



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MACAR FİĞ VE YEM BEZELYESİNDE KURAKLIK
STRESİNİN MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Sema Deniz ÖZEL

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MACAR FİĞ VE YEM BEZELYESİNDE KURAKLIK
STRESİNİN MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Sema Deniz ÖZEL

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 07/09/2016

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

ÇANAKKALE

Sema Deniz ÖZEL tarafından Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ yönetiminde hazırlanan ve 07/09/2016 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Macar Fiği ve Yem Bezelyesinde Kuraklık Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

Başkan

Doç. Dr. Altıngül Özaslan PARLAK

Üye

Doç. Dr. Canan ŞEN

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Sema Deniz ÖZEL

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyerek beni yönlendiren, geleceğe yönelik bilimsel bakış açısı edinimimde büyük katkısı olan saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ'a en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Harun BAYTEKİN, Doç. Dr. Emine Budaklı ÇARPICI, Dr. Fatih KAHRIMAN ve çalışmamın tüm aşamalarında tüm sabırla yardımcı olan Arş. Gör. Fırat ALATÜRK'e teşekkür ediyorum.

Denemenin yürütülmesinde emekleri geçen, hiçbir yardımı esirgemeyen Tarla Bitkileri yüksek lisans öğrencileri Murat ÖRS, Emin GÜLEÇ, Çağlar ÇINAR, Oğuzhan KÜÇÜKSEMERCİ, Gürkan CEBECİ ve yüksek ziraat mühendisi Ece COŞKUN'a, lisans öğrencilerinden Abdullah FİDAN, Simay YAVAŞOĞLU ve Sevilay ÇELTİK'e, ziraat mühendisi Serdar ARDA, İnanç GÜNDOĞAN'a ve Bahçe Bitkileri yüksek lisans öğrencilerinden Duygu ALTUNBAŞ'a teşekkür ediyorum.

Lisansüstü eğitimim ve tüm yaşantım boyunca varlıkları ve destekleriyle güven veren, gücüme güç katan anneannem Ayşe BAYTEKİN, Dedem Süleyman BAYTEKİN, annem Nevcan ÖZEL, aramızdan erken ayrılan babam Levent ÖZEL'e ve her daim yanımda olan Murat KÖKSAL'a çok teşekkür ederim.

Sema Deniz ÖZEL
Çanakkale, Eylül 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
°C	Santigrat derece
ABA	Absisik asit
Cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
DA	Doymuş ağırlık
DMSO	Dimetil sülfoksit
EC	Elektriksel iletkenlik
G	Gram
KA	Kuru ağırlık
KDİ	Kurağa duyarlılık indeksi
Mg	Miligram
YA	Yaş ağırlık
YONİ	Yaprak oransal nem içeriği
VK	Varyans kaynağı
SD	Serbestlik derecesi

ÖZET

MACAR FİĞ VE YEM BEZELYESİNDE KURAKLIK STRESİNİN MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Sema Deniz ÖZEL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

07/09/2016, 35

Bu çalışmada, kışlık yem bitkisi olarak yaygın şekilde üretilen Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ve yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin farklı sulama seviyelerindeki (% 100, 75, 50 ve 25 tarla kapasitesi) bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ele alınmıştır. Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarında 15.11.2014 ile 15.05.2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, sulama seviyeleri Macar fiği ve yem bezelyesinde bitki boyu, toprak üstü yaş ve kuru kütlesi, toplam kütle, toprak üstü kuru madde oranı, toprak altı kütlesi, yaprak sayısı ve alanı, özgül yaprak ağırlığı, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarını önemli düzeyde etkilemiştir. Yaprak oransal nemi, yaprak sıcaklığı ve hücre zarı zararlanma indeksi üzerine sulama seviyelerinin etkisi önemli bulunmamıştır. Her iki yem bitkisinde de en yüksek bitki boyu, yaş ve kuru toprak üstü kütlesi, kuru madde oranı, toprak altı kütlesi, yaprak sayısı ve alanı ile klorofil miktarı genelde % 75 sulama seviyesinde belirlenmiştir. Özgül yaprak ağırlığı hariç, incelenen bütün özelliklerde en düşük değerler % 25 tarla kapasitesinde belirlenmiştir. Özgül yaprak ağırlığı ise en az sulamada en yüksek değere sahip olmuştur. Kurağa dayanıklılık indeksi % 75 ve 50 tarla kapasitesinde sulanan bitkilerde daha yüksek bulunmuştur. Buna göre Macar fiği ve yem bezelyesi yetiştiriciliğinde topraktaki yararlı su % 75 tarla kapasitesine indiğinde sulama yapılması ve kuraklık stresi olasılığının varlığında yem bezelyesi yetiştiriciliğinin tercih edilmesi uygun görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Macar Fiği, Yem Bezelyesi, Sulama, Kuraklık Stresi, Bitki Kütlesi, Klorofil



ABSTRACT

THE EFFECTS OF DROUGHT STRESS ON THE MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FIELD PEA AND HUNGARIAN VETCH

Sema Deniz ÖZEL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Field Crops

Advisor: Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

07/09/2016, 35

In this study, the effects of different drought levels (100%, 75%, 50% and 25% of field capacity) were investigated on above and underground organic biomass production of commonly grown Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz) and field pea (*Pisum arvense* L.). The experiments were carried out in the laboratory of Field Crops Department of Agriculture Faculty situated in Çanakkale Onsekiz Mart University between the experimental period of 15.11.2014 and 15.05.2015. Experiments were conducted using randomized complete block design along with four replications. According to the obtained results of this research work that the different levels of irrigation significantly affected the plant height, wet and dry biomass of soil surface, total biomass, dry matter ratio of soil surface, subsoil biomass, number and area of leaf, specific leaf weight, and the amount of chlorophyll (a, b, total) in Hungarian vetch as well as in Field Pea but different levels of irrigation did not affect significantly the relative humidity, temperature and cell membrane damage index of leaf. The highest plant height, wet and dry biomass of soil surface, dry matter ratio, subsoil biomass, number and area of leaf, and the amount of chlorophyll were generally determined at 75% level of irrigation in both fodder crops. The lowest values of all studied characteristics were determined in 25% of field capacity, except specific leaf weight. Specific leaf weight had the highest value in case of least irrigation. Drought resistance index has been found higher in those plants that irrigated in 75% and 50% field capacity. According to this, the irrigation should be done when efficient soil water reached down to 75% of field capacity in the cultivation of Hungarian vetch and field pea, but only the cultivation of field pea is seemed to be appropriate in the presence of the possibility of

drought stress.

