yöntemleri desteklemek amacıyla incelenmiştir.

Literatür çalışması:

Bu çalışma, farklı acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) genotiplerinin tuza tolerans bakımından agronomik, fizyolojik ve morfolojik özelliklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Dünya genelinde tarımsal üretim, artan toprak tuzluluğu nedeniyle büyük ölçüde sınırlanmaktadır (Flowers, T. J. 2004). Acur bitkisi, Cucurbitaceae ailesinin önemli üyelerinden biri olup hem ekonomik hem de besin değeri açısından kıymetlidir. Ancak, acurun farklı genotiplerinin tuza karşı tepkisi üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu bağlamda, çalışmanın temel hedefleri şunlardır:

1. Genetik Çeşitliliğin Değerlendirilmesi: Farklı acur genotiplerinin tuza karşı tolerans düzeylerini belirlemek. (Flowers, T. J. 2004)

2. Fizyolojik ve Morfolojik Parametrelerin İncelenmesi: Tuz stresinin genotiplerin büyüme, gelişim ve su kullanımı üzerindeki etkilerini analiz etmek. (Zhang, H., ve Shi, H. 2013)

3. Toleranslı Genotiplerin Belirlenmesi: Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, tuza karşı yüksek tolerans gösteren genotiplerin belirlenerek tuza dayanıklı bitki ıslahı çalışmalarına katkı sağlamak. (Munns ve Tester, 2008)

4. Tarım Stratejilerine Katkı: Araştırma sonuçlarının, tuzluluk problemiyle mücadelede daha dayanıklı ve verimli çeşitlerin geliştirilmesi için kullanılmasını sağlamak. (Anonim s.2023)

Bitkiler tuzlu koşullar altında fotosentezleri yavaşlar. Tuz stresi içindeki bitkiler su kaybını önlemek için stomalarını kapatır ve sonuç olarak CO_2 fiksasyonu yavaşlar. (Shao vd., 2008). Tuzluluk stresi, toprakta veya sulama suyunda yüksek konsantrasyonda bulunan tuzların bitki metabolizması üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri ifade eder. Tuzluluk, öncelikli olarak iyon dengesizliği ve ozmotik stres yoluyla bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerini etkiler. Flowers (2004), bu durumun bitkilerin iyon homeostazını bozarak büyüme süreçlerini kısıtladığını belirtmiştir. Toprakta biriken fazla sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonları, bitkilerin hücre zarlarında toksik etkiler yaratarak büyüme ve gelişim süreçlerini kısıtlar. Ayrıca, yüksek tuz konsantrasyonu, kök bölgesindeki suyun alınmasını zorlaştırarak bitkilerde kuraklık benzeri bir durum yaratır (Munns ve Tester, 2008).

Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde küresel tarım verimliliği için büyüyen bir tehdit oluşturmaktadır. Artan tuzluluk, bitkilerin adaptasyon ve hayatta kalma yeteneğini zorlaştırarak büyümelerine ciddi zararlar verir. Son yapılan çalışmalar, kabakgiller (Cucurbitaceae) gibi bitkilerin tuzluluğa karşı dayanıklılığını, halofit benzeri özellikler kazandırarak iyileştirilebileceğini göstermektedir. (Ulas vd., 2024).

Bitkiler, tuzluluk stresine karşı bir dizi savunma mekanizması geliştirmiştir. İlk savunma, iyon homeostazını koruyarak hücrede toksik iyonların birikimini engellemektir (Ashraf ve Foolad, 2007). Bu süreçte, bitkiler Na^+ iyonlarını vakuollere taşıyarak hücre zarından uzaklaştırır ve zar stabilitesini korur. İkinci savunma mekanizması ise ozmotik dengeyi sağlamaktır. Bitkiler, prolin, glisin betain ve şekerler gibi ozmolitler biriktirerek hücre içindeki suyun korunmasını sağlar (Zhang ve Shi, 2013). Bunun yanı sıra, antioksidan enzimlerin (örneğin, süperoksit dismutaz ve katalaz) aktivitesini artırarak oksidatif stresle mücadele ederler (Munns ve Tester, 2008). Hormonal düzenlemeler, özellikle absisik asit (ABA) seviyesindeki değişiklikler, bitkilerin savunma mekanizmalarını aktive eden önemli bir rol oynar (Flowers, 2004).

Bu mekanizmalar, bitkilerin tuzluluk stresine adaptasyonunu sağlayarak büyüme ve verim üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmelerine olanak tanır. Ancak bu adaptasyon yeteneği genotipler arasında değişiklik gösterebilir, bu da tuzluluk toleransı yüksek çeşitlerin seçimini ve ıslahını önemli hale getirir (Ashraf ve Foolad, 2007).

Bitkilerde tuzluluk stresini modellemek için genellikle sodyum klorür (NaCl) çözeltisi kullanılır. Munns ve Tester (2008), bu yöntemin, kontrollü bir ortamda ozmotik stresin ve iyon toksisitesinin etkilerini simüle etmek için en yaygın kullanılan uygulamalardan biri olduğunu ifade etmektedir. NaCl stresinin uygulanması sırasında, bitkiler genellikle farklı konsantrasyonlardaki (örneğin, 50 mM, 100 mM, 150 mM) NaCl çözeltilerine maruz bırakılır (Ashraf ve Foolad, 2007). Çözelti uygulamaları kademeli olarak artırılarak bitkilerin adaptasyon süreçleri gözlemlenebilir (Zhang ve Shi, 2013). Ayrıca, bitki türü ve genotipine bağlı olarak, uygulama süresi ve dozaj dikkatle optimize edilmelidir (Flowers, 2004). NaCl çözeltileri, genellikle hidroponik sistemlerde veya toprakla dolu saksılarda uygulanır ve ardından büyüme, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler değerlendirilir (Munns ve Tester, 2008).

Bunlar genel bir şekilde tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri ve bitkilerin gösterdiği tolerans mekanizmaları hakkında bilgilerdi ama literatür çalışması olarak şunlara değinilebilir.

Birçok araştırma, tuz stresinin bitkilerin gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmıştır. Munns ve Tester (2008), tuzluluk stresinin bitkilerde su kaybına, büyüme bozulmasına ve hücresel yapının hasar görmesine yol açtığını belirtmiştir. Ashraf ve Foolad (2007), tuz stresinin bitkilerde iyonik dengenin bozulmasına, özellikle Na^+ ve Cl^- iyonlarının birikmesine neden olduğunu ifade etmiştir. Bu tür stres koşullarında bitkilerin hayatta kalabilmesi için genetik olarak belirli savunma mekanizmalarına sahip olmaları gerekmektedir. Flowers (2004), farklı bitki genotiplerinin tuza karşı gösterdiği tolerans düzeylerinin farklı olduğunu ve bu toleransın, tuz stresine karşı adaptasyon sağlamak için genetik çeşitliliğin önem taşıdığını vurgulamıştır.

Benzer şekilde, Zhang ve Shi (2013), tuz stresine maruz bırakılan acur gibi cucurbit bitkilerinin büyüme parametrelerinde belirgin azalmalar gözlemlemiş, ancak bazı genotiplerin tuza karşı daha fazla dayanıklılık gösterdiğini rapor etmiştir. Bu bulgular,

benim çalışmam için büyük önem taşımaktadır çünkü benim hipotezim de farklı acur genotiplerinin tuza karşı farklı tolerans seviyeleri gösterdiği yönündedir. Tuz stresine karşı adaptasyon sürecinde Munns ve Tester (2008)'ın belirttiği gibi, tuz toleransının genetik bir özellik olduğunu savunuyorum.

Ayrıca, Ashraf ve Foolad (2007), tuz stresi altında bitkilerde ozmotik dengeyi koruyabilen türlerin daha fazla başarılı olduğunu göstermiştir. Bu sav, Flowers (2004) tarafından da desteklenmiş olup, bu tür ozmolitlerin bitkilerin tuza karşı gösterdiği adaptasyon yeteneğini artırdığını belirtmektedir.

Tuzluluk, bitkiler için önemli bir çevresel stres faktörüdür ve genellikle sodyum klorür (NaCl) gibi tuzların toprakta birikmesiyle oluşur. Munns ve Tester (2008), tuz stresinin bitkilerin su alımını engellediğini ve bunun büyüme ve gelişme üzerinde ciddi olumsuz etkiler yarattığını belirtmiştir. Bu stres, hücre içindeki ozmotik basıncın artmasına ve suyun hücrelere girmesinin zorlaşmasına yol açarak bitkilerin büyümesini kısıtlar. Ayrıca, yüksek tuz konsantrasyonu bitkilerde iyon dengesizliğine neden olur ve özellikle Na^+ ve Cl^- iyonlarının hücre içi birikimi toksik etkilere yol açar (Ashraf ve Foolad, 2007).

Bitkilerde tuz stresi, fotosentez gibi temel biyolojik süreçlerin verimliliğini de düşürür. Zhang ve Shi (2013), tuzluluk stresine maruz kalan bitkilerde klorofil içeriğinin azaldığını, bu durumun fotosentetik kapasiteyi sınırladığını bildirmiştir. Klorofil kaybı, ışık enerjisinin verimli şekilde kullanılmasını engeller ve bu da bitkinin enerji üretme yeteneğini kısıtlar. Bunun yanı sıra, tuzluluk stresinin bitkilerde oksidatif stres oluşturduğu ve bunun da hücresel hasara yol açtığı gözlemlenmiştir. Flowers (2004), tuz stresinin, hücre içinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) artmasına neden olduğunu ve bunun da hücre zarlarının hasar görmesine yol açtığını vurgulamıştır.

Tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkilerini hafifletmek için bitkiler bazı savunma mekanizmaları geliştirir. Ashraf ve Foolad (2007), tuza karşı toleransı yüksek bitkilerin, Na^+ iyonlarını hücre dışına pompalarak veya vakuollerde birikmelerini sağlayarak toksik etkileri engelliklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, bitkiler ozmolitler biriktirerek hücre içindeki su dengesini korumaya çalışırlar. Zhang ve Shi (2013), bu mekanizmanın

tuzluluk stresine karşı savunmada önemli bir rol oynadığını ve prolin gibi ozmolitlerin arttığını ifade etmiştir.

Tuz stresinin bitkilerdeki uzun vadeli etkileri, büyüme oranlarının düşmesi ve verim kaybı ile kendini gösterir. Munns ve Tester (2008), tuzluluğun uzun süreli etkileri altında bitkilerin tüm biyolojik süreçlerinin bozulduğunu ve bunun sonunda verim kayıplarına yol açtığını belirtmiştir. Bununla birlikte, tuza karşı toleranslı bitkilerin genetik ıslahı, tuzlu ortamda tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini artırmak için önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Tuzluluk, bitkilerde ozmotik dengenin bozulmasına ve suyun bitki hücrelerine girişinin zorlaşmasına neden olur. Munns ve Tester (2008), tuz stresinin, bitkilerin hücresel su dengesini bozarak büyümeyi engellediğini ve bu durumun bitkilerde su kaybına yol açtığını belirtmiştir. Tuzlu ortamlar, bitkilerin hücrelerine yüksek konsantrasyonlarda Na^+ ve Cl^- iyonlarının girişini sağlar, bu da bitkilerde toksik etkiler oluşturur (Ashraf ve Foolad, 2007). Bu toksik etkilerin önüne geçebilmek için bitkiler, osmotik uyum sağlayarak tuz stresiyle başa çıkmaya çalışırlar.

Bitkiler, tuzluluk stresine karşı genellikle ozmolit birikimi yoluyla osmotik uyum sağlarlar. Zhang ve Shi (2013), tuza karşı toleranslı bitkilerin, ozmotik dengeyi sağlamak için prolin, glisin betain ve şekerler gibi küçük moleküller biriktirdiğini ifade etmiştir. Bu ozmolitler, bitkilerin hücrelerinde suyun tutulmasına yardımcı olur ve hücredeki yüksek tuz konsantrasyonlarının toksik etkilerini engeller. Ayrıca, bu osmotik uyum süreci, bitkilerin su kaybını azaltarak tuzluluk koşullarında hayatta kalmalarına yardımcı olur (Ashraf ve Foolad, 2007).

Bunun yanı sıra, tuz stresi altında bitkiler, Na^+ iyonlarının hücre dışına pompalanması veya vakuollerde birikmesi gibi mekanizmalar kullanarak iyon dengesini korumaya çalışır. Flowers (2004), tuzluluk koşullarında Na^+ iyonlarının hücrelerde birikmesinin, bitkilerde hücresel hasara yol açtığını ve bu iyonların uzaklaştırılmasının hayati bir mekanizma olduğunu belirtmiştir. Na^+ iyonlarının hücre dışına pompalanması, bitkilerin tuza karşı toleranslarını artırır ve bu süreçte sodyum-potasyum pompalarının önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır.

Tuzluluk stresi, aynı zamanda bitkilerde antioksidan sistemlerini aktive ederek oksidatif stresi azaltmaya yönelik savunma mekanizmalarını da devreye sokar. Munns ve Tester (2008), tuz stresine karşı bitkilerin süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz gibi antioksidan enzimlerinin aktivitelerini artırarak reaktif oksijen türleri (ROS) ile mücadele ettiklerini belirtmiştir. Bu antioksidan yanıt, bitkilerin hücresel hasarı azaltmalarına ve stresle başa çıkmalarına yardımcı olur.

Bitkiler tuz stresine karşı çeşitli osmotik uyum mekanizmaları geliştirir. Bu uyum, tuzlu ortamda büyümeyi sürdürebilmeleri için kritik öneme sahiptir. Ashraf ve Foolad (2007), osmotik uyumun bitkilerde tuz stresine karşı hayatta kalma oranını artırdığı ve bu mekanizmaların türler arasında farklılık gösterdiği üzerinde durmuştur. Bu bulgular, tuza karşı toleranslı bitkilerin ıslahı için önemli ipuçları sunmaktadır.

Farklı bitki genotiplerinin tuza karşı farklı tolerans gösterdiği daha önce yapılan çalışmalarla da doğrulanmıştır. Ashraf ve Foolad (2007), tuza dayanıklı genotiplerin, Na^+ ve Cl^- iyonlarının hücre içindeki birikimini sınırlayarak, hücredeki ozmotik dengeyi koruduğunu ifade etmiştir. Bu genotipler, tuz stresine karşı daha az zarara uğrayarak büyümeye devam edebilirler. Zhang ve Shi (2013), tuza karşı yüksek tolerans gösteren bitki genotiplerinin, prolin ve diğer ozmolitlerin üretimini artırarak osmotik stresle başa çıktığını bildirmiştir. Bu türler, tuza karşı daha verimli bir şekilde adaptasyon gösterirler ve bu mekanizmalar, tuz stresi altında hayatta kalmalarını sağlar.

Genetik çeşitliliğin tuza karşı tolerans üzerinde önemli bir rol oynadığı da birçok çalışmada belirtilmiştir. Zhang ve Shi (2013), acur gibi bazı cucurbit bitkilerinin farklı genotiplerinin, tuzlu ortamlarda büyüme ve gelişme açısından önemli farklılıklar gösterdiğini ifade etmiştir. Genotipler arasında Na^+ iyonlarının birikimi, ozmolit üretimi ve antioksidan yanıtlar gibi farklı özelliklerdeki varyasyonlar, tuza karşı dayanıklılığın temel belirleyicileridir. Ayrıca, Flowers (2004), tuza karşı dayanıklılığın yalnızca belirli genotiplerle sınırlı olmadığını, çevresel faktörlerin de bu dayanıklılığın gelişiminde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

Bir başka önemli bulgu ise, tuza karşı toleransı yüksek olan bitki genotiplerinin, suyun daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için su taşıma kapasitesini artırmasıdır. Munns ve Tester (2008), tuzlu ortamlarda hayatta kalan bitkilerin, su kaybını azaltan ve

suyun daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan mekanizmalar geliştirdiğini belirtmiştir. Bu durum, özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde, tuza karşı toleransı yüksek bitkilerin daha başarılı olmasını sağlar.

Farklı bitki türlerinin ve genotiplerinin tuza karşı farklı toleranslar sergilemesi, bitkilerin genetik yapısına, adaptasyon stratejilerine ve çevresel koşullara bağlıdır. Ashraf ve Foolad (2007), tuza karşı toleranslı bitkilerin daha verimli su yönetimi, iyon dengesinin korunması ve ozmotik uyum gibi mekanizmalar geliştirdiğini vurgulamıştır. Bu bulgular, tuza karşı dayanıklı genotiplerin ıslahını mümkün kılmakta ve tarımsal üretimde tuzlu ortamlarda verimliliği artırmak için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Benzer çalışmalarda kullanılan yöntemler ve ölçüm teknikleri hakkında değinmek gerekirse; Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkilerini değerlendirmek için farklı araştırmalarda çeşitli ölçüm teknikleri ve yöntemler kullanılmıştır. Munns ve Tester (2008), bitkilerin büyüme parametrelerini değerlendirmek için yaprak sayısı, kök uzunluğu, toplam bitki boyu gibi morfolojik ölçümler kullanıldığını belirtmiştir. Bu parametreler, tuz stresine maruz kalan bitkilerin gelişim hızındaki azalmaları izlemek ve farklı genotiplerin toleranslarını karşılaştırmak için yaygın olarak tercih edilir. Özellikle yaprak sayısı, bitkilerin genel sağlığı ve büyüme durumu hakkında hızlı bilgi sunar.

Bunun dışında, tuza karşı biyokimyasal tepkileri ölçmek amacıyla çeşitli biyokimyasal analizler de kullanılmıştır. Ashraf ve Foolad (2007), tuza karşı dayanıklı ve duyarlı bitkilerin biyokimyasal özelliklerini incelemek için ozmolitlerin, özellikle prolin, glisin betain gibi bileşiklerin ölçülmesinin yaygın bir teknik olduğunu ifade etmiştir. Bu bileşiklerin seviyeleri, bitkilerin tuza karşı gösterdiği osmotik uyum kapasitesini gösteren önemli bir biyokimyasal göstergedir. Prolin, ozmotik baskıyı düzenlemede ve hücresel hasara karşı koruma sağlamada kritik bir rol oynar.

Tuz stresinin biyokimyasal etkilerini anlamak için kullanılan bir diğer analiz tekniği ise, antioksidan enzim aktivitelerinin ölçülmesidir. Flowers (2004), tuzlu ortamda bitkilerin, hücresel hasara karşı korunmak amacıyla süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) gibi enzimleri daha fazla ürettiğini belirtmiştir. Bu enzimlerin aktivitelerinin ölçülmesi, bitkilerin oksidatif stresle başa çıkma yeteneklerini

değerlendirmek için önemlidir. Antioksidan sistemin kuvvetli olması, bitkinin tuz stresi altında hayatta kalma ve gelişme şansını artırır.

Ayrıca, tuz stresinin bitkilerin hücresel yapıları üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla bazı araştırmalar, bitki hücrelerinin morfolojik analizlerini yapmıştır. Zhang ve Shi (2013), tuz stresinin bitkilerde hücresel bozulmalara yol açtığını ve bu bozulmaları tespit etmek için mikroskobik analizlerin kullanıldığını belirtmiştir. Elektron mikroskobu veya ışık mikroskobu ile yapılan incelemeler, hücre duvarı kalınlaşması, vakuol büyüklüğü ve plazma zarı hasarını gözlemlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bunların dışında, bazı çalışmalar bitkilerin kök gelişimini değerlendirmek için kök uzunluğu ve kök biyoması gibi morfolojik parametreleri ölçmüştür. Zhang ve Shi (2013), tuz stresine karşı dirençli genotiplerin kök gelişiminde daha az azalma gösterdiğini ve kök biyomasının arttığını rapor etmiştir. Kök uzunluğu, bitkilerin su ve besin maddesi alım kapasitesini etkileyen önemli bir parametre olup, tuz stresine karşı bitkilerin adaptasyon yeteneklerini incelemek için sıklıkla kullanılır.

Bitkilerde tuz stresi ve osmotik uyum mekanizmalarını incelemek için kullanılan yöntemler ve ölçüm teknikleri çeşitlidir. Yaprak sayısı, kök uzunluğu, biyokimyasal analizler (ozmolit ve antioksidan enzim aktiviteleri gibi), mikroskobik incelemeler ve kök biyoması ölçümleri, bitkilerin tuza karşı gösterdiği farklı toleransları değerlendirmek için yaygın kullanılan parametrelerdir. Bu teknikler, tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir rol oynar ve araştırmaların doğru sonuçlara ulaşmasını sağlar.

Bitkilerde tuz stresinin etkilerini anlamak ve bu etkilere karşı dayanıklı türler geliştirmek, tarımsal üretim için büyük öneme sahiptir. Ancak, hala bazı temel mekanizmalar tam olarak anlaşılamamıştır. Munns ve Tester (2008), tuz stresine karşı bitkilerin gösterdiği biyokimyasal, morfolojik ve fizyolojik tepkilerin tam olarak nasıl etkileşime girdiği konusunda hala belirsizlikler olduğunu ifade etmiştir. Bunun yanı sıra, farklı bitki türleri ve genotipleri arasındaki tuz toleransı farklılıkları hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. Flowers (2004), tuz stresine karşı bitkilerin nasıl farklı savunma mekanizmaları geliştirdiğine dair daha fazla veri

toplamanın önemli olduğunu belirtmiştir. Bu noktada, özellikle Cucurbitaceae familyasına ait bitkilerin tuza karşı dayanıklılığı konusunda yapılan çalışmaların sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

Bizim çalışmamız, bu boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır. Cucurbitaceae familyasındaki farklı acur genotiplerinin tuza karşı toleranslıklarının belirlenmesi, bitki biliminde önemli bir katkı sağlayacaktır. Zhang ve Shi (2013), bu türlerin tuza karşı gösterdiği farklı biyokimyasal tepkileri belirlemek için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda, bizim çalışmamız, acur bitkilerinin tuz stresine karşı nasıl tepkiler verdiğini ayrıntılı bir şekilde inceleyerek bu alandaki eksikliği giderecektir. Özellikle, tuza dayanıklı genotiplerin prolin, glisin betain gibi ozmolit üretimindeki farklılıkları belirlemek, yeni ıslah stratejilerine ışık tutacaktır.

