



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik.) FİDELERİNE UYGULANAN HÜMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

HALİT BURAK KATIRCIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı
Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. ŞENER AKINCI

İSTANBUL, 2020



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik.) FİDELERİNE UYGULANAN HÜMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

HALİT BURAK KATIRCIOĞLU
520117033

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Biyoloji Anabilim Dalı
Biyoloji Programı

DANIŞMAN
Prof. Dr. ŞENER AKINCI

İSTANBUL, 2020

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek ve de gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm, bilimsel bir çalışmada daima titiz ve güvenilir olmayı öğretip benimseten, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Prof. Dr. Şener AKINCI'ya çok teşekkür ederim.

Lisans öğrenimimde üzerimde emekleri olan diğer hocalarımdan da bana 4 yıllık üniversite hayatım ve sonrasında yüksek lisans eğitimim boyunca kazandırdıkları her şey için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmam süresince bana her zaman destek olan, çalışmalarım boyunca yanımda olarak her türlü desteği sağlayan sevgili laboratuvar arkadaşım Gürsel KOLTUK'a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca hiçbir desteği esirgemeyen, hem manevi hem maddi anlamda her zaman yanımda olan hayattaki en değerli varlıklarım; annem Birsen KATIRCIOĞLU ve babam Fetih KATIRCIOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Bana manevi olarak destek veren diğer arkadaşlarıma da her zaman yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

ARALIK / 2020

HALİT BURAK KATIRCIOĞLU

İÇİNDEKİLER	SAYFA
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
SEMBOLLER	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiv
TABLO LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su Stresi Genel Tanımı ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri.....	1
1.2. Baklagiller ve Mercimek Bitkisi.....	4
1.3. Humik Maddelerin Oluşumu.....	7
1.3.1. Humik Maddelerin Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri.....	8
1.3.2. Humik Asitlerin Su Stresi Üzerine Etkileri.....	8
1.4 Bitki Besin Maddeleri ve Aralarındaki Etkileşimler.....	9
1.4.1. Potasyum (K).....	10
1.4.2. Sodyum (Na).....	11
1.5. Antioksidanlar.....	12
1.5.1. Malondialdehit (MDA).....	13
1.5.2. Glutatyon (GSH).....	13
1.5.3. Süperoksit Dismutaz (SOD).....	13
1.5.4. Protein karbonil (PCO).....	14

2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
2.1. Araştırma Materyali.....	15
2.1.1. Yeşil Mercimek (<i>Lens culinaris</i> Medik.) Bitkisinin Özellikleri.....	15
2.1.2. Kullanılan Humik Asitin İçeriği.....	16
2.2. Araştırma Yöntemi.....	16
2.2.1. Bitki Besin Çözeltilerinin Hazırlanması.....	17
2.2.1.1. Stok Çözeltilerin Hazırlanması.....	17
2.2.1.2. FeEDTA' nın Hazırlanması.....	17
2.2.1.3. Mikroelement Bileşiminin Hazırlanması.....	18
2.2.1.4. Fosfat Tamponunun Hazırlanması.....	18
2.2.1.5. Deney Gruplarına Uygulanacak Çözeltilerin Hazırlanması.....	19
2.2.2. Mercimek Tohumlarının Sterilizasyonu ve Çimlendirme Koşulları.....	20
2.2.3. Büyüme Parametrelerinin Ölçülmesi.....	21
2.2.4. Bitki Besin Elementlerinin İçeriklerinin Belirlenmesi.....	22
2.2.5. Santrifüj İşlemi.....	24
2.2.6. Biyokimyasal Yöntemler.....	25
2.2.6.1. Bradford Metodu ile Protein Tayini.....	25
2.2.6.2. Malondialdehit (MDA) Düzeyi Ölçüm Yöntemi.....	26
2.2.6.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi Ölçüm Yöntemi.....	27
2.2.6.4. Protein Karbonil (PCO) Aktivitesi Ölçüm Yöntemi.....	29
2.2.6.5. Glutatyon (GSH) Aktivitesi Ölçüm Yöntemi.....	30
2.2.7. İstatistiksel Analizler.....	30

3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	31
3.1. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (<i>Lens culinaris</i> Medik.) Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi.....	31
3.1.1. Gövde Boy uzunlukları.....	31
3.1.2. Kök Uzunlukları.....	33
3.1.3. Yaprak Alanları.....	35
3.1.4. Kök Yaş Ağırlıkları.....	37
3.1.5. Kök Kuru Ağırlıkları.....	38
3.1.6. Gövde Yaş Ağırlıkları.....	40
3.1.7. Gövde Kuru Ağırlıkları.....	41
3.1.8. Yaprak Yaş Ağırlıkları.....	43
3.1.9. Yaprak Kuru Ağırlıkları.....	44
3.2. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (<i>Lens Culinaris</i> Medik.) Total Protein Miktarı Üzerine Etkisi.....	46
3.3. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (<i>Lens Culinaris</i> Medik.) Antioksidan Parametreleri Üzerine Etkisi.....	47
3.3.1. Malondialdehit (MDA) Seviyesi.....	48
3.3.2. Glutasyon (GSH) Seviyesi.....	50
3.3.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi.....	51
3.3.4. Protein Karbonil (PCO) Seviyesi.....	53
3.4. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (<i>Lens Culinaris</i> .Medik.) Na ve K Mineral Kompozisyonları Üzerine Etkisi.....	54
3.4.1. Sodyum (Na) Miktarı.....	55
3.4.2. Potasyum (K) Miktarı.....	57
4. SONUÇLAR.....	60
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

SU STRESİNDE YETİŞEN MERCİMEK (*Lens culinaris* MEDİK.) FİDELERİNE UYGULANAN HUMİK ASİTİN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Su stresi, bitkilerin çimlenme, gelişme ve büyüme safhalarından en az birinde mutlaka karşılaştıkları abiyotik stres faktörlerinin en önemlilerinden biri olup, ürün verimliliği ve kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, farklı su stresi altında yetişen yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) bitkisindeki humik asitin etkisi incelenmiştir.

Ülkemizde yetiştirilmekte olan *Lens culinaris* Medik. (Yeşil mercimek) *Fabaceae* (*Leguminosae*) familyasının insan besini olarak kullanılan ve çeşitli varyeteleri olan bir türüdür. Yeşil mercimek su stresi altında %6-54 oranında ürün kaybı yaşamaktadır. Bu amaçla su stresi uygulanan mercimek fidelerinin humik asit ile etkileşimi, kontrollü yetiştirme odası şartlarında test edilmiştir.

Humik asitler, bitkilerin büyümesi üzerine toprağın fiziksel ve kimyasal yapılarına olumlu etkileri, kation değişim kapasitelerini artırması ve toprak pH'ını düzenlemesi gibi özellikleri ile doğrudan ya da dolaylı yollardan etki etmektedir. Humik asitlerin farklı stress koşullarında bitkiler üzerinde önemli rolleri olup, stres ortamlarında bitki büyümesini olumlu yönde desteklemekte ve stres faktörlerine karşı bitkilerin direnç mekanizmalarını arttırmaktadır.

Su stresi altında yetiştirilen mercimek fideleri üzerinde su stresi etkileri büyüme parametreleri, mineral kompozisyonları ve antioksidan maddeleri açısından araştırmalar yapılmıştır. Sonuçlara göre bitkilerin boylarının, kök uzunluklarının, yaprak alanlarının, kök, gövde ve yaprak yaş-kuru ağırlıklarının orta su stresi uygulanan gruplarda arttığı, şiddetli su stresi gruplarında ise azaldığı gözlemlenmiştir. Humik asit uygulaması ile su stresinin saptanan bu etkisinin anlamlı olarak azaldığı belirlenmiştir.

Antioksidan parametreleri incelendiğinde, orta su stresi uygulanan grubun MDA seviyesinde, GSH seviyesinde, SOD aktivitesinde ve PCO seviyesinde azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Şiddetli su stresi uygulanan gruplarda bu parametrelerin arttığı gözlemlenmiştir. Her iki stres grubuna uygulanan humik asitin ise, su stresi sonucunda artan MDA seviyesini, GSH seviyesini, SOD aktivitesini ve PCO seviyesini azalttığı sonucuna varılmıştır.

Na ve K içeriklerine bakıldığında orta su stresi uygulanan grubun toprak altı ve toprak st Na ve K miktarlarının arttığı, şiddetli su stresi uygulanan grubun toprak altı ve toprak st Na ve K miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Humik asit uygulanan gruplarda ise hem toprak altı hem de toprak st Na ve K miktarlarının arttığı tespit edilmiştir.

Humik asit, su stresine orta derece duyarlı olan yeşil mercimek fidelerinde özellikle şiddetli su stresini etkilerini gidermede önemli rol oynamaktadır. Bulgular humik asitin kullanımının, susuz topraklardaki bitkilerin verimini ve kalitesini arttırmada yararlı olabileceğini göstermektedir.



ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF HUMIC ACID APPLIED ON LENTIL (*Lens culinaris* MEDIK.) SEEDLINGS GROWN UNDER WATER STRESS

Water stress is one of the most important abiotic stress factors faced by plants in at least one of the stages of germination, development and growth, and greatly affects product productivity and quality. In this study, the effect of humic acid on green lentil (*Lens culinaris* Medik.) Plant grown under different water stress was investigated.

Lens culinaris Medik, which is grown in our country (Green lentil) is a species of *Fabaceae* (*Leguminosae*) family that is used as human food and has various varieties. Green lentils experience 6-54% product loss under water stress. For this purpose, the interaction of water stressed lentil seedlings with humic acid was tested under controlled growing room conditions.

Humic acids have a direct or indirect effect on the growth of plants, with their positive effects on the physical and chemical structures of the soil, increasing their cation exchange capacity, and regulating soil pH. Humic acids have an important role on plants under different stress conditions, they support plant growth in stress environments and increase the resistance mechanisms of plants against stress factors.

Studies have been conducted on the effects of water stress on lentil seedlings grown under water stress in terms of growth parameters, mineral compositions and antioxidant substances. According to the results, it was observed that the height, root length, leaf area, root, stem and leaf wet-dry weights of the plants increased in the moderate water stress groups and decreased in the severe water stress groups. It was determined that this effect of water stress was significantly decreased with the application of humic acid.

When the antioxidant parameters were examined, it was determined that there was a decrease in MDA level, GSH level, SOD activity and PCO level of the group in which moderate water stress was applied. It was observed that these parameters increased in the groups exposed to severe water stress. It was concluded that humic acid applied to both stress groups decreased the MDA level, GSH level, SOD activity and PCO level increased as a result of water stress.

When the Na and K contents were examined, it was determined that the subsoil and aboveground Na and K amounts of the group subjected to moderate water stress increased, and the subsoil and aboveground Na and K amounts of the group subjected to severe water stress decreased. On the other hand, it was determined that the amount of Na and K both under and above ground increased in humic acid applied groups.

Humic acid plays an important role in removing the effects of especially severe water stress in green lentil seedlings that are moderately sensitive to water stress. The findings show that the use of humic acid can be beneficial in increasing the yield and quality of plants in dehydrated soils.



SEMBOLLER

% : Yüzde

B : Bor

C : Karbon

Ca : Kalsiyum

Cl : Klor

cm : Santimetre

cm² : Santimetre kare

Cu : Bakır

da : Dekar

Fe : Demir

g : Gram

ha : Hektar

K : Potasyum

kg : Kilogram

l : Litre

M : molar

Mg : Magnezyum

mg : Miligram

ml : Mililitre

mM : Milimolar

Mn : Mangan

Mo : Molibden

N : Azot

N : Normal

Na : Sodyum

nm : Nanometre

°C : Santigrat derece

P : Fosfor

pH : Hidrojen iyonu derişimi

rpm : Dakikadaki devir sayısı

S : Kükürt

Zn : Çinko

µg : mikrogram

µl : mikrolitre

µM : mikromolar

KISALTMALAR

APX	: Askorbat peroksidaz
BSA	: Bovine serume albumin
Ca(NO ₃) ₂	: Kalsiyum nitrat
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
CaSO ₄	: Kalsiyum sülfat
CAT	: Katalaz
CO ₃ ⁻²	: Karbonat
Cu(NO ₃) ₂	: Bakır nitrat
DHAR	: Dehidroaskorbat redüktaz
DNTB	: 5,5'-dithiobis-(2-nitrobenzoik asit)
EDTA	: Etilendiamintetraasetikasit
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
G6PD	: Glukoz 6- fosfat dehidrogenaz
GPX	: Glutasyon peroksidaz
GR	: Glutasyon redüktaz
GSH	: Glutasyon
GST	: Glutasyon S-transferaz
H ₂ O	: Su
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
H ₃ BO ₄	: Borik asit
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
K ₂ MoO ₄	: Dipotasyum tetraoksomolibdat
KOH	: Potasyum hidroksit

K_2O	: Potasyumoksit
KH_2PO_4	: Mono potasyum fosfat
KNO_3	: Potasyum nitrat
K_3PO_4	: Tripotasyum fosfat
M.Ö.	: Milattan önce
MDA	: Malondialdehit
$MgCl_2$	: Magnezyum klorür
$MgSO_4$	: Magnezyum sülfat
$MnSO_4$	: Mangan sülfat
Na_2CO_3	: Sodyum karbonat
Na_2SO_4	: Sodyum sülfat
$NaCl$	: Sodyum klorür
Na_2CO_3	: Sodyum karbonat
Na_2SO_4	: Sodyum sülfat
$NaHCO_3$	: Sodyom bikarbonat
NaH_2PO_4	: Monosodyum fosfat
NO_3^-	: Nitrat
O_2^-	: Süperoksit molekülü
1O_2	: Singlet oksijen
OH^-	: Hidroksil radikalleri
PCO	: Protein Karbonil
ROT	: Reaktif oksijen türleri
SO_4^{-2}	: Sülfat
SOD	: Süperoksit dismutaz

TBARS : Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler

$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$: Çinko nitrat



ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil 2.1 Deney Materyalinin Cinsi	15
Şekil 2.2. Deneyde Kullanılan Humik Asit	16
Şekil 2.3. Bitki Yetiştirme Odası	20
Şekil 2.4. Yaş Yakma Metodu	24
Şekil 3.1. Yeşil Mercimek Fidelerinin Hasat Edildiği Gündeki Görüntüleri	32
Şekil 3.2. Yeşil Mercimek Fidelerinin Boy Uzunlukları	33
Şekil 3.3. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Uzunlukları	34
Şekil 3.4. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Alanları	36
Şekil 3.5. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Yaş Ağırlıkları	37
Şekil 3.6. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Kuru Ağırlıkları	39
Şekil 3.7. Yeşil Mercimek Fidelerinin Gövde Yaş Ağırlıkları	40
Şekil 3.8. Yeşil Mercimek Fidelerinin Gövde Kuru Ağırlıkları	42
Şekil 3.9. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Yaş Ağırlıkları	43
Şekil 3.10. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Kuru Ağırlıkları	45
Şekil 3.11. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki Total Protein Miktarı	46
Şekil 3.12. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki MDA Seviyesi	48
Şekil 3.13. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki GSH Seviyesi	50
Şekil 3.14. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki SOD Aktivitesi	51
Şekil 3.15. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki PCO Seviyesi	53
Şekil 3.16. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Altı Organlarındaki Na Miktarı	55
Şekil 3.17. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Üstü Organlarındaki Na Miktarı	56
Şekil 3.18. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Altı Organlarındaki K Miktarı	57
Şekil 3.19. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Üstü Organlarındaki K Miktarı	58

TABLO LİSTESİ	SAYFA
Tablo 2.1. <i>Lens culinaris</i> Medik Sistematiği	15
Tablo 2.2. Kullanılan Humik Asit ve İçeriği	16
Tablo 2.3. Bitkilerin Yetiştirilmesinde Kullanılan Maddeler, Miktarları; Hoagland-Arnon Çözeltisine Eklenme Sıraları ve Hacimleri	17
Tablo 2.4: Mikroelement Çözeltisi Hazırlamada Kullanılan Maddeler ve Miktarları	18
Tablo 2.5: 0,1 mM Potasyum Fosfat Tamponu pH tablosu (25°C)	19
Tablo 2.6. Deney Gruplarına Uygulanacak Çözeltilerin Hazırlanması.	19
Tablo 2.7. Bradford Yöntemi ile Protein Tayini için Kullanılan Çözeltiler	25
Tablo 2.8. MDA Deney Protokolü	27
Tablo 2.9. SOD için Ekstraksiyon Tamponu Hazırlanması	28
Tablo 2.10. SOD için Ölçüm Tamponu Hazırlanması	28

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

Bitkiler gelişim ve büyümelerini sürdürdükleri alanlarda yaşamlarının en az bir döneminde “engelleyci” çeşitli olumsuz faktörlerle karşılaşabilmektedirler (Gürel ve Avcıoğlu, 2001; Akıncı, 1997). Bitkinin hayatını sürdürdüğü koşullarda birden çok faktörün, büyüme ve gelişmeyi negatif şekilde etkileyip ürün kalitesi, miktar ve verimde azalışa neden olmasına “stres” adı verilir (Wang ve ark., 2000). Stres faktörleri genel olarak biyotik ve abiyotik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Patojenler, hastalık ve zararlı etmenleri ile mikroorganizmalar gibi faktörler biyotik stres faktörlerini oluştururlar. Kuraklık, tuzluluk, yüksek veya düşük sıcaklık, ağır metal kirliliği, su fazlalığı (baskınlar) ise abiyotik stres faktörlerini meydana getirirler.

Günümüzde tarım bitkilerini etkileyen en önemli abiyotik stres etmenleri arasında kuraklık ve toprak tuzluluğu ilk sıralardadır. Dünyadaki tarıma elverişli sahaların yaklaşık %45’i kuraklık, %6’sı tuzluluk stresinin etkisi altındadır. Bu faktörlerin bitkiler üzerindeki olumsuzlukları genel itibariyle eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır (Ashraf ve Foolad, 2007).

Dünyada bitkisel üretimi kısıtlayan başlıca abiyotik stres faktörlerinden ötürü, yetiştiricilikte bitkinin normal ürün potansiyeline varacak uygun alanların bulunması oldukça güçtür. Tarımsal üretimin azalmasında %71 oranında abiyotik, %29 oranında ise diğer stres faktörleri rol oynar (Boyer, 1982).

1.1 Su Stresi Genel Tanımı ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Su; canlıların özellikleri ve yaşadıkları ortama göre değişmekle birlikte çok önemli bir bileşiktir. Canlılar için kritik önemi olan suya, küresel ısınma ve onun etkisiyle yağış rejimlerinde meydana gelen düzensizlikler; insan nüfusundaki artış ile birlikte duyulan talep giderek yükselmektedir. Küresel anlamda su kaynaklarının dağılımındaki dengesizlikler yanında, sanayi, kentleşme ve çevre kirliliği yüzünden de kalitesi ve içeriği açılarından su daha da yaşamsal bir önem taşımaktadır.

Kapladığı alanlar itibari ile %25’lik kısmı karalara ait dünyamızda, bu alanların yaklaşık %36’ sı kurak veya yarı kurak olarak tanımlanmaktadır. Geri kalan %64 lük

alandan ise var olan veya yetiştirilen bitkiler yaşam döngülerinin en az bir bölümünde susuzluk ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Kramer, 1980; Hurd, 1976).

Kuraklık "yağışların, kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu, arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğa olayı" olarak tanımlanmaktadır ve abiyotik stres faktörleri arasında ürün verimliliğini en fazla etkileyen stres faktörlerinden biri durumundadır (Lambers ve ark., 2008). Kuraklık, optimum değerlerden daha düşük olan yağış miktarları sebebiyle su kaynaklarının ve arazilerin olumsuz olarak etkilenmesi olarak da tanımlanmaktadır (Turner ve ark., 2014; Tuberosa, 2012).

Literatürlerde temel olarak "meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olmak üzere" üç çeşit kuraklık tipi yer almaktadır (Wilhite ve Glantz, 1985). Kuraklığın her üç tipi de bitkisel gelişimi sınırlandırmaktadır. Büyüme ve gelişim sürecinde toprak nemini bitkinin gereksinim duyduğu miktardan az olduğunda tarımsal kuraklık ortaya çıkar (Mishra ve Cherkauer, 2010; Şimşek, 2010; Manivannan, 2008; Palmer ve Kalina, 1968). Kuraklık sonucu, bitkinin sudan yararlanmaması veya bitki fizyolojisinde kabul edilen şekli ile "su stresi" bitkinin dokularında su veya turgor potansiyelini optimum gelişmeyi olumsuz etkileyecek seviyelere düşürmesi olarak ifade edilmektedir (Kramer, 1980). Hava sıcaklığındaki ani artış ya da nemde hızlı bir azalışın gerçekleşmesiyle de bitkilerde su açlığı ortaya çıkar (Yağmur, 2008).

Su stresi bitkilerde vejetatif büyüme, verim, su ilişkileri ve fotosentez gibi farklı yapıları etkilemekte ve bu yapılar üzerinde oluşturduğu etkiler de farklı reaksiyon gösterebilmektedir (Farooq ve ark., 2009). Hücrede veya bitki içerisinde oluşan metabolik ve fizyolojik her bir faktörün su stresinden etkilenmeye başladığı su potansiyeli değeri farklılık gösterir (Taiz ve Zieger, 2006). Kuraklığın ilk olarak bitki gelişiminde sorun oluşturduğu aşama çimlenme aşamasıdır (Harris ve ark., 2002). Toprağa ekilen tohum, topraktan ihtiyacı kadar suyu alamadığında ilk defa stresle tanışmakta ve çimlenme meydana gelememektedir (Okçu ve ark., 2005). Bitki kökleri ile topraktan yeterli su alamadığında, hücre, doku ve organlarda ve bütün bir bitkide oluşan su eksikliği, bitkilerde büyüme ve gelişmede etkili olan metabolik reaksiyonların yavaşlamasına ya da engellenmesine neden olur (Ashraf ve Foolad, 2007; Öncel ve Keleş, 2002).

Bitkilerde hücre büyümesinin kuraklığa duyarlılık mekanizmasındaki en önemli mekanizma turgor basıncıdır (Taiz ve Zeiger, 2006). Özellikle yoğun su noksanlığı altında bitkilerde hücre uzamasını etkileyen ve turgor kaybına sebep olan diğer bir olay ise ksilemdeki su akışının hasar görmesidir (Nonami, 1998). Su stresiyle beraber mitoz bölünmede, hücre uzaması ve genişlemesinde meydana gelen aksaklıklardan dolayı bitki ağırlığı, yaprak alanı ve ürün gelişiminde engellenmeler ortaya çıkabilmektedir (Hussain ve ark., 2008; Kaya ve ark., 2006).

Bitkide bulunan suyu korumada stoma direnci, terleme hızı, yaprak sıcaklığı ve yaprak alanı önemli belirleyici özelliklerdendir. Su stresiyle karşı karşıya kalan bitkilerde yapraktaki su potansiyeli yanında nispi nem içeriği ve terleme miktarı azalmakta, yaprak sıcaklığı da yükselmektedir (Siddique ve ark., 2001). Bitkiler topraktan ihtiyacı olan suyu almadıkları zaman stoma iletkenliği azalmaktadır. Artan yaprak sıcaklığı, hava ile yaprak arasında buhar basıncına neden olur. Bitkinin kullandığı toplam su miktarının düşmesi sonucunda terleme hızı azalır ve bunun sonucunda da yaprak alan indeksinde azalmalar meydana gelir (Craufurad ve ark., 2000).

Bitkilerin büyük bir kısmında su stresi algıladığında stomaların kapanması işlemi gerçekleşir (Osakabe ve ark., 2013). Su stresinden etkilenen bitkiler stomalarını kapatarak veya yarı kapalı tutarak terleme ve su kaybını en aza indirmeye çalışır. Bu durum, bitki için fotosentezde gerekli olan karbondioksitin alımının azalmasına neden olur. Alım miktarı düşen karbondioksit sonucunda fotosentez oranı düşer, giderek büyüme ve gelişme de olumsuz etkilenir (Farooq ve ark., 2009; Dolferus, 2014).

Bitkiler aleminin susuzluk ile karşılaşan çok sayıdaki örneği, su eksikliğini algıladıklarında; dokulardaki su miktarını ve turgor basıncını azaltarak büyüme ve gelişmenin devamını sağlar (Hussain ve ark., 2009; Kiani ve ark., 2007). Su ve tuzluluk stresi altında, mevcut su miktarını azaltmadan, düşük su potansiyeline yardımcı olan organik ve inorganik çözücülerin birikimine osmotik ayarlama denir (Serraj ve Sinclair, 2002). Bununla birlikte, osmolit olarak adlandırılan bu çözücüler zarlar, enzimler ve diğer makromoleküller üzerinde, yüksek konsantrasyonda bile zararlı etkiler oluşturmazlar ve bunlara uyumlu çözücüler de denir (Kiani ve ark., 2007; Cechin ve ark., 2006). Bu uyumlu çözücüler arasında çözünür şekerler, şeker alkoller, prolin, glisin betain, organik asitler vb. bulunmaktadır (Kiani ve ark., 2007; Cechin ve ark., 2006; Farooq ve ark.,

2009b; Farooq ve ark., 2008).

Bitkinin su stresine maruz kaldığı durumda su dengesini koruyan ozmolitler, doğrudan susuzluğa toleransı arttırmazken, yapraktaki su basıncını dengeleyerek stoma iletkenliğini arttırırlar. Böylece fotosentezin aksamaması sonucunda büyümenin devamlılığı sağlanmış olur. Bu durum, ozmolitlerin stres koşullarında bitkilere dayanıklılık sağlamalarından dolayı meydana gelir. Ancak, stres koşullarının uzun süre devam ettiği durumlarda ozmolitler turgor basıncının kaybını dengelemekte yeterli olmamaktadır.