Keywords: Hungarian Vetch, Field Pea, Irrigation, Drought Stress, Biomass, Chlorophyll



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	5
3.1. Materyal.....	5
3.2. Metot	5
3.2.1. İncelenen Özellikler.....	7
3.2.1.1. Bitki Boyu (cm).....	7
3.2.1.2. Toprak Üstü Yaş Kütle (g/bitki)	7
3.2.1.3. Toprak Üstü Kuru Kütle (g/bitki).....	7
3.2.1.4. Toprak Altı Kütle (g/bitki).....	7
3.2.1.5. Toplam Kütle (g/bitki).....	7
3.2.1.6. Toprak Üstü Kuru Madde Oranı (%).....	8
3.2.1.7. Yaprak Sayısı (adet/bitki):	8
3.2.1.8. Yaprak Alanı (cm ² /bitki)	8
3.2.1.9. Yaprak Oransal Nem İçeriği (%)	8
3.2.1.10. Özgül Ağırlık (mg/cm ²)	9
3.2.1.11. Yaprak Sıcaklığı (°C)	9
3.2.1.12. Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil (g/l).....	9
3.2.1.13. Hücre Zarı Zararlanma İndeksi (%)	9
3.2.1.14. Kuraklığa Duyarlılık İndeksi (%).....	10
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	10

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	11
4.1. Bitki Boyu	11
4.2. Toprak Üstü Yaş Kütle.....	12
4.3. Toprak Üstü Kuru Kütle.....	13
4.4. Toprak Altı Kütle	14
4.5. Toplam Kütle	16
4.6. Toprak Üstü Kuru Madde Oranı.....	17
4.7. Yaprak Sayısı.....	18
4.8. Yaprak Alanı.....	20
4.9. Yaprak Oransal Nem İçeriği.....	21
4.10. Özgül Yaprak Ağırlığı.....	22
4.11. Yaprak Sıcaklığı.....	23
4.12. Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil.....	24
4.13. Hücre Zarı Zararlanma İndeksi.....	27
4.14. Kurağa Duyarlılık İndeksi	28
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	30
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Ekim sonrası-çıkış öncesi denemenin genel görünümü.....	6
Şekil 3.2. Köklerin yıkanması ve yıkanan köklerde azot bağlanan yumrucuklar.....	7
Şekil 4.1. Macar fiği ve yem bezelyesine ait kurağa duyarlılık indeksi değerleri.....	28



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Macar fiği ve yem bezelyesinde bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları....	11
Çizelge 4.2. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerindeki bitki boyları (cm).....	12
Çizelge 4.3. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü yaş kütesine ait varyans analizi sonuçları.....	12
Çizelge 4.4. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü yaş kütesi (g/bitki)	13
Çizelge 4.5. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü kuru kütesine ait varyans analizi sonuçları.....	14
Çizelge 4.6. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü kuru kütesi (g/bitki)	14
Çizelge 4.7. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak altı kütesine ait varyans analizi sonuçları.....	15
Çizelge 4.8 Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak altı kütesi (g/bitki)	15
Çizelge 4.9. Macar fiği ve yem bezelyesinde toplam kütleyle ait varyans analizi sonuçları	16
Çizelge 4.11. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü kuru maddesine ait varyans analizi sonuçları.....	18
Çizelge 4.12. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü kütesinin kuru madde oranı (%).....	18
Çizelge 4.13. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	19
Çizelge 4.14. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak sayıları (adet/bitki).....	19
Çizelge 4.15. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak alanına ait varyans analizi sonuçları.....	20
Çizelge 4.16. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak alanındaki değişim (cm ² /bitki)	20
Çizelge 4.17. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak oransal nem içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	21
Çizelge 4.18. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre yaprak oransal nem içeriğindeki değişim (%).....	22
Çizelge 4.19. Macar fiği ve yem bezelyesinde özgül yaprak ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	22
Çizelge 4.20. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre özgül yaprak ağırlığındaki değişim (mg/cm ²).....	23
Çizelge 4.21. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak sıcaklığına ait varyans analizi sonuçları.....	23
Çizelge 4.22. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak sıcaklığındaki değişim (°C).....	24
Çizelge 4.23. Macar fiği ve yem bezelyesinde klorofil-a'ya ait varyans analizi sonuçları.	25
Çizelge 4.24. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre klorofil-a'daki değişim (g/l).....	25
Çizelge 4.26. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre klorofil-b'deki değişim (g/l)	26
Çizelge 4.27. Macar fiği ve yem bezelyesinde toplam klorofile ait varyans analizi sonuçları.....	26

Çizelge 4.28. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerinde toplam klorofil miktarları (g/l)	27
Çizelge 4.29. Macar fiği ve yem bezelyesinde hücre zarı zararlanma indeksine ait varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 4.30. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre hücre zarı zararlanma indeksindeki değişim (%)	28



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Stres, bitkisel üretimde bitkinin büyümesini ve gelişmesini bir ya da birden çok faktörün olumsuz yönde etkileyerek verimde azalmaya yol açmasıdır (Ashraf, 1994). Kuraklık, dünya tarımında, ekilebilir alanlar içerisinde % 26'lık pay ile üretimi sınırlandıran en büyük faktördür. Kuraklık stresine bağlı su eksikliği, gözeneklerin kapanması, turgor basıncının azalması ile başlayıp, bitkinin terleme ile kaybettiği suyun, köklerden temin edilen su miktarından fazla olmasıyla bitki dokuları arasındaki su dengesi değişir, kuruma ise metabolizma ve enzim yapısının tamamen bozularak bitkinin gelişimi için gerekli suyu bünyesine alamaması demektir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Levitt, 1980; Smirnov, 1993; Taiz ve Zeiger, 2008). Bitki, ekim başlangıcından, hasat edilene dek geçen süre içerisinde kuraklığa maruz kalabilir lakin kuraklık stresi altında büyüme ve gelişimini tamamlamış olan bitkiler, kuraklığa maruz kalmadan gelişimini tamamlamış olan bitkilere göre daha küçük bir hacme sahiptirler (Güneş ve ark., 2006; Liu ve Stützel, 2004).