Buna ek olarak, tuzlu ortamlarda bitkilerin kök gelişimi ve biyokimyasal yanıtlarının nasıl etkilendiği üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ashraf ve Foolad (2007), bitkilerin kök uzunluğu ve biyomassı üzerinde tuz stresinin etkilerinin yeterince araştırılmadığını ifade etmiştir. Bizim çalışmamız, bu boşluğu doldurarak farklı genotiplerin kök biyoması ve gelişimindeki değişiklikleri inceleyecek ve tuza dayanıklı genotiplerin daha verimli su ve besin kullanımı için nasıl adaptasyon sağladığını ortaya koyacaktır. Bu, tarımsal üretim için hayati önem taşıyan bir konu olup, tuzlu ortamlarda verimliliği artırma potansiyeli sunmaktadır.

Bir diğer boşluk ise, tuza dayanıklı bitki genotiplerinin genetik mekanizmalarının hala tam olarak anlaşılamamış olmasıdır. Zhang ve Shi (2013), tuza karşı dayanıklı bitkilerin genetik yapıları hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamız, acur bitkilerinin tuz toleransı ile ilişkili genetik ve biyokimyasal yanıtları belirleyerek bu konuda önemli bir boşluğu dolduracaktır. Bu türlerin genetik çeşitliliği, gelecekteki ıslah çalışmaları için değerli bir kaynak sunacaktır.

Son olarak, tuz stresinin bitkilerin fotosentetik verimliliği üzerindeki etkileri de hala tam olarak anlaşılamamıştır. Munns ve Tester (2008), tuzun bitkilerin fotosentez kapasitesini nasıl sınırladığı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamız, tuza dayanıklı acur genotiplerinin fotosentez verimliliği üzerindeki etkileri inceleyerek bu konuda da katkı sağlayacaktır. Bu bilgi, tuzlu

ortamlarda daha verimli bitkiler yetiştirmek için stratejiler geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Özetle, bitkilerde tuz stresine karşı dayanıklılık konusunda hâlâ önemli boşluklar bulunmaktadır. Bizim çalışmamız, acur genotiplerinin tuza karşı toleranslıklarını ve bu toleransla ilişkili biyokimyasal, morfolojik ve genetik yanıtları belirleyerek bu alandaki eksiklikleri gidermeyi amaçlamaktadır. Bu katkı, tuzlu ortamlarda verimli tarımsal üretimin sağlanması adına büyük bir adım olacaktır.

2. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal:

Bu çalışma, 2024 yılında Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait Bitki Beslenme Fizyolojisi Laboratuvarı'nda bulunan kontrollü yetiştirme odasında yürütülmüştür.

2.1.1.Bitkisel Materyal:

Çalışmada 6 farklı Acur genotipi kullanılmıştır: Badem, Ege, Irak-1, Irak -2, Kerem, Selin.

Tablo 1. Denemede kullanılan bitki materyalleri ve temin edildiği yer

Genotip Adı	**Temin edildiği yer**
Badem	Türkiye
Ege	Türkiye
Irak-1	Irak
Irak-2	Irak
Kerem	Türkiye
Selin	Türkiye

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Su Kültürünün Kurulması:

Denemede kullanılan 6 adet acur genotipinin tohumlarının ekimi, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait Bitki Beslenme Fizyolojisi Laboratuvarında bulunan kontrollü yetiştirme odasında yapılmıştır. Tohumlar, 2:1 (v/v) oranında torf ve perlit karışımı kullanılarak ekilmiştir. Bitkiler, 3-4 yapraklı döneme geldiklerinde, kökleri yıkanarak ve gövdeleri süngerle sarılarak sürekli havalandırma sağlanan su kültürü ortamına aktarılmıştır. Bu ortamda 8L'lik kovalarda saf su bulunmakta ve bitkiler aktarıldıktan sonra, gerekli çözeltiler eklenmiştir. Su kültürü çözeltileri şu şekilde hazırlanmıştır: 1500 µM Ca $(NO_3)_2$, 750 µM K_2SO_4, 650 µM $MgSO_4$, 500 µM KH_2PO_4, 10 µM H_3BO_3, 0,5 µM $MnSO_4$, 0,5 µM $ZnSO_4$, 0,4 µM $CuSO_4$, 0,4 µM $MoNa_2O_4$ ve 80 µM Fe EDDHA, elektrik iletkenliği ise 1.00 dS/m olarak ölçülmüştür. Deneme kurulduktan iki gün sonra, tuz (NaCl) eklemesi yapılmış ve ilk olarak 2.00 dS/m tuz eklenmiştir. Tuz dozları düzenli olarak artırılmış ve her kova 1 hafta içerisinde istenilen tuz seviyesine getirilmiştir. Su kültüründe her kovada 2 bitki olacak şekilde bitkiler aktarılmıştır ve her çeşit için toplamda 18 adet bitki kullanılmıştır. Kontrol grubu ile, 6 dS/m ve 12 dS/m tuz seviyelerinde, her seviyede 3 tekerrürlü olacak şekilde deneme düzenlenmiştir. 6 dS/m tuz seviyesine 160 ml, 12 dS/m tuz seviyesine ise 320 ml tuz eklenmiştir. Toplamda 54 kova kullanılmıştır. Her 7 günde bir su değişimi yapılmış ve her su değişiminde tuz seviyeleri tekrar istenilen düzeylere getirilmiştir. Deneme 08.08.2024 tarihinde kurulmuş ve 20.09.2024 tarihinde hasat işlemi başlanmıştır.



Şekil 2. 1. Tohum ekim aşamaları



Şekil 2. 2 Deneme kurulum aşamaları



Şekil 2.3 Bitkilerin ipe alınma aşaması

2.2.2. Tuz Stresinde Bitkilerde Ölçülen Parametreler

2.2.2.1. Bitkisel Gelişimin Görsel Testi:

Acur bitkilerinin genotiplerinin görsel gelişimi, 0-5 skalasında değerlendirilmiştir. Kontrol grubu, etki almamış durum olarak 0 puanla kabul edilmiştir ve bitkilerin tuz stresi gibi faktörlerden etkilendiği duruma göre puanlama yapılmıştır.

0: Kontrol grubu ve etkilenme yok

1: Lokal sararma ve yapraklarda kıvrılma

2: Sararma ve %25 nekrotik leke

3: %25-50 nekrotik leke ve dökülme

4: %50-75 nekroz ve ölümler

5: %75-100 nekroz ve bitkinin tamamen ölmesi


BADEM
KONTROL
6 EC
12 EC
EGE
KONTROL
6 EC
12 EC
IRAK 1
KONTROL
6 EC
12 EC
IRAK 2
KONTROL
6 EC
12 EC



Şekil 2.4 Hasat sonrası görsel skala değerlendirmesi

2.2.2.2. SPAD (Yaprak Klorofil Değeri) Ölçümleri:

Bitkinin fotosentez kapasitesini belirlemek amacıyla, her 7 günde bir SPAD (SPAD-502, Minolta Corporation, Ltd. Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak, tam gelişim göstermiş yapraklardan üç okuma şeklinde pigment miktarı ölçülmüştür.



Şekil 2.5. Spad (Klorofil) ölçümleri

2.2.2.3. Bitki Boyu (cm bitki^{-1}):

Bitkinin kök boğazı ile uç kısmı arasındaki mesafe, mezür ile santimetre (cm) cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 2.6 Bitki boyu ölçümleri

2.2.2.4. Yaprak Sayısı (adet bitki^{-1}):

Hasat sırasında, bitkilerin tüm yaprakları sayılarak adet olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.7. Bitkinin yaprak sayımı

2.2.2.5. Yaprak Alanı (cm^2 $bitki^{-1}$):

Hasat edilen bitkilerin tüm yapraklarının alan ölçümü, LI 3100 C Model Yaprak Alanı Ölçme Cihazı ile cm²/bitki olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.8 Yaprak alanı ölçümleri

2.2.2.6. Yeşil Aksam (Yaprak ve Gövde) ve Kök Ağırlıkları (Yaş ve Kuru) (g bitki^{-1}):

Hasat edildikten sonra bitkiler, yeşil aksam ve kök olarak iki gruba ayrılmış ve yaprak ve gövde birlikte tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Kökler, besin çözeltisinin içinde bulunduğundan, bir bezle hafifçe kurulanarak tartımları yapılmıştır. Tartımlar hassas terazide gerçekleştirilmiştir. Yaş ağırlıkları belirlenen yeşil aksam ve kök örnekleri, kese kağıtlarına yerleştirilmiş ve 70°C etüvde kurutulmak üzere bırakılmıştır. Etüvden çıkarılan kurutulmuş yaprak-gövde ve kök örneklerinin kuru ağırlıkları ise hassas terazide tartılmıştır.



Şekil 2.12. hasat sonrası yeşil aksam yaş ve kuru ağırlık ölçümleri

2.2.2.7. Kök Uzunluğu (cm bitki^{-1}), Hacmi (cm^3 bitki^{-1}) ve Çapı (mm bitki^{-1}):

Yaş ağırlıkları tartılan köklerden alt örnek alınmış ve makas yardımıyla 1 cm uzunluğunda küçük parçalara ayrılmıştır. Bilgisayara bağlı kök tarama cihazının tepsisine bir miktar su eklenmiş ve küçük parçalara ayrılan kökler homojen bir şekilde yayılmıştır. Ardından, cihazın kapağı kapatılarak, WinRhizoRegular LA2400 (Regent Instruments) kök görüntüleme programı kullanılarak kök morfolojik parametreleri, kök uzunluğu (cm), hacmi (cm³) ve çapı (mm) hesaplanmıştır.



Şekil 2.13. Kök uzunluğu, çapı ve hacim ölçümü

2.2.2.8. Yaprak ve Kök İyon Sızıntısı (%):

Deneme hasadından bir gün önce, her uygulamanın yapraklarından 1,5 cm çapında diskler ve köklerden 1 cm uzunluğunda parçalar alınmış, bu örnekler 10 ml saf su içerisinde 24 saat boyunca çalkalayıcı üzerinde bekletilmiştir. Ardından, elektriksel iletkenlik (EC) metre ile ilk ölçüm yapılmıştır. Sonrasında, otoklavda 121 ℃ sıcaklıkta 20 dakika tutularak dokuların ölmesi sağlanmış ve aynı şekilde, elektriksel iletkenlik (EC) metre ile oda sıcaklığında ikinci ölçüm yapılmıştır. Yaprak ve kök örneklerinin iyon sızıntı oranları, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. (Lutts vd., 1995) % İyon Sızıntısı= (O. D1/ O. D2) X 100; [O. D1= 1.Okuma değeri; O. D2= 2.Okuma değeri].



Şekil 2.14. yaprak ve kök iyon sızıntısı ölçümleri

2.2.2.9. Toplam Klorofil ve Karatenoid Miktarı (mg g^{-1}):

Hasattan bir gün önce, toplam klorofil ve karotenoid içeriklerinin ölçülmesi amacıyla her uygulamanın bir tekerrüründen 100 mg (0.1 g) taze yaprak örneği alınmıştır. Bu işlem, UV-VIS Spektroskopik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Lichtenthaler, 1987). Alınan örnekler, %95 konsantrasyondaki etil alkolden 10 ml eklenerek 15 ml'lik kapaklı kaplara konulmuş ve pigmentlerin ekstraksiyonu için gece boyunca oda sıcaklığında karanlıkta tutulmuştur. Ölçümler spektrometre (UV / VS T80 +PG Instruments Limited, UK) ile 470 nm, 648.6 nm ve 664.2 nm dalga boylarında yapılmıştır.

Toplam klorofil (Total-Chlo) ve toplam karotenoid (TC), Lichtenthaler (1987) aşağıdaki formül kullanılarak spektrometrik okumalardan hesaplanmıştır.

Ka = (13.36 D664.2 – 5.19 D648.6)

Kb = (27.36 D648.6 – 8.12 D664.2)

Ka + b = (5.24 D664.2 + 22.24 D648.6)

Kx+ c =1000 D470+2.13 Ka-Kb/209

D648.6 = 648.6 nm dalga boyunda okuma değeri, D664.2 = 664.2 nm dalga boyunda

Okuma değeri, D470 = 470 nm dalga boyunda okuma değeri.

2.2.2.10. Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) (µmol/s/g):

Nitrat redüktaz enzim analizi, Harley (1993) tarafından önerilen prosedür kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hasat sırasında, taze bitki örneği alınarak her bir örnek 0.2 gr olarak tartılmış ve parçalara ayrıldıktan sonra falkon tüplerine yerleştirilmiştir. Tüpler, T0 ve T60 olarak etiketlenmiş ve ışığa maruz kalmalarını önlemek amacıyla alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Her bir tüpe 10 ml deney tamponu çözeltisi eklenmiştir [100 mM fosfat tamponu, pH 7.5; 30 mM KN03; her birine %5 (v/v) propanol]. T0 tüpü 5 dakika kaynar suda bekletilip çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Diğer yandan, T60 tüpleri, 60 dakika boyunca oda sıcaklığında tutulmuş, ardından 5 dakika boyunca kaynar suda bekletilmiş ve soğumaya bırakılmıştır. Nitritin

saptanmasına yardımcı olmak amacıyla, örneklere renk geliştirme reaktifi eklenmiştir. Bu işlemde, 5 ml sülfanilamid (%25 HCl içinde %1 sülfanilamid) ve %0.02 N-(1-naftil)-etilendiamin hidroklorür (NEED) çözeltileri eklenmiş ve kuvvetlice çalkalanarak 20 dakika boyunca renk gelişmesi beklenmiştir. Örneklerdeki nitrit düzeyini belirlemek için, içeriği belli olan stok nitrit çözeltisinden (25 mM (nmol/ml) KNO_2) farklı oranlarda standart çözeltiler hazırlanmıştır. Bu standart tüplere, nitriti mor renge dönüştüren bir reaktif karışım (%1 sülfanilamid 3N HCl ve %0.02 N-(1-naftil)-etilendiamin hidroklorür) eklenmiş ve karanlık odada 15 dakika bekletilmiştir. Ardından her bir standart tüp, 540 nm dalga boyunda spektrometre ile ölçülmüş ve bu standart tüplere göre bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Son olarak, örneklerdeki nitrit miktarı, elde edilen kalibrasyon eğrisi ile kıyaslanmıştır.

2.2.2.11. Bitki Bağıl Nem İçeriği (%):

Her çeşit için yaş yapraktan bir adet yaprak örneği alınmış ve hassas terazide tartılmıştır. Tartım işleminden sonra, yapraklar su dolu kovalara yerleştirilmiş ve 24 saat boyunca bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, su dolu kovalardan çıkarılan yapraklar tekrar tartılmıştır. Ardından, yapraklar 70°C'de etüvde kurutulmuş ve kurumuş yaprakların kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Kuru ağırlıklar alındıktan sonra, yaprakların bağıl nem oranı hesaplanmıştır.

((Yaş Ağırlık – Kuru Ağırlık) / (Sudan çıkınca (etüv öncesi) Ağırlık-Kuru ağırlık)) *100



Şekil 2.16. Bitki Bağıl Nem İçeriği

2.2.2.12. Klor (Cl^-) Element Analizi (mg g^{-1}):

Yeşil Aksam ve Köklerde Cl^- (mg gr^{-1}) Konsantrasyonu Mohr Metoduna Göre Yapılmıştır;

1. Ekstrakt eriyiği olarak saf su kullanılmıştır.

2. Potasyum kromat indikatörünün hazırlanışı: 5 g K_2CrO_4 (Potasyum Kromat) + 4.791 $AgNO_3$ tartılmıştır. K_2CrO_4 saf suda eritilirken üzerine yavaş yavaş $AgNO_3$ eklenmiştir. Hazırlanan boya çözeltisi balon jojeye filtre kâğıdı yardımı ile süzülüp 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır.

3. Titrasyon için kullanılan gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi, 4.791 gram $AgNO_3$'nin 1000 mL saf su ile çözülmesiyle hazırlanır. Her bitki örneğinden 50 mg alınarak üzerine 12.5 mL saf su eklenir ve bu karışım 10 dakika boyunca çalkalayıcıda çalkalanır. Ardından, örnekler 7000 devirde santrifüj edilir ve santrifüjden alınan sıvının 10 mL'si erlenmayerlere aktarılır. Bu örneklerin üzerine 0.5 mL potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü eklenir. Sonrasında, örnekler gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilir. Gümüş nitrat, örnekteki klorür iyonlarıyla reaksiyona girerek gümüş klorür (AgCl) çökeltiyi oluşturur. Titrasyon işlemi, istenilen renk değişikliği görüldüğünde sonlandırılır. Son olarak, klorür iyonlarının konsantrasyonu, titrasyon sırasında kullanılan gümüş nitrat miktarına ve örneğin ağırlığına göre hesaplanır. Bu yöntem, bitkilerdeki klorür iyonlarının konsantrasyonunu belirlemek için kullanılır. Klor % = (N/B) /A x 100

N: Numune titrasyonunda kullanılan Gümüş nitrat miktarı, ml

B: Blank titrasyonunda kullanılan Gümüş nitrat miktarı, ml

A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı, mg

2.2.2.13. Bitkide Element Analizleri (Makro ve Mikro Besin elementleri) (mg/l):

Bitki kök ve yaprak örneklerinde mineral konsantrasyonlarını belirlemek için numuneler 68°C'de 48 saat fırında kurutulduktan sonra öğütülmüştür. Bitki örneklerinden 0.5 gr tartılarak 30 ml lik porselen krozelere konularak ardından kül fırın çalıştırılarak ve 2 saat içerisinde 550 °C sıcaklığa ulaştıktan sonra kroze tablasıyla fırına

yerleştirilmiştir. Fırında 6 saat yakılan ve kül haline gelen örnekler kuru yakma işlemi bittikten sonra fırından çıkarılacak ve soğumaya bırakılmıştır. Ardından her bir örneğin üzerine 10 ml seyreltik HCl asit eklenerek ve örnekler Whatman filtre kağıdıyla süzülecek üzerine saf su eklemek suretiyle 50 ml'ye tamamlanmıştır. ICP cihazında (Varian marka) bitkide makro ve mikro elementler okunmuştur. Makro elementler yüzde (%), mikro elementler ppm olarak ifade edilmiştir. Toplam element içerikleri ise elde edilen element içerikleri ile toplam kuru madde ağırlığı çarpılarak elde edilmiştir.



Şekil 2.17. Makro ve Mikro besin elementlerin ölçümü

2.2.3. İstatiksel Değerlendirme:

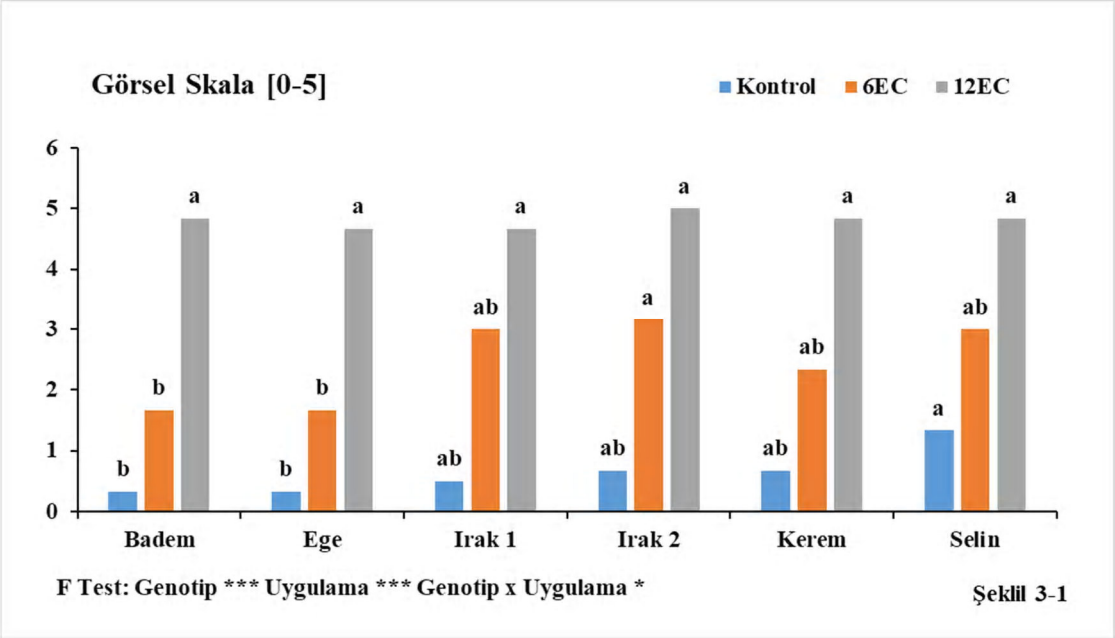
Denemenin sonunda elde edilen veriler, SAS istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi, gruplar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilen ortalamalar, 0,05 ve 0,01 önem seviyelerinde LSD (Least Significant Difference) testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test, gruplar arasındaki ortalamaların birbirinden farklı olup olmadığını belirlemek için kullanılır ve anlamlı farkların ortaya konmasını sağlar. Bu sayede, tuz stresi uygulamalarının acur bitkisi üzerindeki etkileri daha detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Bitki Görsel Gelişim Tespiti [0-5]:

Strese girmiş bitkiler ve strese girmemiş kontrol gurubu bitkiler yeşil aksam bakımından semptomolojik belirtiler ve hasarlar tuz uygulaması sonucunda belli olmuştur. Genotipler arasındaki değişiklikler tuz uygulaması kaynaklı belirlenmiştir. 12EC uygulaması tüm genotiplerde en yüksek görsel skala değerini sağlamış, bu da uygulamanın stres koşullarında en belirgin etkisini gösterdiğini ifade eder. Kontrol uygulaması genel olarak en düşük değerleri göstermektedir. 6EC uygulamasının etkisi genotiplere göre değişim göstermektedir, ancak 12EC kadar güçlü bir etki sağlamamıştır. Görsel skalanın Genel Değerlendirmesi olarak 12EC uygulaması stres koşulları altında görsel skala değerlerini önemli ölçüde artırarak diğer uygulamalardan farklılaşmıştır. Genotipler arasında Irak 1, Irak 2 ve Selin genotiplerinin daha yüksek tepkiler verdiği görülmektedir.