1.2. Baklagiller ve Mercimek Bitkisi

Bitkilerin su stresine olan tepkilerin karmaşık olması diğer önemli abiyotik stres faktörlerine tepkilerinin benzer sinyal iletim ve mekanizmalarını kullanmalarından dolayı ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda tarla koşullarında su, tuzluluk ve sıcaklık streslerinin bitkiye aynı dönemlerde etki ettiği ve bu nedenle stres toleransının arttırılmasına yönelik çalışmalarda ayrı düşünülmemeyeceği bilinmelidir (Suzuki ve ark., 2014).

Kültür bitkilerinin karşılaştığı stres faktörleri besin kaynaklarını durumunda oldukları için daha önemli görülmektedir. Dünyada nüfus artışına paralel olarak tarımsal ürünlere duyulan gereksinim artmaktadır. Bu problemlerin çözülmesi adına besin niteliği taşıyan ürünlerin verimliliği yanında protein, enerji, vitamin ve minerallerce değeri yüksek olan besinlerin yetiştirilmesine önem verilmektedir.

Bitkisel kökenli besin maddelerinin, tüketiminde ilk sırayı buğday, arpa, yulaf, çavdar gibi *Poaceae* familyasına ait tahıllar almakta, arkasından da fasulye, bakla, mercimek gibi örneklerin bulunduğu *Fabaceae* familyasına ait türler gelmektedir. Baklagiller dediğimiz bu bitkilerin meyvelerinde, kök, gövde ve yapraklarında yüksek oranda protein bulunması sebebiyle insan ve hayvan beslenmesinde kilit rol oynamaktadır.

Fabaceae (*Leguminosae*) familyası 650 cins ve 18 000'den fazla türe sahiptir ve insanlar tarafından ilk olarak yaklaşık 3000 yıl kadar önce yetiştirilip hasat edilmiştir. İnsanlar ve hayvanlar *Fabaceae* türlerini ya yaş meyve ya da kuru tohum şeklinde tüketmektedirler (Tiwari ve ark., 2011). Genel olarak, dünyada yaygın bir şekilde ekimi, üretimi ve tüketimi yapılan türler; beyaz fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), bakla (*Vicia*

faba L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), maş fasulyesi (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, ve mercimektir (*Lens culinaris* Medik.) (Sarioğlu ve Velioğlu, 2018).

Yüksek karbonhidrat ve protein içeriği ve düşük yağ oranına sahip baklagiller insanlar için oldukça önem teşkil etmektedir. Baklagiller, insan beslenmesinde dünyadaki bitki kökenli proteinlerin ve karbonhidratların önemli bir kısmını karşılamaktadır (Gülümser, 2016).

Baklagillerin zengin ve ucuz protein kaynağı olması dünyanın birçok yerinde özellikle Latin Amerika, Afrika ve Asya kıtasında insan beslenmesinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Jood ve ark., 1988). Dünyada 2018 yılı itibariyle yaklaşık olarak 88 milyon hektar alanda, toplam 90 milyon ton baklagil üretimi meydana gelmiştir. Fasulye yeryüzünde üretimi yapılan baklagiller içerisinde ilk sırada yer alırken, ardından nohut, bezelye ve mercimek gelmektedir (FAO, 2019).

Yemeklik tane baklagil bitkilerinin kuru taneleri tür, genotip ve çevre koşulları ve yetiştirme modellerine bağlı olarak yüksek oranda protein (%18-31.6) içerirler. Bu proteinler vücutta sentezlenemeyen değerli aminoasitler içerir ve bu nedenle büyük öneme sahiptirler. Ayrıca baklagil bitkileri A, B, C ve D vitaminleri ve demir, magnezyum, kalsiyum, fosfor ve potasyum mineralleri bakımından da oldukça zengin içeriklidirler (Şehirli, 1988).

Tarım alanlarında, baklagiller kök bölgelerinde %5-20 oranında azot depolamaları, toprakta verimliliği olumlu yönde etkilemeleri nedeniyle dönüşümlü tarımının gözdesi durumundadır. Özellikle tahıl ekiminden sonraki yıl ekilen baklagiller toprağı doğal olarak zenginleştirmektedir. Toprakta azot içeriği yüksek olan bitkilerin mikroorganizmalar tarafından daha kısa sürede ayrıştırıldığı bilinmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda karbon/azot oranları ortalama 13:1 olan baklagil kökleri için toprakta ufalanma zamanının şartlar mümkün olduğunda yaklaşık iki hafta içerisinde gerçekleştiği gözlemlenmektedir (Çokkızgın ve ark., 2005). Bu verimlilik gereğince yıllık ortalama 3,5 milyon hektar kadar nadasa bırakılan alan bulunan Türkiye’de, yemeklik tane baklagil bitkilerinin dönüşümlü ekilmesi ile nadas alanları azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanmaktadır.

Ülkemiz, baklagil bitkilerinin birincil gen merkezi olarak kabul edilen bir bölgede yer almakta ve kişi başına baklagil tüketim oranları yanında bu ürünlerin ihracı açısından dünyada önemli oranlara sahiptir (Adak ve ark., 2010). Türkiye'nin de içinde bulunduğu iklim bölgesi baklagil yetiştiriciliğine uygun olup, mercimek gibi yemeklik tane türlerinin anavatanı olarak kabul edilmektedir.

Ülkemizde tarla bitkileri için ayrılan %8,3 lük bir alanda üretilen baklagiller, ekim alanı ve üretim miktarı bakımından tahılların arkasından gelmektedir. Ancak, ülkemizde yemeklik tane baklagillere verilen önem, bazı öncelikli ürünlere verilen teşvikler nedeniyle çok artmamasına rağmen, son dönemlerde yaşanan ve başta kuraklık olmak üzere ortaya çıkan stres faktörleri nedeniyle azalan üretim miktarı yüzünden daha çok önem kazanmıştır (Adak ve ark., 2010).

Çalışma konumuz olan mercimek, yemeklik tane baklagiller içerisinde en çok ekilen ikinci tür bir ürün olup dünya genelinde 2017 yılında 6,582,779 ha alanda 1153,1 kg/ha verim ortalaması ile 7,590,761 ton olarak üretilmiştir. Dünya mercimek üretimi ise son on yılda iki katına çıkmış verim ise %30 oranında yükselişe geçmiştir. Dünya toplam mercimek üretiminin %76'sı Kanada, Hindistan, Avustralya ve Türkiye tarafından karşılanmaktadır. 2020 yılında mercimek üretiminde ilk sırayı Kanada alırken, bu ülkeyi Hindistan, Avustralya ve Türkiye izlemektedir (TMO, 2020).

Ülkelerdeki mercimek üretimine karşılık gelen ekim alanlarına bakıldığında ilk sırayı Hindistan alırken ikinci ve üçüncü sırada sırası ile Kanada ve Türkiye bulunmaktadır. Türkiye'de 2017 yılında yeşil mercimek üretimi ise 40 ilde 23,220 ha alanda 1240 kg/ha verim ortalamasıyla, 2018 yılında 40 ilde 34,162 da alanda 1080 kg/da verim ortalaması ile üretimi gerçekleşmiştir. Mercimek ekim alanı itibariyle ülkemizde nohuttan sonra ikinci sırayı almakta ve yapılan mercimek üretiminin %92'sini kırmızı mercimek üretimi oluşturmaktadır (TMO, 2018).

Tüm mercimek sahalarının %7,5'ini oluşturan yeşil mercimeğin ekim alanlarına bakıldığında ise; 2019 yılında ilk sırada 16 bin ha ile Yozgat bulunurken, 10 bin ha ile Konya ikinci konumdadır. Üretim miktarlarına il bazında bakıldığında; 17,250 ton üretim ile Yozgat ilk sırada, 10,726 ton ile Konya ikinci, 4.937 ton ile Kırşehir üçüncü durumdadır (TMO, 2019).

Mercimek, yüksek besin içeriği ile dikkat çekmektedir. Şöyle ki, %23-31 oranında protein; A, B, C ve K vitaminleri bünyesinde bulundururken kalori bakımından soya fasulyesi ile aynı orana sahiptir (Akçin, 1988). İçeriğindeki threonin ve lisin aminoasitleri sayesinde insanlar için oldukça önem arz etmektedir. Bu aminoasitler sığır etindeki besin değerleriyle neredeyse benzerdir (Aydoğan ve ark., 2003; Özkaya ve ark., 1998; Baysal, 1988; Pellet, 1988). Protein, vitamin ve lif (posa) içeriğinin fazla olmasından dolayı insanların ihtiyaç duydukları besin değerlerinin sağlanmasında önemli rol oynayan bir baklagildir (Trowell ve ark., 1985).

Mercimek yalnız insan değil hayvanların besin ihtiyaçlarının karşılanmasında kilit bir role sahiptir. Bünyesinde bulundurduğu besin değerleri ile birlikte daha az selüloz içermesinden dolayı hayvanların besin ihtiyaçlarının giderilmesinde de önemli bir rol oynayıp ilk sıralarda tercih edilmektedir (Aydoğan ve ark., 2003). Üretimi 8000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Pellet, 1988). Yapılan incelemeler sonucunda Türkiye, Yunanistan, Irak, Ürdün, İran ve Suriye’de mercimek tarımının yapıldığı tespit edilmiştir (Sepetoğlu, 2002).

1.3. Humik Maddelerin Oluşumu

Humik maddeler kendiliğinden oluşabilen, renk olarak sarıdan siyaha değişen, yüksek moleküler ağırlıkta olan, bozulmaya karşı dirençli, heterojen maddelerdir. Humik maddeler herhangi bir şekile sahip olmayan, biraz aromatik ve organik bileşiklere benzer olarak kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip değildir.

Humik maddeler asit ve bazlardaki çözünürlüklerine bağlı olarak humik asit, fulvik asit ve humin olarak üç grupta incelenirler (Sparks, 2003). Fulvik asit, humik asite göre daha küçük moleküler yapıya sahip olduğu için (Grenthe ve Puigdomenech, 1997) toprakta tutunma süresi uzun değildir ve hızlı bir şekilde mikrobiyal bozulmaya maruz kalırlar. Huminler, asidik ve alkali ortamlarda ayrışamayan humik formlardır (Sposito, 1996; Banta ve Mendoza, 1984). Humik asitler ise diğerlerinden büyük moleküler ağırlığa sahiptirler ve parçalanma süresi daha uzundur. Bu sebeple çoğunlukla toprak düzenleyicisi olarak humik asitlerden yararlanılmaktadır (Yılmaz, 2007; Chen ve Avnimelech, 1986).

1.3.1 Humik maddelerin bitki gelişimi üzerine etkileri

Humik asitler tarımsal üretimlerde organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak oldukça kullanışlıdır. Bitkisel ürünlerin gelişimi açısından humik asitlerin etkileri; tohumların çimlenme hızını ve kök gelişimlerini hızlandırarak saçak kök sayısını artırma ve filiz gelişimi üzerine olumlu fonksiyonlar üstlendiği bilinmektedir (Fong ve ark., 2007).

Humik maddeler tarımsal üretimde önemli rol oynamaktadır. Bu maddeler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kalitesini ve ürün verme özelliğine katkıda bulunmaktadır. Toprak içerisindeki humik maddelerin bitkilerin gelişimi üzerinde doğrudan ve dolaylı şekilde faydalı olduğu bulunmuştur.

Humik yapıllı maddeler, toprakların katyon değişim kapasitelerini yükselterek toprağın verimliliğini arttırmaktadır. Bu sebepten dolayı toprağın içerisinde bulunan tüm gerekli metaller, humik maddeler ile doğal şelat oluşturabilmektedir. Örneğin humik asitler demir (Fe) gibi elementlerin toprak içerisinde kristalize olmasının önüne geçerek, bitkinin kök çevresinde tutulması yoluyla rahatça alımı gerçekleştirilir. Humik asitler sahip oldukları negatif yükler yardımıyla katyonlar arasında bağ oluşturulur ve böylece bitki kökleri tarafından emilimi gerçekleştirilir. Humik asitlerin sahip oldukları karbon (C), azot (N), kükürt (S) ve fosfor (P) gibi elementler mikroorganizmalar için bir kaynak görevi görmektedir. İçerdiği bu elementler sayesinde humik maddeler toprağın mikroflorasının zenginleşmesinde büyük rol oynamaktadır (Yılmaz, 2007; Chen ve Avnimelech, 1986; Fong ve ark., 2007; Larcher, 2003).

Humik asitler toprağın yapısındaki elementlerin bitki bünyesine geçişi için önemli bir ortam oluştururlar. Bitkilerin kök yapısı da humik asitlerde olduğu gibi negatif yük taşımaktadır ancak kök sistemindeki negatif yük, humik asitlerinkinden çok daha baskındır. Böylece, humik asitlere bağlanan mikroelementler ayrılarak kök zarından bitkiye nüfuz ederler (Yılmaz, 2007; Kulikova ve ark., 2005; Tipping, 2002).

1.3.2 Humik asitlerin su stresi üzerine etkileri

Humik asit uygulamasıyla toprak verimliliğinin artması, toprağın biyokimyasal kalitesini bazı enzimlerin aktivitelerinin yükseltilmesi durumunda meydana gelmekte (Bastida ve ark., 2008) ve mikrobiyolojik aktivitenin artması sonucunda toprağın mineral

alımının yükseldiği gözlenmektedir. Su stresi etkisinde humik maddelerle yaprakdan gübrenmesinin, yaprakta su kaybının önlenmesine yardımcı olduğu ve antioksidan metabolizmasını arttırdığı bilinmektedir (Fu Jiu ve ark., 1995). Humik asitin hidrofilik grupları su molekülerine bağlanarak toprakta bulunan suyun depo kapasitesini yükseltmektedir (Stevenson, 1994).

Humik maddeler ve toprak organik maddesi bitki büyümesi ve gelişmesine direkt veya indirekt olarak etki etmektedirler (Sangeetha ve ark., 2006). Humik asitler büyüme düzenleyici olarak hormon seviyelerini düzenler, bitki gelişiminde önemli rol oynar ve bitkilerin strese karşı dayanıklılıklarını arttırırlar. Humik maddeler, bitki köklerinin etrafında bulunan çevrenin kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenlemesiyle birlikte topraktaki verimliliğin artmasında kilit rol üstlenmektedir (Puglisi ve ark., 2009; Muscolo ve ark., 2005; Rengrudkij ve Partida, 2003).

Kısaca, humik asitin bitkiler üzerindeki etkisi, köklerin büyüme ve gelişimine (Eyheraguibel ve ark., 2008) ve besin alımının (Schmidt ve ark., 2007) dikkate alınması olarak bilinmektedir. Buna ilaveten, humik asitler, hücre solunumu, fotosentez, su ve besleyici alımı ve enzim aktivitelerinin yer aldığı mekanizmalarda rol oynayarak ürünün miktarını ve kalitesini önemli oranda yükseltirler (Chen ve ark., 2004).

1.4 Bitki Besin Maddeleri ve Aralarındaki Etkileşimler

Bitkilerin düzgün bir şekilde büyümesi ve gelişmesi için minimum 17 tane bitki besin elementine ihtiyaçları vardır. Bunlardan üçü oksijen, karbon ve hidrojendir (Fageria, 2009; Gardiner ve Miller, 2008; White, 2006). Bitkiler bu maddeleri genellikle hava ve su yoluyla elde ettiklerinden dolayı mineral olmayan bitki besin maddeleri olarak değerlendirilmektedir (Fageria, 2009; Kaçar ve Katkat, 2010; Jones ve Jacobsen, 2001). Bitkiler, almak zorunda olduğu geriye kalan 14 besin element ihtiyacını direkt olarak topraktan karşılamaktadırlar. Bitkiler elementleri, anyon ve katyon formunda veya moleküller halde alabilmektedir (Gardiner ve Miller, 2008; Wild, 1993; Kantarcı, 2000). Bitkilerdeki besin elementlerinin içeriklerinde bitkinin yaşı, türü, kök gelişimi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik farklılıkları, toprağa uygulanan tarımsal metodlar, hava durumları gibi fazla sayıda etmen etkili olmaktadır (Kaçar ve Katkat, 2010)

Bir elementin bitki için gerekli olup olmadığını anlamak için bitkinin onsuz hayat döngüsü incelenir. Eğer yaşam döngüsünü tamamlayamıyorsa o element bitki için gereklidir. Fakat bir element zorunlu ise diğer elementlerin daha kolay alınmasına neden olmamalı ya da diğer bir elementin etkisine zıt çalışmamalıdır (Salisbury ve Ross, 1992).

Bitki besin elementleri, bitkinin ihtiyaçlarına ve kullanım miktarlarına göre makro besin maddeleri ve mikro besin maddeleri olarak ikiye ayrılır. Makro besin maddeleri bitkilerin yüksek oranda ihtiyaç duyduğu besin maddeleridir ve kendi aralarında primer ve sekonder besin maddeleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. N, P ve K bitkilerin en çok kullandığı primer besin maddeleridir. Ca, Mg ve S elementleri ise bitkilerin daha az ihtiyaç duyduğu sekonder besin maddeleridir. Mikro besin maddeleri ise bitkilerin daha az gereksinim duyduğu Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo'dur (Bradley ve Bradley, 2004; Tucker, 1999). Na ve Cl elementlerinin ise bazı bitkiler için gerekli olduğu bilinmektedir (Tucker, 1999).

Mikro elementleri makro elementlerden ayıran en önemli özellik bitkilerin fizyolojik olarak bunlara daha az gereksinim duymalarıdır. Bitkide makro besin elementleri bitki vejetatif organında ortalama %0,1-0,5 arasında bulunurken, mikro besin elementleri ancak %0,00002-0,02 arasında yer alır (Salisbury ve Ross, 1985).

Çalışmamızda, su stresi altında yetiştirilen yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) fidelerine humik asit ilave edildikten sonraki besleyici kompozisyonlarının belirlenmesi amacı ile potasyum ve sodyum iyonlarını alım mekanizmaları incelenmiştir. Bu iyonların bitkilerdeki görevleri, eksiklikleri durumunda bitkilerde ortaya çıkan morfolojik ve fizyolojik değişiklikler aşağıda belirtilmiştir.

1.4.1. Potasyum (K)

Toprakta bulunan potasyum, potasyumlu feldispatlar ve mikalar gibi potasyumlu minerallere sahip taşların ufalanıp ayrışmaları neticesinde meydana gelir (Gardiner ve Miller, 2008; Kantarcı, 2000; Kaçar ve Katkat, 2010).

Potasyum bitkilerdeki birçok olayda kilit bir rol üstlenir. Fazla miktarda enzim ve koenzimlerin etkinliğinde, fotosentez, protein ortaya çıkışında, nişasta meydana gelişi ve şeker aktarma durumlarında bitkiler tarafından ihtiyaç duyulmaktadır. Potasyum, bitkinin su dengesini sağlar ve su stresine karşı toleransını artırır. Yaz mevsiminde oluşan kuraklıklara karşı ve kışın meydana gelen don olaylarında olumlu etkilere sahip olduğu

bilinmektedir (Kantarıcı, 2000; McCauley ve ark., 2009; Brady, 1990). Potasyum aynı zamanda bitkilerin hastalıklarla mücadelesinde dayanıklılığında arttırmaktadır. Tohumun olgunlaşması ve bitkinin kök gelişimine pozitif etkileri vardır. Klorofil oluşumunda görev alır fakat klorofil içeriğinde bulunmaz.

Bitki yapraklarındaki stoma hücrelerinin açılma kapanma mekanizmasında ve kök hücrelerinin suyu absorbe etmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır ve toprakta fazla miktarda azot bulunması halinde meydana gelebilecek olumsuz etkileri giderir. Uygun miktarda potasyum içeren bitkilerin terleme yoluyla su kaybının azaldığı bilinmektedir (Kaçar ve Katkat, 2010; McCauley ve ark., 2009; Brady, 1990; Boşgelmez ve ark., 2001; Foth, 1984). Potasyum eksikliği kumlu, hafif tekstürlü toprak yapısına sahip ortamlarda yetişen bitkilerde ortaya çıkar. İlk olarak bitki büyümesinde yavaşlama, devamında kloroz ve nekrozlar ortaya çıkar. Meydana gelen değişimler yaprak kenarlarının sararması ve rengin daha da koyulaşması şeklinde devam eder.

Potasyum eksikliğinin çok fazla olması durumunda ise bu bölümler siyah renge dönüşür. Potasyum eksikliği olan bitkilerde turgor basıncı azalır ve su stresinin oluşması ile birlikte bitkiler gevrek dokulu bir forma dönüşür. Bitkinin su stresine karşı dayanıklılığının oldukça azalmasıyla birlikte ksilem ve floem dokularının oluşumunda ciddi hasarlar meydana gelir (Boşgelmez ve ark., 2001; Aktaş ve Ateş 1998).

1.4.2 Sodyum (Na)

Sodyum, toprağın yapısında değiştirilebilir katyon formunda bulunan ve suda çözünebilen formları olan NaCl, Na₂CO₃, Na₂SO₄ halinde bulunmaktadır (Bayraklı, 1987). Bitkiler sodyumu yetiştirdiği ortamdan kökleri sayesinde Na⁺ formunda bünyesine alırlar. Sodyumun topraktan emilimi, potasyumdan yavaş olarak gerçekleşir.

Yetiştirme ortamından aşırı derecede sodyum bulunması halinde, kabartma etkisine sahip olan sodyum, kök merkez silindiri ile gövde dokularında birikir ve bitkinin suyu almasını engeller (Fırat, 1998). Bitki bünyesinde bulunan öz suyun donma noktasını düşürerek, bitkilerin don olaylarından mümkün olduğunca az etkilenmesini sağlayan sodyum bitkiler için oldukça önemlidir. Bitkiler, osmotik denge için de sodyuma ihtiyaç duymaktadır. Sodyum, toprağın bünyesinde olan çözünmemiş haldeki fosforun

çözünürlük oranını artırır (Fırat, 1998). Ayrıca, C4 bitkileri için de oldukça önemli elementlerden biri olarak kabul edilmektedir (Taiz ve Zieger, 1991).

1.5. Antioksidanlar

Bitkiler, doğaları gereği karşılaştıkları stres faktörlerinden kaçma şansına sahip olamadıklarından dolayı strese doğrudan maruz kalmaktadırlar. Bu maruz kalma ile birlikte bitkinin büyüme ve gelişmesi olumsuz etkilenir ve bunun sonucunda doku ve organların ölümü gibi durumlar meydana gelebilir (Kardaş ve Ökmen, 2014; Van, 2007). Stres faktörlerinin meydana getirdiği hasar; bitkinin cinsine, dayanıklılık ve ortam koşullarına uyum sağlama yeteneğine göre değişik şekillerde ortaya çıkmaktadır. Hayatları süresince bitkilerin doğada birden fazla stres etmeni ile karşı karşıya geldiklerini göz önünde bulundurursak stresle alakalı mekanizmaların aydınlatılması ve dayanıklı türlerin geliştirilmesi konusu hayati önem taşımaktadır.

Bitkiler yaşamları boyunca meydana gelen tuzluluk, kuraklık, su basması, aşırı soğuk ve sıcaklıklar, radyasyon, toksik metaller, bakteri ve mantarlar gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden olumsuz yönde etkilenmektedirler (Çakmakçı, 2009). Tüm bu olumsuz etmenler sonucunda bitkilerde, bitki bünyesine zarar veren süperoksit molekülü (O_2^-), singlet oksijen (1O_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH^-) gibi çeşitli reaktif oksijen türleri (ROT) oluşmaktadır. Bu ROT'lar ise bitki hücrelerinde oksidatif strese neden olmaktadır. Hücresel metabolizmalarda ROT'lar normal şartlarda sürekli üretilmektedir ve çeşitli korunma mekanizmaları ile etkisiz halde bulunmaktadır fakat, çevresel stres etmenlerinin (tuzluluk, kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklık, UV, gibi) etkisi ROT'ların sentezlenmesini tetikleyerek birikimlerine neden olmaktadır (Gill ve Tuteja, 2010).

Bitkiler stres durumunda oluşan bu ROT'ların zararlı etkilerini gidermek için çeşitli enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemlerine sahiptir. Antioksidanlar, okside olabilen substratlara kıyasla az oranlarda bulunan ve substratların oksidasyonunu engelleyen veya geciktiren maddeler olarak tanımlanmakta ve enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Becker ve ark., 2004). Enzimatik olmayan antioksidanlar tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler, glutatyon, askorbat ve fenolik bileşiklerdir. Enzimatik antioksidanlar ise süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon peroksidaz (GPX),

glutasyon redüktaz (GR), glutasyon S-transferaz (GST) ve glukoz 6- fosfat dehidrogenaz (G6PD) olarak bilinmektedir (Schafer, 2002).

1.5.1. Malondialdehit (MDA)

Bitkilerde meydana gelen stres durumlarında ilk olarak etkilenen, lipid peroksidasyonun son ürünlerinden olan malondialdehittir (MDA). Lipid peroksidasyon olayının zincir aşamasında oluşan lipid hidroperoksitler oldukça dayanıksız ürünlerdir; özellikle zincirde açılmalar biçiminde yapısal bozulmalara maruz kalarak, aldehidler, ketonlar, alkanlar, alkenler, karboksilik asitler ve polimerizasyon ürünler gibi çeşitli metabolik şekiller halini alırlar. Bu olaylar neticesinde meydana gelen başta malondialdehid (MDA) benzeri ürünler peroksidasyon seviyesini ortaya çıkaran maddelerdir (Comporti, 1993).

1.5.2. Glutasyon (GSH)

Çevresel streslerle karşı karıya kalmak, öncelikle GSH olmak üzere antioksidanların seviyelerinde değişikliklere sebep olur. Glutasyonun artması ile birlikte GSH oranının yükselmesi su, soğuk ve tuzluluk gibi streslere maruz kalınması hücresel glutasyon havuzunda ortaya çıkan belirtilerdir (Foyer ve ark., 2005).