Kuraklık ve kuraklığın şiddeti yıllık yağış miktarının yanında, toprağın su tutma kapasitesi, buharlaşma hızı, tohum çeşidi, yıllık ve mevsimsel sıcaklık miktarı, bulutlu gün sayısı gibi faktörler de etkilidir (Saxena ve ark., 1993; Kozłowski ve Pallardy, 1997). Kuraklık stresi, bitkilerin gelişimi süresince birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler tepkiyi rol oynar. Bu süreçte bitkiler de strese karşı farklılaşan iklim özelliklerine ve çevre şartlarına uyum gösterebilecek, türe, genotipe, kuraklığın şiddetine, uzunluğuna, bitkinin gelişim durumuna, yaşına, kuraklığın etki ettiği organa ve hücre tipine bağlı olan mekanizmalar geliştirmektedir (Blum, 1986; Bray, 1997).

Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) serin iklim bitkisi olup, yüksek rakımda yetişebilen, sert geçen kışlarda donmayan ve zarar görmeyen, kuraklığa dayanıklı, orta düzeyde suya ihtiyaç duyan tek yıllık baklagil yem bitkisidir. Macar fiği ülkemizin her bölgesinde gerek ana ürün gerekse ikinci ürün olarak hemen hemen her toprak ve iklimde yetişebilmektedir (Açıkgöz, 1991).

Yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) adaptasyon yeteneğinin geniş olması; dengeli ve yüksek verimi ile yarı-yapraklı çeşitlerdeki dik gelişme yeteneği; tarımında fazla azotlu gübre kullanılmaması; toprağa 5-15 kg/da arasında azot bağlaması ve kendisinden sonra gelen bitkiye temiz bir anız bırakması nedenleri ile bezelye önemli bir serin iklim bitkisidir (Açıkgöz, 2001).

Bu çalışmayla, bitkiler için hayati öneme sahip olan suyun, yem bezelyesi ve Macar

fiği üzerinde farklı sulama seviyelerinde gösterdikleri tepkiler, kuraklığın bitki büyümesi üzerine etkileri, bitkinin verimi ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kessler (1961)'e göre kuraklık stresine maruz kalmış bitkide DNA ve RNA nükleik asitlerinin yıkımıyla, yapraklar da ise enzimlerin serbest hale geçmesi sonucu RNAaz aktivitesindeki artışla hasar meydana gelmektedir.

Kaiser (1987), bitkilerin oransal su içeriğinin % 30'un altına düşmesi halinde, özümlemedeki azalmanın kloroplastlarda hücre zarı hasarına oluşturabileceğini, stres karşısında ilk olarak bitkinin dokularında suyu tutabilmek için yaptığı gözenek kapatmasının, klorofilce zengin mezofil hücrelerine CO₂ girmesini engellediğinden özümleme hızının azaldığı dolayısıyla büyümenin yavaşladığını bildirmiştir.

Su, bitki için hayati olduğundan ve hücrenin büyük bir kısmını oluşturduğundan, hücreden kaybı durumunda zar bütünlüğü ve proteinlerin yapısında olan hidrofobik ve hidrofilik amino asitlerin su ile ilişkileri de bozulmaktadır (Campbell, 1991).

Tütün bitkisinde iyi sulanan koşullarda kuru ağırlıktaki kaybın % 20 olduğu bulunurken, kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerde % 56-60 arasında olduğu belirlenmiştir (Karakas ve ark., 1997).

Koç ve ark. (1999), Erzurum koşullarında, kurak koşullarda daha fazla özümleme sentezinin belirlenmesinde ayırt edici olan yaprak oransal nem içeriği (YONİ) değerini kullanarak kurağa dayanıklı bitkiler olarak kabul edilen (*Agropyron cristatum*, *Bromus tomentellus*, *Festuca ovina*, *Koeleria cristata*, *Medicago varia*) belirlemişlerdir. Yüksek YONİ değerine sahip türlerin, YONİ değerine düşük olan türlere göre kurağa dayanımının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, topraktaki nem içeriğinin azalmasıyla YONİ değerindeki azalmanın, bitkilerin su alımının azalmasından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Kuraklık stresinde yaprakların aldığı ışık miktarı ile yararlanılan ışık miktarı arasındaki denge bozulduğu için özümlemenin azaldığı bilinmektedir (Foyer ve Noctor, 2000).

Yüksek yapılı bitkilerin özümleme miktarı ve hızı bitkinin oransal su içeriği ve YONİ miktarındaki azalmaya bağlı olarak azaldığı, kuraklıkla beraber, YONİ içeriğinin ve yaprak su potansiyelinin düşmesinin özümleme miktarını azalttığını vurgulamışlardır (Lawlor ve Cornic, 2002).

Sera koşullarında fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve *Sesbania aculeata* türleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, % 60 kısıtlı sulama ve % 100 tarla kapasitesinde sulama

gerçekleştirilmiştir. Hasadı 45 gün sonra yapılan bitkilerde toprak altı kütle (yaş-kuru), toprak üstü kütle (yaş-kuru), yaprak alanı, gövde boyu ölçümleri yapılmış, yapraklardaki klorofil içeriği incelenmiştir. Her iki türde de klorofil-a, klorofil-b ile klorofil-a/ klorofil-b oranları stres koşullarında kontrol bitkilerine göre önemli bir fark oluşturmamış ancak, her iki türde de kuraklık stresi sonucu diğer tüm özellikler kontrol bitkilerine oranla azalma göstermiştir (Ashraf ve Iram, 2005).