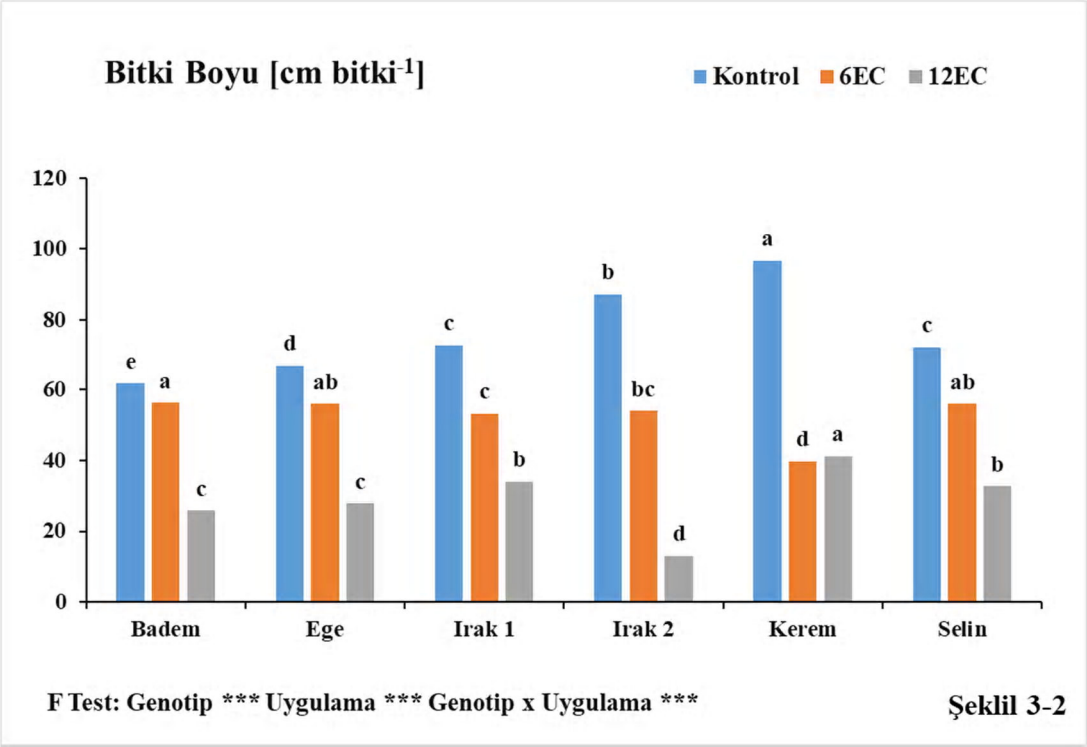
Şekil 3.1. Farklı Acur Çeşitlerinin Tuzlu Koşullarda Görsel Skala Değeri

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki görsel etkileri genellikle kloroz (sararma), nekroz (ölü doku oluşumu), yaprak deformasyonları ve büyüme geriliği gibi belirtilerle gözlenir. Görsel skala [0-5] aralığında yapılan değerlendirmelerde, bu belirtilerin şiddeti 0 (hiçbir stres belirtisi yok) ile 5 (çok şiddetli belirtiler) arasında derecelendirilir. (Ashraf ve Harris, 2004).

3.2. Bitki Boyu (cm bitki^{-1}):

Bu çalışmada, farklı genotiplerin tuz stresine karşı bitki boyu bakımından verdikleri tepkiler incelenmiştir. Elde edilen bitki boyu değerlerine bakıldığında kontrol grubu için Kerem genotipi 97 cm bitki^{-1} değeri ile en yüksek tolerans ve Ege genotipi 67 cm bitki^{-1} değeri ile en hassas genotip olmuştur ama 6 EC değerlerine bakıldığında Badem genotipi 56,3 cm bitki^{-1} ile en toleranslı genotip iken Kerem genotipi 39,8 cm bitki^{-1} ile en düşük toleransa sahip olmuştur ancak 12 EC ye bakıldığında Kerem genotipi 41 cm bitki^{-1} değeri ile en iyi toleranslı ve Irak-2 genotipi 13 cm bitki^{-1} değeri ile en düşük toleranslı olarak kaydedilmiştir. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC de 53 cm bitki^{-1} ve %31 azalış ile %69 STİ değerlerine rastlanırken 12 EC de 29 cm bitki^{-1} olarak ve %62 azalış ile %38 STİ değerlerini kaydetmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12EC ye yükselirken Irak-2 %76 azalış kaydederken Kerem genotipi %3 bir artış ile görülmüştür. İstatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta

olduğunu gözlemleyebiliriz. Farklı genotiplerin stres koşullarına karşı tepkilerinde büyük farklılıklar olduğunu gösteren Munns ve Tester (2008), tuz stresinin bitki boyunda belirgin azalmalar yarattığını ve bu etkinin genotipten genotipe değişiklik gösterdiğini vurgulamıştır. Benzer şekilde, Shannon ve Grieve (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, tuz stresine toleranslı bitkilerin bitki boyu kayıplarının daha az olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, Ashraf (2004) tarafından yapılan araştırmalar, tuz stresine dayanıklı genotiplerin büyüme süreçlerinde daha az iyon toksisitesine maruz kaldığını ortaya koymuştur.

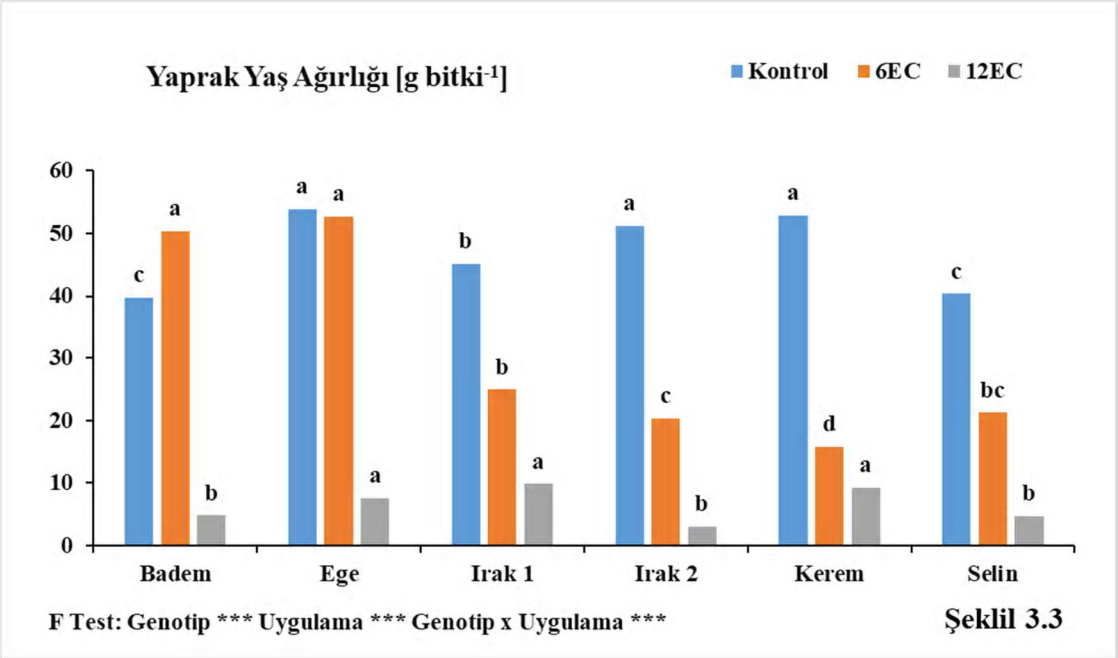


Şekil 3.2 farklı acur genotiplerin tuza karşı bitki boyu bakımından değerleri cm bitki^{-1}

3.3. Yaprak Yaş Ağırlığı [g bitki^{-1}]:

Yaprak yaş ağırlık parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Ege Genotipi 54 g bitki^{-1} ile en iyi tolerans gösterirken Badem ve Selin genotipleri 40 g bitki^{-1} değerleri ile en hassas genotip olarak görülmüştür, ancak 6 EC tuz seviyesi için Ege genotipi 52,7 g bitki^{-1} en toleranslı ve Kerem genotipi 15,8 g bitki^{-1} en hassas genotipler olarak görülmüştür. 12 EC tuz seviyesi için Irak-1 genotipi 10 g bitki^{-1} değer kaydedip Irak-2 3 g bitki^{-1} değeri ile en hassas genotip olarak görülmüşlerdir. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC de 31g bitki^{-1} ile %35 azalış ve %65 STİ değerlerine sahipken 12

EC de 7 g bitki^{-1} değeri ile %86'lık bir azalış ve %14 STİ değerlerine rastlıyoruz. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem genotipi %90 en yüksek azalış kaydederken Kerem %42 ile en az azalış kaydetmiştir. İstatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Farklı genotiplerin tuz stresine verdikleri tepkiler üzerine yapılan çalışmalar, genotiplerin genetik potansiyellerinin bu parametre üzerinde belirleyici olduğunu ve tuz stresi gibi çevresel faktörlerin bu parametreyi olumsuz etkilediğini göstermektedir. Örneğin, farklı genotiplerin yaş ağırlık bakımından tuz stresine karşı gösterdikleri toleransını araştırıp değerli sonuçlara ulaşan çalışmalarda vardır (Smith ve Jones, 2021). Benzer şekilde, Yıldırım vd. (2019), orta düzey tuz stresinin farklı tuz dozlarına karşı genotiplerinin yaprak yaş ağırlığı üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu bildirmiş, bu da bu genotiplerin kısmi tuz dayanıklılığını destekleyen bir bulgu olarak öne çıkmıştır.

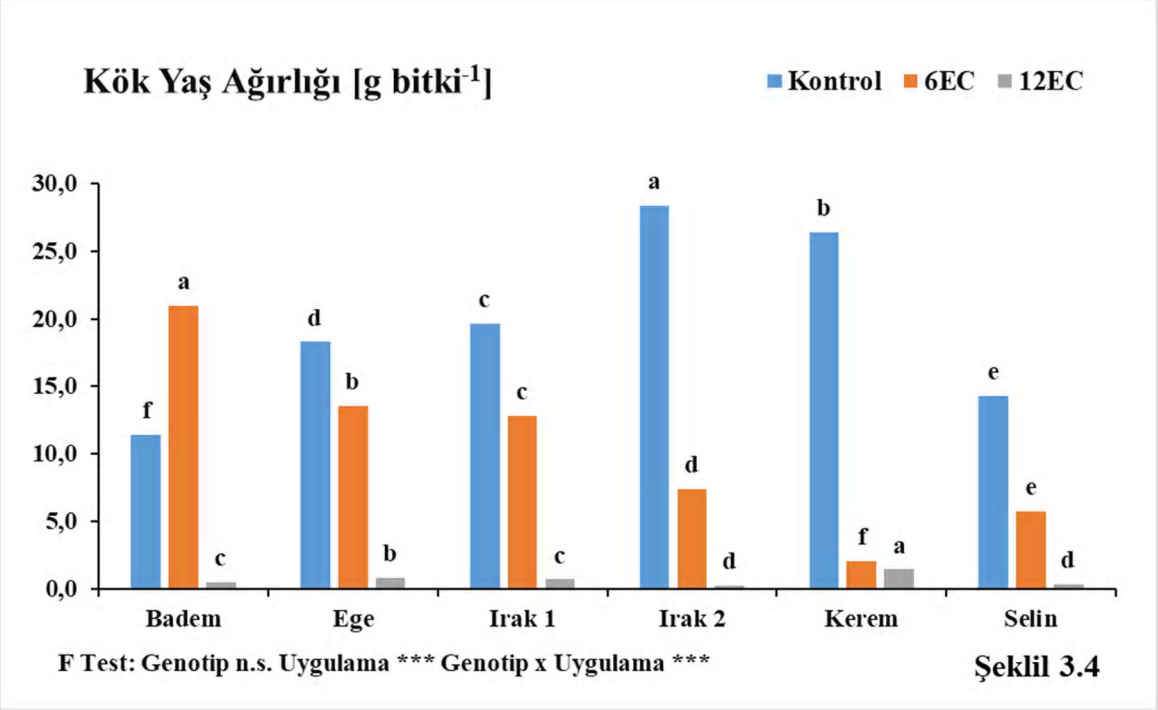


Şekil 3.3 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak yaş ağırlığı değerleri g bitki^{-1}

3.4. kök Yaş Ağırlığı [g bitki^{-1}]:

Kök yaş ağırlık parametreleri incelendiğinde kontrol koşulu için 28,4 g bitki^{-1} değer ile Irak-2 en iyi toleranslı genotip ve 11,4 g bitki^{-1} değeri ile Badem en hassas genotip olarak kaydedilmiştir, ancak 6 EC tuz seviyesi için Badem 21 g bitki^{-1} değeri ile en iyi tolerans gösterirken 2,1 g bitki^{-1} ile Kerem en hassas genotip olarak kayıtlara geçmiştir.

Ancak 12 EC tuz seviyesi için Kerem genotipi 1,4 g bitki^{-1} değeri ile en toleranslı genotip olurken Irak-2 genotipi 0,3 g bitki^{-1} değeri ile en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC de 10 g bitki^{-1} görünürken %47 azalış ve %53 STİ değerlerine sahiptir ancak 12 EC için 1 g bitki^{-1} ile %97 azalış ve %3 STİ değerlerini gözlemleyebiliriz. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem genotipi %98 en iyi azalış kaydederken %31 oranı ile en kötü azalışı Kerem genotipi kaydetmiş. İstatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Daha önce yapılan çalışmalarda, genotipler arasında kök yaş ağırlığındaki farklılıkların, çevresel stres koşullarına verilen tepkilere göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum, tuza toleranslı genotiplerin kök biyokütlesini daha iyi koruma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir (Zhu, 2001).

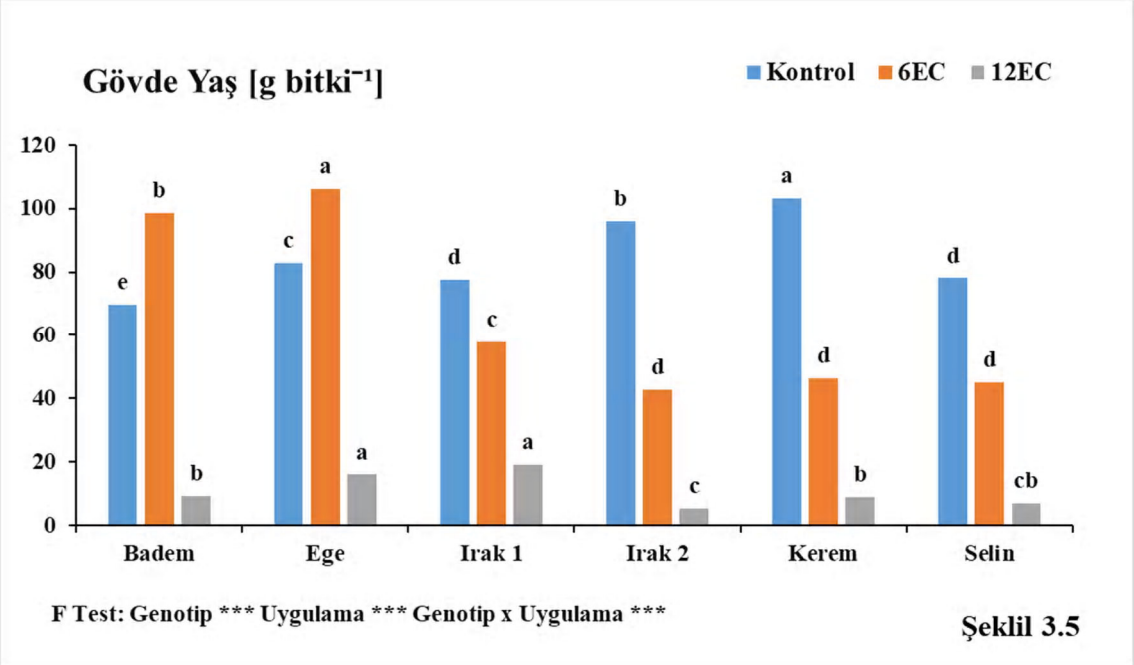


Şekil 3.4 Farklı Acur genotiplerin tuza karşı kök yaş ağırlığı değerleri g bitki^{-1}

3.5. Gövde Yaş Ağırlığı [g bitki-1]:

Gövde yaş ağırlık parametresi incelendiğinde kontrol tuz koşulu için Kerem genotipi 103 g bitki^{-1}] değeri ile en iyi tolerans gösterip Badem genotipi 70 g bitki^{-1} değeri ile en hassas genotip olarak kaydedilmiştir, ancak 6 EC tuz seviyesi için Ege genotipi 106,1 g bitki^{-1} değeri ile en toleranslı ve Irak-2 genotipi 42,8 g bitki^{-1} değeri ile en hassas olarak

görülmüştür. Ama 12 EC tuz seviyesi olarak Irak-1 genotipi 19 g bitki^{-1} değeri ile en iyi tolerans gösteren ve Irak-2 genotipi 5 g bitki^{-1} değeri ile en hassas olarak belirlenmiştir. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC için 66 g bitki^{-1} değerine sahipken %22 azalış ve %78 STİ değerlerine rastlanmıştır, ancak 12 EC de için 11 g bitki^{-1} değeri ile %87 azalış ve %13 STİ değerlerine sahiptir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem genotipi %91 en yüksek azalış gösterirken Irak-1 genotipi %61 ile en düşük azalışı kaydetmiştir. İstatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Geçmiş çalışmalara bakılırsa Hussain ve Shahzad, (2020) çalışmasında, tuz stresine karşı *Cucumis sativus* L. (hıyar) genotiplerinin gösterdiği tolerans incelenmiştir. Çalışma, farklı genotiplerin fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlarını değerlendirerek, tuz stresinin bu özellikler üzerindeki etkisini araştırmaktadır.

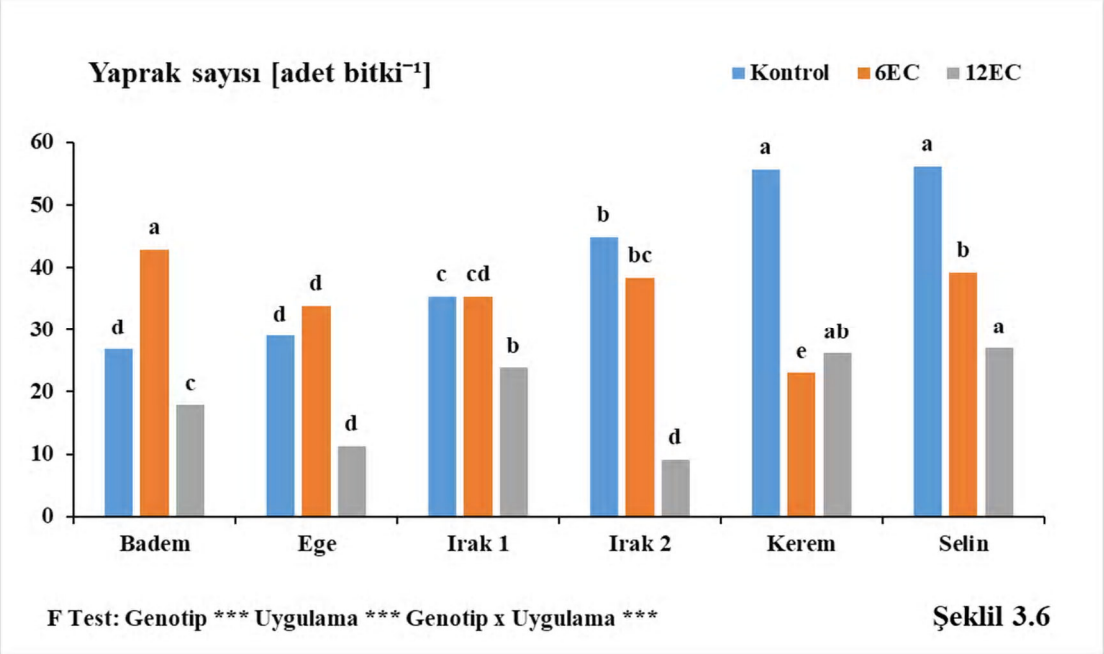


Şekil 3.5 farklı acur genotiplerin tuza karşı gövde yaş ağırlığı değerleri g bitki^{-1}

3.6. Yaprak Sayısı [adet bitki^{-1}]:

Uygulamamızda hasattan sonrası elde ettiğimiz yaprak sayısı verilerine bakılırsa kontrol tuz seviyesi için Kerem ve Selin genotipleri 56 adet bitki^{-1} olarak en iyi tolerans gösterendirler ve Badem genotipi 27 adet bitki^{-1} ile en hassas olarak görülmüştür. Ancak 6 EC tuz seviyesi için Badem genotipi 43 adet bitki^{-1} ile en toleranslı ve Kerem genotipi

23 adet bitki^{-1} ile hassas olarak belirlenmiştir ve 12 EC tuz seviyesi verilerine bakılırsa Selin genotipi 27 adet bitki^{-1} ile en iyi tolerans göstererek Irak-2 genotipi 9 adet bitki^{-1} ile en kötü toleranslı olarak kayıtlara geçmiştir. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC için 35 adet bitki^{-1} ile %14 azalış ve %86 STİ değerlerine sahipken 12 EC için 19 adet bitki^{-1} ile %53 azalış ve %47 STİ değerleri görülmüştür. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Irak-2 genotipi %76 azalış ile en yüksek ve %33 artış ile Kerem genotipi kayıtlara girmiştir. İstatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Bu bulgular, tuz stresi altında yaprak sayısında gözlenen azalmanın, iyon toksisitesi ve osmotik stres gibi faktörlerin doğrudan etkisiyle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Orta düzey tuza dayanıklı genotiplerin (örneğin Badem ve Ege) seçiminin bitkisel verimi korumada önemli olduğu, ancak yüksek tuz koşullarında tüm genotiplerin yaprak sayısında anlamlı düşüşler kaydettiği tespit edilmiştir. Bu durum, literatürde (Yıldırım vd., 2017; 2019) bildirilen, orta düzey tuz stresinin bazı genotipler tarafından kısmen tolere edilebilirken yüksek tuz koşullarında büyüme performansının önemli ölçüde gerilediği bulgularıyla da uyumludur.