Sistein içeren bir tripeptittir ve ROT'ların süpürülmesine karşı en etkili metabolitlerden birisidir (Davies, 2000). Antioksidan savunma sisteminde GSH, askorbat-glutasyon döngüsüne askorbatın yeniden üretiminde önemli bir role sahiptir (Foyer, 1997). Glutasyon, dehidroaskorbat redüktaz (DHAR) enzimi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda oldukça yardımcı olan glutasyon -S- transferazın (GST) substratı olarak görev yapmaktadır (Noctor, 2002).

1.5.3. Süperoksit dismutaz (SOD)

SOD'lar yüksek katalitik etkinlikte çalışan metalloproteinlerdir (Fridovich, 1986). O_2^- 'i H_2O_2 'e dönüştürme görevi olan SOD'ların aktif merkezlerinde bulunan metal iyonlarına göre üç izoenzimi bulunur. Bunlar bakır ve çinko içeren Cu/ Zn SOD, mangan içeren Mn SOD ve demir içeren Fe SOD'lardır (Kukreja ve ark., 2005; Edreva, 1998; Scandalios, 1993). SOD'ların artışlarında, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine göre meydana gelen oksidatif strese karşı koymada ve bitkilerin stres koşulları altındaki

canlılıklarını devam ettirmesine katkıda bulunmada kilit görevlere sahiptirler. SOD enzimi kodlayan genlerin ifade düzeylerinin araştırıldığı çalışmalarda, çevresel stres koşulları ve bitki türlerine bağlı olarak gen ifadesinde değişikliklerin olduğu ve bu değişikliklerinin strese karşı koymada önemli rol oynadığı ileri sürülmüştür (Soydam ve Aras, 2012; Arvind ve Prasad, 2003).

1.5.4. Protein karbonil (PCO)

Protein oksidasyonunun en kabul edilen belirteci olan protein karboniller (PCO), oksidatif stres sonucu oluşan hastalıkları değerlendirmede kullanılır (Dalle-Donne ve ark., 2003; Levine ve ark., 1990). PCO seviyelerinin belirlenmesi, oksidatif protein hasarını bulmada hassas bir yöntem olmasına karşın bazı aminoasit grupları bakımından yeterli olmamaktadır. ROT'ların proteinlerle tepkimesi sonucunda, histidin, prolin, arjinin ve lizin gibi fazla miktarda amino asit içeriğinde veya proteinlerin peptit kısmında meydana gelen oksidatif hasar sonucunda PCO ürünleri oluşmaktadır.

PCO seviyelerinin belirlenmesi protein oksidasyonunu saptamada hassas ve çoğunlukla kabul edilmiş bir metottur (Stadtman ve Levine, 2003; Shacter, 2000).

BÖLÜM 2

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Materyali

2.1.1. Yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.)



Şekil 2.1 Deney Materyalinin Cinsi

Tablo 2.1. *Lens culinaris* Medik Sistematığı

Alem	Plantae
Bölüm	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Takım	Fabales
Aile	<i>Fabaceae</i>
Cins	<i>Lens</i> Mill
Tür	<i>Lens culinaris</i> Medik.

Yüksek lisans tez araştırmalarımızda, su stresi altında ve büyüme odası koşullarında yetiştirilen yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) tohumları kullanılmıştır. Mercimek tohumları “Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü” (Eskişehir) tarafından geliştirilmiş, tescilli Sultan I varyetesidir.

2.1.2. Kullanılan humik asitin içeriği

Deneyde kullanılan humik asit, Çimsan firmasının (Antalya) ürettiği Premium marka sıvı humik asit çeşididir. Sıvı humik asit, katı halde bulunan leonarditin potasyum hidroksit ile kimyasal yöntemle hazırlanarak çözelti haline getirilen bir üründür.

Tablo 2.2. Kullanılan Humik Asit ve İçeriği

Sıvı Humik Asidin İçeriği	Miktarı (%w/w)
Organik Madde	8
Toplam (Humik + Fulvik) Asit	12
Suda Çözünür Potasyum Oksit (K_2O)	8
pH Aralığı	12-14



Şekil 2.2. Deneyde Kullanılan Humik Asit

2.2. Araştırma Yöntemi

Bu tez çalışmasında, çimlendirildikten sonra saksılara aktarılan yeşil mercimek tohumlarının (*Lens culinaris* Medik.) fide gelişimleri üzerine iki seviyede su stresi ile bunların üzerine humik asit uygulamalarının etkileri araştırılmıştır.

2.2.1. Bitki besin çözeltilerinin hazırlanması

2.2.1.1. Stok çözeltilerin hazırlanması

Tablo: 2.3: Bitkilerin Yetiştirilmesinde Kullanılan Maddeler, Miktarları; Hoagland-Arnon Çözeltilisine Eklenme Sıraları ve Hacimleri.

Kullanılan Kimyasal Maddenin Adı	Kullanılacak Miktar (g)	Hazırlanacak Stok Çözeltinin Hacmi (ml)	Stok Çözeltiden Hoagland'a Eklenecek Miktar (ml)	Stok Çözeltinin Hoagland'a Eklenme Sırası
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	23,6	100	5	1.
KNO ₃	10,1	100	5	2.
MgSO ₄ .7H ₂ O	24,6	100	2	3.
KH ₂ PO ₄	23,6	100	1	4.
FeEDTA	(FeEDTA'nın hazırlanması)	200	2	5.
Mikroelement	(Mikroelement Bileşiminin Hazırlanması)	100	1	6.

2.2.1.2. FeEDTA' nın hazırlanması

3 g tartılarak üzerine distile su ilave edilen potasyum hidroksitin (KOH) çözünmesi sağlandı. Hassas terazide 5,22 g toz etilendiamintetraasetikasit (EDTA) tartılarak 53,6 ml 1 N KOH çözeltisi üzerine ilave edildi. Hassas terazide 4,98 g FeSO₄.7H₂O, tartılarak, KOH ve EDTA çözeltisi üzerine eklendi ve manyetik karıştırıcı yardımıyla tamamen çözüldürüldü.

Bu çözeltinin üzerine 200 ml distile su ilave edildi. Çözeltinin pH'sı 5,5 olana kadar havalanması beklendi. Çözelti bir gece dinlendirildikten sonra, 2 ml FeEDTA 1 lt Hoagland çözeltisi içerisine ilave edildi.

2.2.1.3. Mikroelement bileşiminin hazırlanması

Tablo: 2.4: Mikroelement Çözeltisi Hazırlamada Kullanılan Maddeler ve Miktarları

Kullanılan Maddenin Adı	Kullanılacak Madde Miktarı (g)
MnSO ₄ .H ₂ O	0.155
Zn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	0.234
Cu(NO ₃) ₂ .3H ₂ O	0.007
H ₃ BO ₃	0.286
Na ₂ MoO ₄	0.003

Mikroelement çözeltisinin hacmi 100 ml dir. 11 Hoagland çözeltisi yapmak için bu stok içerisinde 1 ml çekilerek sırasına uygun olarak ilave edildi.

2.2.1.4. Fosfat tamponunun hazırlanması

Fosfat tamponu hazırlayabilmek için potasyum fosfatın **dibazik potasyum fostat (K₂HPO₄)** ve **monobazik potasyum fostat (KH₂PO₄)** formlarından 0,5 l'lik stok çözelti hazırlandı.

Dibazik potasyum fostat (K₂HPO₄) hazırlamak için 87.09 g dibazik potasyum fosfat tartılarak 450 ml distile su içinde çözünmesi gerçekleştirildi. Tamamen çözünme işlemi sağlandıktan sonra hacim 0.5 ml oluncaya kadar distile su ilave edildi.

Monobazik potasyum fostat (KH₂PO₄) hazırlamak için 68.045 gg monobazik potasyum fosfat (KH₂PO₄) tartılarak 450 ml distile su içinde çözünmesi beklendi. Tamamen çözünme işlemi gerçekleştirildikten sonra hacim 0.5 ml oluncaya kadar distile su eklendi.

Elde edilen stoklar ve aşağıda yer alan tablo yardımıyla 100 mM ya da 50 mM'lık istenilen pH'da 1 l distile su ile seyreltme gerçekleştirilerek tampon hazırlandı.

Tablo 2.5: 0,1 mM Potasyum Fosfat Tamponu pH tablosu (25°C)

pH	1 M KH ₂ PO ₄ Hacmi (ml)	1 M K ₂ HPO ₄ Hacmi (ml)
5,8	8,5	91,5
6,0	13,2	86,8
6,2	19,2	80,8
6,4	27,8	72,2
6,6	38,1	61,9
6,8	49,7	50,3
7,0	61,5	38,5
7,2	71,7	28,3
7,4	80,2	19,8
7,6	86,6	13,4
7,8	90,8	9,2
8,0	94,0	6,0

2.2.1.5. Deney gruplarına uygulanacak çözeltilerin hazırlanması

Tablo 2.6: Deney Gruplarına Uygulanacak Çözeltilerin Hazırlanması.

Deney Grupları	Kullanılan Çözeltinin İçeriği
Kontrol (K)	Tablo 2.3'te yer alan maddeler belirtilen sıraya ve miktarlara göre bir araya getirilerek kontrol grubuna uygulanacak çözelti oluşturuldu.
Orta su stresi (S1)	Kontrol ortamı hazırlamada kullanılan yöntemle çözelti oluşturuldu, orta su stresi için belirlenen nemlilik miktarı gereğince çözelti eklendi.
Şiddetli su stresi (S2)	Kontrol ortamı hazırlamada kullanılan yöntemle çözelti oluşturuldu, şiddetli su stresi için belirlenen nemlilik miktarı gereğince çözelti eklendi.
Orta su stresi + Humik asit (S1H)	Kontrol ortamı hazırlamada kullanılan yöntemle çözelti oluşturuldu, 1 litre Hoagland çözeltisine 10 ml humik asit eklendi ve orta su stresi nemlilik miktarına göre sulaması gerçekleştirildi.
Şiddetli su stresi + Humik asit (S2H)	Kontrol ortamı hazırlamada kullanılan yöntemle çözelti oluşturuldu, 1 litre Hoagland çözeltisine 10 ml humik asit eklendi ve şiddetli su stresi nemlilik miktarına göre sulaması gerçekleştirildi.

2.2.2. Mercimek tohumlarının sterilizasyonu ve çimlendirme koşulları

Firmanın ilaçlamış olarak satışa sunduğu Sultan I tohumları distile su içerisinde 1-2 saat bekletildi ve çimlenmeye hazır hale getirildi. Bu işlem için 3 petri kabının tabanına distile su ile ıslatılmış pamuk yerleştirildi ve pamukların üzeri daire şekilde kesilen kurutma kağıtlarıyla kapatıldı. Bu kurutma kağıtlarının üzerlerine her petriye 30 adet olacak şekilde Sultan I tohumları yerleştirildi ve distile su ile 5 gün boyunca sulandı. 90 adet tohumdan 80 tanesi çimlendi ve bu 5 günlük çimlenme testi sonunda tohumları ekmek için saksılar hazırlandı.

Saksılar, 3/1 oranında torf (gardol) ve perlit karışımı ile eşit ağırlıkta (370 g) dolduruldu. 45 saksının her birine 3'er adet Sultan I tohumu, toprağın 1 cm altına gelecek şekilde ekildi. Her bir saksı tohumların ekildiği gün 100 ml distile su ile sulandı ve Şekil 2.3'te görülen 22 °C sıcaklığında olan bitki yetiştirme odasına yerleştirildi.



Şekil 2.3. Bitki Yetiştirme Odası

45 saksıdan 42'sinde büyüme ve gelişim gözlemlendi ve stres faktörünü uygulamak üzere 3 adet olarak ekilen tohumlar 1 taneye indirildi. Her birinde 8 saksı olmak üzere 5

gruptan 40 adet saksı ile deneye başlandı. Bu 5 grup K, S1, S2, S1H ve S2H olarak belirlendi.

K = Kontrol grubu.

S1 = Orta su stresi.

S2 = Şiddetli su stresi.

S1H = Orta su stresi + humik asit

S2H = Şiddetli su stresi + humik asit

Uygulama gruplarına verilecek su miktarlarının belirlenmesi için etüve 3 adet 648 g ağırlığında saksılar konuldu ve 5 gün bekletildi ve 5 gün sonunda ağırlıklar ortalama 226,4 g olarak belirlendi. Formüle göre;

$(\text{İlk ağırlık} - \text{Son ağırlık}) \cdot X/100$ şeklindedir. ($X/100 = \text{Toğrağın nemlilik miktarı}$)

Bu ağırlıklara göre yapılan hesaplamalarda K gruplarının nem ihtiyacının %80 olduğu S1 gruplarının nem ihtiyacının %65 olduğu ve S2 gruplarının nem ihtiyacının %49 olduğu belirlendi. Uygun stres koşullarını uygulayabilmek için K grubuna tartı üzerinde 518 g olacak kadar, S1 grubuna tartı üzerinde 422 g olacak kadar ve S2 grubuna tartı üzerinde 320 g olacak kadar Hoagland ile sulanması, S1H grubuna tartı üzerinde 422 g olacak kadar Hoagland + humik asit ve S2H grubuna tartı üzerinde 320 g olacak kadar Hoagland + humik asit çözeltisi ile sulanması uygun görüldü. Bu sulama işlemi hafta içi Pazartesi ve Perşembe günleri olmak üzere deney boyunca yapıldı.

2.2.3. Büyüme parametrelerinin ölçülmesi

Yaklaşık 4 ay süren çalışma sonunda bitkiler hasat edildiler. Hasat işlemi, her bir saksıdaki bitkilere uygulandı. Bitkilerin boy uzunlukları ölçüldükten sonra her bir bitki kök ve gövde kısımlarına ayrıldı. Kök, topraktan alındıktan sonra distile su yardımı ile toprağından temizlendi. Her bitkiye ait gövde kök ve yaprakların yaş ağırlıkları tartıldı. Bitkilerin kök uzunlukları ölçüldü ve yaprak alanları hesaplandı. Yaprak alanı, tarayıcı yardımı ile belirlendi ve ImageJ programı ile yaprak alanları hesaplandı.

Ölçülen ve hesaplanan bütün değerler kaydedildi ve örnekler zarflara aktarıldı. Bütün yaş örneklerin kuruması için hazırlanan zarflar 2 gün süreyle 80 °C'a ayarlanan etüvde bekletildi. Etüvden alınan örneklerin kuru ağırlıkları tartıldı ve yaş yakma metoduna hazır hale getirildi. Örnekler yaş yakma metodu için öğütme işlemi gerçekleşene kadar desikatörde bekletildi ve nemlenmeleri engellendi.

2.2.4. Bitki besin elementlerinin içeriklerinin belirlenmesi

Mineral maddelerin miktarı, deney gruplarına ait bitki örneklerinin analiz edilmesi ile belirlenmektedir.

Bu çalışmada; Sultan I (*Lens culinaris* Medik.) varyetesinin toprak altı ve toprak üstü organlarında bulunan besin maddelerinin miktarlarını saptamak amacıyla yaş yakma metodu uygulandı (Kaçar, 1972).

Yaş yakma metodunun uygulanması için gerekli olan araç ve gereçler:

1. Havan
2. Hassas terazi
3. 125 ml' lik erlenmayer
4. Kullanılan erlenmayerler için uygun boyutta küçük huniler
5. Su banyosu
6. Isıtıcı tabla
7. Çeker ocak
8. 50 ml büret
9. 100 ml' lik mezür
10. 100 ml' lik kahverengi cam şişe

Yaş yakma metodu için gerekli kimyasal maddeler:

1. %68' lik nitrik asit
2. %72' lik perklorik asit

Yaş yakma metodu için distile su ile yıkanıp etüvde kurutulan havanlarda öğütülen



Şekil 2.4. Yaş Yakma Metodu

2.2.5. Santrifüj işlemi

Deney sonunda Sultan I fidelerinin kökleri saksıdan çıkarıldıktan sonra distile su yardımı ile topraktan arındırıldı. Kök kısımlarının tartım işlemleri yapıldı. Tartım işleminin ardından havan içerisinde önceden hazırlanmış fosfat tamponu ile ezilme işlemi gerçekleştirildi. 1 g ağırlığa 10 ml (1/10 oranında) fosfat tamponu kullanılarak havanda ezme gerçekleştirildi.

Ezilen kökler antioksidan analizlerinde kullanılmak üzere her grup için ayrı olarak etiketlenmiş 3 ml'lik mikro santrifüj tüplerine aktarıldı. Tüpler 13,000 rpm'de 15 dakika santrifüj işlemine tabii tutuldu. Santrifüj tamamlandıktan sonra supernatant kısımları her bir grup için ayrı olarak etiketlenmiş 3 ml'lik mikro santrifüj tüplerine aktarıldı ve antioksidan analiz işleminin gerçekleştirileceği güne kadar -80°C'de bekletildi.

2.2.6. Biyokimyasal yöntemler

2.2.6.1. Bradford metodu ile protein tayini

Yöntemin prensibi

Deney gruplarına ait total protein miktarları Bradford'a (Bradford, 1976) göre gerçekleştirildi. Commassie brilliant blue G-250'nin proteinleri renklendirme niteliğinden yararlanılarak Bradford metodu ile protein miktarı tayin edildi. Negatif yüklü olan ve proteindeki (+) yüklü gruplara yapışma özelliğine sahip olan Commassie brilliant blue G-250 belirleyici bir boyadır. Boya proteinle etkileşime girdiğinde mavi renk ortaya çıkmaktadır.

Commassie brilant blue G-250 çözeltisinin hazırlanması

100 mg Commassie Brilant Blue G-250, 50 ml %95 konsantrasyonundaki etanolde çözündürüldü. Üstüne 100 ml %85'lik fosforik asit ilavesi gerçekleştirildi. Filtre kağıdı sayesinde süzme işlemi yapılarak hacmi 1 litreye tamamlanacak şekilde distile su ilave edildi. Bradford yönteminde kullanılabilecek kadar, çözelti 2 litrelik otoklav şişesinde alüminyum folyo ile sarılarak karanlıkta bekletildi.

Stok ve standart protein çözeltilerinin hazırlanması

100 µg Bovine serum albumin (BSA), 0,15 M'lık NaCl çözeltisi ile hacmi 1000 µl olacak şekilde bir çözelti elde edildi. Bu stok çözeltilerden Tablo 2.7'ye göre standart çözeltiler oluşturuldu.

Tablo 2.7. Bradford yöntemi ile protein tayini için kullanılan çözeltiler

Standart (µg/ 1,5 ml)	Stok BSA çözeltisi (µl)	0,15 M NaCl hacmi (seyreltme hacmi, µl)
10	100	1400
20	200	1300
30	300	1200
40	400	1100
50	500	1000
60	600	900
70	700	800
80	800	700
90	900	600

Bradford reaktifi: 0,1 g Coomassie Brilliant Blue G-250

50 ml %95 Etil Alkol

100 ml %85 Fosforik Asit

Yukarıdaki kimyasal maddeler üzerine son hacim 1000 ml olacak şekilde distile su ilave edildi. Karanlıkta 1 gece boyunca tutularak hazır hale gelmesi sağlandı. Filtre kağıdından geçirilerek çözelti kullanıma hazır hale getirildi.

Deneyin yapılışı

Örnekten 100 µl alınarak deney tüpüne aktarıldı. Ardından vortekslenerek, üzerine hazırlanan Bradford çözeltisinden 5 ml eklendikten sonra 5 dakika süresince reaksiyonun gerçekleşmesi için beklendi. Bu sürenin sonunda 595 nm’de absorbans okuması gerçekleştirildi. Standart çözeltiden (BSA) 1’er ml eklendi ve prosedür yerine getirilerek standart eğri grafiği oluşturuldu. 595 nm’de absorbans değerleri okunarak konsantrasyona karşı absorbans grafiği elde edildi.

2.2.6.2. Malondialdehit (MDA) düzeyi ölçüm yöntemi

Bitkisel dokulardaki lipid peroksidasyonu Malondialdehit’in, başlıca bir 2-Tiyobarbitürik asitin (TBA) reaktif çeşidi ve lipid peroksidasyon ürününün ölçülmesi ile saptanmaktadır (Heath ve Packer, 1968). Çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu ile oluşan malondialdehit (MDA) oksidatif stresin göstergesidir. 2-Tiyobarbitürik asitin (TBA) yüksek sıcaklıkta, asidik ortamda MDA ile verdiği reaksiyon sonucunda pembe renkli bileşik oluşmaktadır. Bu bileşiğin 532 nm dalga boyunda ölçümü esas alınarak prosedür yerine getirilmektedir. Bu yöntemde TBA, karışımda yer alan MDA’nın haricinde başka maddelerle de tepkime verebilmektedir. Bu durumdan dolayı TBA ile tepkime veren maddeler olarak adlandırılan tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) olarak da bilinmektedir (Dahle ve ark., 1962).

Deneyde kullanılan reaktiflerin hazırlanması

%0,75’lik hazırlanması için 0,75 g TBA (Tiyobarbitürik Asit) tartıldı, hacim 100 ml oluncaya kadar distile su ilave edildi. 250 µl örnek çekildi. Kör olarak 1 ml %20 TCA (Trikloroasetik Asit) içerisinde hazırlanmış %0,5 oranında 1,5 ml TBA ilave edildi. 5 M

HCl (%37'lik 12M derişik HCl çözeltisi kullanılarak elde edilir.) hazırlamak için 41,666 ml derişik HCl çekildi ve hacim 100 ml olacak şekilde distile su eklendi.

Deneyin yapılışı

200 µl örnek + 1,5 ml TBA + 1 ml TCA + 0,2 ml HCl içerikli çözelti hazırlandı ve kaynar su banyosunda (95°C) en az 15 dakika ısınmaya bırakıldı. Kaynatmadan sonra çözeltiler soğutuldu. Daha sonra ortaya çıkan pembe renkli çözeltinin 532-535 nm'de absorbans değerlerinin okunması gerçekleştirildi.

Hesaplama

Ölçüm yönteminde aşağıdaki protokol kullanılarak hazırlanır.

Tablo 2.8. MDA Deney Protokolü

	NUMUNE	KÖR
Süpernatant	100 µl	100 µl
Etil Alkol	1 ml	1 ml
Fosfat Tamponu	1 ml	1 ml
TCA	1 ml	1 ml
TBA	1,5 ml	-

Deney tüpleri 30 dakika kaynar su banyosunda bekletildi. Daha sonra 4000 devirde 20 dakika santrifüj işlemine tabii tutuldu. Kör tüplerine spektrofotometrik ölçüm esnasında 1,5 ml TBA ilave edildi. Kör ve numune tüplerindeki çözeltilerin absorbans değerleri 532 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçüldü. Çıkan absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla MDA konsantrasyonu tespit edildi.

$$(ABS / 1,56 \times 10^5) \times (TOTAL HACİM / ÖRNEK HACMİ) \times (10^6) = \text{mikromol / L}$$

*ABS: Absorbans Değeri.

2.2.6.3. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi ölçüm yöntemi

Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun (NBT) süperoksit radikalleri ile mavi renkli formazona fotokimyasal indirgenmesi tepkimesinin SOD enzimi tarafından inhiber edilmesi yoluyla spektrofotometrik olarak 560 nm dalga boyunda tespit etme esası ile çalışmaktadır. Ortamda SOD enzimi bulunması durumunda süperoksit radikali süpürülecek NBT indirgenmesinde düşüş görülecektir.

Örneklere ait süpernatantlardan 3'er µl çekildi ve üzerlerine 3'er ml substrat tamponu (Tablo 2.9.) eklendi. Ardından son derişimi 2 µM olması için 0.2 mM'lık riboflavin ilave edildi ve floresan beyaz ışık altında renk dönüşümü görülünceye beklendi.

Spektrofotometrik okuma için blank eldesi, örnek yerine 200 µl ekstraksiyon tamponu eklendi ve beyaz ışık altında koyu mavi renk değişimi olana kadar bekletildi. Blank ve örnekler 560 nm dalga boyunda spektrofotometre okunması gerçekleştirildi. Aynı zamanda yapılan spektrofotometrik okumalar her bir örnek için protein miktarına da karşılık geldiği için deney gruplarına ait örneklerin protein miktarları bu yöntemle hesaplandı.

Okunan absorbans değerleri ise aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$\% \text{İnhibisyon} = [(\text{Örnek: } \Delta 560 - \text{Kör } \Delta 560) \times 100] / (\text{Pozitif kontrol } \Delta 560 - \text{Kör } \Delta 560)$$

Tablo 2.9. SOD için Ekstraksiyon Tamponu Hazırlanması

Çözeltilinin Adı	Çözeltilinin Hazırlanışı
Ekstraksiyon çözeltisi	Stok A çözeltisi: 0,2 M NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O Stok B çözeltisi: 0,2 M NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O A çözeltisinden 39 ml ve B çözeltisinden 61 ml (pH miktarı 7.0) alınarak karıştırıldıktan sonra elde edilen konsantrasyon 0.1 mM olacak şekilde 4 g polivinilpirolidon ve EDTA eklendi.

Tablo 2.10. SOD için Ölçüm Tamponu Hazırlanması

Eklenecek Bileşenler	Stok	Stok Çözeltiden Alınma Miktarı	Konsantrasyonun Son Miktar
Fosfat Tamponu	100 mM	1,5 ml	50 mM
Sodyum Karbonat	2 M	75 µl	50 mM
EDTA	0,5 M	0,6 µl	100 µM
L-methionine	300 mM	129,9 µl	13 mM
NBT	7,5 mM	30 µl	75 µM
Distile su	-	1,265 ml	-

Bu yöntemde 1 U SOD enzim aktivitesi NBT indirgenmesini %50 oranında engellenmesi için gereken enzim miktarı olarak bilinmektedir (Durak ve ark., 1996; Sun ve ark., 1988).