Koruyucu mekanizmaları olan bitkiler strese karşı direnç gösterip çok şiddetli kuraklığa karşı hayatta kalabilirken, strese duyarlı bitkiler sadece orta şiddetteki kuraklığa dayanabilir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Çırak ve Esendal (2006), kuraklığa uğramış bitkiler, turgor durumlarını muhafaza edebilmek için hücrelerinde birtakım organik bileşikleri biriktirerek ozmotik seviyelerini korumaya çalışırlar. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde çözünebilir karbonhidratlarda artış olup, glikoz, sakaroz, malat birikmesi olduğu belirlenmiştir.

Çalı fasulyesinde yapılmış olan bir çalışmada su stresi altında bitkinin klorofil değerlerinin düştüğü ve tohum kalitesinde azalma meydana geldiği ve çözünebilir şeker miktarının da arttığı tespit edilmiştir (Shubha ve Tyagi, 2007)

Yedi farklı kışlık buğday çeşidinin kuraklığa dayanımının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, çeşitlerin gözenek geçirgenliği, klorofil içerikleri, özümleme miktarları incelenmiş ve kuraklığa bağlı olarak özümleme ve klorofil miktarlarının azaldığı belirlenmiştir (Zivcak ve ark., 2007).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Macar fiğ ve yem bezelyesinde kuraklık stresinin morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerine etkileri konulu denemede, bitki materyali olarak Macar fiğinin (*Vicia pannonica* Crantz) Anadolu Pembesi ve yem bezelyesinin (*Pisum arvense* L.) Töre çeşidi kullanılmıştır.

Bitki materyallerinden *Anadolu Pembesi* (Macar fiği); Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2002 yılında tescil ettirilmiştir. Ana sap uzunluğu 24,6-61,8 cm arasında olup yarı yatık gelişir. 1000 tane ağırlığı 47,8–59,9 g aralığındadır. Kışa dayanıklılığı çok iyi olmakla beraber, kurağa dayanıklılığı da iyi olan bir çeşittir. Çiçek rengi pembe. Çiçeklenme gün sayısı 157 ile 239 gün arasındadır. Fizyolojik olum gün sayısı 201 ile 272 gün arasında değişir. Ekimde 8-10 kg/da tohum kullanılır. Tahıllar (özellikle Arpa) ile karışım halinde kuru ot ve silaj üretmek amacıyla yetiştirilebilir. Orta Anadolu Bölgesi ve benzer şartlara sahip bölgelerde kışlık olarak yetiştirilmesi önerilir. Kuru ot verimi 52,5 ile 846,8 kg/da olup tane verimi 68,0 ile 207,1 kg/da'dır. Ortalama kuru ot ve tane verimi sırayla 337,8 ve 107,9 kg/da'dır. Kuru otundaki ham protein oranı % 14,8'dir. Külleme ve yaprak lekesine dayanıklılığı iyidir (Anonim, 2016b).

Töre (yem bezelyesi); Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından 2009 yılında tescil ettirilmiştir. Bitki boyu, birlikte ekildiği bitkiye göre değişkenlik göstermekle beraber 80–200 cm aralığındadır. Trakya bölgesinin iklim koşullarına dayanabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Dolayısıyla Trakya Bölgesine benzer iklim koşullarında kışlık yetiştirilmesi önerilmektedir. Tahıllar ile karışım halinde kuru ot ve silaj üretmek için yetiştirilebilmektedir. Tanede protein oranı % 20-30 oranındadır. Tane verimi 150-300 kg/da, ot verimi ise ortalama 800-1000 kg/da arasında değişmektedir.

3.2. Metot

Araştırma 15 Kasım 2014 ile 15 Mayıs 2015 tarihleri arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri laboratuvarında yürütülmüştür. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü (her tekerrürde iki saksı olacak şekilde) olarak kurulan araştırmada 4 sulama seviyesi (% 100, 75, 50 ve 25 tarla kapasitesi) ele alınmıştır. Deneme esas olarak kuraklığın etkilerini belirlemek üzere planlanmıştır. Ancak % 100 tarla kapasitesi seviyesine yer vererek fazla suyun etkisi de incelenmiştir. Tarla kapasitesinin belirlenmesi için 20 x 20 x 18 cm ölçülerde, hacmi 3,7 litre olan saksılara % 20 kum ve %

80 toprak karışımı (toplam 4 kg olacak şekilde) doldurulmuştur. Toprak su ile doymun hale getirilip 24 saat askıda bekletilmiş ve toprak zerrecilerinin yerçekimine karşı tuttuğu su miktarı tartılarak belirlenmiştir. Araştırmada bu su miktarı esas alınarak, bunun % 100, 75, 50 ve 25 tarla kapasitesi seviyeleri tespit edilmiştir. Ekim işlemi her saksıda 5 bitki olacak şekilde 3-5 cm derinliğe yapılmıştır. Bitkilerin ilk çıkışları ekim tarihinden bir hafta sonra, 21 Kasım tarihinde gerçekleşmiştir. Bitkilerin tamamının çıkışından sonra her saksıda 3 bitki kalacak şekilde seyreltme uygulanmıştır. Tarla kapasitesi miktarları temel alınarak, 4 günde bir tüm saksılar tartılıp, eksilen miktar kadar su ilavesi yapılarak hasat zamanına kadar saksılar belirlenen tarla kapasitelerinde tutulmuşlardır. Dört günde bir saksı başına eklenen ortalama su miktarları % 100 tarla kapasitesinde 113,22 g, % 75 tarla kapasitesinde 174,91 g, % 50 tarla kapasitesinde 182,39 g ve % 25 tarla kapasitesinde 128,42 g olmuştur.