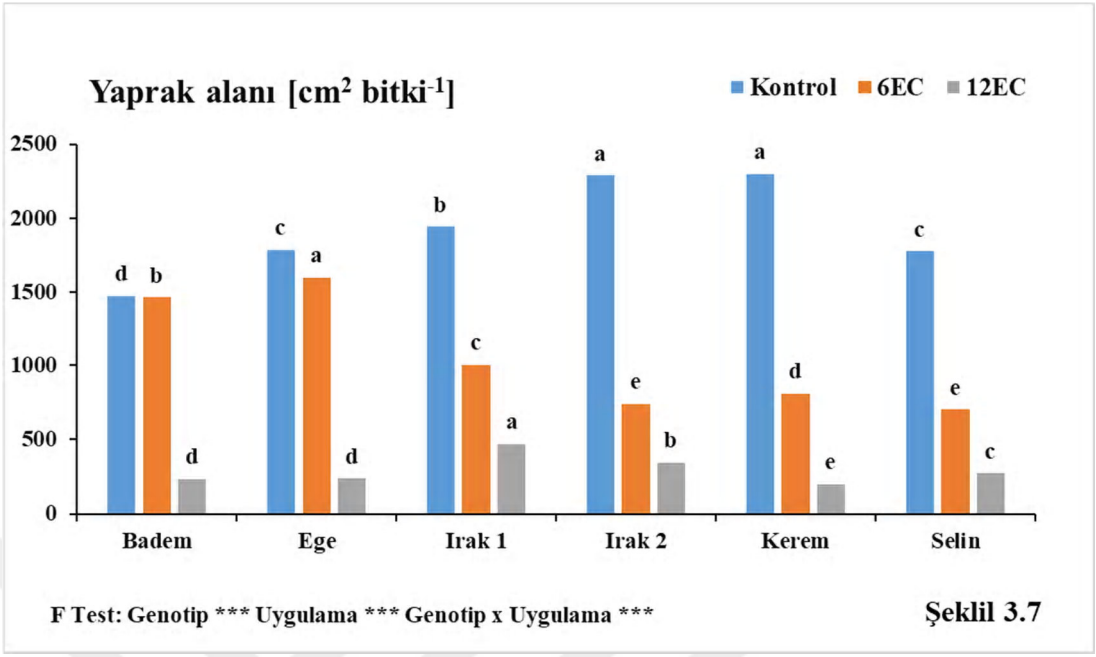


Şekil 3.6 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak sayısı değerleri adet bitki^{-1}

3.7. Yaprak Alanı [cm^2 $bikti^{-1}$]:

Yaprak alanı parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi 2299 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile en toleranslı ve Badem genotipi 1474 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile en hassas olarak kaydedilmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC olduğunda Ege genotipi 1600,4 cm^2 $bikti^{-1}$ değerli ile en yüksek toleranslı ve Selin genotipi 702,2 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile en hassas olarak görülmüştür ve 12 EC tuz seviyesine bakıldığında Irak-1 genotipi 469 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile en toleranslı olup Kerem genotipi 201 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile en hassas olarak kayıtlara girmiştir.

Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC için 1053 cm^2 $bikti^{-1}$ ve %45 azalış ve %55 STİ değerleri görülürken 12 EC tuz seviyesi için 294 cm^2 $bikti^{-1}$ değeri ile %85 azalış ve %15 STİ değerlerine rastlanmıştır. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Ege genotipi %85 ile en yüksek azalış kaydederek Irak-1 genotipi %53 ile en düşük azalış kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Tuz stresinin bitkilerde iyon toksisitesi ve osmotik stres etkileriyle yaprak genişlemesini kısıtladığını, böylece toplam yaprak alanını ciddi ölçüde düşürdüğünü göstermektedir. Orta düzey tuz uygulamasına kısmi tolerans gösterebilen genotiplerin seçilmesi, tarımsal verim ve yaprak büyümesi açısından avantaj sağlayabilir. Ancak yüksek tuz (12 EC) koşullarında, tüm genotiplerde kayda değer düşüşler kaydedilmesi, tuz stresine daha yüksek tolerans düzeyine sahip genotiplerin ıslah edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu durum, literatürde de benzer şekilde rapor edilmiştir (Yıldırım vd., 2017, 2019).

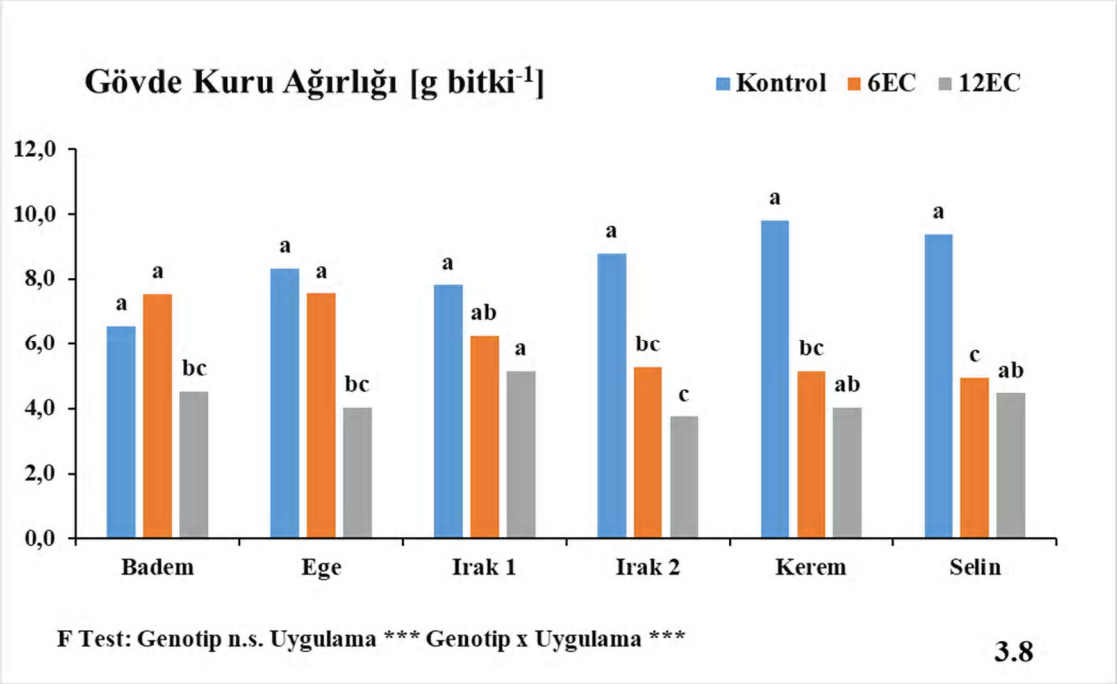


Şekil 3.7 farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak alanı değerleri cm^2 $bikti^{-1}$

3.8 Gövde Kuru Ağırlığı [g $bitki^{-1}$]:

Gövde kuru ağırlık parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi 9,8 g $bitki^{-1}$ değeri ile en yüksek toleransa sahipken Badem genotipi 6,6 g $bitki^{-1}$ değeri ile en hassas genotip olarak görülmüştür. Tuz seviyesi 6 EC için Ege genotipi 7,6 g $bitki^{-1}$ değeri ile en toleranslı olurken Selin 4,3 g $bitki^{-1}$ ile en hassas olarak görünmektedir. Tuz seviyesi 12 EC için Irak-1 genotipi 5,1 g $bitki^{-1}$ değeri ile en az etkilenen ve Irak-2 genotipi 3,8 g $bitki^{-1}$ değeri ile en fazla etkilenenler olarak görünmektedirler. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC için 6 g $bitki^{-1}$ değeri ile %28 azalış ile %72 STİ değerlerine rastlanmıştır. Ancak 12 EC için 4 g $bitki^{-1}$ değeri ile %49 azalış ile %51 STİ değerlerini kaydetmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Ege genotipi %47 ile en yüksek azalış kaydederken Selin genotipi %9 ile en düşük azalış kaydetmiştir. Genotipin tek başına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Yani genotip değişimi, analiz edilen parametre üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmamış ancak uygulama ve (uygulama * genotip) olarak ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Khan ve Rizwan (2019) çalışmasında, farklı buğday genotiplerinin tuz stresi altında gösterdiği fizyolojik değişiklikler ve kuru ağırlık üzerindeki etkiler incelenmiştir. Araştırma, tuz

stresinin buğday bitkilerinin kuru ağırlığını önemli derecede azaltırken, bazı genotiplerin daha iyi dayanıklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

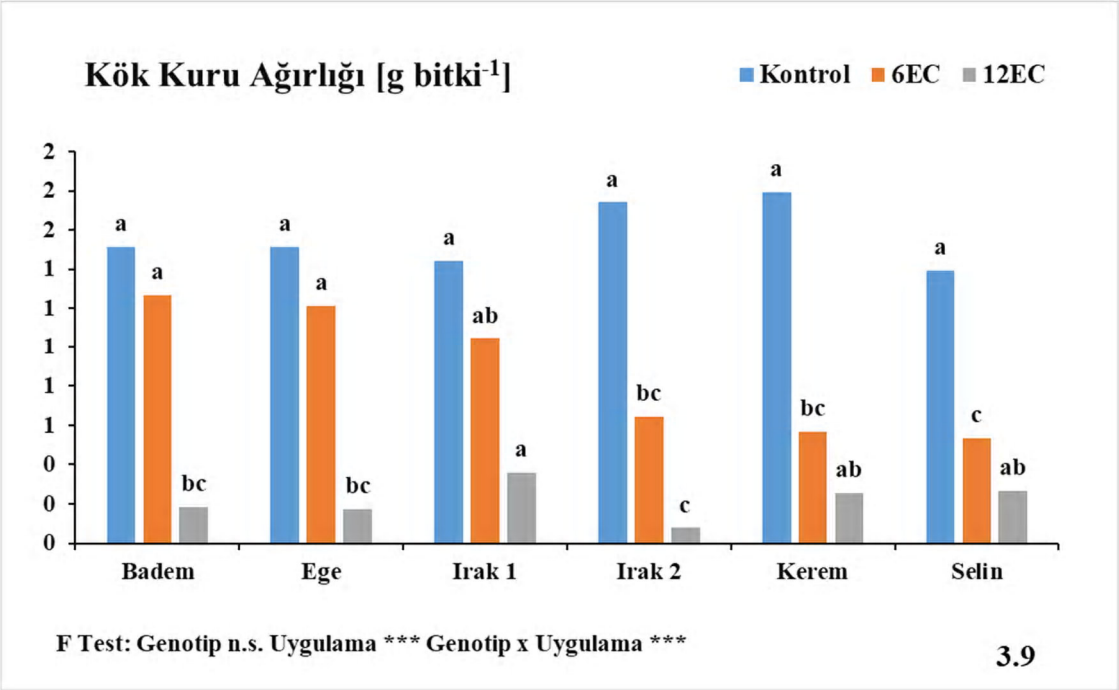


Şekil 3.8. Farklı acur genotiplerin tuza karşı gövde kuru ağırlığı değerleri g bitki^{-1}

3.9. Kök Kuru Ağırlığı [g bitki^{-1}]:

Kök kuru ağırlığı parametrelerinin verilerini incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi 1,79 g bitki^{-1} ile en iyi tolerans gösterirken Selin genotipi 1,39 g bitki^{-1} değeri ile en hassas genotip olmuştur. Tuz seviyesi 6 EC olduğunda Badem genotipi 1,27 g bitki^{-1} değer ile en toleranslı çıkarken Selin genotipi 0,54 g bitki^{-1} ile en hassas olmuştur ancak 12 EC değerlerine bakıldığında 0,36 g bitki^{-1} ile en iyi tolerans gösteren genotip Irak-1 iken Irak-2 0,08 g bitki^{-1} değer ile en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın ortalama değerleri olarak 6 EC için 0,88 g bitki^{-1} ile %88 azalış ve %12 STİ değerleri görünürken 12 EC de 0,22 g bitki^{-1} değeri ile %86 azalış ve %14 STİ değerleri kaydedilmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Irak-2 genotipi %88 değeri ile en yüksek azalış gösterirken selin genotipi %50 ile en düşük azalışı kaydetmiştir. Genotipin tek başına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Yani genotip değişimi, analiz edilen parametre üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmamış ancak uygulama ve (uygulama * genotip) olarak ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Bu, genotiplerin

su alımı ve mineral beslenme kapasitesinin, tuz stresine karşı adaptasyonlarında belirleyici bir faktör olduğunu gösterir. Dolayısıyla, kök kuru ağırlığı, tuza dayanıklı genotiplerin seçilmesinde kritik bir parametre olup, tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için önemli bir gösterge olarak kullanılır (Sharma ve Dubey, 2017).

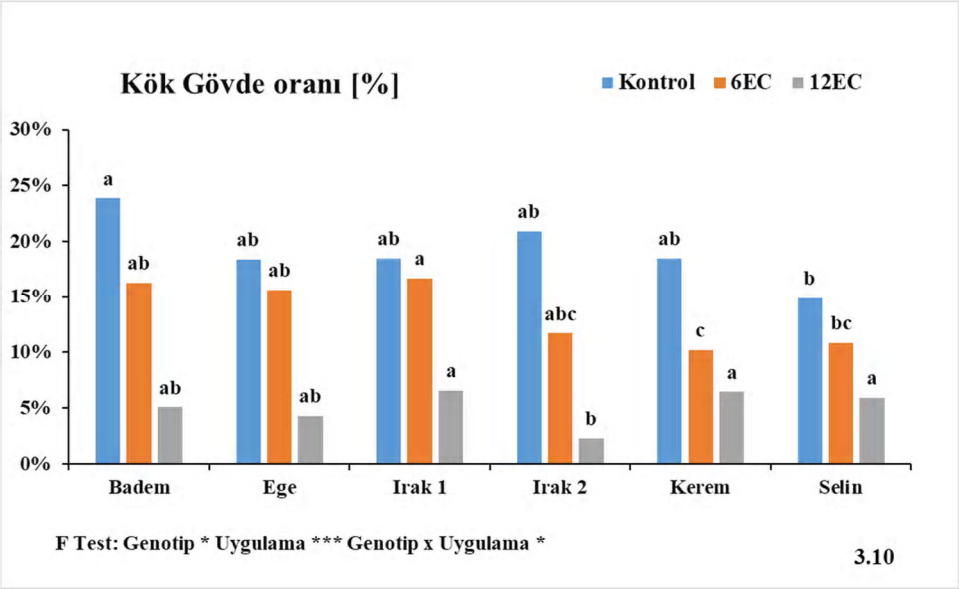


Şekil 3.9. farklı acur genotiplerin tuza karşı kök kuru ağırlığı değerleri g bitki^{-1}

3.10. Kök Gövde Oranı [%]:

Kök gövde oranı parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Badem genotipi %24 oran ile en iyi toleranslı olurken Selin genotipi %15 ile en hassas genotip konumunda olmuştur. Aynı zamanda 6 EC tuz seviyesi verilerine bakılırsa Irak-1 genotipi %17 oran ile en toleranslı olurken Kerem genotipi %10 oranı ile en hassas olarak belirlenmiştir. Ancak 12 EC tuz seviyesi için Irak-1 genotipi %7 ile en iyi toleranslı olurken Irak-2 genotipi %2 oranı ile en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için %29 azalış ve %71 STİ değeri görünmüştür. Ama 12 EC değerlerine bakılırsa %73 azalış ve %27 STİ değerleri belirlenmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Ege genotip %73 ile kaydedip %37 ile Kerem genotipi en düşük azalışı kaydetmiştir. Genotip ve uygulama ayrı ayrı değerlendirildiğinde çok anlamlı bir etki yaratıyor. Bu, her iki faktörün

bağımsız olarak önemli bir rol oynadığını gösteriyor. Genotip ve uygulama arasındaki interaksiyon da istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak bu etki, genotip veya uygulamanın bireysel etkisine göre daha düşük bir önem derecesine sahiptir. Tuz stresi altında, genellikle kök-gövde oranında değişiklikler gözlemlenir, çünkü bitkiler su kaybını telafi etmek için köklerini büyütmeye çalışırken, büyüme enerjisinin çoğunu kök sistemine yönlendirirler. Bazı çalışmalar, tuz stresine karşı daha iyi tolerans gösteren bitkilerin daha yüksek kök-gövde oranına sahip olduğunu ortaya koymuştur (Sharma ve Dubey, 2017). Bu, bitkilerin su alımını ve besin maddelerinin iletimini optimize etme çabalarını yansıtarak, tuzlu ortamlarda hayatta kalmalarına yardımcı olur.

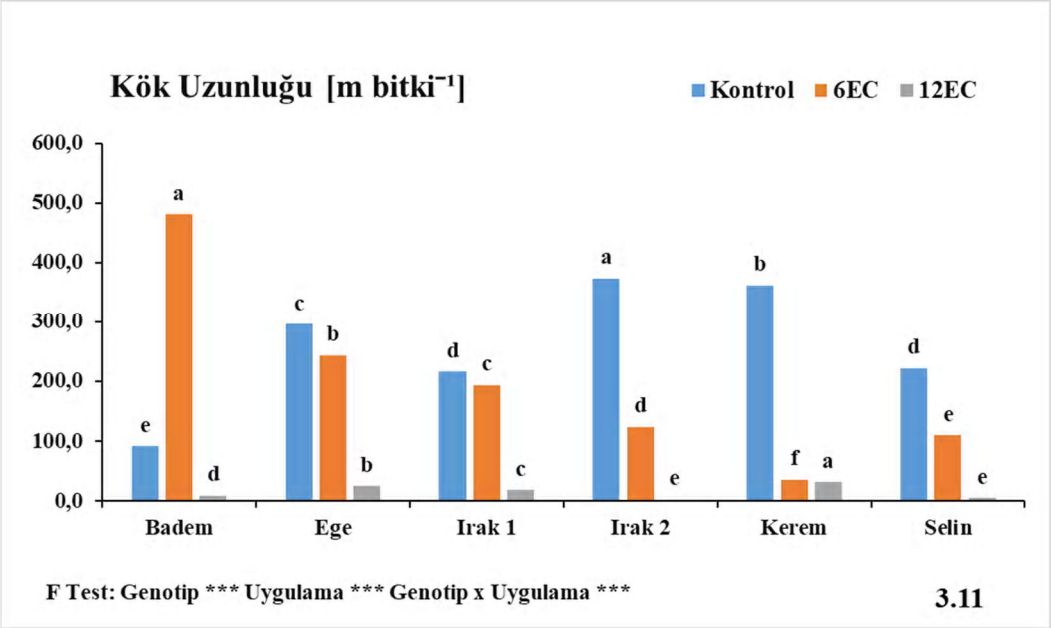


Şekil 3.10. farklı acur genotiplerin tuza karşı kök gövde oranı % değerleri

3.11. Kök Uzunluğu [m bikti^{-1}]:

Kök uzunluğu parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Irak-2 genotipi 373,4 m bikti^{-1} değer ile en toleranslı görünürken en hassas genotipi ise Badem 90,8 m bikti^{-1} olmuştur. 6 EC tuz seviyesi için Badem genotipi 480,3 m bikti^{-1} değer ile en yüksek toleransa sahip iken Kerem genotipi 34,6 m bikti^{-1} ile en hassas genotip olmuştur. Ancak tuz seviyesi 12 EC olunca Kerem genotipi 31,1 m bikti^{-1} değer ile en iyi tolerans gösterirken Irak-2 genotipi 2,1 m bikti^{-1} değer ile en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için 197 m bikti^{-1} değer ile %24 azalış ve %76 STİ kaydetmiştir. Ancak 12 EC için 15 m bikti^{-1} değer ile %94 azalış ve %6 STİ

değerlerini kaydetmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Badem genotipi %98 oranı ile en yüksek azalış kaydederken Kerem genotipi %10 oranı ile en düşük azalış kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Kök uzunluğunun bitkilerin su, besin maddesi alımı ve genel büyüme üzerindeki etkilerini inceler. Kök uzunluğu, bitkilerin yer altı organlarının büyüklüğünü belirler ve bu da doğrudan verimi etkileyebilir. Bitkiler daha derin veya daha uzun kökler geliştirdiğinde, su ve besin maddeleri konusunda daha fazla erişime sahip olurlar. Sonuçta, bu özelliklerin verimle olan ilişkisi, özellikle tarımda daha yüksek verim için seçilecek bitki türlerinin belirlenmesinde önemlidir (Ulas vd., 2024).