2.2.6.4. Protein karbonil (PCO) aktivitesi ölçüm yöntemi

Protein karbonil grupları 2,4- dihidrofenilhidrazin (DNPH) ile proteinlerin gruplarının tepkimesi sonucu hidrazon oluşması yöntemine bağlı olarak spektrofotometrik olarak 360 nm deki ölçümü ile tespit edilmiştir.

Deneyde kullanılan reaktiflerin hazırlanması

250 ml 2,5 M HCl için 51,75 ml konsantre HCl kullanılarak son hacim 250 ml ye tamamlandı. 198,14 mg DNPH alındı ve 200 ml 2,5 ml HCl'de çözülmesi gerçekleştirildi. 57,318 g guanidin HCl+849,2 mg tripotasyum fosfat (K_3PO_4) son hacmi 200 ml ye tamamlanarak çözünme işlemi gerçekleştirildi. Çözeltinin pH'sı 2,3'e seyreltik HCl ile ayarlaması ile yapıldı.

Deneyin yapılışı

Tüplere 300 mikrolitre örnek çekildi ve üzerine 700 mikrolitre soğuk %0,9'luk NaCl eklenerek vorteks işlemi gerçekleştirildi. Örnekler 1 ml DNPH çözeltisi eklenerek reaksiyon gerçekleştirildi. Ardından vorteks ile iyice karıştırıldı. Proteinleri çöktürmek amacıyla tüplerin üzerine 1 ml %20'lik TCA ilave edildi. Örnekler çalkalandıktan sonra 10 dakika boyunca buzdolabında bekletildi. Buzluktan çıkarılan tüpler vortekslelendikten sonra +4°C ye ayarlanmış santrifüjde, 6500 rpm'de 1 dakika süreyle santrifüj işlemi gerçekleştirildi. Supernatant fraksiyonu pelet kaybı olmamasına dikkat edilerek uzaklaştırılması sağlandı. Yıkama amacıyla peletin üzerine 4ml %10'luk TCA eklendi. Protein içeren peletler, pelet kaybı olmaması amacıyla iyi şekilde vorteks işlemine tabii tutuldu. Vorteksleme işleminin ardından tüpler 6500 rpm'de 1 dakika süreyle santrifüj işlemi gerçekleştirildi. Peletler etanol:etil asetat (2 ml:2 ml) ile karıştırıldı. Vorteks işleminden sonra yıkama gerçekleştirildi. Yıkama işleminin ardından peletleri içeren tüplere 2 ml guanidin çözeltisi eklenerek vorteks işlemi yapıldı. Böylece iyice çözünme gerçekleştirildi. Örnekler guanidin körüne karşılık 360 nm'de absorbans değerleri okundu.

2.2.6.5. Glutasyon (GSH) aktivitesi ölçüm yöntemi

Glutasyon ölçümü, Beutler ve arkadaşlarının belirttiği prensibe göre hazırlanmıştır (Beutler ve ark., 1963). Yöntemde sülfidril grupları 5,5'dithiobis 2-nitrobenzoic acid reaktifi ile kromojen bileşik meydana getirmekte ve ortaya çıkan sarı renk 412 nm'de reaktif körüne karşı okunmasıyla gerçekleştirildi.

Deneyde kullanılan reaktifler

Deproteinizasyon işlemi için 16,7 gr glasiyel metafosforik asit (H_3PO_3 ve $NaPO_3$ karışımıdır), 2 gr Na_2EDTA , 300 gr $NaCl$ (1 litre için) DNTB (5,5'dithiobis 2-nitrobenzoic acid): 1 mM DTNB, %1'lik sodyum sitrat içerisinde hazır hale getirildi. (40 mg) Na_2HPO_4 çözeltisi: 0,3 M (anhidrit)

Deneyin yapılışı

Analiz için kör, standart ve numune tüpleri belirlendi. Standart olarak 200 µl standart, numune kısmına 200 µl örnek eklendikten sonra her iki tüpe 2 ml distile su ve 3 ml presipitasyon solüsyonu eklendi. 5 dakika boyunca inkübe edildi. 0.4 ml saf su ve 0.6 ml presipitasyon solüsyonu kör tüpüne ilave edildi. Karışımlar süzildükten sonra elde edilen kısımlarından 1 ml süpernatant çekildi. Üstüne 4 ml fosfat solüsyonu ve 0.5 ml DTNB (5-5'- dithiobis 2-nitrobenzoik asit) ilave edildi ve 412 nm' de absorbans değerleri belirlendi.

2.2.7. İstatistiksel analizler

Kontrol ve deney gruplarına ait bitkilerin replikasyonlarının istatistiksel olarak karşılaştırılmalarında SPSS (16,0) programı kullanılarak Kruskal-Wallis ve Mann Whitney U testi uygulandı. Bu testler ile ölçülen parametrelere ait ortalamaların anlamlı olup olmadığını belirlendi. Anlamlılık düzeyi %95 ($p < 0,05$) olarak belirlendi. Tablo ve grafiklerde hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir.

BÖLÜM 3

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, orta ve şiddetli su stresi altında yetiştirilen yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) fidelerinde humik asitin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

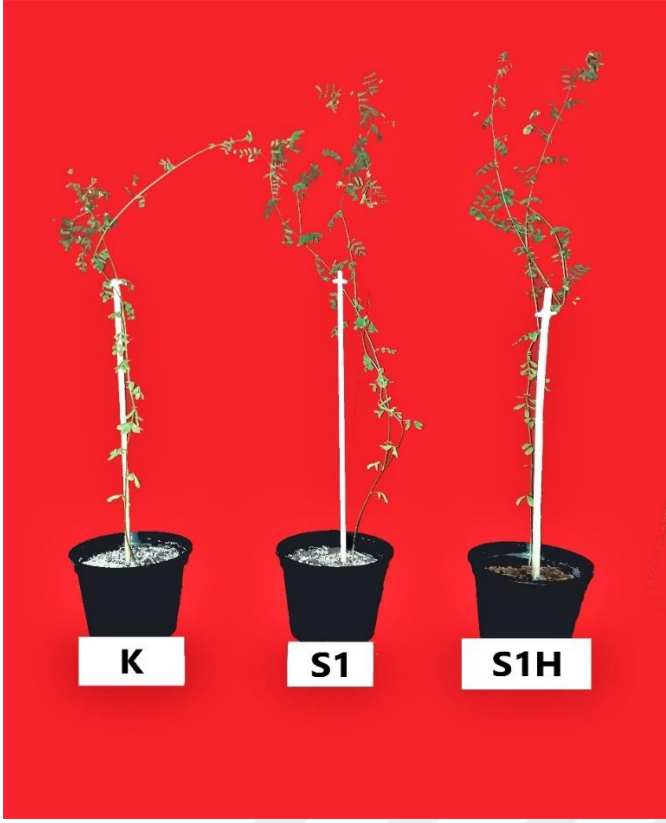
3.1. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi.

3.1.1. Gövde boy uzunluğu;

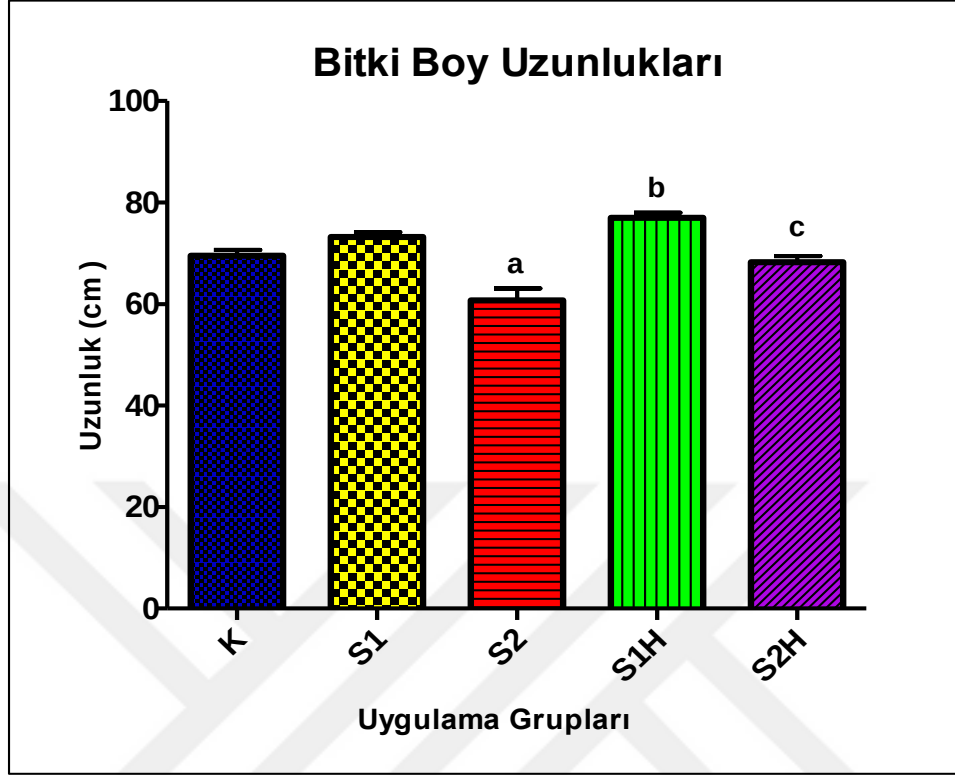
Humik asidin, yeşil mercimeğin büyüme parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için bitkinin boy uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak alanı, kök yaş ve kuru ağırlıkları, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak yaş ve kuru ağırlıklarının ölçümleri alınmıştır.

Yalnız Hoagland çözeltisi ile yetiştirilen kontrol grubu bitkilerine göre, orta su stresi uygulanan gruba ait boy uzunluğunun %5,3 oranında arttığı ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,056$) (Şekil 3.1.). Şiddetli su stresi uygulanan fidelerin boy uzunluklarının, kontrol grubuna göre %12,5 oranında azaldığı ve bu azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p=0,010$). Su stresi uygulanan fideler ile karşılaştırıldığında humik asit ilave edilmiş deney gruplarının her ikisinde boy uzunluğunun arttığı ve boydaki bu uzamaların anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p=0,020$). Bu artış S1'e göre S1H de %5,1; S2'ye göre S2H de %12,3 oranlarında gerçekleşmiştir.

Öztürk (1999), buğdayda bitki boyunun kurak koşullardan olumsuz olarak etkilendiği ve önemli derecede azaldığını rapor etmiştir. Shirazi ve ark. (2005), buğday ile yaptıkları çalışmada su stresinin bitki boyunda düşüşe neden olduğunu belirtmiştir. Kuşvuran ve ark. (2010), kavun ile yaptıkları çalışmada su stresi uygulanan çeşitlerde su stresinin kontrol bitkilerine göre bitki boylarında bir kısalmanın meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ashraf ve Iram (2005) ve Yin ve ark. (2005), yaptıkları çalışmalarda su stresinin fasulye bitkisinde gelişimi engelleyen en önemli etmenlerden biri olduğunu rapor etmişlerdir. Bu bulunan sonuçlar, yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.



Şekil 3.1. Yeşil Mercimek Fidelerinin Hasat Edildiği Gündeki Görüntüleri



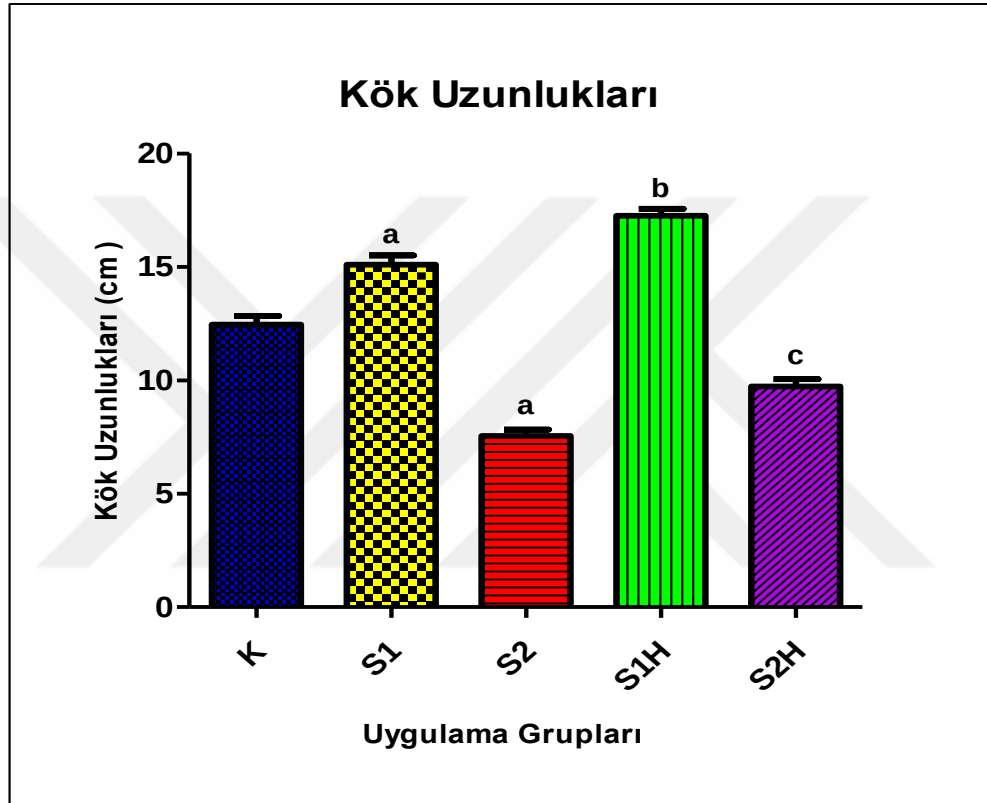
Şekil 3.2. Yeşil Mercimek Fidelerinin Boy Uzunlukları. ^a $p < 0,05$ K grubuna göre, ^b $p < 0,05$ S1 grubuna göre, ^c $p < 0,05$ S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Çeşitli bitkilerde humik asit uygulamalarının istatistiksel olarak anlamlı artışlara yol açtığı çalışmalar bulunmaktadır. Ünsal (2007), nohut ile yaptığı çalışmada, humik asit uygulamalarının bitki boyuna %5-15 arasında etki ettiği ve oldukça önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Tan ve Noparnombodi (1979) mısırdaki, Akay ve Önder (2004) yine nohutta, humik asit uygulamalarının boy uzunluğuna önemli etki ettiğini belirtmişlerdir.

3.1.2. Kök uzunluğu

Hoagland çözeltisi ile yetiştirilen kontrol grubu bitkilerine göre, orta su stresi uygulanan gruba ait kök uzunluğunun %21,2 oranında arttığı ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu bulunmuştur ($p = 0,002$). Şiddetli su stresi uygulanan fidelerin

kök uzunluklarının, kontrol grubuna göre %39,3 oranında azaldığı ve bu azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p=0,001$). Su stresi ile birlikte verilen humik asit uygulamasının ise iki stres grubunun kök uzunluğu gelişimine olumlu etki yaptığı ve bu artışların anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p= 0,002$). Bu artış oranları S1'e göre S1H de %14,2; S2'ye göre S2H de %28,7 oranında gerçekleşmiştir.



Şekil 3.3. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Uzunlukları. ^a $p < 0,05$ K grubuna göre, ^b $p < 0,05$ S1 grubuna göre, ^c $p < 0,05$ S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

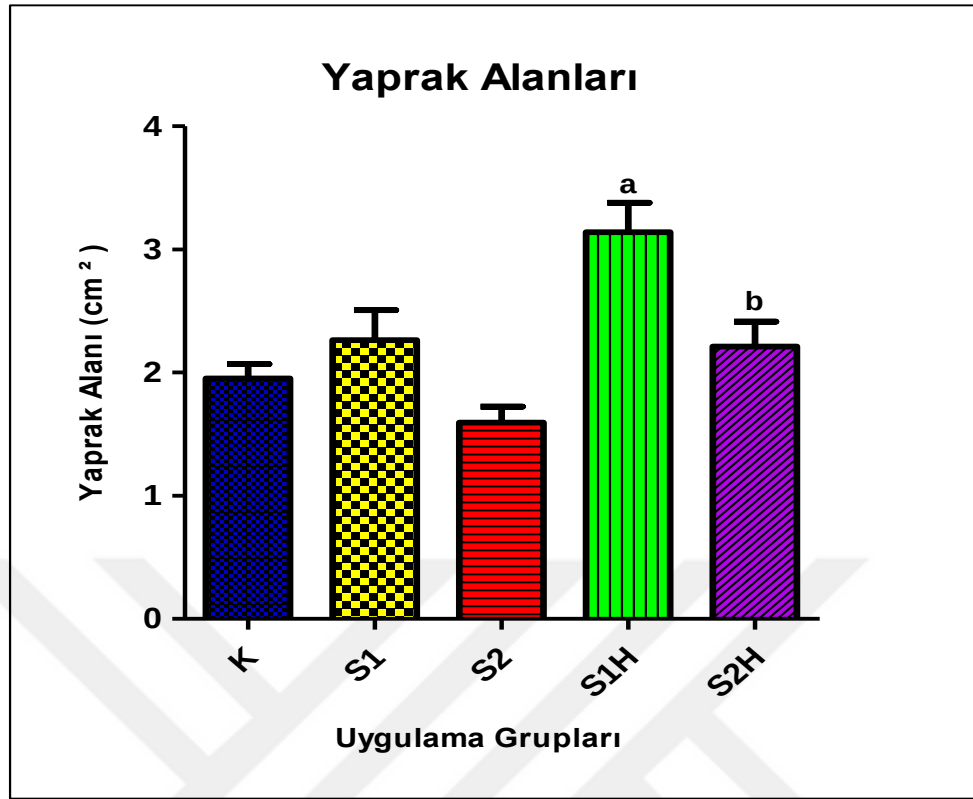
Su stresi, köklerin gelişimini ve uzunluklarını yüksek oranda engellemekte ve su stresinin düzeyi doğrultusunda kök gelişimlerini olumsuz etkilemektedir (Adda ve ark., 2005). Bitkilerin, kurak ortamlarda kök gelişimlerini genellikle tamamlayamamalarına karşın nemli ortamlarda bitkilerin kök uzunluklarında artışlar olduğu bilinmektedir (Blum, 2009). Bitki boylarının, su stresleri karşısında kontrol gruplarına kıyasla azaldığı, gövde ve kök büyümelerinin negatif yönde etkilendiği, çalışmalarda belirtilmiştir (Kurum

ve ark., 2013; Abdalla ve El-Khoshiban, 2007; Chartzoulakis ve Klapaki, 2000). Güzel (2006), domates ile yapılan çalışmada, su stresine maruz bırakılan domates bitkilerinde kök gelişiminin ve kök uzunluğunun kontrol gruplarına göre %18 ve %47 oranlarında azaldığını belirtmiştir. Shou ve Ark. (1991) saksı çalışmalarında 8 soya türünü suni kuraklığa maruz bırakmışlar ve soyada su stresinin yaprak/kök, bakla/kök düzeylerini, tohumların bin dane ağırlığını ve çimlenme yüzdelelerini düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Humik asit kök gelişimine büyük oranda katkı sağlar ve bunun devamında da bitki gelişimine önemli oranda destek olur. Humik asit tarafından yapılan bu olumlu etki köklerde büyük oranda etkili olduğundan bitkide çok faydalı bir köklendirici olarak işlev görmektedir (Akıncı, 2011). Eyheraguibel ve ark. (2008), mısır bitkisi ile yaptıkları çalışmada humik asidin fidelere ilave edilmesi ile birlikte bitkilerin kök ve gövde uzunluklarında %23 ve %72,5 oranında bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Thenmozhi ve ark. (2004) yerfıstığı ile yapmış olduğu çalışmada, humik asit etkisinin vejetatif gelişmeyi arttırdığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise kök uzunlukların anlamlı olarak arttığı ve bu sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

3.1.3. Yaprak alanları

Hoagland çözeltilisi ile yetiştirilen kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait yaprak alanları %15,8 oranında artmıştır ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,529$) (Şekil 3.3). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin yaprak alanlarının, kontrol grubuna göre göre %18,4 oranında azaldığı ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,074$). Su stresi ile birlikte verilen humik asit uygulamasının ise iki stres grubunun yaprak alanı gelişimine olumlu etki yaptığı ve bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p= 0.046$, $p=0,027$). Bu artış oranları S1'e göre S1H de %38,4; S2'ye göre S2H de %39,6 oranında gerçekleşmiştir.



Şekil 3.4. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Alanları. ^ap < 0,05 S1 grubuna göre, ^bp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Su stresine maruz kalan bitkilerin yapraklarında oluşan morfolojik değişimler çoğunlukla transpirasyonla eksilen su miktarını düşürme yönündedir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Skirycz vd. (2011), su stresinin, yaprak alanında negatif etkiye sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Kıran ve ark. (2014), kavun ve domates bitkileri ile yaptıkları çalışmada su stresi uygulanan grupların, yaprak alanlarının kontrol gruplarına göre daha gerilerde kaldıklarını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise, bu bilgilere paralel olarak şiddetli seviye su stresinde yaprak alanlarında önemli oranlarda azalmalar gerçekleşmiştir.

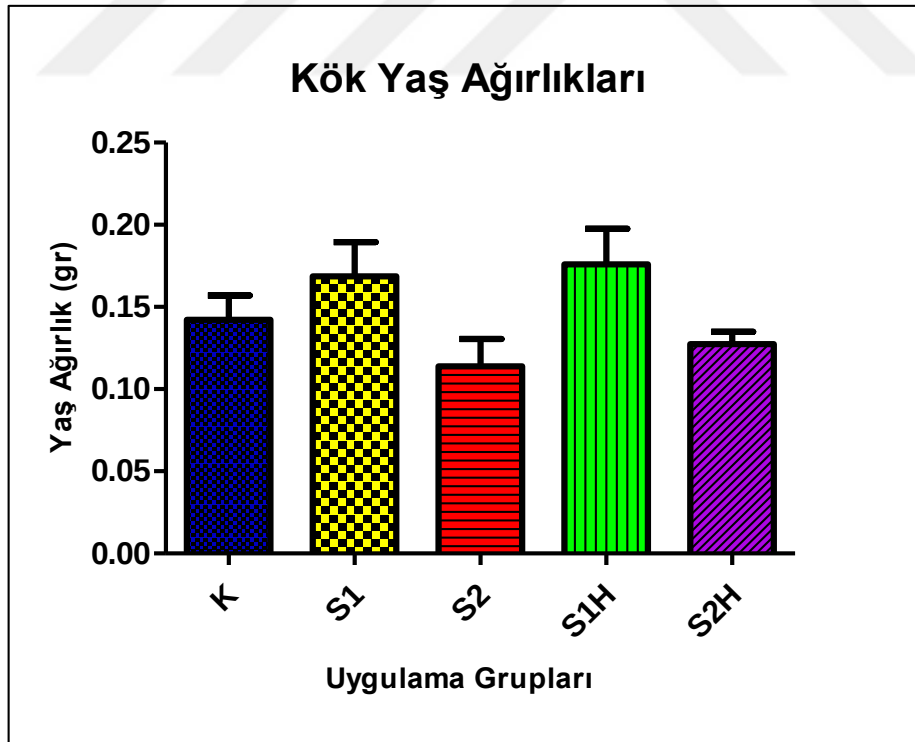
Stres gruplarına humik asit uygulaması, yaprak alanlarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırmıştır. Meganid ve ark. (2015), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisi fidelerine tuzluluk stresi uygulamış ve tuz ile birlikte humik asit ilavesi ile birlikte yaprak alanlarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Dursun ve ark. (1998), humik asitin 50, 100, 150 ve 200 ml/l lik konsantrasyonlarının domates ve

patlıcan fidelerinin yaprak alanlarını gözle görülür bir şekilde arttırdığını vurgulamıştır.

Büyükkeskin (2008), bakla bitkisi ile yaptığı çalışmada humik asit uygulamasının, bitkinin yaprak alanlarını %18 oranında arttırdığını belirtmiştir. Motaghi ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada börülce bitkisine humik asit uygulamış ve bu uygulama sonucunda yaprak alanlarının kontrol gruplarına göre %25-30 aralığında arttığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmaları destekler niteliktedirler.

3.1.4. Kök yaş ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait kök yaş ağırlıkları %21,4 oranında artmıştır. Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin kök yaş ağırlıkları kontrol grubuna göre %21,4 oranında azalmıştır fakat bu veriler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,600$ ve $p=0,248$) (Şekil 3.4). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %4,1 ve S2'ye göre S2H de %18 oranlarında kök yaş ağırlıklarını arttırmıştır. Bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,674$ ve $p=0,600$).