Şekil 3.1. Ekim sonrası-çıkış öncesi denemenin genel görünümü

3.2.1. İncelenen Özellikler

3.2.1.1. Bitki Boyu (cm)

Araştırmada bitki boyu, hasat tarihinde (yem bezelyesi için çiçeklenme zamanı, Macar fiğ için alt baklalar oluşmaya başladığında) 4 kuraklık seviyesine ait saksılardaki bütün bitkilerin boyu toprak yüzeyinden, ölçülmüş olup, cm cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.2. Toprak Üstü Yaş Kütle (g/bitki)

Toprak üstü yaş kütle, saksılara ait bitki kütlesi toprak seviyesinden biçilip, tartılmak suretiyle tespit edilmiştir. Tartılan bitkiler g/bitki olarak ifade edilmiştir.

3.2.1.3. Toprak Üstü Kuru Kütle (g/bitki)

Toprak üstü yaş kütleyle ait ölçüm yapıldıktan sonra, kurutma fırınında 60°C'de 48 saat bekletilen örnekler, çıkarılıp tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar g/bitki olarak ifade edilmiştir.

3.2.1.4. Toprak Altı Kütle (g/bitki)

Toprak altı kütle, saksılardaki bitkilerin toprakları ayrıldıktan sonra kök kısmının yıkanıp önce açık havada daha sonra kurutma fırınında 60°C'de 48 saat bekletildikten sonra çıkarılıp tartıldıktan sonra hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Köklerin yıkanması ve yıkanan köklerde azot bağlanan yumrucuklar

3.2.1.5. Toplam Kütle (g/bitki)

Toplam kütle, toprak altı kuru kütle ile toprak üstü kütlenin toplanması ile elde edilmiştir.

3.2.1.6. Toprak Üstü Kuru Madde Oranı (%)

Saksılara ait bitki kütlesi toprak seviyesinden biçilip ağırlıkları belirlenmiştir. Önce açık havada daha sonra kurutma fırınında 60°C’de 48 saat bekletildikten sonra çıkarılıp tartılması ile hesaplanmıştır.

3.2.1.7. Yaprak Sayısı (adet/bitki):

Yaprak sayısı, her bir saksıdaki tüm bitkilerin yaprakları sayılarak belirlenmiştir.

3.2.1.8. Yaprak Alanı (cm²/bitki)

Yaprak alanı hesaplaması için, öncelikle her saksıdan rastgele 5 yaprak alınıp taratılmıştır. Beş yapraktaki alan bulunup, saksıdaki toplam yaprak sayısı ile çarpılarak, tek yaprak alanı bulunmuş ve saksı başına yaprak alanı hesaplanmıştır. Daha sonra o saksıya ait yaprak sayısına bölünerek tek bitkinin yaprak alanı bulunmuştur.

3.2.1.9. Yaprak Oransal Nem İçeriği (%)

Her bir saksıya ait yaprak örnekleri laboratuvara getirilmiş ve Macar fiğinde yapraklar bütün olarak hassas terazide (0,050 mg duyarlılıkta) tartılmıştır. Yem bezelyesinde ise yaprakçıkların her birinden dörder adet 0,6 cm² boyutunda disk alınmıştır. Daha sonra her bir kuraklık seviyesine ait örnekler petri kaplarında alınmış ve üzerine 10 ml saf su eklenmiştir. Dört saat bekletilen yaprak örnekleri tartılarak doymuş ağırlıkları belirlenmiştir. Doymuş ağırlıklarını belirlenen yapraklar kese kâğıtlarına konarak kurutma dolabında 65°C’de 48 saat kurutulmuştur. Böylece yaprak örneklerinin kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Yaprak oransal nem içeriğinin hesaplanmasında gerekli değerler elde edildikten sonra aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Aydın ve ark., 1999).

$$YONİ (\%) = \frac{YA-KA}{DA-KA} \times 100 \quad (3.1)$$

YONİ: Yaprak Oransal Nem İçeriği (%)

YA: Yaş Ağırlık (mg/yaprak)

KA: Kuru Ağırlık (mg/yaprak)

DA: Doymuş Ağırlık (mg/yaprak)

3.2.1.10. Özgül Ağırlık (mg/cm²)

Her bir saksıdan, çiçek salkımına en yakın ve en genç olan 5 adet yaprak tartılmış ve ortalama ağırlıkları belirlenmiştir. Bu değer ortalama yaprak alanına bölünerek özgül ağırlık elde edilmiştir (Çarpıcı Budaklı, 2007).

3.2.1.11. Yaprak Sıcaklığı (°C)

İnfrared termometre ile saat 11.10-11.30 arasında tüm saksılara teker teker tutularak ölçüm yapılmıştır.

3.2.1.12. Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil (g/l)

Klorofil tayini Hiscox ve Israelstam (1979) tarafından belirtilen dimetil sülfoksit (DMSO) metodu ile yapılmıştır. Her bir saksıya ait aynı seviyelerden 10 yaprak örneği alınmıştır. Her iki bitki için de 0,1 g'lık yaprak tartımı yapılmış ve cam tüplere konulmuştur. Üzerine 7 ml pipetle DMSO alınıp tüpe eklenmiştir. Su banyosunda 60°C'de 30 dakika tutulmuştur. Hafifçe çalkalanarak oda sıcaklığına inmesi beklenmiştir. Tüplerin üzerine 3 ml DMSO eklenip 10 ml'ye tamamlanmıştır. Spectro küvetlerine pipetle 3 ml tüplerdeki örneklerden çekilip bir seferde 7 adet örnek okunacak şekilde hazırlanmıştır. Her 7 adet örnek A645 nm ve A663 nm dalga boyunda absorpsiyonları spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler Arnon (1949) hesaplamasıyla aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$$\text{Klorofil - a (g/l)} = 0,0127 \times A663 - 0,00269 \times A645; \quad (3.2)$$

$$\text{Klorofil - b (g/l)} = 0,0229 \times A645 - 0,00468 \times A663; \quad (3.3)$$

$$\text{Toplam Klorofil (g/l)} = 0,0202 \times A645 + 0,00802 \times A663. \quad (3.4)$$