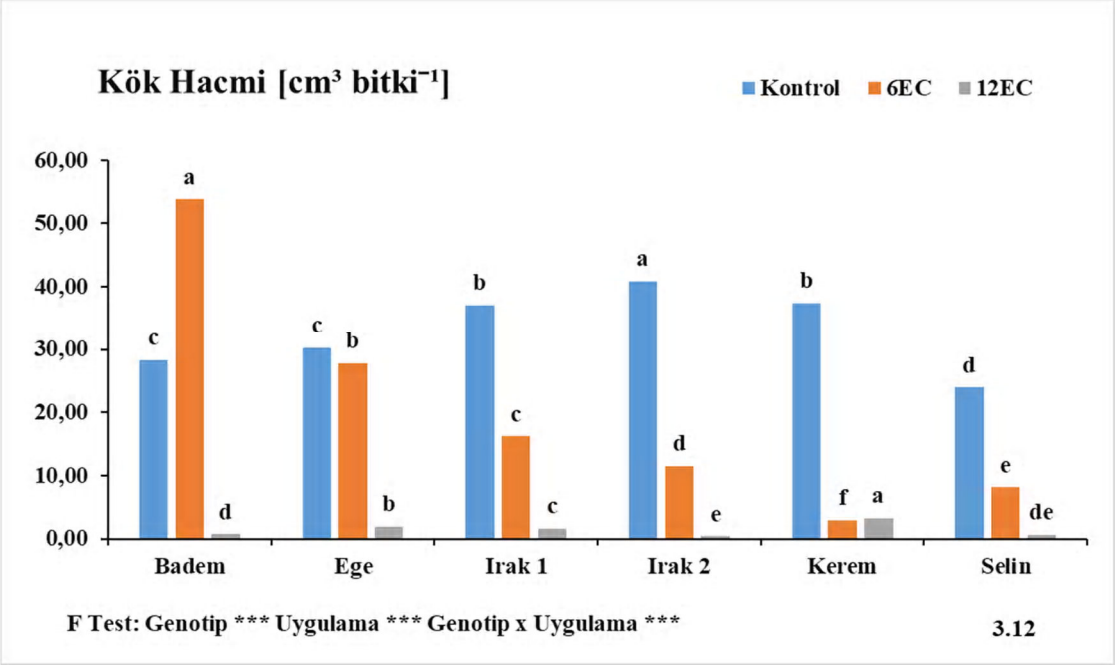


Şekil 3.11. farklı acur genotiplerin tuza karşı kök uzunluğu değerleri m bikti^{-1}

3.12. Kök Hacmi [cm^3 bitki^{-1}]:

Kök hacmi parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Irak-2 genotipi en yüksek toleransı 40,85 cm^3 bitki^{-1} ile gösterip en hassas genotip ise 23,94 cm^3 bitki^{-1} değeri ile olmuştur. Ancak 6 EC değerlerine bakıldığında Badem genotipi 53,79 cm^3 bitki^{-1} ile en toleranslı olurken Kerem genotipi 2,95 cm^3 bitki^{-1} ile en hassas olmuştur. Bunlardan yanı sıra tuz seviyesi 12 EC olduğunda Kerem genotipi 3,25 cm^3 bitki^{-1} değer ile en toleranslı çıkarken Selin genotipi 0,61 cm^3 bitki^{-1} değer ile en hassas genotip olarak kayıtlara geçmiştir. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için 20 cm^3

bitki^{-1} değer ile %39 azalış ve %61 STİ değerleri kaydetmiştir. Ancak 12 EC için 1 cm^3 bitki^{-1} değer ile %96 azalış ve %4 STİ değerleri kaydetmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Badem genotipi %99 azalış ile Kerem genotipi %10 artış göstermiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Kök hacmi, bitkilerin büyüme ve gelişmesi için temel bir parametre olup, çevresel streslere karşı dayanıklılıklarını belirlemede önemli bir rol oynar. Önceki çalışmalarda, özellikle tuz stresi altında kök hacminin bitkilerin su ve besin alımını etkileyerek, bitkilerin stresle başa çıkma kapasitesini belirlediği belirtilmiştir (Munns, 2002). Ayrıca, kök hacminin artırılmasının, bitkilerin tuzlu ortamlarda daha iyi performans göstermelerine yardımcı olduğu ifade edilmiştir (Läuchli ve Grattan, 2007). Bu tür bulgular, kök hacmi parametresinin tuza karşı toleransın belirleyici faktörlerinden biri olduğunu göstermektedir.

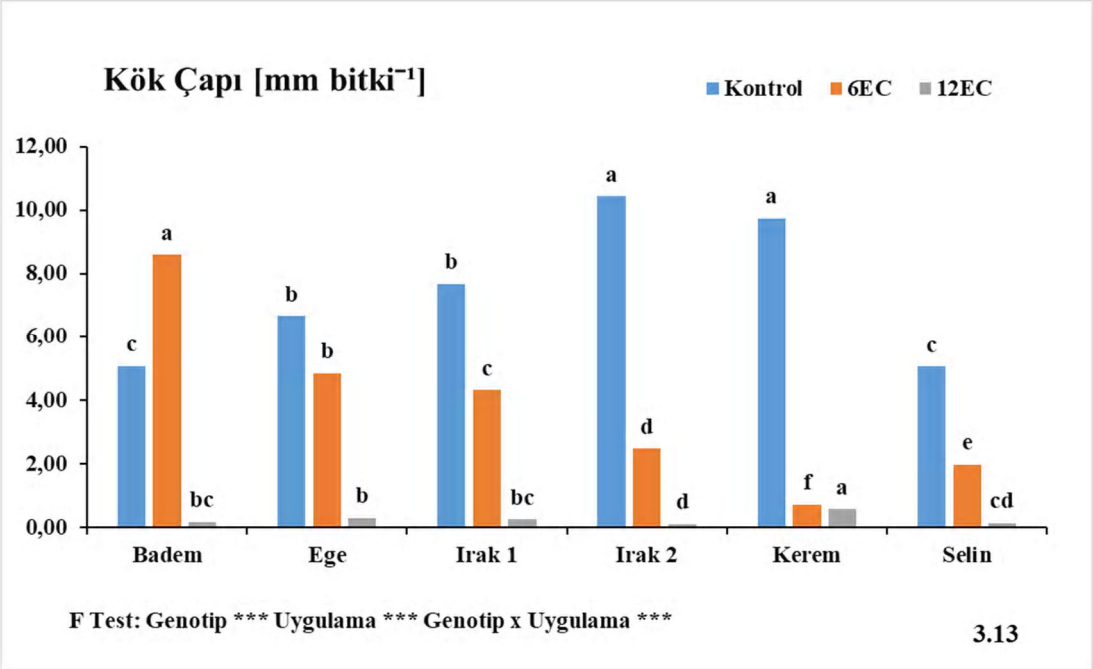


Şekil 3.12. farklı acur genotiplerin tuza karşı kök hacmi değerleri cm^3 bitki^{-1}

3.13 Kök Çapı [mm bitki^{-1}]:

Kök çapı parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Irak-2 genotipi 10,42 mm bitki^{-1} değer ile en yüksek tolerans kaydederken en hassas genotip Badem 5,05 mm bitki^{-1} değer ile olmuştur. Ancak 6 EC tuz seviyesine bakıldığında Badem genotipi 8,59

mm bitki^{-1} değer ile en yüksek tolerans gösterirken Kerem genotipi 0,72 mg g^{-1} değer ile en hassas olmuştur. Ama 12 EC tuz seviyesi için Kerem genotipi 0,57 mm bitki^{-1} değer ile en toleranslı görünürken Irak-2 genotipi 0,10 mm bitki^{-1} değer ile en hassas olmuştur. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için 4 mm bitki^{-1} değer ile %49 azalış ve %51 STİ değerlerine sahipken 12 EC için 0,25 mm bitki^{-1} değer ile %97 azalış ve %3 STİ değerlerini kaydetmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Badem genotipi %98 ile en yüksek azalış kaydederken Kerem genotipi %21 ile en düşük azalışa sahip olmuştur. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Kök hacmi, bitkilerin tuza karşı toleranslarını değerlendiren önemli bir parametredir. Çeşitli çalışmalarda, tuz stresinin bitkilerin kök hacmini olumsuz etkilediği, ancak bazı genotiplerin daha büyük kök hacimleri ile tuzlu ortamlarda daha iyi gelişim gösterdiği vurgulanmıştır. Munns (2002), tuz stresinin bitkilerin su alımını sınırlayarak kök gelişimini engellediğini belirtmiştir.

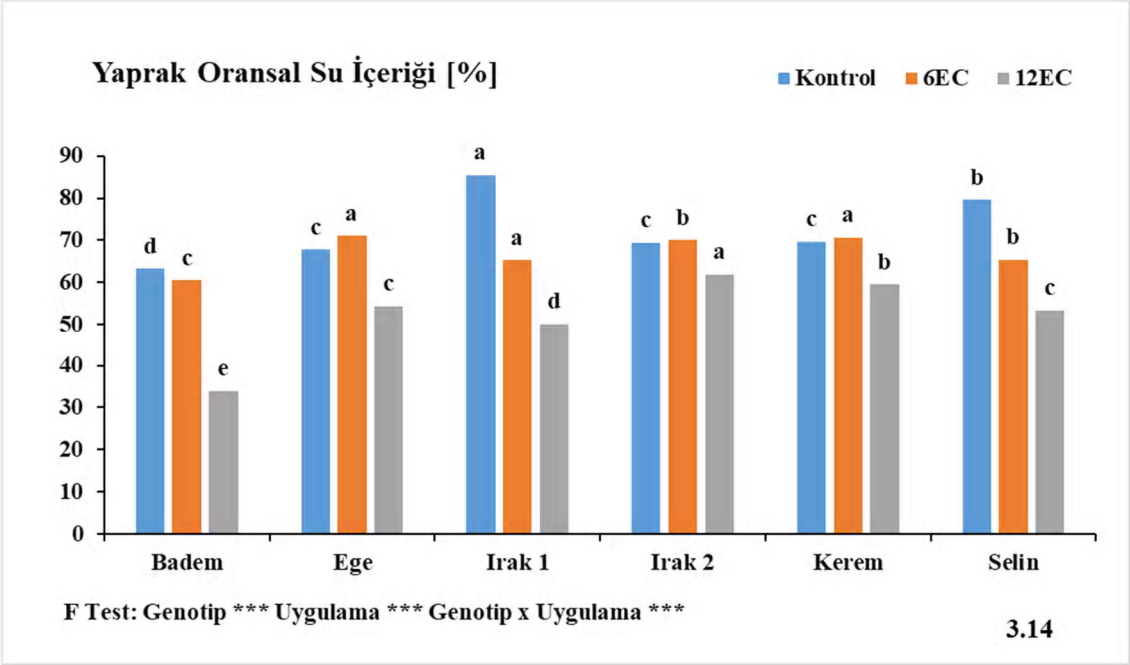


Şekil 3.13. Farklı acur genotiplerin tuza karşı kök çapı değerleri mg g^{-1}

3.14. Yaprak Oransal Su içeriği [%]:

Yaprak oransal su içeriği parametresi incelendiğinde kontrol tuz koşulu için Irak-1 genotipi %86 oran ile en toleranslı olup Badem genotipi %63 oranı ile en hassas genotip

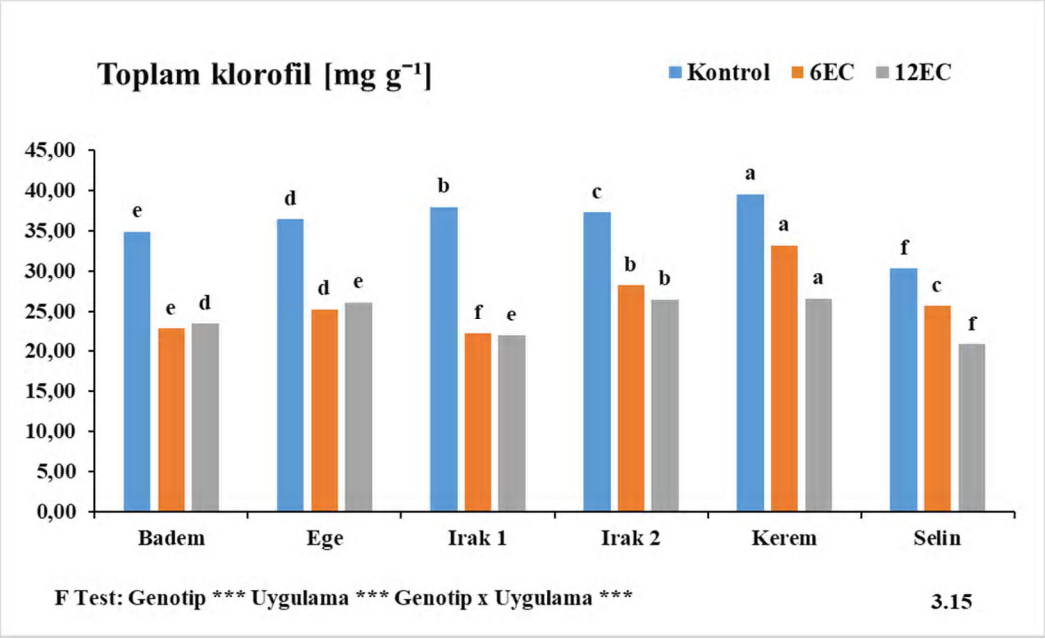
olarak belirlenmiştir. Ancak 6 EC tuz koşulu için Ege genotipi %71 oran ile en yüksek toleranslı olurken Badem genotipi %60,5 oranı ile en hassas genotip olarak belirlenmiştir. 12 EC tuz seviyesi koşulu için Irak-2 genotipi %62 oran ile en yüksek tolerans gösteren genotip olup Badem genotipi %34 oran ile yine en hassas genotip konumunda yerleşmiştir. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için %67 oranı ile %7 azalış ve %93 STİ değerleri kaydederken 12 EC için %52 oran ile %28 azalış ve %72 STİ değerlerine rastlanmışız. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Badem genotipi %44 ile en yüksek azalışı kaydederken Irak-2 genotipi %12 ile en düşük azalışı kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Birçok araştırma, yaprak oransal su içeriği ile tuz stresinin nasıl ilişkili olduğunu incelemiştir. Örneğin, **Munns ve Tester (2008)**, tuzlu ortamlarda bitkilerin su içeriğinin azaldığını ve tuz toleransının arttırılması için osmoregülasyon gibi mekanizmaların ön plana çıktığını belirtmiştir. Ayrıca, **Zhu (2001)**, bitkilerin tuz stresi altında su içeriğini koruma stratejileri geliştirdiğini ve bu stratejilerin farklı genotiplerde farklılıklar gösterdiğini vurgulamıştır.



Şekil 3.14 Farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak oransal su % içeriği

3.15. Toplam Klorofil [mg g^{-1}]:

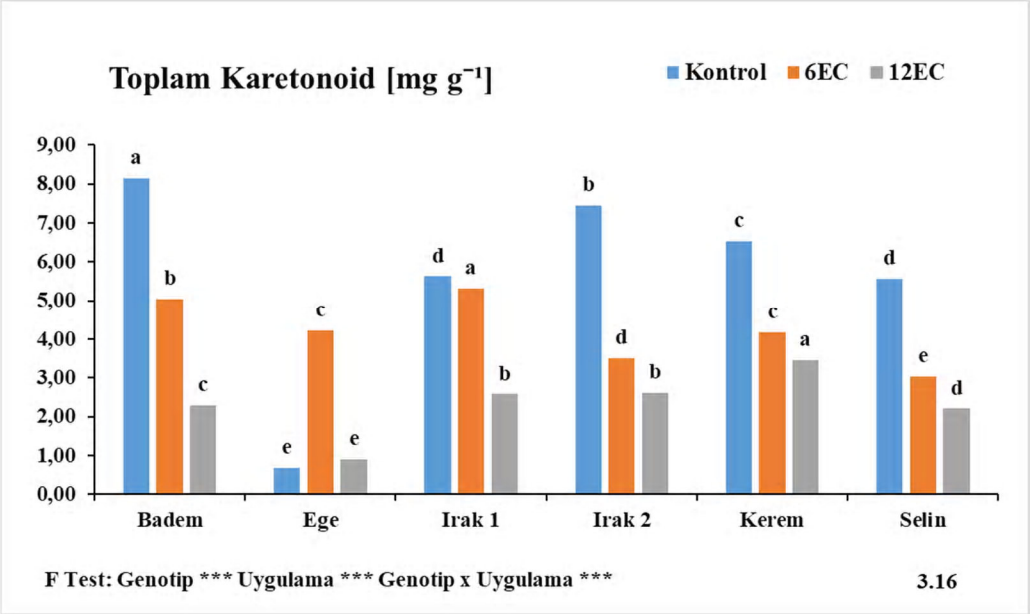
Toplam klorofil parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi 39,53 mg g^{-1} değer ile en yüksek tolerans gösterip Selin genotipi 30,35 mg g^{-1} değer ile en hassas genotip olmuştur ama 6 EC tuz seviyesi için Kerem genotipi 33,22 mg g^{-1} değer ile en toleranslı olurken Irak-2 22,26 mg g^{-1} değer ile en hassas genotip olarak görünmüştür. 12 EC tuz seviyesi verilerine bakıldığında Kerem 26,59 mg g^{-1} değer ile en iyi tolerans gösterirken Selin 20,83 mg g^{-1} değer ile en hassas genotip olarak kaydedilmiştir. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için 26 mg g^{-1} değer ve %27 azalış ve %73 STİ değerlerini kaydederken 12 EC için 24 mg g^{-1} değer ile %33 azalış ve %66 STİ kaydederek gözlemlenmiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Kerem %20 ile en yüksek azalış kaydederken Irak-1 %1 ile en düşük azalış kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Toplam klorofil miktarı, bitkilerin çevresel streslere karşı verdiği tepkileri değerlendirmek için sıkça kullanılan bir parametredir. **Arnon (1949)**, klorofil analizi için temel metotları ortaya koyarak bu parametrenin önemini vurgulamıştır. Daha sonraki çalışmalarda, **Ashraf ve Harris (2013)**, tuz stresi altında klorofil kaybının, bitkilerdeki fotosentetik verimliliği doğrudan etkilediğini göstermiştir.



Şekil 3.15. Farklı acur genotiplerin tuza karşı toplam klorofil mg g^{-1} değerleri

3.16. Toplam Karotenoid [mg g^{-1}]:

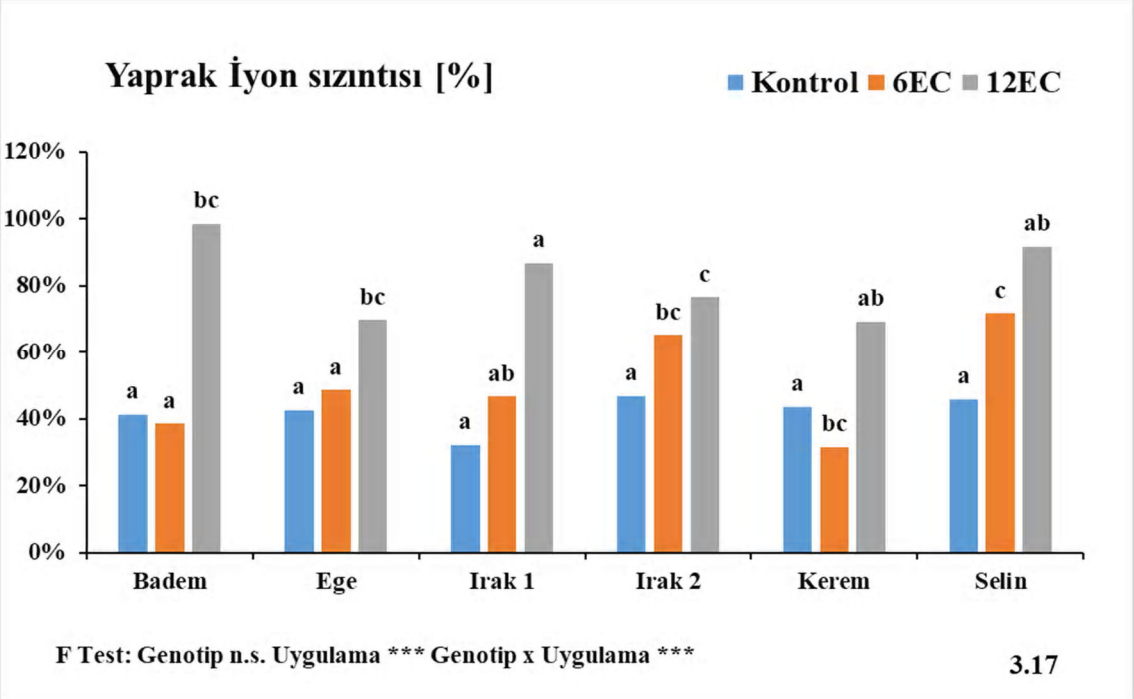
Toplam karotenoid parametresi incelendiğinde kontrol tuz koşulu için Badem genotipi 8,15 mg g^{-1} değer ile en tolerans gösteren genotip olup Ege genotipi 0,68 mg g^{-1} değer ile en hassas genotip olmuştur. 6 EC tuz seviyesi koşulu için Irak-1 genotipi 5,32 mg g^{-1} değer ile en toleranslı genotip olurken Selin 3,04 mg g^{-1} değer ile en hassas genotip olmuştur. Ancak 12 EC tuz koşulu için Kerem genotipi 3,46 mg g^{-1} değer ile en tolerans gösteren genotip olup Ege genotipi ise 0,91 mg g^{-1} değer ile tuza karşı en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için 4 mg g^{-1} değer ile %26 azalış ve %74 STİ değeri göstermiş oluyor. Ancak 12 EC 2 mg g^{-1} değer ile %59 azalış ve %41 STİ değerlerini gözlemleyebiliyoruz. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı %79 ile Ege yapıp %17 ile Kerem genotipi en düşük azalışı kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Karotenoidler, fotosentezde ışık toplama ve oksidatif stresi azaltma gibi kritik roller üstlenir. Tuz stresi altında toleranslı genotiplerde karotenoid miktarının korunması veya artması, reaktif oksijen türlerinin (ROS) detoksifikasyonunu destekleyerek bitkinin metabolik işlevlerini sürdürmesini sağlar. Hassas genotiplerde ise karotenoidlerin azalması, oksidatif stresin artması ve fotosentetik mekanizmaların bozulması ile ilişkilidir (Parida ve Das, 2005).



Şekil 3.16. Farklı acur genotiplerin tuza karşı toplam karetonoid mg g^{-1} değerleri

3.17. Yaprak İyon sızıntısı [%]:

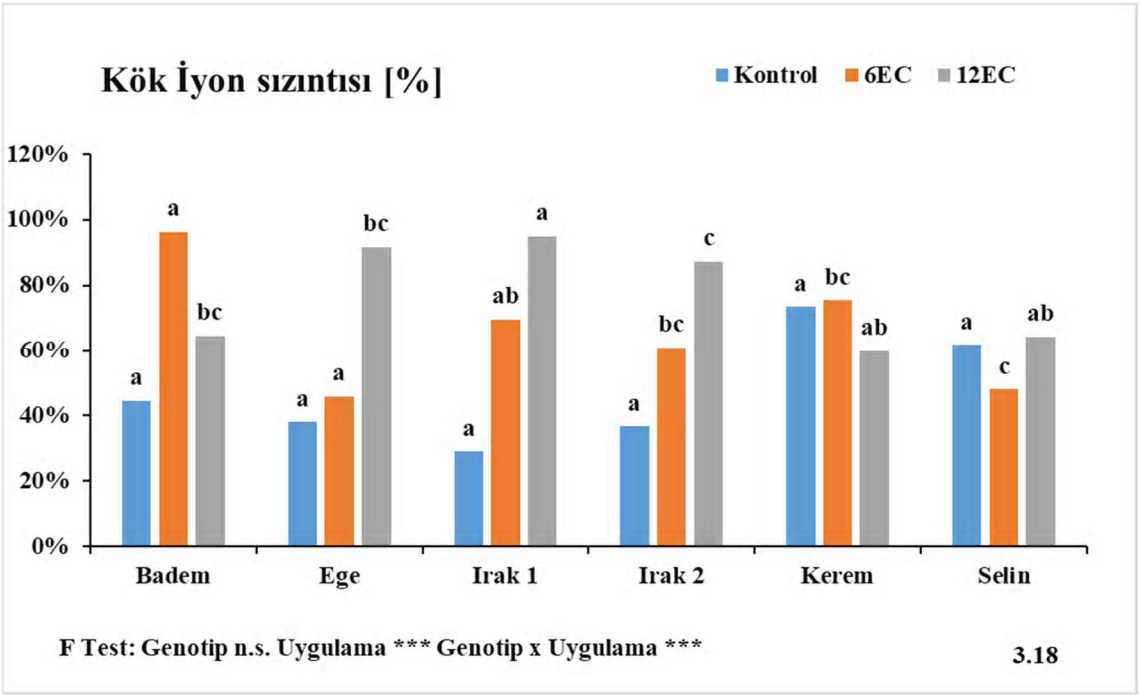
Yaprak iyon sızıntısı verilerine bakıldığında kontrol tuz seviyesi için Irak-2 genotipi %47 oran ile en toleranslı genotip olurken Irak-1 genotipi %32 oran ile en hassas genotip olmuştur. 6 EC tuz seviyesi için Selin genotipi %72 oran ile en toleranslı genotip olurken Kerem genotipi %32 oran ile en hassas genotip olarak kayıtlara geçmiştir. 12 EC tuz seviyesi için Badem genotipi %98 oran ile en iyi tolerans gösterirken Kerem genotipi ise %69 oran ile en düşük tolerans göstermiştir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı %156 ile Badem göstermiş olup %17 ile Irak-2 genotipi en düşük azalışı kaydetmiştir. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Shannon ve Grieve (1999), tuz stresine karşı bitkilerin iyon alım ve iyon sızıntısı dengesini düzenlemeye çalıştığını ve bu mekanizmanın bitkilerde tuza karşı dayanıklılığı artıran önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Özellikle, iyon sızıntısının düşük olduğu bitkilerin daha yüksek tuz toleransına sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.