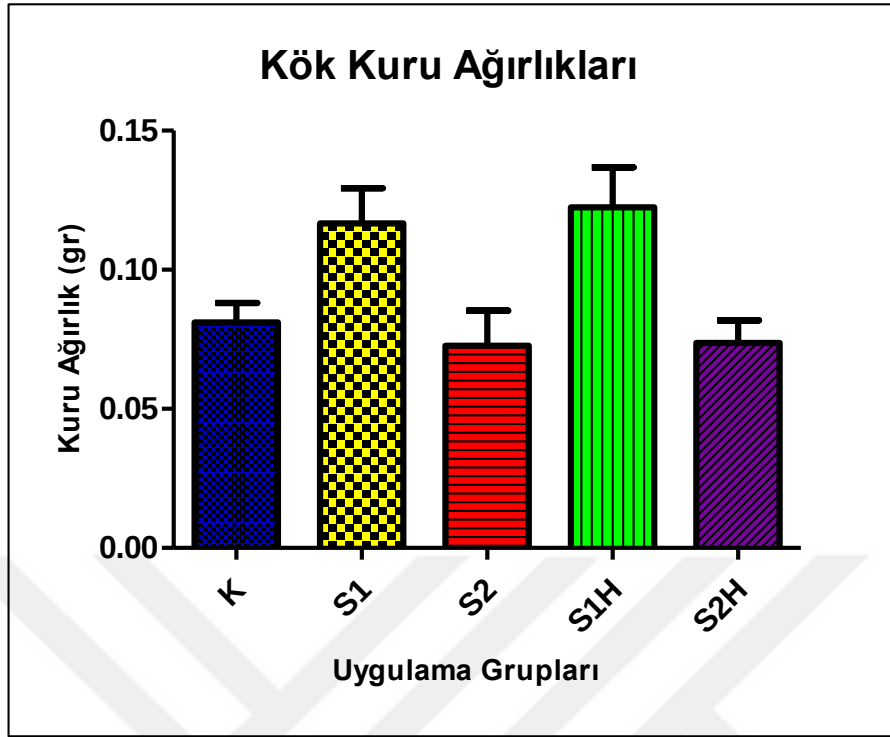
Şekil 3.5. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Yaş Ağırlıkları. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Su stresi olduğu anda bitki eksik olan su ihtiyacını tamamlamak adına gövde gelişimini azaltıp kök büyümesini arttırmaya çalışır. Ancak su stresinin uzun sürmesi ve şiddetli olması durumunda gövde ve kök gelişiminin yavaşlayıp en sonunda durduğu bilinmektedir (Gür, 2018). Anbessa ve Bejiga (2002), su stresine toleranslılık bakımından nohut çeşitlerini incelemişler ve 18 nohut çeşidinin su stresine karşı dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu toleranslı çeşitlerin su stresine maruz kaldıklarında diğer türlere göre %10 daha fazla ürün verdiğini rapor etmişlerdir. Su stresine duyarlı türlerde stres koşullarında yaş kök ağırlığı, kök hacmi ve köklenme seviyesinin yüksek oranda düştüğü ve yaprak alanının artışında yavaşlamaların olduğu tespit edilmiştir. Zeid ve Shedeed (2006), yaptıkları çalışmada, yonca bitkisini su stresine maruz bırakmışlar ve bunun sonucunda bitkinin yaş ve kuru ağırlığıyla birlikte kök yaş ağırlığında da azalmaların görüldüğünü rapor etmişlerdir. Buna benzer çalışmalarda da su stresine maruz kalan bitkilerde, bitkinin türüne ve stres seviyesine göre kök yaş ağırlığında değişimlerin olabileceği belirtilmiştir (Abdalla ve El-Khoshiban, 2007; Ecem, 2010; Sani ve Farahani, 2010).

Büyükkeskin (2008), Büyükkeskin ve ark. (2009), Büyükkeskin ve Akıncı (2011) yaptıkları çalışmalarda humik asidin baklanın büyüme parametreleri üzerine olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Humik asitin, bakla bitkisinin kök yaş ağırlığını kontrol gruplarına kıyasla önemli oranlarda arttırdığını rapor etmişlerdir. Bu yapılan çalışmalardaki sonuçlar bizim çalışmamız ile paralellik göstermektedirler.

3.1.5. Kök kuru ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait kök kuru ağırlıkları %37,5 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,059$). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin kök kuru ağırlıkları kontrol grubuna göre %12,5 oranında azalmıştır ancak bu veriler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,529$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %5,1 ve S2'ye göre S2H de %1,5 oranlarında kök kuru ağırlıklarını arttırmıştır. Bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,753$ ve $p=0,834$).



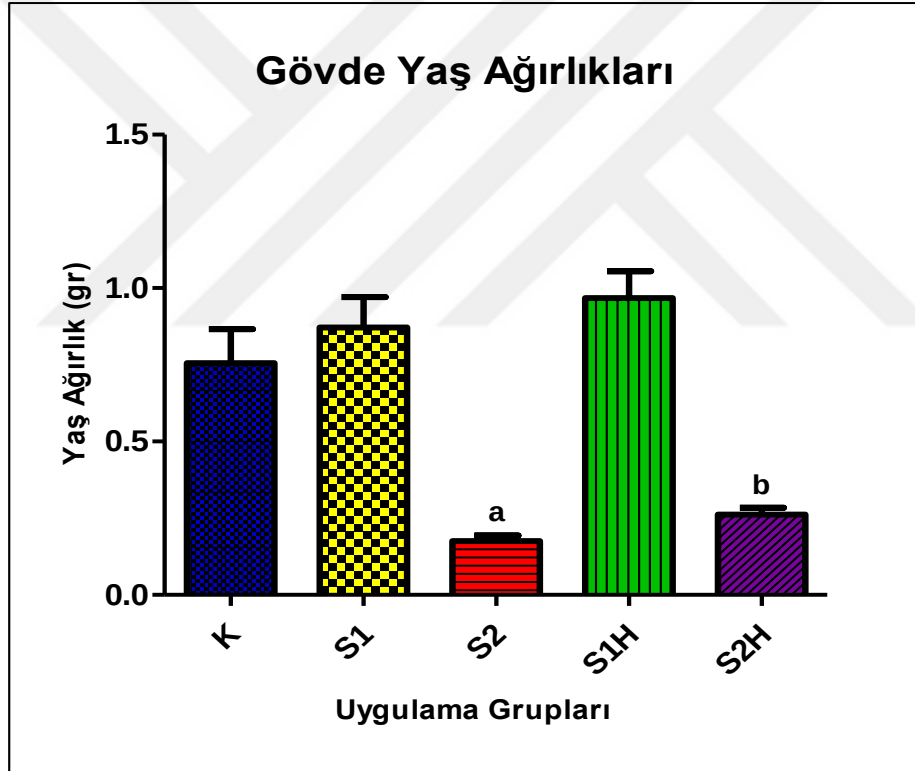
Şekil 3.6. Yeşil Mercimek Fidelerinin Kök Kuru Ağırlıkları. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Yaş kök ağırlığı bölümünde belirttiğimiz gibi bitkinin yüksek seviyedeki su stresine uzun süre maruz kalması durumunda kök ve gövde gelişiminin durduğu bilinmektedir. Bitki kökleri su stresine karşı tolerans düzeyinin ölçülmesinde oldukça önem arz eden bir belirleyici olması nedeniyle çoğu kişi tarafından araştırılan bir kısım olmuştur. Öztürk (1999), ekmeklik buğday ile yaptıkları çalışmada kurak koşullarda yetişen buğday bitkilerinin kök kuru ağırlığında %10–20 aralıklarında azalma olduğu belirtilirken, sulama koşullarının kök ağırlığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Eyheraguibel ve ark. (2008), mısır fidelerine humik asit uygulanmasının mısır köklerinin kuru ağırlıklarını kontrole göre %35,8 oranında arttırdığını rapor etmişlerdir. Arancon ve ark. (2003), çilek ile yaptıkları çalışmada humik asit uygulamasının çilek kök kuru ağırlığını kontrol gruplarına kıyasla önemli oranda arttırdığını belirtmişlerdir. Büyükkeskin (2008), bakla ile yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve kök yaş ağırlığında olduğu gibi kuru ağırlıkta da artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlarla uyum göstermektedir.

3.1.6 Gövde yaş ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait gövde yaş ağırlıkları %16 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,294$). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin gövde yaş ağırlıkları kontrol grubuna göre %77,3 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır ($p=0,001$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %10,3 ve S2'ye göre S2H de %52,9 oranlarında gövde yaş ağırlıklarını arttırmıştır. Orta stres grubuna verilen humik asit uygulamasındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değil iken ($p=0,059$), şiddetli stres grubuna verilen humik asit uygulamasındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,012$).



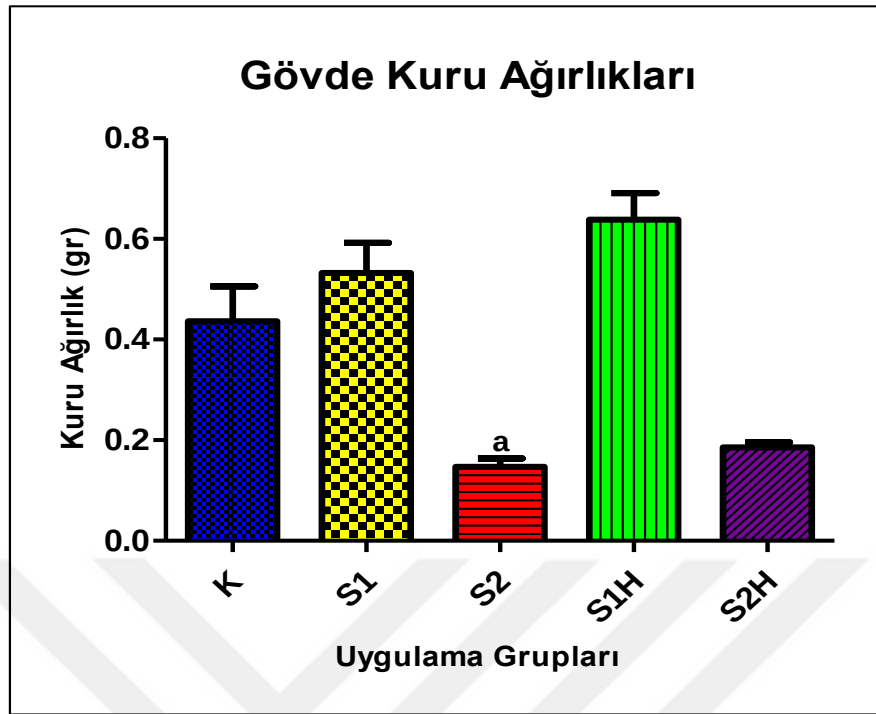
Şekil 3.7. Yeşil Mercimek Fidelerinin Gövde Yaş Ağırlıkları. ^a $p < 0,05$ K grubuna göre, ^b $p < 0,05$ S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Bat ve ark. (2019), ekinezya bitkisi ile yaptıkları çalışmada ekinezya bitkisinin, gövde yaş ağırlıklarını ve gövde kuru ağırlıklarını araştırmışlardır. Bu incelemeler sonucunda su stresinin bitkinin, gövde yaş ve kuru ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Can (2013), su stresinin fizyolojik etkilerini incelemişler ve pamuk bitkisinde su stresinin gövde yaş ve kuru ağırlıklarında ciddi azalmalar olduğunu belirtmişlerdir.

Büyükkökin (2008), yaptığı çalışmada, bakla bitkisinde humik asit uygulamasının, kontrol grubuna göre gövde yaş ağırlığını %6,8 düzeyinde yükselttiğini belirtmiştir. Bu veriler humik asidin baklanın gövde gelişimine pozitif yönde etki yaptığını gösterir niteliktedir. Piccolo ve ark. (1993), kıvırcık salata ve domates ile yaptıkları çalışmalarda humik asit uygulamasının gövde yaş ağırlığında önemli artışlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmalar da bizim çalışmamızı destekler niteliktedirler.

3.1.7. Gövde kuru ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait gövde kuru ağırlıkları %23,2 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,192$). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin gövde kuru ağırlıkları kontrol grubuna göre %67,4 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır ($p=0,002$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %18,8 ve S2'ye göre S2H de %28,5 oranlarında gövde kuru ağırlıklarını arttırmıştır fakat bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,208$ ve $p=0,074$).



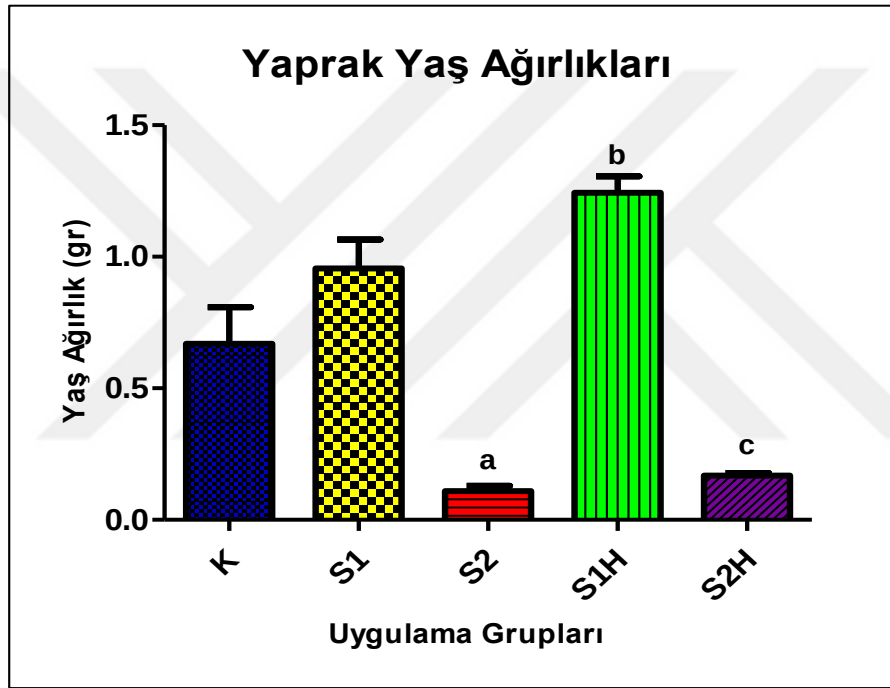
Şekil 3.8. Yeşil Mercimek Fidelerinin Gövde Kuru Ağırlıkları. ^ap < 0,05 K grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Gövde yaş ağırlığındaki azalışlar kuru ağırlıkta da görülmektedir. Demiral ve ark. (2012), su stresine bağlı olarak karpuz genotiplerinde gövde yaş ve kuru ağırlık ile gövde boyu değerlerinde azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kuşvuran (2010), kavun ile yaptığı çalışmada gövde kuru ağırlıkları bakımından su stresinin genotipleri etkilendiği sonucunu bulmuştur. Shao ve ark. (2008), patates, soya fasulyesi gibi bitkilerde bitki boyunun, kök ve gövde yaş kuru ağırlıklarının su stresinden etkilenerek azaldığı ve kontrol bitkilerine kıyasla %25 oranında az geliştiğini rapor etmiştir.

Erman (1998), mercimekte ile yaptıkları çalışmada şekilde humik asit uygulamasının gövde kuru ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Dursun ve ark. (1998), humik asitin uygulamasının domates ve patlıcan fidelerinde, gövdelerin yaş ve kuru ağırlıklarının belirgin bir biçimde yükseldiğini gözlemlemiştir. Bu elde edilen sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedirler.

3.1.8. Yaprak yaş ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait yaprak yaş ağırlıkları %43,9 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,172$). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin yaprak yaş ağırlıkları kontrol grubuna göre %84,8 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır ($p=0,001$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %30,5 ve S2'ye göre S2H de %60 oranlarında yaprak yaş ağırlıklarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırmıştır ($p=0,046$ ve $p=0,012$).



Şekil 3.9. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Yaş Ağırlıkları. ^a $p < 0,05$ K grubuna göre, ^b $p < 0,05$ S1 grubuna göre, ^c $p < 0,05$ S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

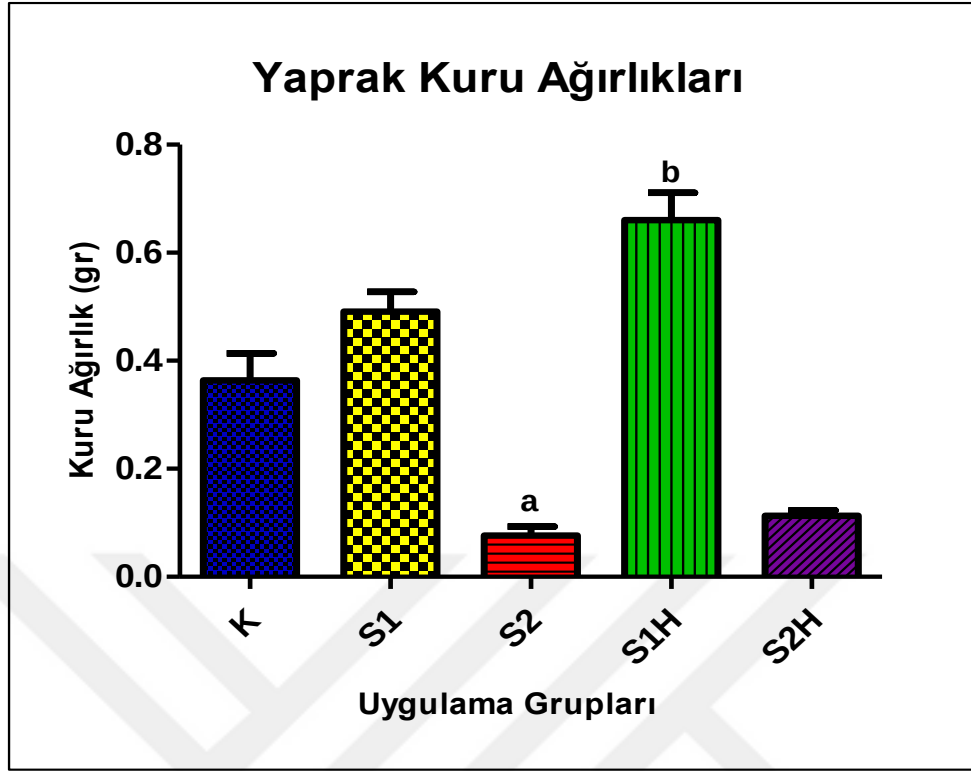
Kabay ve Şensoy (2016), yaptıkları çalışmada, su stresi uygulanan fasulye genotiplerinin, yeşil aksam yaprak yaş ağırlık verileri su stresine duyarlı çeşitlerde daha az çıkarken, su stresine dayanıklı olan çeşitlerde ise kontrol gruplarıyla hemen hemen aynı değerler çıktığını belirtmişlerdir. Alp ve Kabay (2017), domates ile yaptıkları

Çalışmada, su stresinin kuraklığa hassas genotiplerde bitki yaşı ve kuru ağırlığında ve yaprak yaşı ağırlıklarında azalmalar olduğunu rapor etmişlerdir.

El-Bassiony ve ark. (2010), fasulye ile yaptıkları çalışmada önerilen dozlarda humik asit uygulamasının fasulye bitkisinin boyunu, yaprak sayısını, yaprak yaşı ve kuru ağırlığını önemli oranlarda arttırdığını vurgulamıştır. Eyheraguibel ve ark. (2008), humik maddelerin mısır bitkisinin büyüme ve gelişimine katkısını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, mısır fidelerine humik asit uygulamaları neticesinde yaprakların yaşı ağırlıklarında %57,3 oranlarında artış sağlandığını belirlemişlerdir. Büyükkeskin (2008), bakla ile yaptığı çalışmalarda yaprak yaşı ağırlıklarında anlamlı düzeyde olmasa da artışlar tespit etmiştir. Bu veriler çalışmamızla paralellik göstermektedir.

3.1.9 Yaprak kuru ağırlıkları

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait yaprak kuru ağırlıkları %36,1 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,074$) (Şekil 3.9). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin yaprak kuru ağırlıkları kontrol grubuna göre %78,8 oranında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır ($p=0,001$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %34,6 ve S2'ye göre S2H de %44,7 oranlarında yaprak kuru ağırlıklarını arttırmıştır. Orta stres grubuna verilen humik asit uygulamasındaki artış istatistiksel olarak anlamlı iken ($p=0,021$), şiddetli stres uygulanan fidelere verilen humik asit konsantrasyonlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,093$).



Şekil 3.10. Yeşil Mercimek Fidelerinin Yaprak Kuru Ağırlıkları. ^ap < 0,05 K grubuna göre, ^bp < 0,05 S1 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

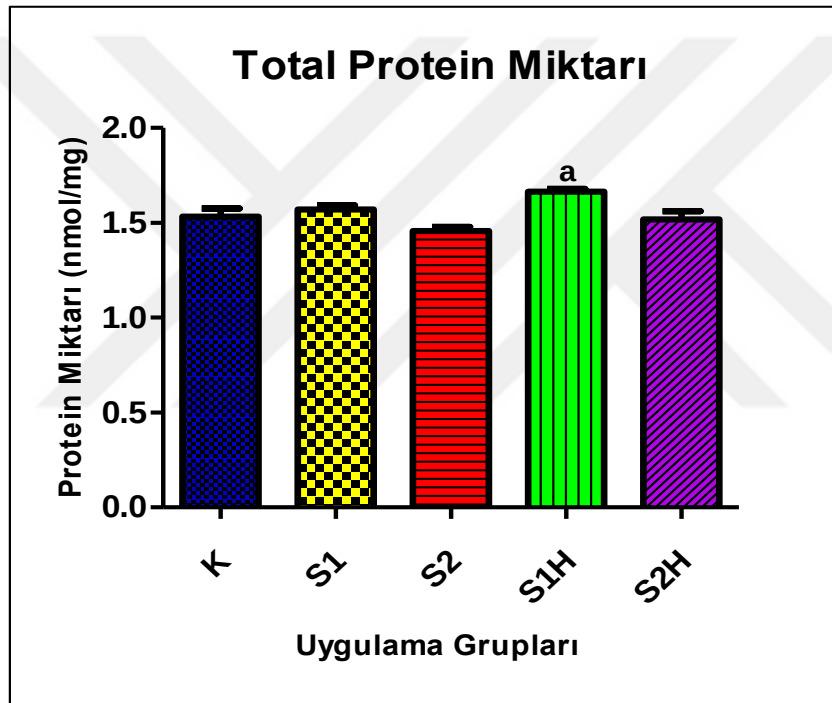
Diğer büyüme parametrelerinde olduğu gibi yaprak kuru ağırlığında da şiddetli seviye uygulanan su stresinin tahrip edici özelliği belirgin bir şekilde görülmektedir. Su stresi derecesinin şiddetli meydana geldiği durumlarda bitkilerde fotosentetik sınırlamaya paralel olarak meydana gelen farklılıklar arasında bitki yaprak yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar görülmektedir. França ve ark. (2000) fasulyede, Kuşvuran (2010) kavunda, Hajibabae ve ark. (2012) ve Hu ve ark. (2007) mısırdaki, Yaşar ve ark. (2012) da kabakta su stresinin bitki yaş ve kuru ağırlık gibi büyüme parametrelerinin negatif olarak etkilendiğini ve su stresinin olumsuz etkilerine uyum sağlamış çeşitlerde zararın daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Yaprak yaş ağırlığına paralel olarak kuru ağırlıkta da humik asidin olumlu etkileri görülmektedir. Bidegain ve ark. (2000), kavak talaşından elde ettikleri humik asitle, çayırotu bitkisinin yapraklarında artan fosfor alımıyla birlikte yaprak kuru ağırlığının da

%32 oranında arttığını belirtmişlerdir. Büyükkeskin (2008), Büyükkeskin ve ark. (2009), Büyükkeskin ve Akıncı (2011), humik asit ile yaptıkları çalışmalarda, bakla bitkisinin, yaprak sayısını, yaprak yaş ve kuru ağırlığını kontrol grubu bitkilerine önemli miktarda arttırdığını rapor etmişlerdir.

3.2. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (*Lens Culinaris* Medik.) Total Protein Miktarı Üzerine Etkisi.

Su stresi altında yetiştirilen yeşil mercimek fidelerinin, iki farklı kuraklık seviyesi ve bunların yanında humik asit uygulamalarının toplam protein miktarları ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki Total Protein Miktarı. ^ap < 0,05 S1 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Farklı su stresi uygulanan yeşil mercimek fidelerinin kök protein miktarlarına bakıldığında, orta su stresi uygulanan grubun kontrol grubuna göre %2,6 oranında bir artış olduğu ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (p=0,513). Şiddetli su stresi uygulanan fidelerin köklerindeki total protein miktarı kontrol grubuna göre %5,2 oranında azalmıştır fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir.

($p=0,275$). Orta stres grubuna uygulanan humik asit, stres grubuna göre, fidelerin köklerindeki protein miktarını %5,7 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırmıştır ($p=0,050$). Şiddetli stres grubuna uygulanan humik asit ise stres grubuna göre, köklerdeki protein miktarını %4,1 oranında arttırmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,275$).

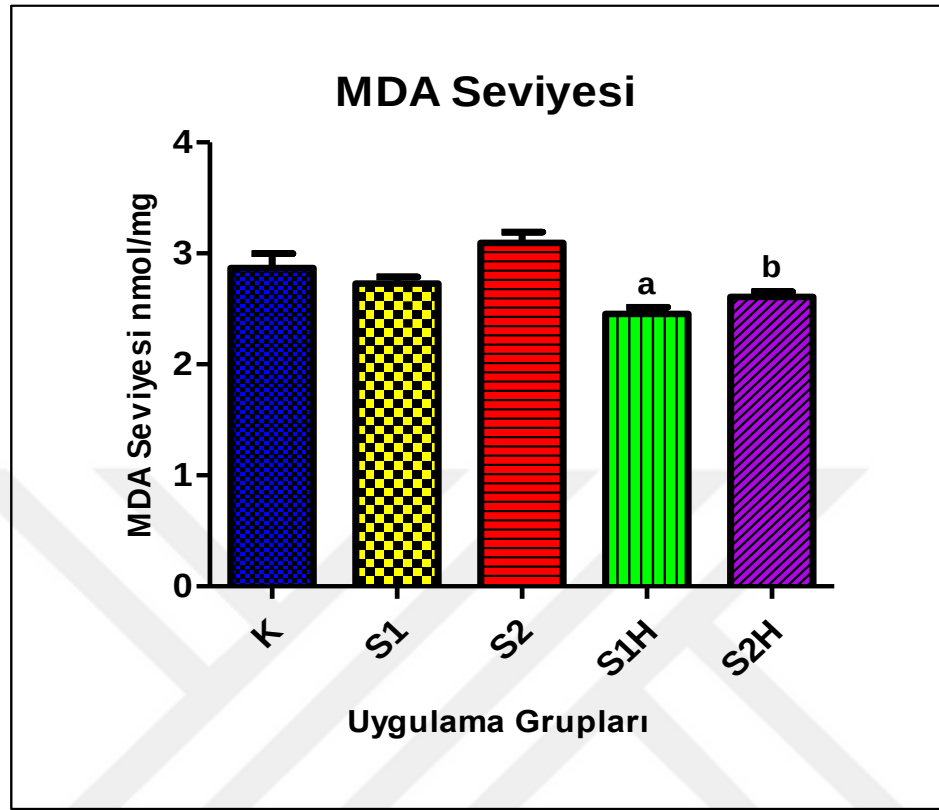
Başaran (2016), yaptığı çalışmada dört farklı ayçiçeği çeşidine tuz ve su stresi uygulamış, kuraklığa ve tuza dayanıklı tüm çeşitlerde genellikle total protein miktarında artış olduğunu fakat daha yüksek seviyelerdeki stres gruplarının protein miktarlarında azalma olduğunu rapor etmiştir. Sekmen ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada domatese tuz stresi uygulamışlar ve belli bir sürenin sonunda tuz stresine bağlı olarak protein miktarlarında kontrol gruplarına göre azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Yağmur ve Okur (2017), ayçiçeği bitkisi ile yaptıkları çalışmada, humik asit uygulamasının tanedeki protein oranını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kurhan (2012), kömür kaynaklı humik ve fulvik asidin *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* mikroalglerinin büyüme ve gelişimine olan katkılarının bulunması amaçlanmış ve humik asit uygulamasının protein miktarlarını arttırdığı rapor edilmiştir. Büyükkeskin ve ark. (2009) yılında bakla bitkisine Al uygulamış ve Al'un toksik etkisini gidermek için gruplara humik asit ilavesi yapmışlar. Bakla yapraklarında yapılan protein analizi sonucunda humik asit uygulanan fidelerin Al uygulanan fidelere göre protein miktarının arttığı belirlenmiştir.