3.2.1.13. Hücre Zarı Zararlanma İndeksi (%)

Hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi amacıyla Macar fiğine ait bitki yapraklarından 0,1 mg, yem bezelyesi örneklerinden 0,6 cm² büyüklüğünde alınan diskler de-iyonize su içerisinde 24 saat boyunca çalkalayıcıda 100 rpm'de tutulmuşlardır. Daha sonra tüm örneklerin elektriksel iletkenliği (EC; Electrical Conductivity) EC metre ile ölçülmüştür (EC₁). Aynı diskler 120°C'de 15 dakika otoklavda bekletilip, örnekler oda sıcaklığında soğutulularak ikinci defa elektriksel iletkenliklerine bakılmıştır (EC₂). Hücreden elektron sızmaları (EL; electrolyte leakage) aşağıdaki formül yardımıyla da yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Gadallah, 1995).

$$EL = (EC_1 / EC_2) \times 100 \quad (3.5)$$

3.2.1.14. Kuraklığa Duyarlılık İndeksi (%)

Bu amaçla faydalı suyun % 50 azaldığı noktaya kadar susuz bırakılarak oluşturulmuş kuraklık seviyesinden (% 50 kuraklık seviyesi) yararlanılmıştır. Faydalı su miktarındaki azalmanın belirlenmesinde saksı ağırlığı esas alınmıştır. Bu saksılardaki bitkilerden toprak seviyesinden kesilerek kese kâğıtlarına konulmuş ve kurutma dolabında 68°C'de 48 saat kurutulmuştur. Kese kâğıtlarından çıkarılan bitki örnekleri 0,01 g duyarlılıktaki hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Fischer ve Maruer, 1978). Kurağa duyarlılık indeksinin (KDİ) hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$KDİ = \frac{1 - \frac{\text{Kurak koşullardaki bitki verimi (g/bitki)}}{\text{Normal koşullardaki bitki verimi (g/bitki)}}}{1 - \frac{\text{Bütün bitkilerin kurak koşullardaki ortalama verimi (g/bitki)}}{\text{Bütün bitkilerin normal koşullardaki ortalama verimi (g/bitki)}}} \quad (3.6)$$

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı kuraklık seviyelerinde gösterdiği fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde durulan deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak kurulmuş ve varyans analizine tabii tutulmuştur (Turan, 1995). İstatistik hesaplamalar bilgisayarda SAS V9.0 paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Ortalamalar LSD ile % 1 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu

Farklı sulama seviyelerine göre Macar fiği ve yem bezelyesine ait ortalama bitki boyları arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P_{mf}= 0,0140$ ve $P_{yb}= 0,0014$) (Çizelge 4.1). Macar fiği ve yem bezelyesinde ortalama en yüksek bitki boyu (98,43 ve 133,57 cm) % 75 tarla kapasitesindeki sulama seviyesinde belirlenmiştir. En kısa bitkiler ise en düşük sulama seviyesinde (% 25 tarla kapasitesi) ölçülmüştür. Bu sulama seviyesinin uygulandığı saksılardaki Macar fiğinin ortalama bitki boyu (28,60 cm), yem bezelyesi ise (42,53 cm) olmuştur (Çizelge 4.2). Yüzde 100 ve % 25 sulama seviyelerinde bitki boyundaki azalma, yem bezelyesinde Macar fiğine göre daha az olmuştur. Bu durum yem bezelyesinin su fazlalığı ve kuraklığa karşı Macar fiğinden daha toleranslı olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.1. Macar fiği ve yem bezelyesinde bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	211,55	313,29
Tarla kapasitesi	3	2988,64*	4392,27**
Hata	6	351,79	208,97
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0140	0,0014

Su eksikliğine bağlı olarak bitkilerde hücre bölünmesi ve genişlemesi ile özü azalmaktadır. Bu durum ise bitkinin vejetatif büyümesini kısıtlamaktadır (Sağlam, 2004). Bitkide kurağa dayanıklılık bakımından toprak üstü bitki kütlesi toprak altına göre daha zayıftır. Bitki boyu sulama seviyesinin azalmasına bağlı olarak düşmüştür.

Çizelge 4.2. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerindeki bitki boyları (cm)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Bitki boyu	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Bitki boyu	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	28,60 c	29,1	42,53 c	31,8
50	69,47 ab	70,6	102,43 ab	76,7
75	98,43 a	100,0	133,57 a	100,0
100	39,00 bc	39,6	105,00 ab	78,6
Ortalama	58,88		95,88	

4.2. Toprak Üstü Yaş Kütle

Macar fiği ve yem bezelyesine ait ortalama toprak üstü yaş kütleleri arasındaki farklılık dört farklı sulama seviyesine göre istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($P_{mf}=0,0040$ ve $P_{yb}=0,0017$) (Çizelge 4.3). Macar fiğinde bitki başına ortalama en yüksek toprak üstü yaş kütle 40,16 g ile % 75 tarla kapasitesinde belirlenmiştir. Bunu 27,72 g/bitki ile % 50, 4,87 g/bitki ile % 100 ve 4,12 g/bitki ile de % 25 tarla kapasitesindeki yaş kütle izlemiştir. Yem bezelyesinde ise ortalama en yüksek toprak üstü yaş kütle, 38,46 g/bitki ile % 100 tarla kapasitesinde belirlenmiştir. Sulama seviyeleri azaldıkça yaş kütle de azalmıştır. Her iki bitkide de en az kütle üretimi (3,90 g/bitki) en az sulama seviyesinde (% 25) belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Kuraklık (% 25 tarla kapasitesi) hem Macar fiği hem de yem bezelyesinde bitki başına yaş kütleyle % 89,7 ve 83,2 oranında azaltırken, toprağın sürekli tarla kapasitesinde tutulması halinde Macar fiğinde yaş kütle % 87,9 azalmış, fakat yem bezelyesinde kütle artışı görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü yaş kütlelerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	95,213	25,105
Tarla kapasitesi	3	944,548**	600,750**
Hata	6	67,323	30,810
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0040	0,0017