Şekil 3.17. Farklı acur genotiplerin tuza karşı yaprak iyon sızıntısı % oranları

3.18. Kök İyon sızıntısı [%]:

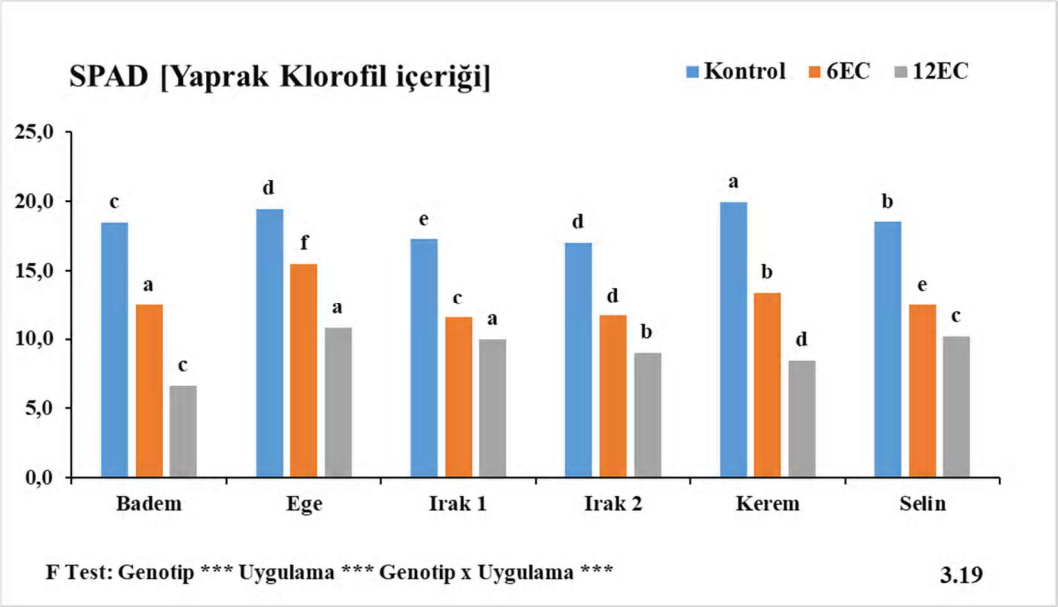
Kök iyon sızıntısı parametresi incelendiğinde kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi %73 oran ile en toleranslı genotip olurken Irak-1 genotipi %29 oran ile en hassas genotip olmuştur. 6 EC tuz seviyesi için Badem genotipi %96 oran ile en iyi toleranslı genotip seçilirken %46 oran ile Ege genotipi tuza karşı en hassas genotip olmuştur. Ancak 12 EC tuz seviyesine bakıldığında Irak-1 genotipi %95 oran ile en yüksek değer seçilirken Kerem genotipi ise %60 oran ile en hassas genotip olarak seçilmiştir. Uygulamanın orta değerleri olarak 6 EC için %0,66 değer ile %40 azalış ve %140 STİ değerleri kaydedip 12 EC için %0,77 değer ile %63 azalış ve %163 STİ değerlerine varılmıştır. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Ege genotipi %100 oran ile artış gösterip en düşük azalışı ise %21 azalış ile Kerem olmuştur. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Parida ve Das (2005), tuz stresi altında bitkilerin iyon sızıntısını düzenleme yeteneğinin tuz toleransının bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu tür çalışmalarda, iyon sızıntısının ölçülmesi, bitkilerin tuza karşı gösterdiği adaptasyonları anlamada kritik bir parametre olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.18. Farklı acur genotiplerin tuza karşı kök iyon sızıntısı % oranları

3.19. SPAD [Yaprak Klorofil İçeriği]:

Uygulamamızda SPAD değerlerine bakıldığında kontrol tuz seviyesi için Kerem genotipi 19,9 klorofil oranı ile en toleranslı genotip olup Irak-2 genotipi 17 klorofil oran ile en düşük tolerans göstermiştir. 6 EC tuz seviyesi verilerine bakıldığında Ege genotipi 15,5 klorofil oranı ile en toleranslı genotip olurken 11,6 klorofil oranı ile Irak-1 genotipi en hassas genotip olarak kaydedilmiştir. 12 EC tuz seviyesi olarak Ege genotipi 10,8 klorofil oranı ile en iyi tolerans gösterirken Badem genotipi 6,6 klorofil oranı ile en hassas genotip olmuştur. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek azalışı Badem genotipi %47 ile Irak-1 genotipi %14 oran ile en düşük azalış olmuştur. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Kalaji vd. (2016) SPAD ölçümünün, tuz gibi abiyotik stres faktörlerine karşı bitkilerin sağlığını izlemekte etkili bir yöntem olduğuna dikkat çekmişlerdir. SPAD değeri, bitkilerin stres altında fotosentez kapasitesini ve genel sağlığını yansıtarak, genetik tolerans araştırmalarında faydalı bir parametre olarak kullanılmaktadır.

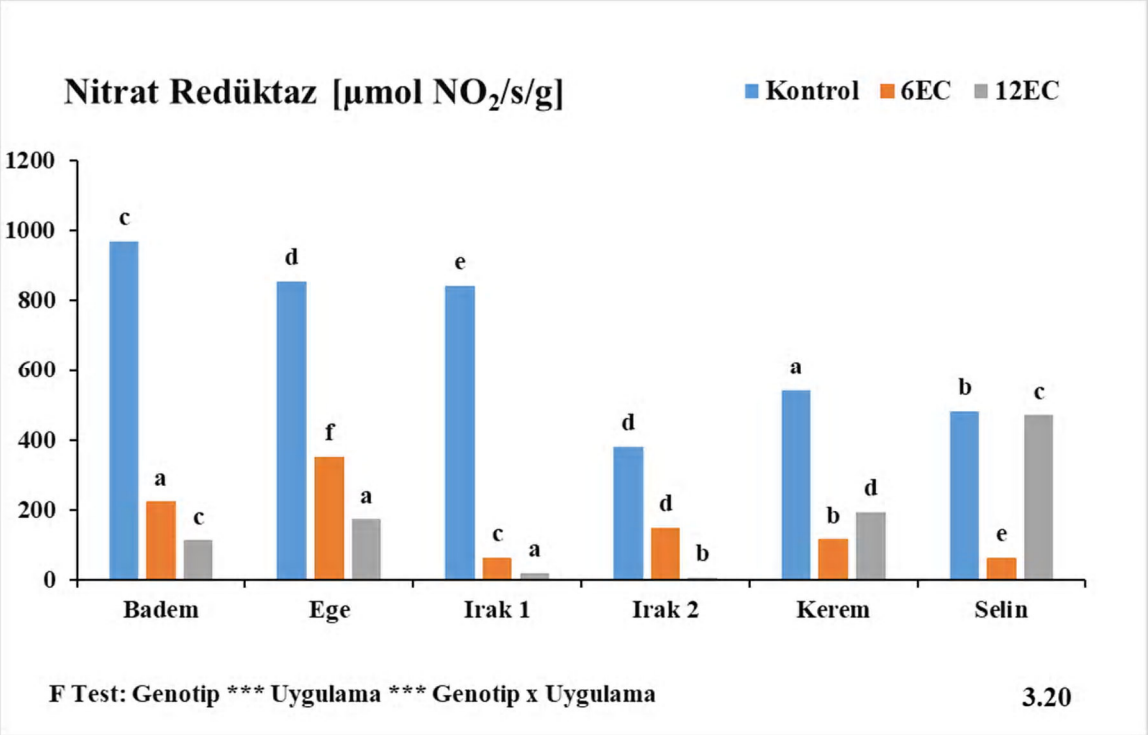


Şekil 3.19 farklı acur genotiplerin tuza karşı SPAD yaprak klorofil içeriği

3.20. Nitrat Redüktaz [µmol/s/g]:

Tuz uygulamaları sonucunda nitrat redüktaz aktivitesinin en fazla azaldığı genotip Irak 2'dir. Kontrol grubunda 382 µmol NO_2/s/g iken, 6EC ve 12EC uygulamalarında bu

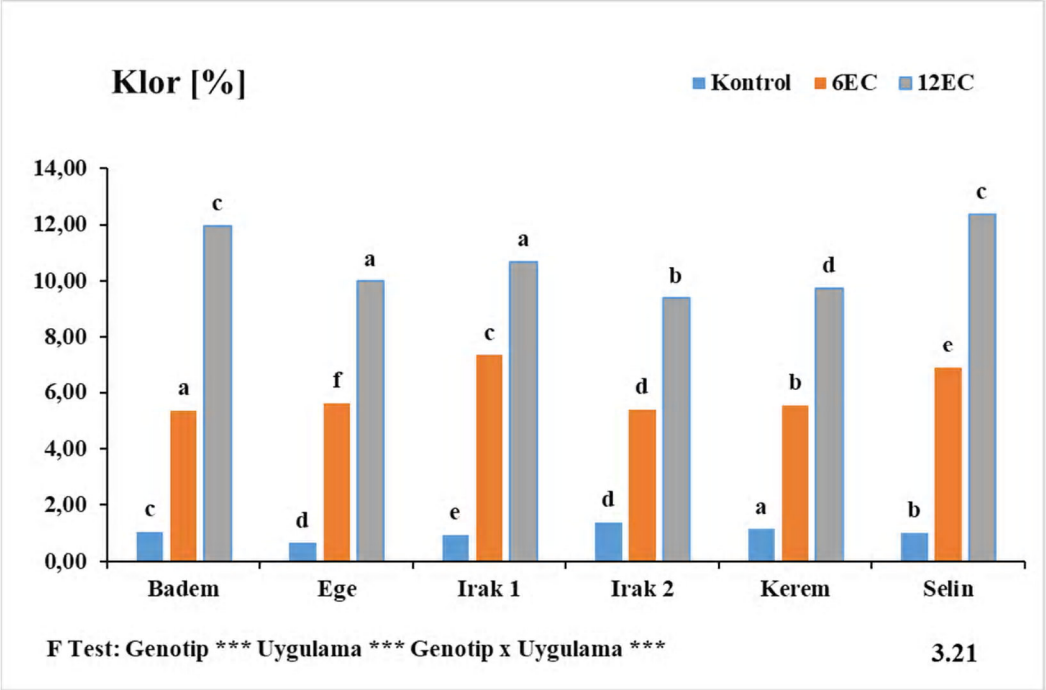
değer sırasıyla 149 µmol NO_2/s/g ve 6,2 µmol NO_2/s/g düşmüştür. Bu, Irak 2 genotipinin tuz stresine karşı oldukça hassas olduğunu gösterir. Badem Kontrol grubunda 968,607 iken, 6EC uygulamasında bu değer 224,429,2'ye düşerken 12EC uygulamasında yine yüksek bir değer olan 113,584'e gerilemiştir. Badem, nitrat redüktaz aktivitesinin en az azaldığı ve tuz stresine daha fazla tolerans gösteren genotiptir. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Selin genotipi %634 oran ile artış gösterip en düşük azalışı ise %49 azalış ile Badem olmuştur. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz. Bitkilerin tuz stresine karşı genetik farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıkların, nitrat redüktaz enzimi aktivitesinin farklı seviyelerde olmasına yol açtığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Parida ve Das (2005), tuz stresinin bitkilerde genetik tolerans farklılıklarını ortaya çıkardığını ve nitrat redüktaz gibi enzimlerin bu farklılıkları yansıttığını belirtmişlerdir. Bu tür çalışmalar, genotip ve uygulama etkileşiminin nitrat redüktaz aktivitesini ve dolayısıyla tuz stresine karşı toleransı nasıl etkilediğini daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır.



Şekil 3.20 farklı acur genotiplerin tuza karşı nitrat redüktaz değerleri µmol NO_2/s/g

3.21. Klor [%]:

Yapılan klor analizi parametrelerine bakıldığında kontrol tuz seviyesi için Irak-2 genotipi %1,39 değer ile en yüksek tolerans gösterip Ege genotipi %0,65 ppm değer ile en hassas genotip olmuştur. 6 EC tuz seviyesine bakıldığında Irak-1 genotipi %7,35 değer ile en yüksek tolerans gösterirken Badem genotipi %5,35 değer ile en hassas genotip olmuştur. 12 EC değerleri için Selin genotipi %12,36 değer ile en yüksek tolerans gösterirken %9,39 değer ile Irak-2 genotipi en hassas olmuştur. Uygulamanın tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken en yüksek artışı Badem genotipi %124 ve en düşük artışı ise Irak-1 genotipi %41 olmuştur. Genel istatistik olarak uygulamamız ($p<0,001$) ile çok istatistiksel anlamlılıkta olduğunu gözlemleyebiliriz.

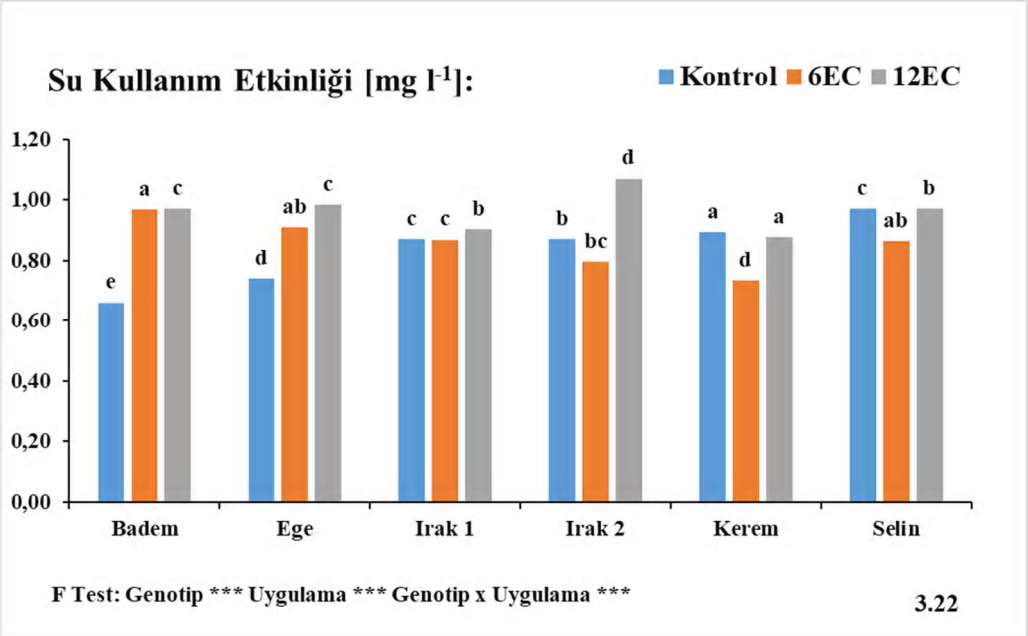


Şekil 3.21 Farklı acur genotiplerin tuza karşı klor değerleri %

3.22. Su Kullanım Etkinliği [mg l^{-1}]:

Irak 2 Kontrol grubunda 0,87 mg l^{-1} olan değeri, 6EC uygulamasında 0,79 mg l^{-1} düşerken, 12EC uygulamasında 1,07 mg l^{-1} yükselmiştir. Bu, Irak 2 genotipinin tuz stresine karşı daha hassas olduğunu ve suyu verimli kullanma kapasitesinde daha büyük dalgalanmalar yaşadığını gösterir. Badem Kontrol grubunda 0,66 mg l^{-1} olan değer, 6EC ve 12EC uygulamalarında sırasıyla 0,97 mg l^{-1} çıkmıştır. Badem genotipi, tuzlu

koşullarda suyu daha verimli kullanabilen, yani tuza karşı daha toleranslı bir genotiptir. İstatistik olarak çok yüksek istatiksel anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem genotipi azalış kaydetmezken ırak-2 genotipi %35 oran ile en çok hassas olan genotipi olmuştur. Çeşitli çalışmalar, tuz stresine karşı su kullanım etkinliği'nin daha yüksek olduğu bitkilerin, su kaybını azaltarak daha sağlıklı büyüdüklerini ortaya koymuştur (Munns ve Tester, 2008; Almodares vd., 2008).



Şekil 3.22. farklı acur genotiplerin tuza karşı genotiplerin su kullanım etkinliği mg l^{-1}

3.23. Makro [%] ve Mikro Besin Elementleri[ppm]:

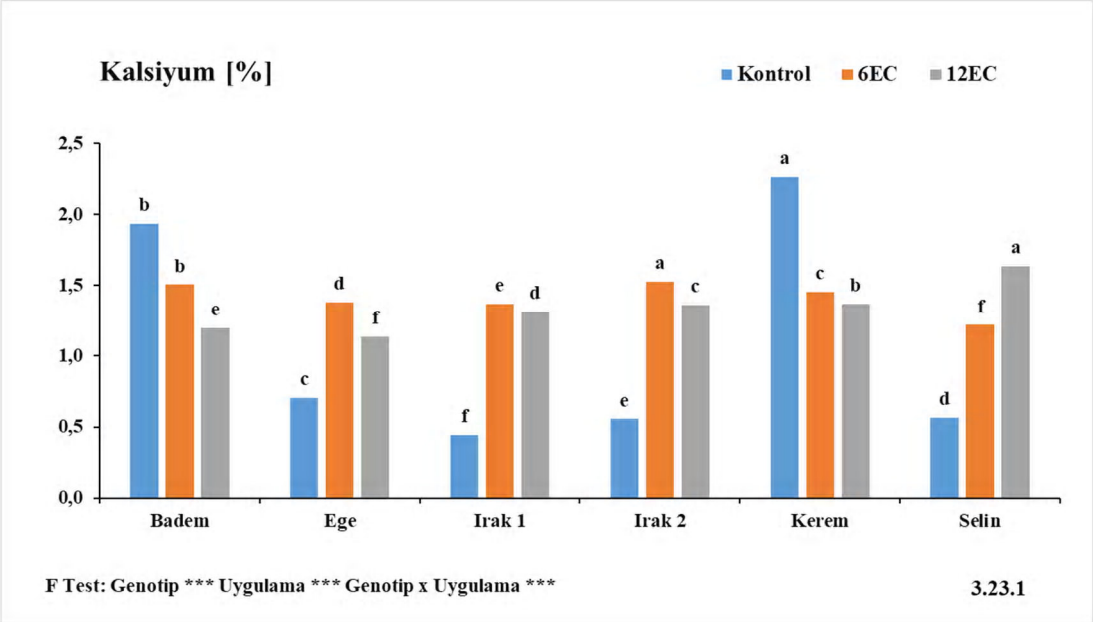
Makro ve mikro besin elementleri, bitkilerin büyüme ve gelişmesi için temel yapı taşlarıdır ve bu elementlerin dengeli alımı, bitkilerin stres koşullarına, özellikle tuz stresine karşı dayanıklılığını artırır. Analiz edilen elementler arasında yer alan kalsiyum (Ca), hücre duvarı stabilitesini sağlayarak hücresel zarların korunmasında ve iyon toksisitesinin azaltılmasında önemli bir rol oynar. Bakır (Cu), elektron taşıma sistemi ve antioksidan enzimlerin aktivasyonu için gereklidir; bu özellikleriyle tuz stresine bağlı oksidatif hasarı sınırlar. Fosfor (P), enerji transferi, hücre bölünmesi ve kök gelişimi için hayati öneme sahiptir ve tuzlu koşullarda bitki metabolizmasını destekler. Çinko (Zn), enzim aktivasyonu ve protein sentezi için kritik bir elementtir ve tuz stresinde bitkilerin metabolik süreçlerini düzenler. Sodyum (Na), bitkilerde genellikle toksik etkiler gösterse de toleranslı genotiplerde iyon dengesinin sağlanması yoluyla zararları

sınırlandırılabilir. Manganez (Mn), fotosentezde ve enzimlerin aktivasyonunda görev alır, ayrıca oksidatif stresi azaltarak bitkilerin dayanıklılığını artırır. Demir (Fe), klorofil sentezi ve oksijen taşınmasında kritik bir elementtir; eksikliği tuzlu koşullarda fotosentez kapasitesini sınırlandırabilir. Potasyum (K), osmotik regülasyon ve iyon dengesinde önemli bir rol oynar ve tuz stresine karşı toleransın artırılmasında etkili bir elementtir.

Tuz stresi, bitkilerde ozmotik dengenin bozulmasına ve iyon toksisitesine neden olur. Bu stres koşullarında analiz edilen elementler, iyon homeostazını sağlamak, osmotik regülasyonu desteklemek, fotosentez etkinliğini korumak ve antioksidan mekanizmaları aktif hale getirmek için kritik öneme sahiptir. Genotiplerin tuza karşı toleransını belirlerken, bu elementlerin bitki gelişimine etkilerini ve dengeli bir şekilde alınmasını sağlamak, daha dayanıklı genotiplerin seçilmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır.