3.3. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (*Lens Culinaris* Medik.) Antioksidan Parametreleri Üzerine Etkisi.

Humik asidin, yeşil mercimeğin antioksidan parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için bitkinin MDA seviyesi, GSH seviyesi, SOD aktivitesi, PCO seviyesi ölçümleri alınmıştır. Çalışma materyalimiz olan yeşil mercimek bitkisine ait olan antioksidan parametreleri grafiklerle sunulmaktadır.

3.3.1. Malondialdehit (MDA) seviyesi



Şekil 3.12. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki MDA Seviyesi. ^ap < 0,05 S1 grubuna göre ^bp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

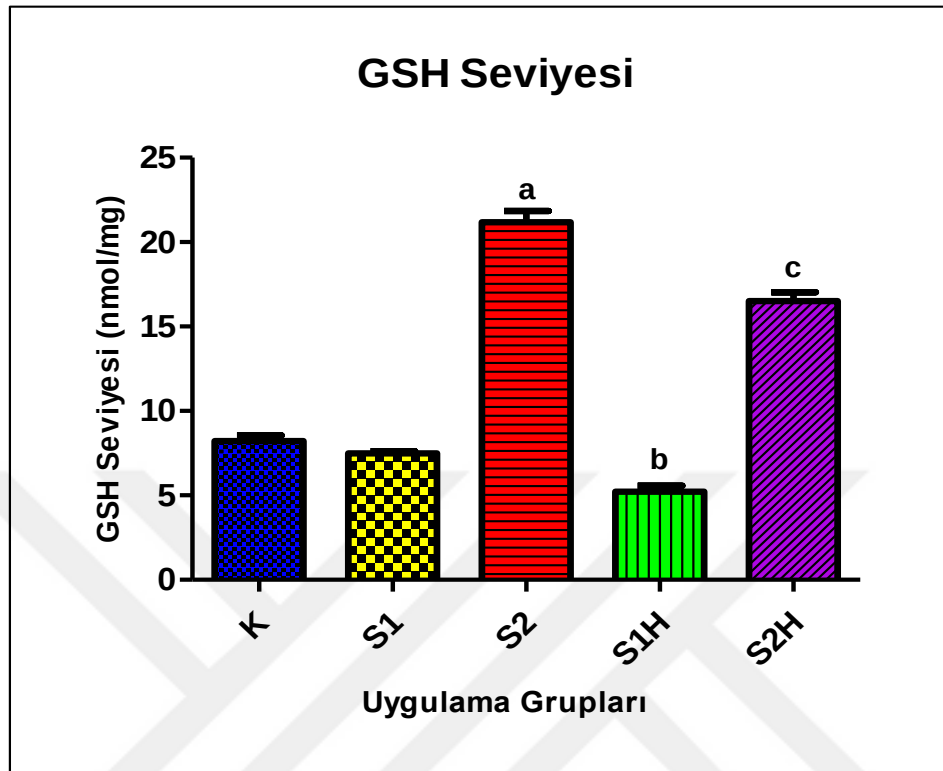
Kontrol grubu bitkilerine göre, orta su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki MDA seviyesi %4,8 oranında azalmıştır ancak bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,827). Şiddetli su stresi uygulanan fidelerin MDA seviyesi kontrol grubuna göre %8 oranında artmıştır ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,827). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %9,9 ve S2'ye göre S2H de %15,8 oranlarında MDA seviyesini istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaltmıştır (p=0,050).

Su stresinin fasulye çeşitlerinde klorofil miktarı ve yaprak alanı değerlerinin kontrol gruplarına kıyasla azaldığı fakat MDA seviyesinin yükseldiği rapor edilmiştir (Kabay, 2014). Su stresine dayanıklılık yönünden kavun ve karpuzda klorofil, yaprak alanı ve

MDA seviyelerinin su stresine karşı dayanıklılığın araştırılmasında değerlendirilebileceği belirtilmektedir (Kuşvuran ve Abak, 2012; Karipçin, 2009). Alp ve Kabay (2017), yaptıkları çalışmada, su stresine maruz bırakılan domates çeşitlerinde, yapraklarından örnek alınıp MDA seviyeleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde su stresinin olumsuz göstergesi olarak tüm çeşitlerin MDA seviyelerinde %10 düzeyinde yükselişler gözlemlenmiştir. Kuşvuran ve Daşgan (2017), fasulyede yapılan çalışmada su stresindeki bitkilerde MDA içeriğinin arttığını belirtmiştir.

Humik asit eklenmiş su stresinde yetiştirilen yeşil mercimek fidelerinin köklerindeki MDA seviyesinin, kontrol ve su stresi uygulanan fidelerin köklerindeki MDA içeriklerine göre %9,9 ve %15,8 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde düştüğü görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda, humik asitin su stresinin etkisini azalttığı ve yeşil mercimek köklerindeki MDA seviyelerini düşürdüğü görülmektedir. Reyhan bitkisi ile yapılan çalışmalarda, bitkinin köklerinde artan tuz konsantrasyonlarına paralel olarak MDA seviyesinin de arttığını ve çimlenmeden önce 0.01 ve 0.1 mM salisilik asit çözeltisinde bekletilen reyhan tohumlarında MDA seviyesinin salisilik asitte bekletilmemiş tohumlara göre özellikle tuz stresi uygulanan gruplarda düşük seviyelerde kaldığını vurgulamıştır (Delavari ve ark., 2010; Delavari ve ark., 2014). Baran ve Doğan (2014), yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki soya bitkisine salisilik asit uygulamışlar ve bu salisilik ilavesi ile birlikte klorofil, potasyum ve magnezyum miktarının arttığı, MDA, prolin, sodyum ve kalsiyum miktarının ise azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar salisilik asit ve humik asitin su stresinin etkisi sonucunda artan MDA seviyesini düşürdüğü ve bizim çalışmamızda da MDA üzerindeki etkisinin humik asit yardımı ile giderildiği görülmektedir.

3.3.2. Glutatyon (GSH) seviyesi



Şekil 3.13. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki GSH Seviyesi. ^ap < 0,05 K grubuna göre, ^bp < 0,05 S1 grubuna göre, ^cp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

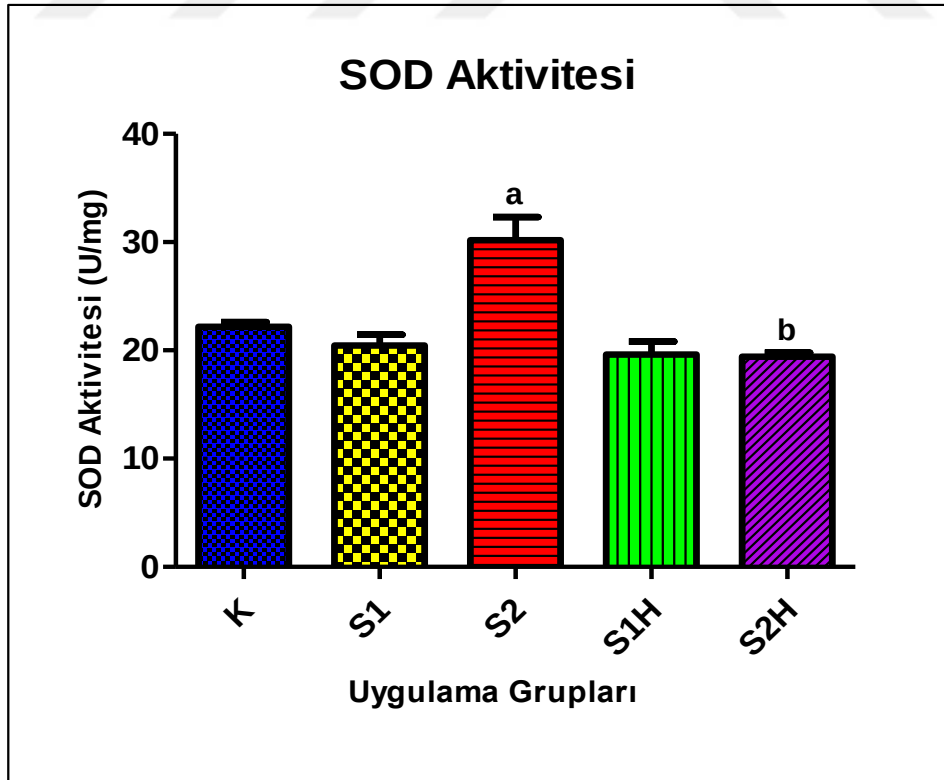
Kontrol grubu bitkilerine göre, orta su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki GSH seviyesi %8,8 oranında azalmıştır ancak bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,127). Şiddetli su stresi uygulanan fidelerin GSH seviyesi kontrol grubuna göre %157,7 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır (p=0,050). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %30,3 ve S2'ye göre S2H de %21,8 oranlarında GSH seviyesini istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaltmıştır (p=0,050).

Askorbat (ASC) ve glutatyon (GSH), abiyotik stres durumlarında önemli olup, kültür ve yabani nohutta su stresine paralel artarken, katalaz aktivitesi azalış göstermektedir (Çevik ve Ünyayar, 2015). Taşğın ve ark. (2017), su stresi altındaki soya bitkisi ile yaptıkları çalışmada, su stresinin soya bitkisinde, kontroller ile karşılaştırıldığında, GSH enzim aktivitesinin arttığını rapor etmişlerdir. Çevik ve

Ünyayar (2015), kuraklık toleransları farklı olan nohut genotiplerinde su stresinin GSH seviyesini arttırdığını belirtmiştir.

Humik asit eklenmiş su stresinde yetiştirilen yeşil mercimek fidelerinin köklerindeki GSH seviyesinin, kontrol ve su stresi uygulanan fidelerin köklerindeki GSH içeriklerine göre %30,3 ve %21,8 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde düştüğü görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda, humik asitin su stresinin etkisini azalttığı ve yeşil mercimek köklerindeki GSH seviyelerini düşürdüğü görülmektedir. Taşgın ve ark. (2017), su stresi altındaki soya bitkisine salisilik asit uygulamasının bitkinin GSH seviyesini düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Sheteiwy ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada çinko stresine maruz bırakılan pirinç fidelerinde GSH seviyesinin arttığını belirtirken, humik asit uygulamalarının bu artan GSH seviyelerini düşürdüğünü rapor etmiştir. Yapılan bu çalışmalar humik asitin su stresinin etkisi sonucunda artan GSH seviyesini düşürdüğü ve bizim çalışmamızda da GSH üzerindeki etkisinin humik asit yardımı ile giderildiği görülmektedir.

3.3.3. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi



Şekil 3.14. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki SOD Aktivitesi. ^ap < 0,05 K grubuna göre, ^bp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

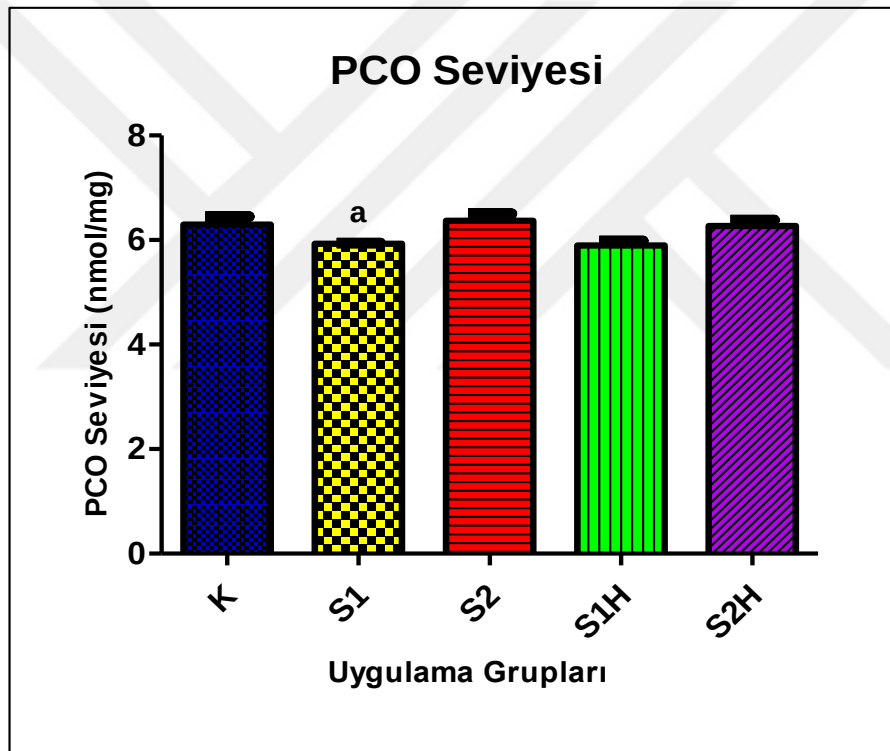
Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki SOD aktivitesi %7,6 oranında azalmıştır ancak bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,127). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin SOD aktivitesi kontrol grubuna göre %36,1 oranında istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır (p=0,050). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %3,9 ve S2'ye göre S2H de %35,5 oranlarında SOD aktivitesini azaltmıştır. Orta stres grubuna verilen humik asit uygulamasındaki azalış istatistiksel olarak anlamlı değil iken (p=0,827), şiddetli stres grubuna verilen humik asit uygulamasındaki azalış istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,050).

Yaban ve Kabay (2019), Urfa biberi ile yaptıkları çalışmada su stresinin bitkide SOD aktivitesini yükselttiğini rapor etmiştir. Kıran ve ark. (2015), domates, kavun ve patlıcan ile yaptıkları çalışmalarda su stresinin, MDA seviyesi ve Süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), askorbat peroksidaz (APX) ve katalaz (CAT) enzim miktarlarında yükselişe sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Sabra ve ark., (2012) üç ekinezya çeşidinde 0 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM konsantrasyonlarında tuz stresi uygulamış ve bunun sonucunda süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitelerinde yükseliş olduğunu vurgulamıştır. Pan ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, meyanköku fidelerinde su stresi ve tuzluluk ortamında SOD ve POD aktivitesinin yükselirken, CAT aktivitesinin azalış gösterdiğini belirtmiştir. Su stresine maruz kalan ayçiçeği, kanola ve şeker pancarı bitkisinde de CAT ve SOD aktivitesinin arttığı rapor edilmiştir (Sayfzadeh ve Rashidi, 2011).

Uysal ve ark., (2009), buğday bitkisine alüminyumun toksik etkisini giderici olarak salisilik asit uygulamışlardır. Alüminyum uygulamasının buğday köklerinde SOD aktivitesini arttırdığını ancak benzer olarak salisilik asit eklemesinin ise SOD miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Haghighi ve ark. (2010) marul bitkisine kadmiyum ve humik asit uygulaması yapmışlardır. Artan kadmiyum oranlarına bağlı olarak marul yapraklarındaki SOD miktarının da arttığını fakat humik asit uygulamasının düşük dozda

(100 mg/L) uygulanması ile SOD miktarının %17 oranında düştüğünü, yüksek dozda (1000 mg/L) uygulamasında ise SOD miktarının %8 oranında arttığını rapor etmişlerdir. Haghighi ve Pessarakli (2013) su kültüründe domates fidesi yetiştirerek 2 farklı dozda humik asit uygulamışlardır. Humik asitin 25 mg/l uygulamasının kontrol grubuna göre SOD aktivitesini düşürdüğü fakat 50 mg/l humik asit uygulamasının yine kontrol grubuna göre düşük olsa da 25 mg/l uygulanan humik asit'e göre arttığını rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar da bizim çalışmamızla paralel olarak salisilik asit ve humik asitin kuraklık etkisi sonucunda artan SOD miktarını düşürdüğü destekler niteliktedirler.

3.3.4. Protein karbonil (PCO) seviyesi



Şekil 3.15. Yeşil Mercimek Fidelerinin Köklerindeki PCO Seviyesi. ^ap < 0,05 K grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Kontrol grubu bitkilerine göre, orta seviye su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki PCO seviyesi %5,7 oranında azalmıştır ve bu azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p=0,050). Şiddetli seviye su stresi uygulanan fidelerin PCO seviyesi

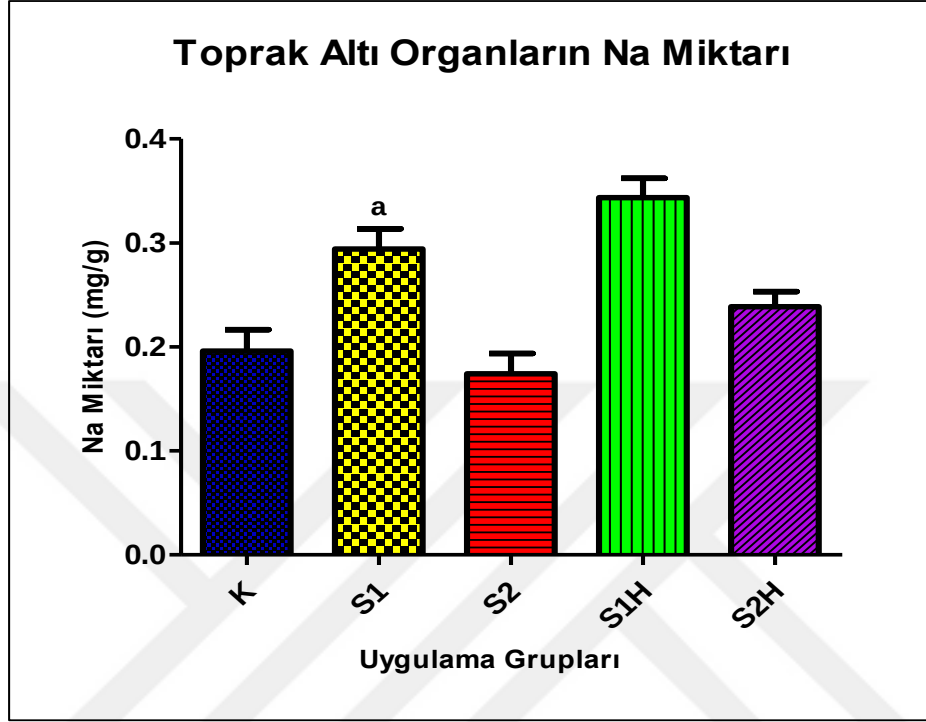
kontrol grubuna göre %1,1 artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,513$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %0,6 ve S2'ye göre S2H de %1,5 oranlarında PCO seviyesini azaltmıştır fakat bu veriler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,513$ ve $p=0,275$).

Cargnelutti ve ark. (2006), salatalık fideleri üzerinde yaptıkları çalışmada, 10 ve 15 gün boyunca 0 ila 500 μM HgCl_2 'ye maruz bırakmışlardır. Büyüme ve biyokimyasal analizler gerçekleştirmiştir. Artan civa konsantrasyonuna bağlı olarak protein karbonil seviyesinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Boscolo ve ark. (2003), mısır bitkisinde alüminyum toksisitesine bağlı olarak oksidatif stresin derecesini tespit etmişlerdir. Peroksidaz (PX), katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri ve protein karbonil (PCO) seviyesi incelenmiştir. Alüminyum toksisitesine bağlı olarak protein karbonil seviyelerinde artış gözlemlenmiştir. Moran ve ark. (1994), su stresi uyguladıkları bezelye bitkisinde peroksidaz, süperoksit dismutaz, askorbat peroksidaz ve monodehidroaskorbat redüktaz aktivitelerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre protein karbonil seviyelerinde su stresine bağlı olarak kontrol grubuna kıyasla stres gruplarında artışlar meydana geldiği belirtilmiştir.

3.4. Humik Asitin Su Stresi Altında Yetişen Yeşil Mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) Na ve K Mineral Kompozisyonları Üzerine Etkisi

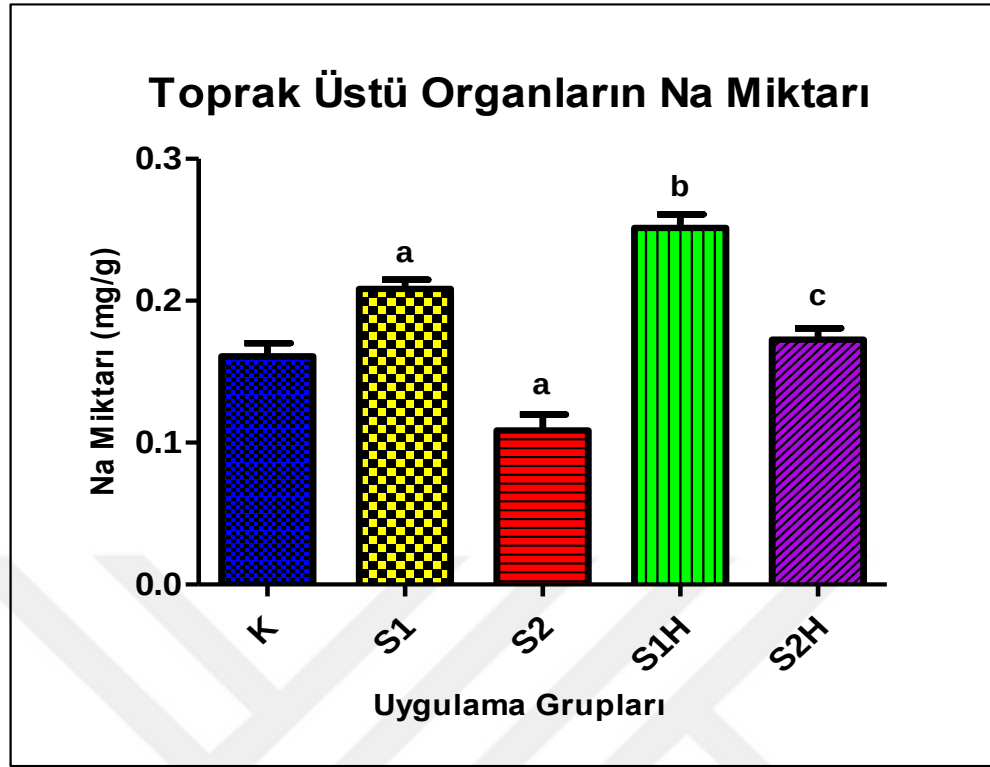
Humik asidin, yeşil mercimek fidelerinin mineral kompozisyonları üzerine olan etkilerinin anlaşılması için toprak altı (kök) ve toprak üstü (gövde ve yaprak) organlarda bulunan Na ve K minerallerinin tespitleri yapılmıştır.

3.4.1. Sodyum (Na) miktarı



Şekil 3.16. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Altı Organlarındaki Na Miktarı. ^ap < 0,05 K grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Toprak altı organlarında, kontrol grubuna göre, orta su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki Na miktarı %50,7 oranında artmıştır ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p=0,009) (Şekil 3.15). Şiddetli su stresi uygulanan bitkilerin Na miktarı kontrol grubuna göre %10,7 azalmıştır ancak bu azalış istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,401). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %16,6 ve S2'ye göre S2H de %42,5 oranlarında Na miktarını arttırmıştır fakat bu veriler istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,115 ve p=0,074).