Çizelge 4.4. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü yaş kütlesi (g/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	4,12 c	10,3	3,90 c	16,8
50	27,72 a	69,0	20,87 b	89,7
75	40,16 a	100,0	23,26 b	100,0
100	4,87 b	12,1	38,46 a	165,3
Ortalama	19,22		21,62	

4.3. Toprak Üstü Kuru Kütle

Farklı sulama seviyelerinde Macar fiği ve yem bezelyesinin ortalama toprak üstü kuru kütleleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf}= 0,0005$ ve $P_{yb}= 0,0064$) (Çizelge 4.5). Yaş kütle ile orantılı olarak Macar fiğinde bitki başına en fazla ortalama kuru bitki kütlesi (7,96 g/bitki) ile % 75, en az kütle üretimi (0,370 ve 0,85 g/bitki) ise % 100 ve 25 tarla kapasitelerinde belirlenmiştir. Yem bezelyesinde % 100, 75 ve 50 tarla kapasitelerinde yapılan sulamalarda toprak üstü kütlesi yüksek (5,66, 4,63 ve 4,30 g/bitki) olurken, % 25 tarla kapasitesinde önemli ölçüde daha düşük (0,96 g/bitki) bulunmuştur (Çizelge 4.6). Kuraklık ve fazla suyun Macar fiği ve yem bezelyesinin kuru kütlesi üzerine etkileri yaş kütle üzerindeki etkilerine benzer olmuştur.

Yetiştirme döneminin bir kısmında ya da tüm süreç boyunca kurağa maruz kalmış bitkilerin toplam kuru madde miktarı ve bitkiler tarafından besin maddesi alımı azalmaktadır (Eck ve Musick, 1979). Normal yetiştirme koşulları ile kıyaslandığında, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin kuru kütlelerinde meydana gelen azalmaların, ortalama kuru kütlede daha az olması halinde daha az besin maddesi alımı gerçekleştirenlerin daha dayanıklı olduğu varsayılabilmektedir (Bruckner ve Frohberg, 1987). Kuraklık ve aşırı suya bağlı olarak bitkilerin besin elementi alımlarında azalma olması, organik madde üretimlerinin azalmasına sebep olmaktadır.

Çizelge 4.5. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü kuru kütlelerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	2,021	2,644
Tarla kapasitesi	3	39,016**	12,461**
Hata	6	1,253	1,064
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0005	0,0064

Çizelge 4.6. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü kuru kütlesi (g/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	0,85 c	10,7	0,96 b	20,7
50	5,01 b	62,9	4,30 a	92,9
75	7,96 a	100,0	4,63 a	100,0
100	0,37 c	4,6	5,66 a	122,2
Ortalama	3,55		3,89	

4.4. Toprak Altı Kütlesi

Macar fiği ve yem bezelyesine ait ortalama toprak altı kütlesi farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf} = 0,0059$ ve $P_{yb} = 0,0241$) (Çizelge 4.7). Macar fiğinde en yüksek kuru kök kütlesi % 75 sulama seviyesi (2,76 g/bitki) belirlenmiştir. Bunu 2,36 g/bitki ile % 50, 1,50 g/bitki ile % 25 ve 1,68 g/bitki ile % 100 sulama seviyeleri izlemiştir. Yem bezelyesinde ise ortalama en yüksek toprak altı kütlesi (2,73 g/bitki) % 50 sulama seviyesinde, en az ise 0,79 ve 0,89 g/bitki ile % 25 ve % 100'lük sulama seviyelerinde tespit edilmiştir. Yüksek sulama seviyesi Macar fiğinin toprak altı kütlesinin çok ciddi oranda (% 96,7) azaltırken, yem bezelyesindeki azalma daha düşük düzeyde (% 53,4) kalmıştır. Kuraklık stresi oluşturan % 25 sulama seviyesinde Macar fiği ve yem bezelyesinin kök kütlesindeki azalmalar % 45,6 ve 58,6 oranlarında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8). Bu değerler her iki bitkinin kök kütlelerinin kuraklıktan birbirlerine yakın

oranlarda etkilendiklerini göstermektedir.

Çizelge 4.7. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak altı kütlesine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	1,602	0,767
Tarla kapasitesi	3	16,716**	2,535*
Hata	6	1,377	0,378
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0059	0,0241

Çizelge 4.8 Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre toprak altı kütlesi (g/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	1,50 b	54,4	0,79 b	41,4
50	2,36 ab	85,5	2,73 a	142,9
75	2,76 a	100,0	1,91 ab	100,0
100	0,09 c	3,3	0,89 b	46,6
Ortalama	1,68		1,58	

En az toprak altı kütlesi Macar fiğinde % 100, yem bezelyesinde ise % 25 sulama seviyesinde belirlenmiştir. Bu doğrultuda yem bezelyesinin Macar fiğine göre fazla suya daha toleranslı olduğu ortaya çıkmıştır. Yüzde 25 sulama seviyesinde Macar fiği kütlesi daha fazla oluşmuşsa da yem bezelyesi ile birbirine yakındır. Bitkinin kökleriyle topraktan aldığı besin maddesi miktarı, topraktaki suyun durumu ile ilişkilidir. Yeterli suyun olmaması halinde ya da suyun fazla olması sebebiyle köklere besin elementi taşınması, kök büyüme ve gelişmesi olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca kuraklık, kök aktivitesini, kök geçirgenliğini oldukça düşürmekte ve kök metabolizmasında bozulmalar meydana gelmektedir (Hsiao, 1973; Gerakis ve ark., 1975; Bloem ve ark., 1992). Kök aksamaları küçülen bitkiler topraktan daha az su ve besin elementi almak zorunda kalacaklarından, kuraklığın etkisi ve şiddeti

daha da artmaktadır (Gökkuş, 2015).