3.23.1. Kalsiyum [%]:

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Ege olduğu belirlenmiştir. Ege genotipinin 12 EC koşullarında kalsiyum birikimi en düşük seviyede %1,13 gerçekleşmiştir. Buna karşın, en toleranslı genotip Selin olarak tespit edilmiş ve 12 EC koşullarında en yüksek kalsiyum birikimini %1,63 korumuştur. Bu sonuçlar, Selin genotipinin iyon homeostazını daha iyi koruyarak tuz stresine karşı daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Ege genotipinin ise bu koşullardan daha olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Kalsiyum istatistik olarak çok yüksek istatiksel anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur.

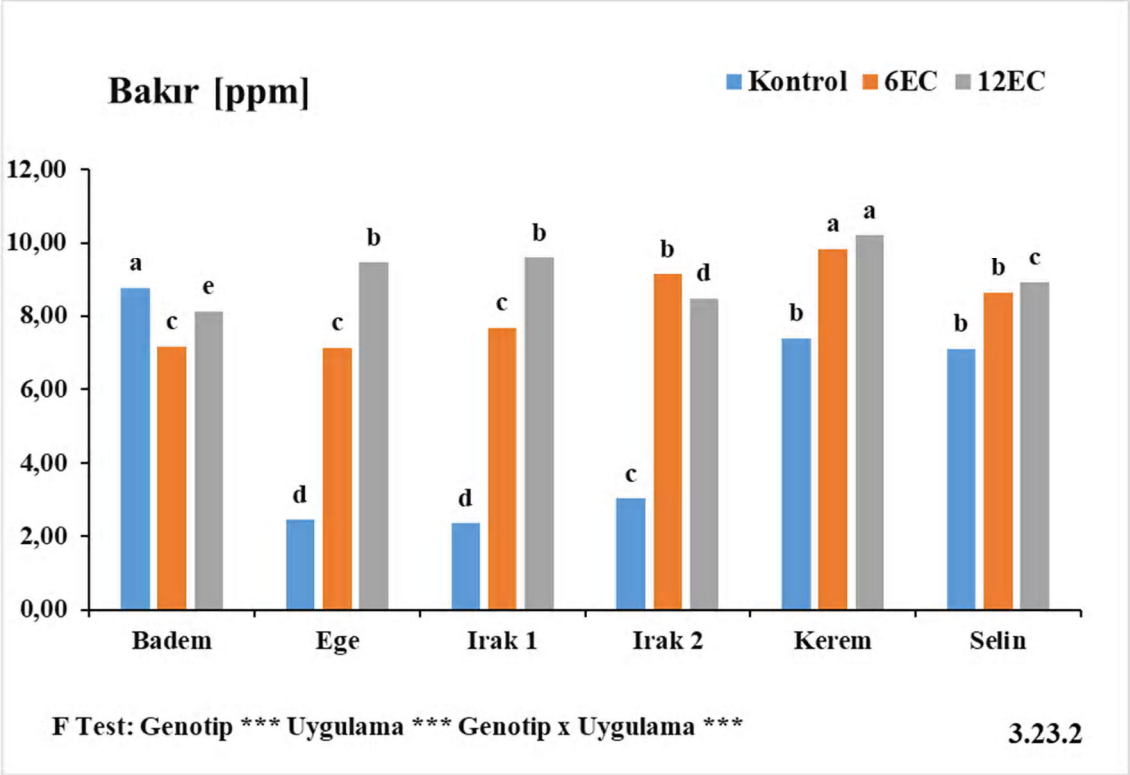


*Şekil 3.23.*1 farklı acur genotiplerin tuza karşı kalsiyum içerikleri %

Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %31 artış ile %131 STİ değerine sahip iken 12 EC de %24 artış ve %124 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken selin %34 artış ve Badem %20 azalış kaydetmiştir.

3.23.2. Bakır [ppm]

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Ege olduğu belirlenmiştir. Ege genotipinin 12 EC koşullarında bakır birikimi, 9,46 ppm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Kerem olarak tespit edilmiş ve 12 EC koşullarında bakır birikimi en yüksek seviyede (10,20 ppm) gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, Kerem genotipinin bakır alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Ege genotipinin ise bu koşullardan daha olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Bakır istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur.

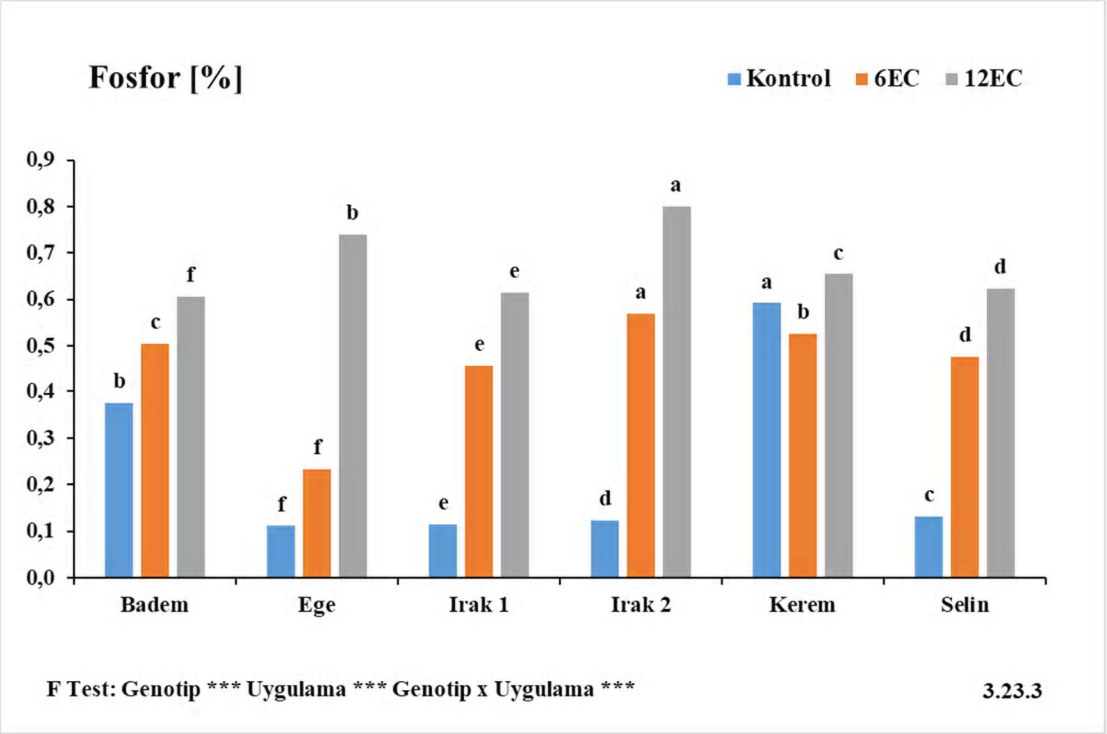


Şekil 3.23.2 farklı acur genotiplerin tuza karşı bakır içeriği ppm

Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %60 artış ile %160 STİ değerine sahip iken 12 EC de %75 artış ve %175 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken selin %3 artış ve Ege %33 azalış kaydetmiştir.

3.23.3. Fosfor [%]:

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Ege olduğu belirlenmiştir. Ege genotipinin 12 EC koşullarında fosfor birikimi %7,39 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Irak 2 olarak tespit edilmiş ve 12 EC koşullarında fosfor birikimi %8,001 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, Irak 2 genotipinin fosfor alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Ege genotipinin ise bu koşullardan daha olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Fosfor istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur.



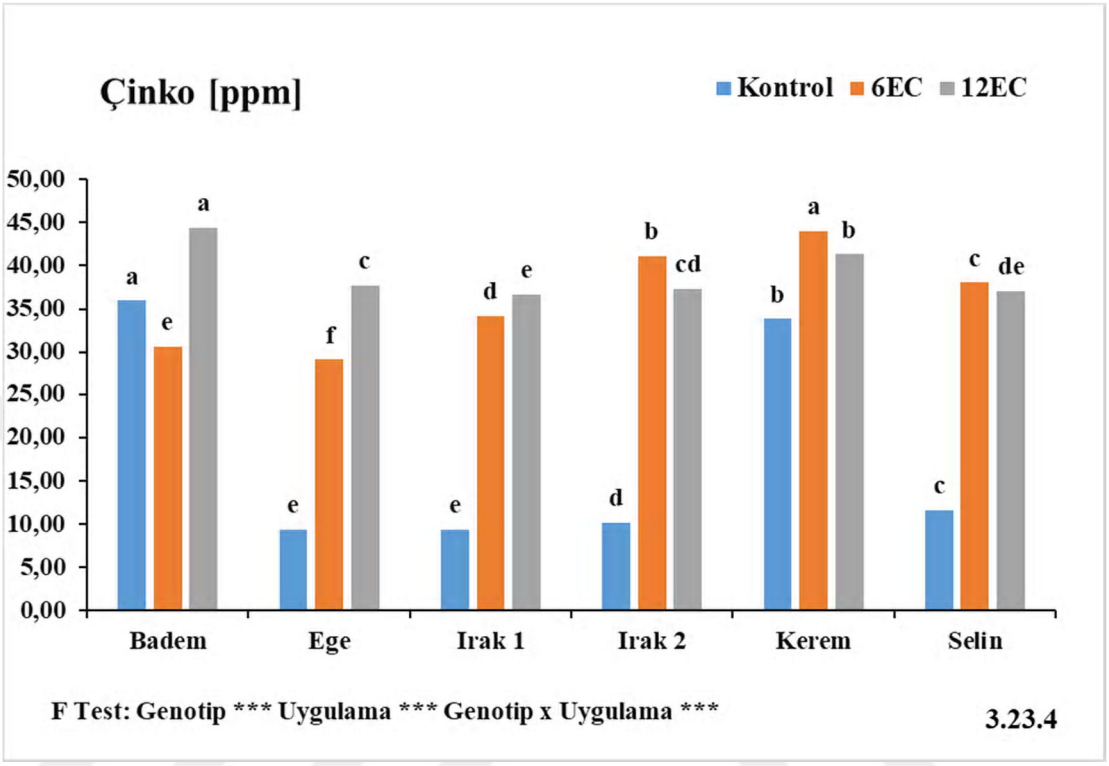
*Şekil 3.23.*3 farklı acur genotiplerin tuza karşı fosfor içeriği %

Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %90 artış ile %190 STİ değerine sahip iken 12 EC de %179 artış ve %279 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem %20 artış ve Ege %218 artış kaydetmiştir.

3.23.4. Çinko [ppm]:

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Ege olduğu belirlenmiştir. Ege genotipinin 12 EC koşullarında çinko birikimi 37,74 ppm ile kontrol koşuluna göre belirgin bir artış göstermiştir. Buna karşın, en toleranslı genotip Kerem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında çinko birikimi 41,35 ppm olarak en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Kerem genotipinin çinko alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Ege genotipinin ise tuz stresinden daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Çinko istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %97 artış ile %197 STİ değerine sahip iken 12 EC de %113 artış

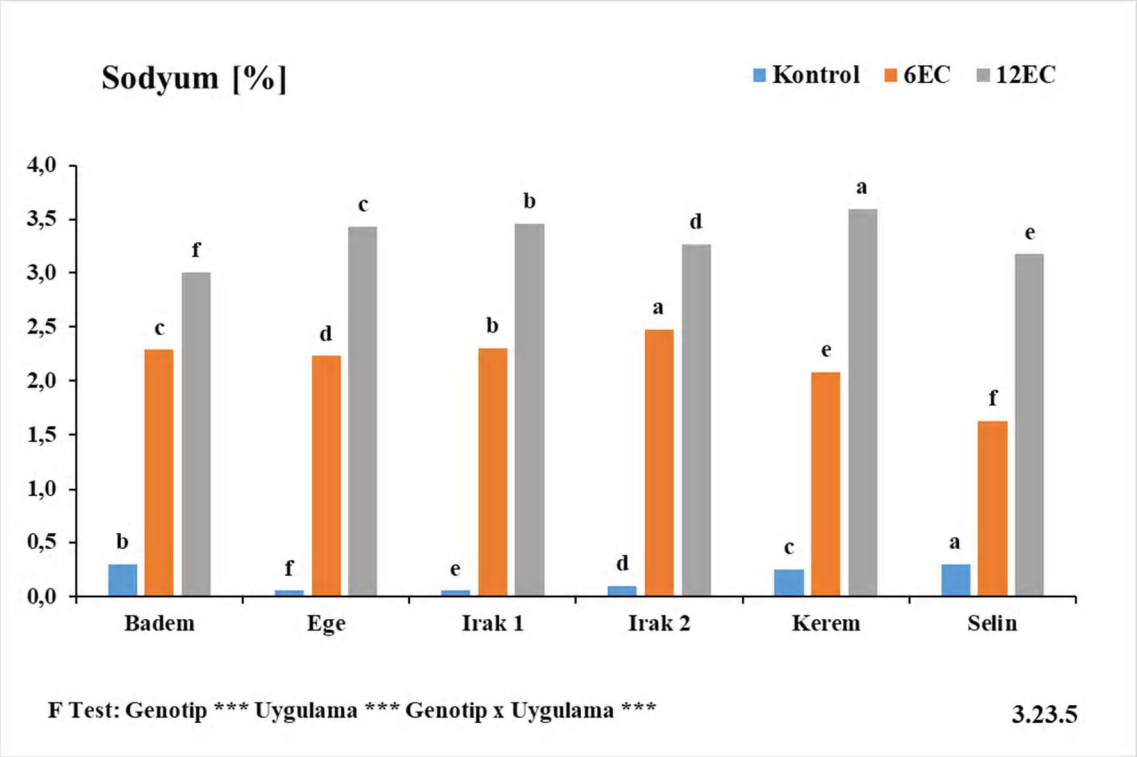
ve %213 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem %45 artış ve Irak-2 %9 azalış kaydetmiştir.



Şekil 3.23.4 farklı acur genotiplerin tuza karşı çinko içeriği ppm

3.23.5. Sodyum [%]:

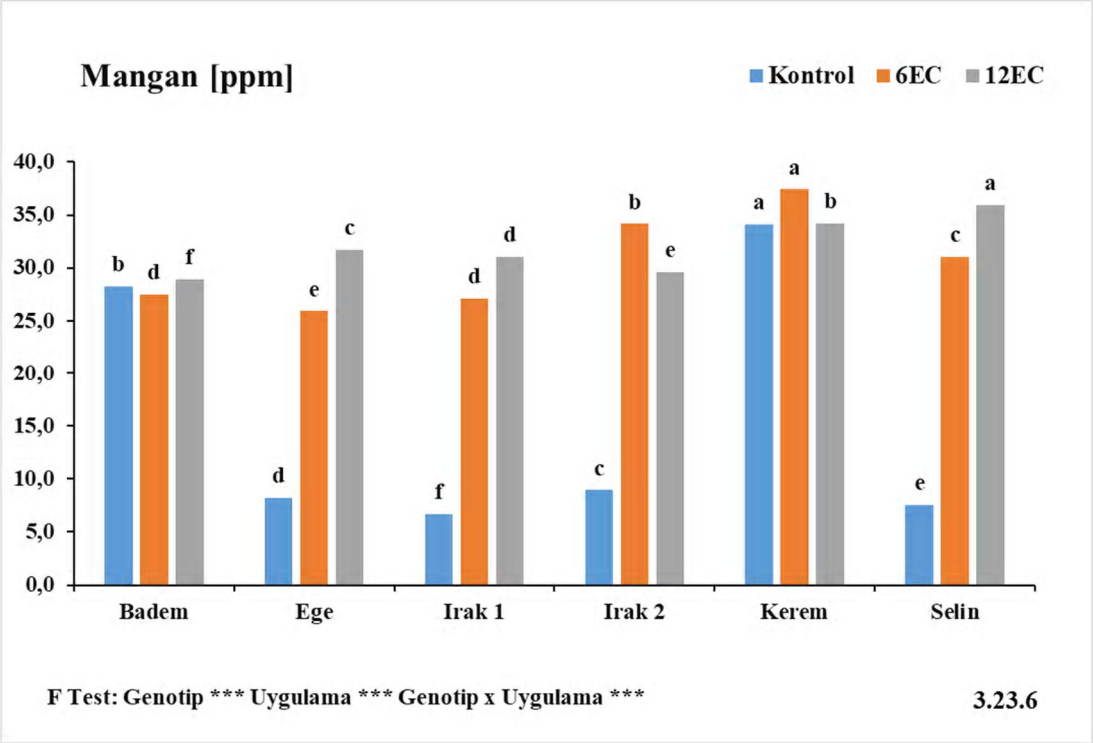
Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Ege olduğu belirlenmiştir. Ege genotipinin 12 EC koşullarında sodyum birikimi %3,42 ile oldukça yüksek bir değere ulaşmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Kerem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında sodyum birikimi %3,59 ile en yüksek seviyeye çıkmıştır. Bu sonuçlar, Kerem genotipinin sodyum alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Ege genotipinin ise tuz stresinden daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Sodyum istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %1155 artış ile %1255 STİ değerine sahip iken 12 EC de %1822 artış ve %1922 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Badem %31 artış ve Selin %94 artış kaydetmiştir.



Şekil 3.23.5 farklı acur genotiplerin tuza karşı sodyum içeriği %

3.23.6. Mangan [ppm]

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Irak 1 olduğu belirlenmiştir. Irak 1 genotipinin 12 EC koşullarında mangan birikimi 31,0 ppm ile diğer genotiplere kıyasla daha düşük kalmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Kerem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında mangan birikimi 34,2 ppm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Kerem genotipinin mangan alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Irak 1 genotipinin ise tuz stresinden daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir.

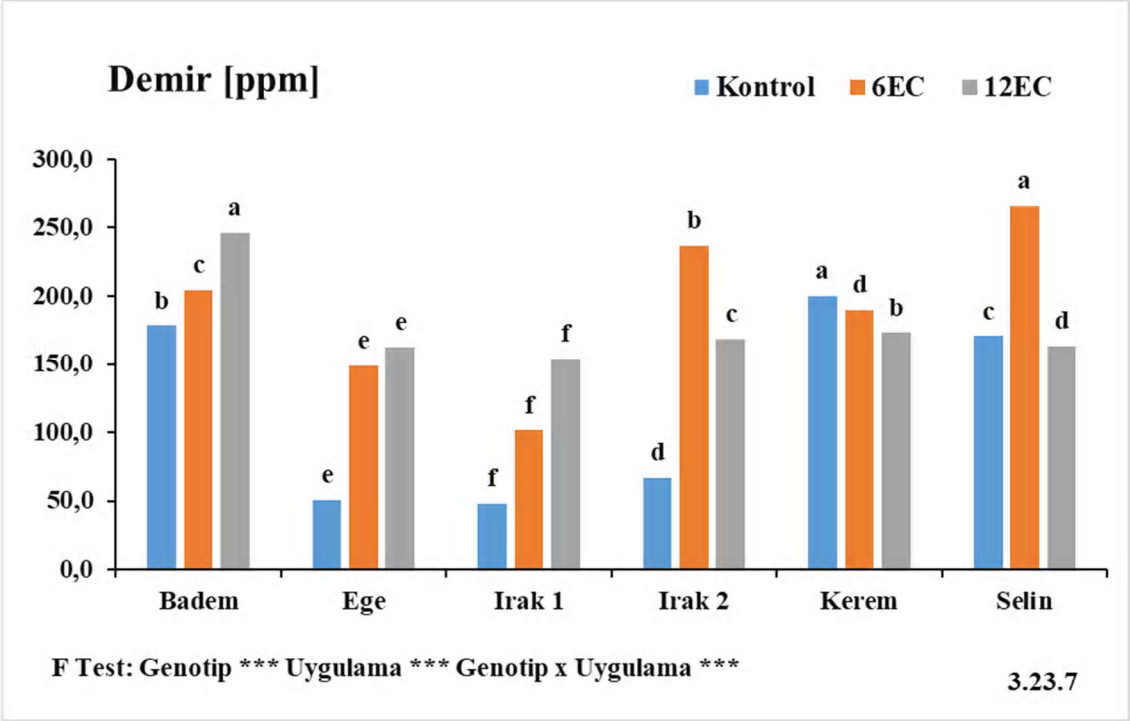


*Şekil 3.23.*6 farklı acur genotiplerin tuza karşı mangan içeriği ppm

Mangan istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %95 artış ile %195 STİ değerine sahip iken 12 EC de %104 artış ve %204 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Ege %22 artış ve Irak-2 %13 azalış kaydetmiştir.

3.23.7. Demir [ppm]

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Irak 1 olduğu belirlenmiştir. Irak 1 genotipinin 12 EC koşullarında demir birikimi 154,0 ppm ile diğer genotiplere kıyasla daha düşük kalmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Badem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında demir birikimi 246,0 ppm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Badem genotipinin demir alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Irak 1 genotipinin ise tuz stresinden daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir.