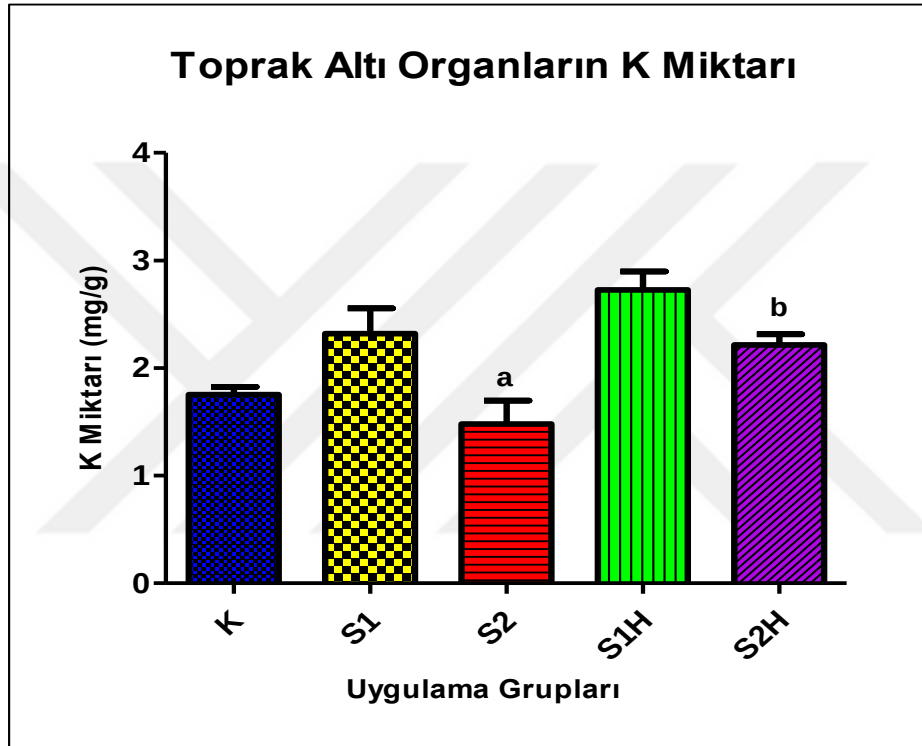
Şekil 3.17. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Üstü Organlarındaki Na Miktarı. ^ap < 0,05 K grubuna göre, ^bp < 0,05 S1 grubuna göre, ^cp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Toprak üstü organlarında, kontrol grubuna göre, orta su stresi uygulanan gruba ait gövde ve yapraklardaki Na miktarı %30 oranında artmıştır ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$) (Şekil 3.16). Şiddetli su stresi uygulanan bitkilerin Na miktarı kontrol grubuna göre %32,5 azalmıştır ve bu azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p=0,006$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %20,6 ve S2'ye göre S2H de %59,2 oranlarında Na miktarını istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırmıştır ($p=0,009$ ve $p=0,001$).

Mercimek bitkisinin kök ve toprak üstü organlarında görülen su stresi ile azalan ancak humik asit ilavesi ile artan Na miktarı, Büyükkeskin ve ark (2015), tarafından yapılan bir çalışma ile benzerlik göstermektedir. Baklaya uygulanan 2 farklı doz alüminyum, Na içeriğinin düşmesine yol açmış, humik asit eklenmiş ve alüminyum ortamında büyüyen bakla köklerinde Na miktarlarında artışlar meydana gelmiştir.

Humik asit kök gelişimini olumlu olarak etkilemekte ve aynı zamanda kök geçirgenliğini de arttırmaktadır (Valdrighi ve ark., 1996). Dursun ve ark. (1998), domates ve patlıcan bitkisi ile yaptıkları çalışmada, humik asit uygulamalarının her iki bitkide de Na içeriğini belirgin bir şekilde arttırdığını belirtmişlerdir. Büyükkeskin (2008), bakla ile yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar elde etmiştir.

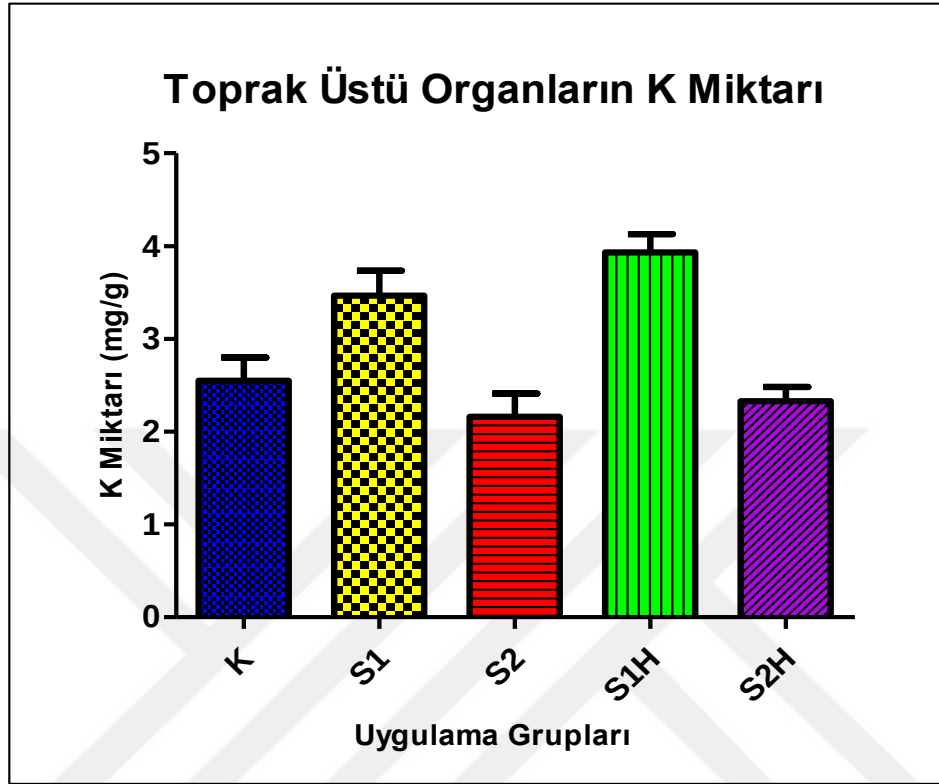
3.4.2. Potasyum (K) miktarı



Şekil 3.18. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Altı Organlarındaki K Miktarı. ^ap < 0,05 K grubuna göre, ^bp < 0,05 S2 grubuna göre. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Toprak altı organlarında, kontrol grubuna göre, orta su stresi uygulanan gruba ait köklerdeki K miktarı %32 oranında artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,172) (Şekil 3.17). Şiddetli su stresi uygulanan bitkilerin K miktarı kontrol grubuna göre %16 azalmıştır ve bu azalışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p=0,027). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H de %17,7 ve S2'ye göre S2H de %50,3 oranlarında K miktarını arttırmıştır. S1 de ki artış

istatistiksel olarak anlamlı değil iken ($p=0,345$) S2H de ki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,012$).



Şekil 3.19. Yeşil Mercimek Fidelerinin Toprak Üstü Organlarındaki K Miktarı. Hata çubukları, ortalamanın standart hatasına göre verilmiştir. K: Kontrol, S1: Orta su stresi, S2: Şiddetli su stresi, S1H: Orta su stresi + humik asit, S2H: Şiddetli su stresi + humik asit.

Toprak üstü organlarında, kontrol grubuna göre, orta su stresi uygulanan gruba ait gövde ve yapraklardaki K miktarı %35,6 oranında artmıştır. Şiddetli su stresi uygulanan bitkilerin K miktarı kontrol grubuna göre %15,2 azalmıştır. S1 grubundaki artış ve S2 grubundaki azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,059$ ve $p=0,600$). Her iki stres grubuna uygulanan humik asit ise S1'e göre S1H'de %13,5 ve S2'ye göre S2H'de %7,8 oranlarında K miktarını arttırmıştır fakat bu artışlarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,208$ ve $p=0,916$).

Kuşvuran (2010), kavun ile yaptığı çalışmada tuz ve su stresi sonucu köklerdeki K iyonunun kontrol bitkilerine göre azalma gösterdiğini belirtmiştir. Lopez ve Satti (1996),

domateste düşük K konsantrasyonu tespit etmiştir. Kaya (2011), su stresi ve tuzluluk uyguladığı fasulye ile yaptığı çalışmasında da çalışmamıza benzer sonuçlar bulmuştur.

Salman ve ark. (2005), karpuz ile yaptıkları çalışmada humik asit konsantrasyonunun artması ile birlikte yapraklarda K içeriğinin de arttığını rapor etmişlerdir. David ve ark. (1994), çalışmalarında, sera ortamında sınırlı besin içeriğe sahip bitki yetiştirme solüsyonuna eklenen humik asitin, domates bitkisinin gövde ve kök K miktarını arttırdığını ve bununla birlikte bitki büyümesi için gerekli olan bütün mineralleri içeren ortama aynı miktarda humik asit uygulamasının domates bitkisinin kök ve gövde K içeriğini yine arttırdığı belirtmiştir.

Samson ve Visser (1989), patates ile yaptıkları çalışmada humik asidin kök hücre zarını geçirgenliğinin artışı uyararak K alımının arttığını rapor etmişlerdir. Rengrudkij ve Partida (2003), avokado bitkisine humik asit uygulaması ile bitki yapraklarındaki K içeriğinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

Elkoyunu ve Kaya (2013), Tuz stresiyle birlikte mercimekte fide K içeriklerinde önemli azalmalar görülmüştür. Denemelerinde kullandıkları üç klor tuzunda da ele alınan tüm çeşitlerde en yüksek potasyum içerikleri tuz uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinden elde edilmiş olup, CaCl_2 , MgCl_2 ve NaCl tuzlarının dozlarındaki artışlara bağlı mercimek fidelerinde potasyum içeriğinin %29,6, %28,9 ve %31,9 azaldığını rapor etmişlerdir. Bulgularımız bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

BÖLÜM 4

4. SONUÇLAR

Su stresi, doğada fark edilmesi zor ancak tarım alanlarındaki bitkilerin büyüme ve gelişim sürecinde toprak neminin bitkinin gereksinim duyduğu miktardan az olduğunda net bir şekilde görülür bir özellik ve önem kazanmaktadır.

Yaptığımız tez çalışması sonucunda humik asitin, su stresi etkisi altında yetiştirilen yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) fidelerinin büyüme parametreleri, antioksidan değerleri ve mineral kompozisyonlarına olan etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu çalışma ile dünya ve ülkemizde tarımı yapılan ve *Fabaceae* (*Leguminosae*) familyasına ait yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) fidelerinin, kontrollü yetiştirme odası koşullarında, saksılarda su stresinin ve bu stresin hafifletilebilmesi için humik asit etkisinin belirlenebilmesine yönelik deneysel araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Deneysel araştırmalarda belirlenen hedeflere uygun olarak; yalnız Hoagland besisi çözeltisi ile kontrol, orta (S1) ve şiddetli (S2) su stresi ile bu stresler üzerine humik asit uygulanması ile sırası ile S1H, S2H deney serilerine ait sekizer örnek sayısına sahip fideler üzerinde çalışmalar yürütülmüştür.

Çalışmamızda elde edilen sonuçların üç ana başlık altında su stresine verdiği yanıtlar değerlendirilmektedir. İlk olarak büyüme parametreleri, ikinci olarak enzim değişimleri ve son olarak mineral kompozisyon etkileşimleri.

Büyüme parametreleri olarak seçtiğimiz değerlerden boy uzunluğunun özellikle şiddetli su stresi uygulamalarında anlamlı olarak düştüğü görülmüştür. Humik asit uygulamalarının hem orta hem de şiddetli stres üzerine olumlu etkileri saptanmıştır. Kök uzunluklarının karşılaştırılmalı istatistiklerine baktığımızda, yine şiddetli su stresinin kök uzamasını anlamlı olarak engellediği dikkati çekmektedir. Humik asit uygulanmış her iki stres seviyesine sahip fidelerin kök uzunluklarında istatistiksel olarak anlamlı uzun köklerle karşılaşmıştır.

Büyüme parametrelerinden yaprak alanları göz önüne alındığında, şiddetli su stresi yaprak alanlarında anlamlı olmayan küçülmelere yol açmıştır. Diğer parametrelerdeki gibi humik asit uygulamalarının her iki stres seviyesi uygulanmış örneklerine kıyasla anlamlı olarak alan artışları dikkat çekici bulunmuştur.

Kök yaş ve kuru ağırlıkları birlikte değerlendirildiğinde paralel sonuçlar alınmıştır.

Şiddetli su stresi en fazla ağırlık kaybına neden olmuştur ancak bu düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Humik asit ile işlem gördüğünde her iki stres uygulanmış fidelerde humik asitin artışlara yol açtığı ancak anlamlı olmadığı görülmektedir.

Büyüme parametreleri arasında bulunan gövde yaş ve kuru ağırlıklarına bakıldığında, şiddetli su stresinin yeşil mercimek fideleri gövde ağırlıklarını daha fazla etkileyerek yaş ağırlıkta anlamlı olarak azalışa yol açmıştır. Stres koşulları ile humik asit ilavesi ile yetişen örneklerde ise gövde yaş ve kuru ağırlıklarında artışların meydana geldiği ancak gerek yaş gerekse de kuru ağırlıklardaki artışın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Yapraklar da yaş ve kuru ağırlıkları açısından diğer büyüme parametrelerine benzer eğilimler göstermiştir. Yani, şiddetli su stresi yaş ve kuru yaprak ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşlere neden olmuştur. Humik asit ilave edilmiş örneklerin değerlendirilmesinde humik asitin her iki stres uygulanan deney gruplarında yaprak yaş ve kuru ağırlıklarında artışlar görülmüş, bu artışların yaş ağırlıklarda her iki stres grubunda; kuru ağırlıklarda ise yalnız orta stres uygulanmış fide yapraklarında istatistiksel olarak anlamlı artışlara yol açmıştır.

Stres ve humik asit uygulanan fidelerin köklerine ait toplam protein miktarı şiddetli su stresi altındaki fidelerde kontrol bitkilere göre azaldığı; humik asit ilave edilmiş fidelerin protein içeriklerinin arttığı ve bu artışlardan orta stres uygulanmış örneklerle ait olanların anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Su stresinin serbest radikallerin miktarlarını değiştirdiği bilinmektedir. Yeşil mercimeğin antioksidan parametreleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için bitkinin köklerinde MDA, GSH, SOD, PCO oranları ölçülmüştür. MDA, kontrol bitkilerdeki bulunan miktarlarına göre şiddetli su stresinde artış göstermiş, orta streste ise hafif bir düşme göstermiştir. Humik asit ilave edilmiş örneklerle ait ölçümlerde her iki stres grubuna ait örneklerde anlamlı olarak MDA miktarlarında azalışlar dikkati çekmektedir.

Glutatyon (GSH) miktarlarının her iki stres grubunda farklı bir eğilim göstermesi ilginç bulunmuştur. Kontrol bitkilerdekine oranla orta su stresinde GSH miktarı azalırken, şiddetli su stresinde anlamlı olarak artmıştır. Humik asit ilavesinin stres grupları ile mukayese edildiğinde her iki stres grubundaki bitkilere ait örneklerinin glutatyon miktarlarının istatistiksel olarak anlamlı olarak azalışları önemli bulunmuştur.

Süperoksit dismutaz (SOD) değerlerinin de her iki stres grubunda kontrol

bitkilerdeki oranlarına göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Orta su stresindeki azalmayı şiddetli su stresindeki anlamlı bir artış takip etmektedir. Humik asit eklenmiş örneklere ait sonuçlar stres grupları ile karşılaştırıldığında her iki deney grubundaki SOD değerlerinin anlamlı olmayan azalışlara yol açtığı görülmektedir.

Protein karbonil (PCO) seviyesi diğer antioksidan parametrelere benzer eğilimler sergilemiştir. Kontrol bitkiler karşılaştırma olarak kullanıldığında, orta su stresinde PCO anlamlı olarak azalmış, şiddetli su stresindeki bitkilerde ise hafif bir artış göstermiştir. Humik asit ilave edilmiş örneklere ait değerler, stres altındaki bitkilerdekine oranla her ikisinde de olmak üzere hafif azalışlara neden olmuştur.

Mineral kompozisyonları açısından Na ve K değerlendirilmiş ve alev fotometresi ölçümleri alınmıştır.

Köklere ait Na miktarı, kontrol bitkiler dikkate alındığında, orta su stresinde anlamlı bir artış söz konusu iken şiddetli su stresinde azalış görülmüştür. Humik asit ilave edilmiş örneklerde, su stresi altındaki bitkilere oranlar her ikisinde de anlamlı olmayan azalışlar ortaya çıkmıştır.

Toprak üstü kısımlara ait Na söz konusu olduğunda eğilimin köklere benzer olduğu dikkati çekmektedir. Orta su stresindeki artış ve şiddetli su stresindeki azalışlar istatistiksel olarak anlamlıdır. Humik asitin neden olduğu artışlar da her iki stres grubunda anlamlı bulunmuştur.

Potasyum beklendiği gibi sodyuma göre yüksek miktarda bulunmuştur. Köklerde, kontrol bitkilerdeki miktarlarına göre, K miktarı orta su stresinde artmış, şiddetli su stresinde ise anlamlı olarak azalmıştır. Humik asit ilavesinin, stres grubundaki bitkilere ait K miktarları ile mukayese edildiğinde her humik asit ilave edilmiş fidedelerde artışlar söz konusudur. Artışlardan şiddetli su stresinde humik asit eklenmiş örneklerdeki K miktarının anlamlı olduğu görülmüştür.

Toprak üstü organlar (sürgünler) açısından K miktarı köklerdekine benzer durumdadır. Kontrol bitkiler ile karşılaştırıldığında K konsantrasyonu orta su stresinde

artmış, şiddetli su stresinde ise azalmıştır. Her iki değişim de anlamlı bulunmamıştır. Humik asit ilave edilmiş örneklerle, su stresine maruz bırakılmış örneklerdeki K miktarları ile karşılaştırıldığında, bu örneklerdeki artışların istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma materyali olarak seçilen tescilli yeşil mercimek tohumlarının orta su stresine karşı dirençli olduğu hatta bu stres koşulları altında büyüme ve gelişmesini en iyi şekilde sürdürebildiği görülmektedir. Humik asit uygulamalarının ise, orta ve şiddetli su stresini uygulanan mercimek fidelerinin her ikisine de olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Yeşil mercimek tohumlarının kullanılması ile küresel ısınma ve yağış dengesizliklerinin yanında su kaynaklarının yetersizlikleri gibi önemli sorunlar altında sağlayacağı bilgilerin ülkemiz tarımına ve yeşil mercimek üreticilerine yol gösterici özellikler taşıması, bu deneylerden alınan kanıtlarla önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Abdalla, M.M., El-Khoshiban, N.H., (2007). The influence of water stress on growth, relative water content, cratere stigma wilmsii pigments, some metabolic and hormonal contents of two Triticum aestivum cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3 (12), 2062-2074.
2. Adak, M.S., Guler, M., Kayan, N., (2010). Yemeliklik Baklagillerin Uretimini Artırma Olanakları, Ziraat Muhendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, Türkiye.
3. Adda, A., Sahnoune, M., Kaid-Harch, M., Merah, O., (2005). Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. Comptes Rendus Biologies, 328, 918–927.
4. Akay, A., Önder, M., (2004). Nohut Çeşitlerine Çinkolu Gübre Uygulamasının Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım, Sanayi, Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, Türkiye, 573-580.
5. Akçin, A., (1988). Yemelik dane baklagiller ders kitabı, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Konya, Türkiye, 43-8.
6. Akıncı, Ş., (1997). Physiological Responses to Water Stress by Cucumis sativus L. and Related Species. Ph. D. Thesis, University of Sheffield. U.K., 8-11.
7. Akıncı, Ş., (2011). Humik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23, 1, 46 - 56.
8. Aktaş, M., Ateş, A., (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara, Türkiye.
9. Alp, Y., Kabay, T., (2017). Kuraklık Stresinin Yerli ve Ticari Domates Çeşitlerinde Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi / Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences, 22(2), 86-96.
10. Anbessa, Y., Bejiga, G., (2002). Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. Genetic Resources and Crop Evolution, 49, 557–564.
11. Arancon, N.Q., Lee, S., Edwards, C.A., Atiyeh, R., (2003). Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicompost on growth of greenhouse plants. Pedobiologia, 47, 741.

12. Arvind, P., Prasad, M.N.V., (2003). Zinc alleviates cadmiuminduced oxidative stress in *Ceratophyllum demersum* L. A free-floating freshwater macrophyte. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41: 391-7.
13. Ashraf, M., Foolad, M., (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
14. Ashraf, M., Iram, A., (2005). Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200(6), 535-546.
15. Aydoğan, A., Aydın, N., Karagöz, A., Karagül, V., Horan, A., Gürbüz, A., (2003). İç Anadolu ve kuzey geçit bölgelerindeki yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) genetik kaynaklarının toplanması, karakterizasyonu ve ön değerlendirmesi, 5, 13-17.
16. Banta, S., Mendoza, C.V., (1984). *Organic Matter and Rice*, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines, 93.
17. Baran, A., Doğan, M., (2014). Tuz stresi uygulanan soyada (*Glycine max* (L) Merr.) salisilik asidin fizyolojik etkisi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 78-84.
18. Bastida, F., Kandeler, E., Hernández, T., García, C., (2008). Long-term effect of municipal solid waste amendment on microbial abundance and humus-associated enzyme activities under semiarid conditions, *Microbial Ecology*, 55, 651–661.
19. Başaran, E., (2016). Cr, tuz ve kuraklık stresi altında geliştirilmiş ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinde hücre döngüsü genlerinden Retinoblastoma (Rb), Myelocytomatosis (Myc) ve E2F genlerine ait mRNA ifade seviyelerinin belirlenmesi (Doctoral dissertation).
20. Bat, M., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., (2019). Kuraklık Stresi Altındaki Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)’ da Deniz Yosununun Büyüme Parametreleri, Toplam Fenolik ve Antioksidan Madde Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 29, Sayı 3, 496-505.
21. Bayraklı, F., (1987). *Toprak ve Bitki Analizleri*. 19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay, (17).

22. Baysal, A., (1988). Türk Mutfağında Mercimek ve Nohut Yemekleri, Herkes için Mercimek Sempozyumu, 29-30.
23. Becker, E.M., Nissen, L. R., Skibsted, L.H., (2004). Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Technology*, 219(6), 561-571.
24. Beutler E., Duron O., Kelly B.M., (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 61: 882.
25. Bidegain, R.A., Kaemmerer, M., Guisresse M., Hafidi, M., (2000). Effects of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass. *Cambridge University Press*, Volume 134, Issue 3, pp. 259-267.
26. Blum, A., (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112 (2- 3), 119-123.
27. Boscolo, P.R.S., Menossi, M., Jorge, R.A., (2003). Aluminium induced oxidative stress in maize. *Phytochem* 62,181–189.
28. Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., Paslı, N., (2001). *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara, Türkiye.
29. Boyer, J.S., (1982). Plant productivity and environment potential for increasing crop plant productivity, genotypic selection. *Science*, 218, 443-448.
30. Bradford, M. M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
31. Brady, N.C., (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10th Edition, Macmillan Publishing Company, New York, USA.
32. Büyükkeskin, T., (2008). Humik Asitin *Vicia faba* L. (Bakla) da Fide Gelişimine ve Alüminyum Toksisitesine Etkisinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

33. Büyükkeskin, T., Akıncı, Ş., (2011). The effects of humic acid on above-ground parts of broad bean (*Vicia faba* L.) seedlings under Al³⁺ toxicity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(3), 539-548.
34. Büyükkeskin, T., Akıncı, Ş., Eroğlu, A., Erdoğan, B. E., (2009). The Effect of Humic Acid on Nutrient Composition in Broad Bean (*Vicia faba* L.) Roots, *Notulae Scientia Biologicae*, 1(1), 81-87.
35. Büyükkeskin, T., Akıncı, Ş., Eroğlu, A.E., (2015). Effects of humic acid on root development and nutrient uptake of *Vicia faba* L. (Broad Bean) seedlings grown under aluminum toxicity. *Communications in soil science and plant analysis*, 46(3), 277-292.
36. Can, N., (2013). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi (yüksek lisans tezi). AMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
37. Cargnelutti, D., Tabaldi, L.A., Spanevello, R.M., Jucoski, G.O., Battisti, V., Redin, M., Linares, C.E.B., Dressler, V.L., Flores, M.M., Nicoloso, F.T., Morsch, V.M., Schetinger, M.R.C., (2006). Mercury toxicity induces oxidative stress in growing cucumber seedlings. *Chemosphere* 65:999–1106.
38. Cechin, I., Rossi, S.C., Oliveira, V.C., Fumis, T.F., (2006). Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sun flower plants under water deficit. *Photosynthetica* 44, 143–146.
39. Chartzoulakis, K., Klapaki, G., (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulture*, 86, 247- 260.
40. Chen, Y., Avnimelech, Y., (1986). The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publisers, Dordrecht, 80.
41. Chen, Y., Clap, C.E., Magen, H., (2004). Mechanisms of Plant Growth Stimulation by Humic Substances: The Role of Organo-iron Complexes, *Soil Science and Plant Nutrition*, 50, 1089.
42. Comporti, M., (1993). Lipid peroxidation. Biopathological significance. *Molecular aspects of medicine*, 14(3), 199-207.

43. Craufurad, P.Q., Wheeler, T.R., Ellis, R. H., Summerfield, R. J., Prasad, P.V.V., (2000). Escape and tolerance to high temperature at flowering in groundnut. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 135, 371-378.
44. Çakmakçı, R., (2009). Stres Koşullarında ACC Deaminaze Üretici Bakteriler Tarafından Bitki Gelişiminin Teşvik Edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 109-125.
45. Çevik, S., Ünyayar, S., (2015). The effects of exogenous application of ascorbate and glutathione on antioxidant system in cultivated *Cicer arietinum* and wild type *C. reticulatum* under drought stress. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 19(1), 91–97.
46. Çokkızgın, A.M., Çölkesen, K., Kayhan, K., Aygan, M., (2005). Kahramanmaraş Koşullarında Değişik Kışlık Mercimek (*Lens culinaris Medik.*) Çeşitlerinde Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 285-290.
47. Dahle, L. K., Hill, E.G., Holman, R.T., (1962). *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 98, 253-260.
48. Dalle-Donne, I., Rossi, R., Giustarini, D., Milzani, A., Colombo, R., (2003). Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress. *Clinica Chimica Acta*, 329(1–2), 23–38.
49. David, P.P., Nelson, P.V., Sanders, D.C., (1994). A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, 17(1), 173 – 184.
50. Davies, K.J., (2000). Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems. *IUBMB life*. 50(4-5), p. 279-289.
51. Delavari, M., Enteshari, S., Manoochehri Kalantari, K., (2014). Effects of Response of *Ocimum basilicum* to the interactive effect of salicylic acid and salinity stress, *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(2), 983-990.
52. Delavari, P.M., Baghizadeh, A., Enteshari, S.H., Kalantari, K.M., Yazdanpanah, A., Mousavi, E.A., (2010). The Effects of Salicylic Acid on Some of Biochemical and Morphological Characteristic of *Ocimum basilicum* under Salinity Stress. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(10), 4832-4845.

53. Demiral, T., Ölçer, H., Dilsiz, N., (2012). Kuraklık Stresi Koşullarında Nitrik Oksit Uygulamalarının Yerel ve Yabancı Karpuz Genotiplerinin Gelişimi Üzerine Etkisi.
54. Dolferus, R., (2014). To grow or not to grow: A stressful decision for plants., *Plant Science*, 2229, 247-261.
55. Durak, I., Canbolat, O., Kavutçu, M., Öztürk, H. S., & Yurtarslani, Z., (1996). Activities of total, cytoplasmic, and mitochondrial superoxide dismutase enzymes in sera and pleural fluids from patients with lung cancer. *Journal of clinical laboratory analysis*, 10(1), 17-20.
56. Dursun, A., Güvenç, İ., Turan, M., (1998). Macro and micro nutrient contents of tomato and egg plant seedling in relation to humic acid applications. *International Workshop On Improved Crop Quality by Nutrient Management, Abstracts*, Bornova, İzmir, 28 October 1998.
57. Ecem, N., (2010). Farklı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşit ve Hatlarında Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.
58. Edreva, A., (1998). Stres physiology, definition and concepts of stres. Classification of stress factors, approaches applied in stress research. *Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu*. İzmir-EBİLTEM, Bornova.
59. El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., El-Baky, M. M.H. A., Mahmoud, A.R., (2010). Response of Snap Bean Plants to Mineral Fertilizers and Humic Acid Application, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(2), 169-175.
60. Elkoyunu, R., (2013). Mercimek'te farklı klor tuzlarının çimlenme ve fide gelişimine etkileri. PhD Thesis. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
61. Erman, M., (1998). Van Ekolojik Koşullarında Azotlu Gübre Dozları ve Rhizobium Aşılmasının Bazı Kışlık Mercimek Çeşitlerinde Verim ve Verim ile İlgili Karakterlere Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
62. Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P., (2008). Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource technology*, 99(10), 4206-4212.

63. Fageria, N.K., (2009). The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York, USA.
64. FAO, (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim tarihi: 02-14 Mayıs 2019
65. Farooq M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Rehman, H., (2009b). Exogenously applied nitric oxide enhances the drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 2009a, 195, 254–61.
66. Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Cheema, Z.A., Cheema, M.A., Khaliq, A., (2008). Physiological role of exogenously applied glycine betaine to improve drought tolerance in aromatic rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 194:325–333. Suzuki, N., Rivero, R.M., Shulaev, V., Blumwald, E., Mittler, R., (2014). Abiotic and biotic stress combinations. New Phytologist, 203(1):32-43.
67. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., (2009). Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. Agronomy for Sustainable Development., 29: 185-212.
68. Fırat, B. (1998). Bitki nasıl beslenir. Atlas kitabevi.
69. Fong, S.S., Seng, L., Majri, N. B., Mat, H. B., (2007). A comparative evaluation on the oxidative approaches for extraction of humic acids from low rank coal of Mukah, Sarawak. Journal of the Brazilian Chemical Society, 18(1), 34-40.
70. Foth, H.D., (1984). Fundamentals of Soil Science. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
71. Foyer, C.H., (1997). Hydrogen peroxide and glutathione associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. Physiologia Plantarum. 100(2): p. 241-254.
72. Foyer, C.H., Trebst, A., Noctor, G., (2005). Signaling and integration of defense functions of tocopherol, ascorbate, and glutathione. In Photoprotection, Photoinhibition, Gene Regulation, and Environment (eds B. Demmig - Adams & W. W. Adams), pp. 00-00. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, in press.
73. França, C., Pham, M.G., Pimentel, T.A.T., Pereyra, C., Rosiello, R.O., Zuily-Fodil, Y., Laffray, D., (2000). Differences in growth and water relations among Phaseolus

vulgaris in response to induced drought stres. Environmental and Experimental Botany 43; 227-237

74. Fridovich, I., (1986). Biological effect of superoxide radical. Archives of Biochemistry and Biophysics, 247: 1-11.

75. Fu Jiu, C., Dao, Q.Y., Quing, S.W. (1995). Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese), Yingyong Shengtai Xuebao 6, 363–367.

76. Gardiner, D.T., Miller, R.W. (2008). Soils in Our Environment. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.

77. Gill, S., Tuteja, N. (2010). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Machinery in Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants. Plant Physiology and Biochemistry 48(12): 909–30.

78. Grenthe, I., Puigdomenech, I. (1997). Modelling in Aquatic Chemistry, OECD Nuclear Energy Agency, Paris, Fransa 154.

79. Gülümser, A., (2016). Dünyada ve Türkiye’de yemelik dane baklagillerin durumu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-1):292-298.

80. Gür, İ., (2018). Su Stresi Uygulamalarının bazı armut anaçlarında morfolojik ve biyokimyasal değişimlere etkileri (doktora tezi). SDÜ, Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.

81. Gürel, A., Avcıoğlu, R., (2001). Bitkilerde Abiyotik Stres Faktörlerine Dayanıklılık Mekanizmaları. pp. 288-326. In: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M. (Eds.), Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği, S.Ü. Vakfı Yayınları, İzmir, Türkiye.

82. Güzel, A., (2006). Kuraklık stresine maruz bırakılan domates bitkilerinde bazı fizyolojik ve büyüme parametreleri üzerine absisik asit (ABA) ve kalsiyum’un (Ca²⁺) etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 90.

83. Haghighi, M., Kafi, M., Fang, P., Gui-Xiao, L., (2010). Humic acid decreased hazard of cadmium toxicity on lettuce (*Lactuca sativa* L.). Vegetable Crops Research Bulletin, 72: 49–61.

84. Haghighi, M., Pessarakli, M., (2013). Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. *Scientia Horticulturae*, 161:111–117.
85. Hajibabae, M.İ., Azizi, F., Zargari, K., (2012). Effect of drought stress on some morphological, physiological and agronomic traits in various foliage corn hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 12(7):890–896.
86. Harris, D., Tripathi, R. S., Joshi, A., (2002). On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in dry direct-seeded rice, in: (Editörler: Pandey, S., Mortimer, M., Wade, L., Tuong, T. P., Lopes, K., Hardy, B.). *Direct seeding: Research Strategies and Opportunities*, International Research Institute, Manila, Philippines, pp. 231-240.
87. Heath, R.L., Packer, L., (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of biochemistry and biophysics*, 125(1), 189-198.
88. Hoagland D.R., Arnon, D.I., (1950). The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, 347, 1–32.
89. Hoiser, S., Bradley, L., (2004). Guide to symptoms of plant nutrient deficiencies. The Universty of Arizona Cooperative Extension Publication, AZ1106 5/99, Pages: 1-3.
90. Hu, Y., Burucs, Z., Tucher, S., Schmidhalter, U., (2007). ShortTerm Effects of Drought and Salinity on Mineral Nutrient Distribution Along Growing Leaves of Maize Seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 268–275.
91. Hurd, E.A., (1976). Plant breeding for drought resistance. p. 317– 353. In T.T. Kozlowski (ed.) *Water deficits and plant growth*, vol. 4: Soil water measurement, plant responses, and breeding for drought resistance. Academic Press, New York, USA.
92. Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Ashraf, M.Y., Cheema, M.A., (2008). Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194,193-199.
93. Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Khan, M.B., Akram, M., Saleem, M.F., (2009). Exogenous glycine betaine and salicylic acid application improves water relations, all ometry and quality of hybrid sunflowe runder water deficit conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195:98–109.

94. Jones, C., Jacobsen, J., (2001). Plant Nutrition and Soil Fertility. Nutrient management module 2. Montana State University Extension Service. Publication, 4449–4452.
95. Jood, S., Chauhan, B.M., Kapoor, A.C., (1988). Contents and digestibility of carbohydrates of chick pea and black gram as affected by domestic processing and cooking. Food Chemistry, 30, 113–127.
96. Kabay, T., (2014). Determination of Drought and High Temperature Tolerant and Sensitive Bean Genotypes in Lake Van Basin. (Ph.D. Thesis), Faculty of Agriculture, Van YüzüncüYıl University, Van, Turkey, (in Turkish).
97. Kabay, T., Şensoy, S., (2016). Kuraklık Stresinin Bazı Fasulye Genotiplerinde Oluşturduğu Enzim, Klorofil ve İyon Değişimleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (3), 380-395.
98. Kaçar, B., (1972). Chemical analysis of plant and soil. II. Plant Analysis. AUFA, (453).
99. Kaçar, B., Katkat, V., (2010). Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Kızılay-Ankara
100. Kantarcı, M.D., (2000). Toprak İlmi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
101. Kardaş, Ş., Ökmen G., (2014). ACC Deaminaz ve Mikroorganizmalar. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 7(1): p. 69-78.
102. Karipçin, M.Z., (2009). Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, Türkiye.
103. Kaya, E., (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 213s.
104. Kaya, M. D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy. 24(4):291-295.

105. Kıran, S., Kuşvuran, S., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., (2014). Tuz Stresine Tolerans Seviyesi Farklı Domates Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (3), 41-48.
106. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1): 20-30.
107. Kiani, S.P., Talia, P., Maury, P., Grieu, P., Heinz, R., Perrault, A., Nishinakamasu, V., Hopp, E., Gentzbittel, L., Paniego, N., Sarrafi, A., (2007). Genetic analysis of plant water status and osmotic adjustment in recombinant in bredlines of sunflower under two water treatments. *Plant Science* 172:773–787.
108. Kramer, P.J., (1980). Drought stress and the origin of adaptations. In: N.C. Turner & P.J. Kramer (Eds.) *Adaptation of plants to water and high temperature stress*, pp. 7-20. John Wiley and Sons, New York, USA.
109. Kukreja, S., Nandval, A.S., Kumar, N., Sharma, S.K., Unvi, V., (2005). Plant water status, H₂O₂ scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. *Biologia Plantarum*, 49: 305-8.
110. Kulikova, N.A., Stepanova, E.V., Koroleva, O.V., (2005). Mitigating Activity of Humic Substances Direct Influence on Biota, Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice, Perminova, I.V., Hatfield, K., Hertkorn, N. Springer, Netherlands, 285.
111. Kurhan, Ş., (2012). Fulvik ve Humik Asitlerin *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s, Ankara, Türkiye.
112. Kurum, R., Ulukapi, K., Aydınsakir, K., Onus, A. N., (2013). The influence of salinity on seedling growth of some pumpkin varieties used as rootstock. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca* 41, 219–225.
113. Kuşvuran, S., Abak, K., (2012). Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28 (5): 209-219

114. Kuşvuran, Ş., (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (doktora tezi). ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 356.
115. Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., (2017). Effects of drought stress on physiological and biochemical changes in *Phaseolus vulgaris* L., *Legume Research*, 40(1): 55-62.
116. Lambers H., Chapin, F., Pons, T., (2008). *Plant physiological ecology*. Springer, New York, USA, p. 540.
117. Larcher, W., (2003). *Physiological Plant Ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*, 4th. Edition, Springer, New York (2003) s 513.
118. Levine, R. L., Garland, D., Oliver, C.N., Amici, A.I., Climent, A.G., Lenz, B.W., Shaltiel, S., Stadtman, E.R., (1990). Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. 200. *Methods Enzymol.* 186: 464–478.
119. Lopez, M.V., Satti, S.M.E., (1996). Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stres. *Plant Science* Volume 114, Issue 1, 9 February, Pages 19-27.
120. Mahajan, S., Tuteja, N., (2005). Cold, salinity and drought stresses; an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444:139-158.
121. Manivannan, P., Jaleel, C.A., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., (2008). Osmoregulation and antioxidant metabolism in drought stressed *Helianthus annuus* under triadimefon drenching. *Comptes Rendus Biologies.*, 331: 418–425.
122. McCauley, A., Jones, C., Jacobsen, J., (2009). *Nutrient Management*. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.
123. Meganid, A.S., Al-Zahrani, H.S., EL-Metwally, M.S., (2015). Effect of humic acid application on growth and chlorophyll contents of common bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress conditions. *International Journal of Engineering Technologies*, 4(5):2651–2660.

124. Mishra, V., Cherkauer, K. A., (2010). Retrospective droughts in the crop growing season: Implications to corn and soybean yield in the Midwestern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(7), 1030-1045.
125. Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y., Vidal, A., (1994). Estimating crop water deficit using the relation between surfaceair temperature and spectral vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 49, 246–263.
126. Motaghi, S., Nejad, T.S., (2014). The effect of different levels of humic acid and potassium fertilizer on physiological indices of growth. *International Journal of Biosciences*, 5(2): 99-105.
127. Muscolo, A., Panuccio, M. R., Sidari, M., Nardi, S., (2005). The effects of humic substances on pinus callus are reversed by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Journal of Chemical Ecology*, 31, 577–590. doi: 10.1007/s10886-005-2046-1
128. Noctor, G., (2002). Interactions between biosynthesis, compartmentation and transport in the control of glutathione homeostasis and signalling. *Journal of experimental botany*. 53(372): p. 1283-1304.
129. Nonami, H., (1998). Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials, *Journal of Plant Research*, 111, 373-382.
130. Okçu, G., Kaya, M. D., Atak, M., (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29:237-242.
131. Osakabe, Y., Arinaga, N., Umezawa, T., Katsura, S., Nagamachi, K., (2013). Osmotic stress responses and plant growth controlled by potassium transporters in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 25, 609–624.
132. Öncel, I., Keleş, Y., (2002). Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler. *Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2).
133. Özkaya, B., Özkaya, H., Eren, N., (1998). Değişik Tarla Bitkilerinden Sonra Ekilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Pişme Kaliteleri ve Kimyasal Özellikleri. I, Verim Bazı Özellikler ve Pişme Kalitesi. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3 (6).

134. Öztürk, A., (1999). Ekmeklik buğday genotiplerinde kuraklığa dayanıklılık, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 1237-1247.
135. Palmer, J., Kalina, M., (1968). The reduction of tetrazolium salts by plant mitochondria. Histochemie 14: 366-374.
136. Pan, Q., Zhan, J., Liu, H., Zhang, J., Chen, J., Wen, P., Huang, W., (2006). Salicylic acid synthesized by benzoic acid 2-hydroxylase participates in the development of thermotolerance in pea plants. Plant Science, 171(2): 226-233.
137. Pellet, P., (1988). İnsan beslenmesinde mercimek ve nohut'un yeri, Herkes için Mercimek Sempozyumu, 29-30.
138. Piccolo, A., Celano, G., Pietramellara, G., (1993). Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). Biology and Fertility of Soils, 16, 11.
139. Puglisi, E., Fragoulis, G., Ricciuti, P., Cappa, F., Spaccini, R., Piccolo, A., Trevisan, M., Crecchio, C., (2009). Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizosphere under maize (*Zea mays* L.). Chemosphere. 77: 829-837. 10.1016/j.chemosphere.2009.07.077.
140. Rengruds, P., Partida, G.J., (2003). Effects of Humic Acid And Phosphoric Acid on Grafted Hass Avocado on Mexican Seedling Rootstocks, Proceedings V World Avocado Congress 395.
141. Sabra, A., Daayf, F., Renault, S., (2012). Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. Scientia Horticulturae, 135: 23-31.
142. Salisbury, F.B., Ross, C.W., (1985). Plant Physiology Wadsworth Publishing Company, California, 468.
143. Salisbury, F.B., Ross, C.W., (1992). Mineral Nutrition, Absorption of Mineral Salts, Stress Physiology, Plant Physiology 4 Edition Wadsworth Pub. Co. ISBN. 0-534-15162-0, 116-135, 136-160, 575-600.
144. Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Nemr, M.A., (2005). Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. Journal of Applied Sciences Research, 1, 51.

145. Samson, G., Visser, S.A., (1989). Surface-active effects of humic acids on potato cell membrane properties. *Soil Biology and Biochemistry*, 21, 343.
146. Sangeetha, M., Singaram, P., Devi, R.D., (2006). Effect of Lignite Humic Acid and Fertilizers on the Yield of Onion and Nutrient Availability. In 18 World Congress of Soil Science July 9-15, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
147. Sani, B., Farahani, H.A., (2010). Effect of P₂O₅ on coriander induced by AMF under water deficit stress. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 2 (4), 52-58.
148. Sarıoğlu, G., Velioğlu, Y. S., (2018). Baklagillerin Bileşimi. *Akademik Gıda*, 483–496.
149. Sayfzadeh, S., Rashidi, M., (2011). Response of antioxidant enzymes activities of sugar beet to drought stress. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6:27–33.
150. Scandalios, J.G., (1993). Oxygen stress and superoxide dismutase. *Plant Physiology*, 101: 7-12.
151. Schafer, F.Q., (2002). Comparing f-carotene, vitamin E and nitric oxide as membrane antioxidants. *Biological chemistry*. 383(3-4): p. 671-681.
152. Schmidt, W., Santi, S., Pinton, R., (2007). Water-extractable humic substances alter root development and epidermal cell pattern in *Arabidopsis*. *Plant Soil* 300, 259–267.
153. Sekmen, A.H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., (2005). Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 42(1): 85-95.
154. Sepetoğlu, H., (2002). Yemeklik Dane Baklagiller, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları: 24/4, İzmir, Türkiye.
155. Serraj, R., Sinclair, T.R., (2002). Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions *Plant Cell Environment*, 25:333–341.
156. Shacter, E., (2000). Quantification and significance of protein oxidation in biological samples. *Drug metabolism reviews*, 32(3-4), 307-326.
157. Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.A., Zhao, C-X., (2008). Water-deficit Stress-induced Anatomical Changes in Higher Plants, *Comptes Rendus Biologies*, 331(3), 215-225.

158. Sheteiwy, M. S., Dong, Q., An, J., Song, W., Guan, Y., He, F., Hu, J., (2017). Regulation of ZnO nanoparticles-induced physiological and molecular changes by seed priming with humic acid in *Oryza sativa* seedlings. *Plant Growth Regulation*, 83(1), 27-41.
159. Shirazi M.U., Ashraf, M.Y., Khan, A., Naqvi, M.H., (2005). Potassium induced salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2: 233-236.
160. Shou, H., Zhu, D., Chen, C., Zhu, W., Zhu, S., (1991). The initial study of responses and physiological indexes for drought tolerance in eight soybean varieties under drought condition. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*:278–281.
161. Siddique, M. R. B., Hamid, A., Islam, M. S., (2001). Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41, 35-39.
162. Skirycz, A., Vandenbroucke, K., Clauw, P., Maleux, K., De Meyer, B., Dhondt, S., Pucci, A., Gonzalez, N., Hoeberichts, F., Tognetti, V.B., Galbiati, M., Tonelli, C., Van Breusegem, F., Vuylsteke, M., Inzé, D., (2011). Survival and growth of *Arabidopsis* plants given limited water are not equal. *Nature Biotechnology* 29:212–214.
163. Soydam, A.S., Aras, S., (2012). Relationships among lipid peroxidation, enzyme activity and gene expression profiles of superoxide dismutase (SOD) in *Lycopersicum esculentum* L. exposed to cold stress, (unpublished manuscript).
164. Sparks, D.L. (2003)., *Environmental Soil Chemistry*, Second Edition, Academic Pres, 82.
165. Sposito, G., (1996). *The Environmental Chemistry of Aluminum*, CRC Pres, 186.
166. Stadtman, E.R., Levine, R.L., (2003). Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. *Amino acids*, 25(3-4), 207-218.
167. Stevenson, F. J., (1994). *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. John Wiley & Sons.
168. Sun, Y. I., Oberley, L. W., & Li, Y., (1988). A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical chemistry*, 34(3), 497-500.

169. Şehirli, S., (1988). Grain legume crops. Ankara University, Faculty of Agricultural Engineering, Ankara, Turkey 1089 (314), p. 435.
170. Şimşek, O., (2010). Türkiye’de Tarım Yılı Kuraklık Değerlendirmesi ve Bitki Gelişim Modeli ile Buğdayda Kuraklık-Verim Analizi. A.Ü. Ziraat Fakültesi (Doktora Tezi, Ankara).
171. Taiz, L., Zeiger, E., (1991). Plant Physiology The Benjamin. Cummings Redwood City 565.
172. Taiz, L., Zeiger, E., (2006). Plant Physiology. 4th Ed. Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts.
173. Tan, K.H., Noparombodi, V., (1979). Effects of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays* L.). Plant Soil, 51, 283.
174. Taşgın, E., Nadaroğlu, H., Adıgüzel, A., Baltacı, M. Ö., Sönmez, Z., (2017). Soya Bitkisindeki Glutasyon Redüktaz Aktivitesi ve mRNA Seviyesinin Kuraklık Stresinde Salisilik Asit ile Değişimleri. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 48-52.
175. Thenmozhi, S., Natarajan, S., Selvakumari, G., (2004), Effect of Humic Acid on Quality Parameters of Groundnut. Crop Research, 27, 210-213.
176. Tipping, E., (2002). Cation Binding by Humic Substances, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 12, 4.
177. Tiwari, B. K., Gowen, A., McKenna, B., (2011). Pulse foods: Processing, quality and nutraceutical applications. En: Food, science and technology, international series (pp. 131, 138, 139, 386). San Diego, CA: EU: Academic Press, Elsevier.
178. TMO, (2020). <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hubbaklidurumu.pdf> (Erişim Tarihi: 13.09.2020).
- 179.TMO,(2018).<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/bakliyatsektorraporu2018.pdf> (Erişim Tarihi: 13.09.2020).
- 180.TMO,(2019).<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/bakliyat2019.pdf> (Erişim Tarihi: 13.09.2020).

181. Trowell, H., Burkitt, D., Heaton, K., (1985). Dietary Fibre, Fibre- Depleted Foods and Disease, Academic Press, London, England, 433p.
182. Tuberosa, R., (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Frontiers in Physiology* 3, 347:1-26.
183. Tucker, M.R., (1999). Essential Plant Nutrients: Their Presence in North Carolina Soils and Role in Plant Nutrition, North Carolina Department of Agriculture & Consumer Services, Miscellaneous Publication, 2-9.
184. Turner, N.C., Blum, A., Çakır, M., Steduto, P., Tuberosaand, R., Young, N., (2014). Strategies to increase the yield and yield stability of crops under drought – are we making progress Functional. *Plant Biology*. 41:1199–206.
185. Uysal, D., Ozdener, Y., Aydin, B., Demir, E., (2009). Determination of ameliorating effect of salicylic acid on toxicity of aluminum in wheat roots. *Fresenius Environmental Bulletin* 18: 32–39.
186. Ünsal, H., (2007). The effect of humic acid and Zn applications on yield and N, P, K contents of two different chickpea varieties in alchaline soils. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van*.
187. Valdrighi, M.M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., Valini, G., (1996). Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth with in a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: A comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58, 133.
188. Van V.H., (2007). Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability. *Environment and Natural Resources Series No. 11.*, Rome, Italy Food & Agriculture Organization.
189. Wang, H. L., Lee, P. D., Chen, W. L., Huang, D. J., Su, J. C., (2000). Osmotic stress-induced changes of sucrose metabolism in cultured sweet potato cells, *Journal of Experimental Botany*, volume 51, pages 1991–1999.
190. White, R.E., (2006). Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource. 4th Edition, Wiley-Blackwell Scientific Publication, London, United Kingdom.

191. Wild, A., (1993). Soils and The Environment: An Introduction. 1st Edition, Cambridge University Pres, UK.
192. Wilhite, D.A., Glantz, M. H., (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. Water international, 10(3), 111-120.
193. Yaban, İ., Kabay T., (2019). Kuraklık Stresinin Urfa Biberinde İyon Klorofil ve Enzim İçerikleri Üzerine Etkisi. Toprak Su Dergisi 8.1: 11-17.
194. Yağmur, B., Okur, B., (2017). Potasyum ve humik asit uygulamalarının yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin gelişimine etkisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4:3, 210-217.
195. Yağmur, Y., (2008). Farklı asma (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin kuraklık stresine karşı bazı fizyolojik ve biyokimyasal tolerans parametrelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 108s., İzmir, Türkiye.
196. Yaşar, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., (2012). Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Çalışmalarında Antioksidant Enzim Aktiviteleri ile Dayanıklılık Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya, S: 472-477
197. Yılmaz, C., (2007) Humik ve fülvik asit. Hasad Bitkisel Üretim, Ocak 260, 74.
198. Yin, C., Wang, X., Duana, B., Luob, J., (2005). Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric *Populus* species as affected by water stress. Environmental and Experimental Botany 53, 315-322.
199. Zeid, I.M., Shedeed, Z.A., (2006). Response of alfalfa to putrescine treatment under drought stress. Biologia Plantarum, 50 (4), 635-640.

İNTERNET KAYNAKLARI

1. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Belgeler/Tescilli%20%C3%87e%C5%9Fitlerimiz/Mercimek/sultan-1.pdf>
2. <https://www.tarimtedarik.com/ProductImages/103374/big/premium-sivi-gubre.jpg>

ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI : HALİT BURAK KATIRCIOĞLU

DOĞUM TARİHİ VE YERİ: 06.05.1994 KADIKÖY/İSTANBUL

E-POSTA : burak.katircioglu764@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU : Yüksek Lisans

TELEFON : 0531 375 07 40

Derece	Alan	Üniversite	Başlangıç Yılı
Ortaöğretim	Sayısal	Kadıköy Kemal Atatürk Anadolu Lisesi	2008-2012
Lisans	Biyoloji	Marmara Üniversitesi	2012-2017
Yüksek Lisans	Biyoloji	Marmara Üniversitesi	2018-Devam

Tezin sunulduğu kongre

8th International Conference on Engineering & Natural Sciences

Haziran 12-14, 2020 Ankara, Türkiye / Sözlü Sunum