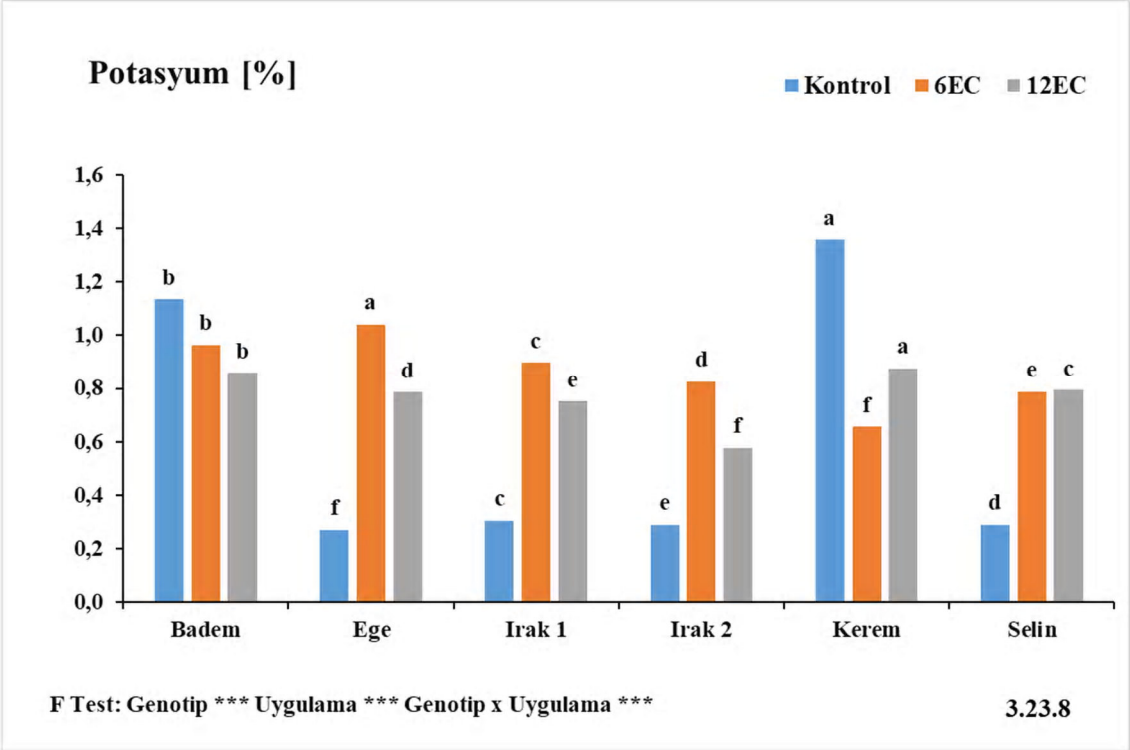


*Şekil 3.23.*7 farklı acur genotiplerin tuza karşı demir içeriği ppm

Demir istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %60 artış ile %160 STİ değerine sahip iken 12 EC de %49 artış ve %149 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Selin %39 azalış ve Irak-1 %52 artış kaydetmiştir.

3.23.8. Potasyum [%]:

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Irak 2 olduğu belirlenmiştir. Irak 2 genotipinin 12 EC koşullarında potasyum birikimi 5.756,2 ppm ile en düşük seviyede kalmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Badem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında potasyum birikimi 8.583,9 ppm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Badem genotipinin potasyum alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Irak 2 genotipinin ise tuz stresinden daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir.



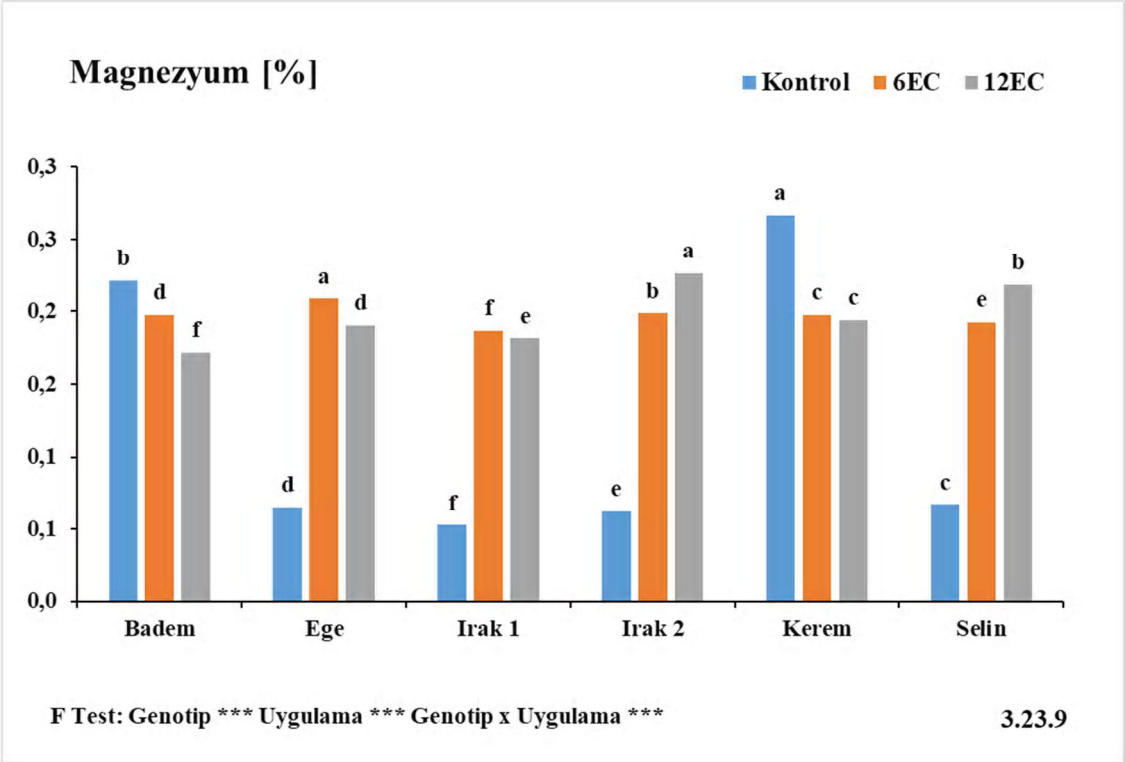
*Şekil 3.23.*8 farklı acur genotiplerin tuza karşı potasyum içeriği %

Potasyum istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %42 artış ile %142 STİ değerine sahip iken 12 EC de %27 artış ve %127 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Kerem %33 artış ve Irak-2 %30 azalış kaydetmiştir.

3.23.9. Magnezyum [%]:

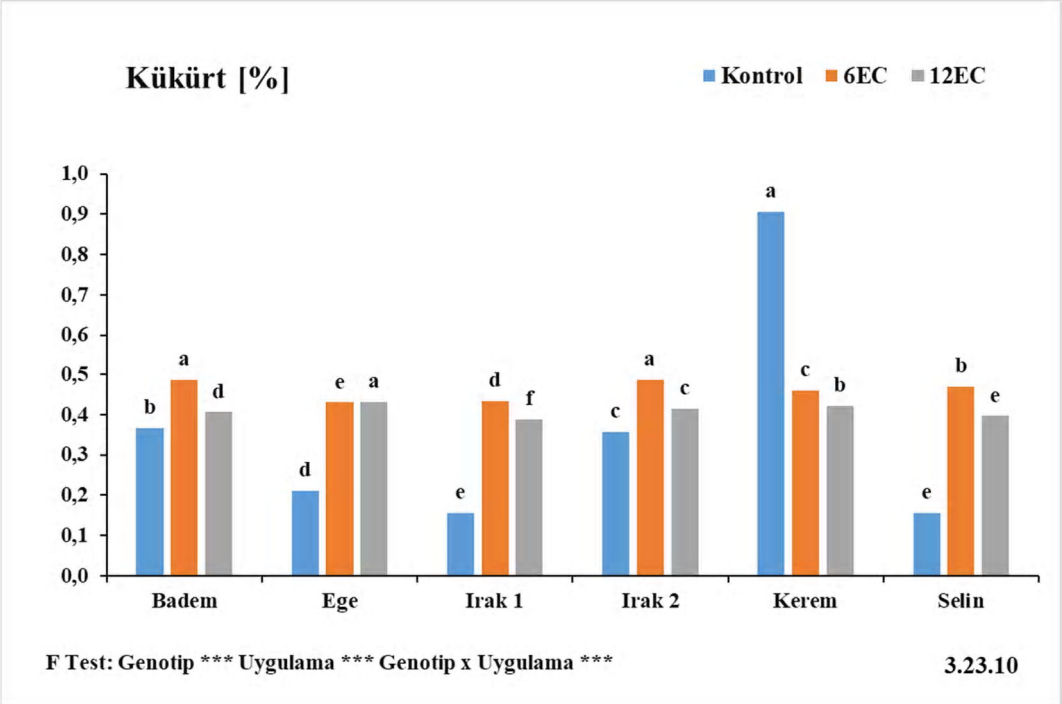
Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Badem olduğu belirlenmiştir. Badem genotipinin 12 EC koşullarında magnezyum birikimi 1.715,4 ppm ile diğer genotiplere göre daha düşük bir seviyede kalmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Irak 2 olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında magnezyum birikimi 2.262,6 ppm ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Irak 2 genotipinin magnezyum alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Badem genotipinin ise tuz stresinden daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Magnezyum istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur. Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %61 artış ile

%161 STİ değerine sahip iken 12 EC de %61 artış ve %161 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Selin %14 artış ve Badem %13 azalış kaydetmiştir.



*Şekil 3.23.*9 farklı acur genotiplerin tuza karşı magnezyum içeriği %

3.23.10. Kükürt [%]:



Şekil 3.23.10 farklı acur genotiplerin tuza karşı kükürt içeriği %

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, tuz stresine karşı en hassas genotipin Selin olduğu belirlenmiştir. Selin genotipinin 12 EC koşullarında kükürt birikimi %0,393 ile diğer genotiplere kıyasla daha düşük kalmıştır. Buna karşın, en toleranslı genotip Kerem olarak tespit edilmiştir ve 12 EC koşullarında kükürt birikimi %0,422 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Kerem genotipinin kükürt alımını tuz stresine karşı daha iyi koruyarak daha güçlü bir adaptasyon gösterdiğini, Selin genotipinin ise tuz stresinden daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, tuza dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli bir referans oluşturabilir. Kükürt istatistiksel olarak yüksek anlamlılıkta ($p<0,001$) bulunmuştur.

Uygulama ortalaması olarak kontrol grubuna göre 6 EC de %28 artış ile %128 STİ değerine sahip iken 12 EC de %14 artış ve %114 STİ değerlerini kaydetmiştir. Ancak tuz seviyesi 6 EC den 12 EC ye yükselirken Selin %14 artış ve Badem %13 azalış kaydetmiştir.

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

Abiyotik stres etmeni olan tuzluluğun etkisi ile bitkilerde görülen değişimler, agronomik, fizyolojik ve morfolojik stres belirtileri olarak ifade edilmektedir. Tuz stresi, bitkilerde önemli derecede fizyolojik ve metabolik değişimlere yol açarak bitkide büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Agronomik olarak, tuz stresi ürün veriminde azalma ve bitki gelişim parametrelerinde bozulmalara neden olurken, morfolojik düzeyde yaprak, kök ve gövde yapılarında anormallikler ortaya çıkabilmektedir. Fizyolojik olarak ise osmotik dengesizlik, iyon toksisitesi ve besin alımında aksaklıklar bitkilerin yaşamını tehdit ederek hayati süreçlerini sona erdirebilmektedir.

Bitkisel üretimi sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri tuzluluktur. Tarımsal sulamanın yetersiz ve düzensiz yapılması, gübrelerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı, buna ek olarak yüksek buharlaşma oranları ve iklim değişikliğinin etkileri, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluğun artmasına yol açmaktadır. Bu durum, zamanla tuzlu toprakların yaygınlaşmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada, acur bitkisinin tuz stresine verdiği tepkiler değerlendirilmiş ve dayanıklılık ile hassasiyet açısından farklılık gösteren çeşitler belirlenmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

Toplamda 6 farklı acur çeşidi üzerinde yapılan çalışmada, 6 ve 12 dS/m NaCl uygulamalarıyla oluşturulan tuz stresi koşullarında, genotiplerin farklı seviyelerde dayanıklılık ve hassasiyet sergilediği tespit edilmiştir.

Tuz stresine tolerans parametreleri görsel olarak incelenmiştir. Çalışmada, artan tuz konsantrasyonlarının zararlanmaları artırdığı, her iki uygulamada da özellikle yaşlı

yapraklarda sararmaların belirginleştiği gözlenmiştir. Tuzluluk seviyesi yükseldikçe yapraklarda kalınlaşma meydana gelmiş ve yaprak renkleri koyu yeşile dönmüştür. Irak-2 ve Kerem genotipleri, her iki tuz uygulamasında da en fazla zarar gören çeşitler olarak tespit edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonu, özellikle 12 dS/m seviyelerinde bitki boyunda azalmaya neden olmuştur.

Buna karşın, 6 dS/m tuz seviyesindeki bitkiler, kontrol grubuna kıyasla daha iyi performans göstermiştir. Acur bitkisinin 6 dS/m tuz seviyesinde yüksek bir performans göstermesi, bu koşullara karşı dayanıklılığını kanıtlamaktadır. Bu seviyede, Badem ve Ege genotipleri hem bitki büyümesi hem de tuz toleransı açısından daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca, 6 ve 12 dS/m tuz seviyelerinde Badem ve Ege genotiplerinin diğer çeşitlerden daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, tuzlu koşullarda Badem ve Ege genotiplerinin tolerans gösterdiği, Irak-2 ve Kerem genotiplerinin ise düşük toleranslı ve tuza karşı hassas olduğu gözlemlenmiştir. Tuz stresine karşı toleranslı genotipler anaç olarak seçilebilir, hassas olanlar ise kalem olarak tercih edilerek aynı koşullar altında tekrar çalışma yapılabilir. Bu şekilde seçilen anaçların anaçlık potansiyelleri belirlenirken, kalem olarak seçilen genotiplerin tuz stresine karşı tolerans seviyelerinin artıp artmadığı da araştırılabilir.

KAYNAKÇA

1. Ali, M. S., Ahmed, S. F., & Khan, H. R. (2019). *Effect of Hydroponic Systems on the Growth and Yield of Cucurbits*. **International Journal of Agricultural Science, 21**(2), 122-130.

2. Almodares, A., Hadi, M. R., & D. R. (2008). *Effects of salinity on plant growth, ion content, and water use efficiency.* **International Journal of Agriculture and Biology, 10**(1), 95-100.

3. Anonim. (2008)**.** *Acur bitkisinin morfolojik özellikleri ve yetiştirme teknikleri* (Yüksek lisans tezi). **Çukurova Üniversitesi, Adana.**

4. Anonim. (2023). *Tarım stratejilerine katkı: Tuzluluk problemiyle mücadelede dayanıklı ve verimli çeşitlerin geliştirilmesi*. **Ege üniversitesi.**

5. Arnon, D. I. (1949). *Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris.* ***Plant Physiology, 24***(1), 1-15.

6. Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). *Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance.* **Environmental and Experimental Botany, 59**(2), 206-216.

7. Ashraf, M., & Harris, P. J. C. (2004). *Salinity and plant stress: Advances in plant physiology.* **Springer**.

8. Blum, A., & Jordan, W. R. (1985). *Effect of salinity on growth and yield of crops*. **Journal of Soil Science, 36**(3), 335-346.

9. Bohn, J. D., Lambert, P. L., & Thompson, K. L. (2018). *Advancements in Propagation Techniques for Cucurbitaceae Crops*. **Journal of Horticultural Science, 12**(4), 211-220.

10. Coskun, D., Britto, D. T., & Kronzucker, H. J. (2016). *The impact of salt stress on plant growth and its mechanism of action*. **Journal of Plant Physiology, 206**, 1-8.

11. Çağlar, M., Yılmaz, İ., & Aydın, H. (2004). Acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) Yetiştiriciliği ve Özellikleri. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1**(2), 45-50.

12. Demir, M., Öztürk, L., & Kılıç, H. (2007). *Effect of root length on water and nutrient uptake and its relationship with plant growth and yield.* **Journal of Agricultural Sciences, 13**(2), 101-106.

13. Dinç, U., & Şenol, M. (1997). *Soil salinity classification and its effects on plant growth*. **Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 21**(2), 141-148.

14. Flowers, T. J. (2004). *Agricultural production and the challenge of soil salinity.* **Journal of Experimental Botany, 55**(396), 2745-2757.

15. Flowers, T. J., & Yeo, A. R. (1995). *Tolerant plants in saline environments. In:* **Handbook of Plant and Crop Stress** (pp. 79-107).

16. Göçoğlu, İ. D., & Göçoğlu, V. (2023). *Effects of abiotic stress factors on plant metabolism and electron transport systems*. **Journal of Plant Stress Research, 42**(3), 187-195.

17. Greenway, H., & Munns, R. (1980). *Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes*. **Annual Review of Plant Physiology, 31**(1), 149-190.

18. Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Shi, H. (2000). *Plant cellular and molecular responses to high salinity.* **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51,** 463-499.

19. Hussain, S. H., Ali, S., & Shahzad, B. (2020). *Evaluation of salt stress tolerance in Cucumis sativus* L. *(cucumber) genotypes.* **Environmental and Experimental Botany, 178,** 104157.

20. James, R. A., & Sirault, X. R. R. (2012). *Plant responses to saline environments: Mechanisms of salt tolerance*. **Environmental and Experimental Botany, 87**, 31-41.

21. Jones, D. G. (2005). *Hydroponic Growing Systems: Principles and Practices*. Plant Science Press.

22. Kalaji, H. M., Goltapeh, E. M., & Szcepa, A. (2016). SPAD chlorophyll meter: A useful tool for monitoring plant health and stress. **Agricultural and Biological Sciences, 69**(2), 112-119.

23. Khan, M. I. R., & Rizwan, M. (2019). *Physiological changes and dry weight effects of wheat genotypes under salt stress conditions.* **Environmental and Experimental Botany, 161,** 95-104.

24. Kıran, M., Yılmaz, F., & Aydın, A. (2016). Bitki çeşitlerinin tuzluluk stresi altındaki gelişim özellikleri. **Tarım ve Orman Bilimleri Dergisi, 25**(3), 45-58.

25. Läuchli, A., & Grattan, S. R. (2007). *Harrison's Principles of Internal Medicine. Salt and drought stress tolerance in plants. Plant Physiology, 148*(4), 1721-1732.

26. Levitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt, and other stresses*. **Academic Press.**

27. Munns, R. (2002). *Comparative physiology of salt and water stress.* **Plant, Cell & Environment, 25**(2), 239-250.

28. Munns, R., & Termaat, A. (1986). *Salt tolerance in plants: An overview*. Plant Science, 47(1), 15-27.

29. Munns, R., & Tester, M. (2008). *Mechanisms of salinity tolerance.* **Annual Review of Plant Biology, 59,** 651-681.

30. Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). *Salt tolerance and salinity effects on plants: A review.* **Ecotoxicology and Environmental Safety, 60**(3), 324-349.

31. Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). *Salt tolerance and salinity effects on plants: A review.* **Environmental and Experimental Botany, 59**(1), 3-16.

32. Rains, D. W. (2003). Osmotic adjustment and its role in plant stress tolerance. **Physiologia Plantarum, 118**(3), 505-514.

33. Rengasamy, P. (2002). *Soil processes affecting crop production in salt-affected soils*. **Advances in Agronomy, 75,** 1-82.

34. Robinson, R. W., & Decker-Walters, D. S. (1997). *Cucurbits*. CAB International.

35. Shannon, M. C., & Grieve, C. M. (1999). *Tolerant plants in saline environments.* **Critical Reviews in Plant Sciences, 18**(3), 27-47.

36. Sharma, P., & Dubey, R. S. (2017). *Salt stress-induced changes in the plant growth, development and biochemistry:* **An overview. Environmental and Experimental Botany, 137**, 1-14.

37. Smith, A. P., & Jones, R. T. (2017). Vegetative propagation in cucurbit species: A comparative analysis. **Horticultural Reviews, 45**(3), 75-90.

38. Smith, J., & Jones, R. (2021). *Investigation of salt stress tolerance in different genotypes based on fresh weight.* **Journal of Plant Science, 47**(2), 135-142.

39. Sreenivasulu, Y., et al. (2000). Effects of salt stress on plant stomatal closure and CO_2 fixation. **Journal of Environmental Stress, 15**(2), 45-52.

40. Taşligil, B., & Şahin, S. (2013). *Irrigation practices and the impact on soil salinization and groundwater quality*. **Turkish Journal of Environmental Engineering, 45**(3), 210-218.

41. Tiwari, R. S., Gupta, A. K., & Yadav, S. (2018). Hydroponics: A modern agriculture system for future farming. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 6**(2), 44-52.

42. Ulas, F., Hadi, H. H., Ameen, H., & Ulas, A. (2024). Salt stress and its implications in vegetable crops with special reference to the Cucurbitaceae family. **Annals of Arid Zone, 63**(4), 117-129.

43. Vural, M., Tanyolac, S., & Eryılmaz, F. (2000). *Cucumis melo* var. *flexuosus* (acur) bitkisinin botanik ve ekolojik özellikleri. **Türk Botanik Dergisi, 24**(1), 13-23.

44. Yıldırım, M., Karaman, M., & Gül, İ. (2017). *Effects of salt stress on growth, yield, and some physiological parameters of different cucumber genotypes.* **Agricultural Sciences, 8**(6), 682-690.

45. Yıldırım, M., Karaman, M., & Gül, İ. (2019). *Growth and physiological response of cucumber genotypes under salt stress conditions.* **Environmental and Experimental Botany, 165**, 180-187.

46. Yıldız, B. M., Karadağ, H., & Kaya, Z. (2018). Salt stress in plants and its effect on chlorophyll content: SPAD index as a reliable indicator. **Environmental and Experimental Botany, 148**, 166-175.

47. Zhang, H., & Shi, H. (2013). *Physiological and morphological responses to salt stress in plants.* ***Plant Biology, 15***(6), 1000-1009.

48. Zhu, J. K. (2001). *Plant salt tolerance.* ***Trends in Plant Science, 6***(2), 66-71.

EKLER

EK 1.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Hawkar Hama Hadi Hama Ameen HAMA AMEEN

Uyruğu: Irak

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	Erciyes üniversitesi toprak bilimi ve bitki besleme bölümü	2022-devam eden
Lisans	Süleymaniye üniversitesi toprak bölümü	2007-2011
Lise	Roşinbir lise okulu ırak süleymaniye	2004-2007
Ön lisans	Süleymaniye Bazara Uçuş Eğitim ve Teknoloji Enstitüsü, Uçak Mühendisliği Bölümü	2017-2019
Lisans	Erbil Salahaddin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Konservatuvar Müzik Bölümü	2012-2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2009-2011	Irak Süleymaniyede Sanatel Arşiv Müdürü	Bölüm müdürü
2002-2013	Hünkâr AVM Toptan ve Perakende LTD.ŞKT	İşveren

YABANCI DİL

İngilizce B1, Farsça B1, Arapça C1, Türkçe C1, Kürtçe (Sorani) Anadil

YAYINLAR

1. Ulas, F., Hadi, H. H., Ameen, H., & Ulas, A. (2024). Salt stress and its implications in vegetable crops with special reference to the Cucurbitaceae family. Annals of Arid Zone, 63(4), 117-129.