4.5. Toplam Kütle

Macar fiği ve yem bezelyesinde toplam kütledeki değişim farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P_{mf}= 0,0003$, $P_{yb}= 0,0118$) (Çizelge 4.9). Macar fiğinde en yüksek toplam kütle (10,72 g/bitki), % 75 sulama seviyesi belirlenmiştir. Bunu % 50 (7,37 g/bitki), % 100 (5,23 g/bitki) ve % 25 (2,35 g/bitki) sulama seviyelerindeki toplam kütle izlemiştir. Yem bezelyesinde ise en yüksek toplam kütle (7,04 g/bitki) % 50 tarla kapasitesinde sulanan saksılarda belirlenirken, bunu % 100 (6,55 g/bitki) ve % 75 (6,54 g/bitki) sulama seviyelerindeki toplam kütleler izlemiştir. Ancak bu üç değer arasında istatistiki manada önemli fark ortaya çıkmamıştır. Buna karşılık kuraklık stresinin yaşandığı % 25 sulama seviyesinde toplam kütle önemli miktarda azalarak 1,74 g/bitki seviyesine inmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Macar fiği ve yem bezelyesinde toplam kütleyle ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	2,656	5,602
Tarla kapasitesi	3	65,755**	18,639*
Hata	6	1,711	2,038
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0003	0,0118

Yapılan çalışmada Macar fiği ve yem bezelyesinin % 25 sulama seviyesinde strese girmeyecek şekilde yapılan sulama seviyesinde üretebileceği toplam kütle üretememiştir. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde etkilenen ilk kısımlar taze ve kuru ağırlıklardır (Shao ve ark., 2008). Kuraklık stresine karşı bitkilerin gösterdikleri ilk tepki hücre bölünmesi ve genişlemesinin durmasıdır. Turgorunu kaybeden hücrelerin çeperlerini genişlemediği için, büyümeleri de durmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Bu durum bitki büyümesini, dolayısıyla kütle üretimini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kurak şartlarda özümleme yavaşlar ve bunun sonucu olarak sürgün gelişimi azalır, fakat kök gelişimi artar (Öztürk ve Seçmen, 1992). Yeteri kadar yaprak alanı oluşturamayan bitki, tam teşekküllü olarak büyüyemez ve gelişemez. Bu yüzden kuraklık stresi incelenen bitkilerde toprak altı ve toprak üstü organik kütlelerinin ve buna bağlı olarak toplam kütlelerin azalmasına yol açmıştır.

Çizelge 4.10. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerindeki toplam kütlesi (g/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Kütle	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	2,35 c	21,9	1,74 b	26,6
50	7,37 b	68,8	7,04 a	107,7
75	10,72 a	100,0	6,54 a	100,0
100	0,46 c	4,3	6,55 a	100,2
Ortalama	5,23		5,47	

4.6. Toprak Üstü Kuru Madde Oranı

Farklı sulama seviyelerine göre Macar fiği ve yem bezelyesine ait toprak üstü kuru madde oranları istatistiki olarak önemli ($P_{mf}= 0,0023$ ve $P_{yb}= 0,0089$) bulunmuştur (Çizelge 4.11). Macar fiğinde sürekli tarla kapasitesinde olacak şekilde yapılan sulamada (% 100 sulama seviyesi) bitkiler en az (% 7,61), diğer sulama seviyelerinde ise en yüksek kuru madde oranlarına (% 18,22-21,24) sahip olmuşlardır. Yem bezelyesinde de benzer durum görülmüştür. En az kuru madde (% 7,38) en yüksek sulama seviyesinde ortaya çıkarken, diğer sulama seviyelerde kuru madde oranları % 20,69-22,83 arasında değişmiş ve aralarındaki farklılık önemli olmamıştır. İncelenen bitkilerde kuru madde oranındaki azalma yaklaşık % 65 seviyelerinde olmuştur (Çizelge 4.12).

Kuru madde oranındaki değişim, yeşil ve kuru ağırlıklardan hesaplandığı için bunlarla bağlantılı olmaktadır. Bitkiler topraktan ne kadar kolay su alırlarsa, bünyelerinde de o kadar fazla su bulundurlar. En kolay su alımı ise toprağın suya doyduğu % 100 tarla kapasitesinde gerçekleşmektedir. Topraktan su alımı kolaylaştıkça yaprak ve diğer bitki organları turgor durumlarını koruyacaklarından, kuru madde oranları da azalmaktadır. Buna karşılık kuraklık şiddetinin artışına bağlı olarak bitkilerdeki kuru madde oranlarında artış beklenmektedir. Bu durum bitkilerin su seviyesindeki azalmaya bağlı olarak bağlanan CO₂ miktarındaki düşüşten kaynaklanmaktadır (Amede ve Schubert, 2003). Kuraklık stresi altında gelişimini tamamlamış bitkiler su stresi olmaksızın gelişmiş bitkilere oranla daha düşük bir hacme sahip olma eğilimindedirler (Liu ve Stützel, 2004). Ancak bu çalışmada % 75 ile % 25 tarla kapasitelerindeki bitkilerin kuru madde oranları arasında farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu durum incelenen bitkilerin kuraklık stresi halinde bile belirli ölçülerde turgor durumlarını koruyabildiklerinin göstermektedir.

Çizelge 4.11. Macar fiği ve yem bezelyesinde toprak üstü kuru maddesine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	1,029	18,816
Tarla kapasitesi	3	114,635**	154,816**
Hata	6	6,603	15,106
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0023	0,0089

Çizelge 4.12. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre toprak üstü kütlesinin kuru madde oranı (%)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Kuru madde oranı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Kuru madde oranı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	19,71 a	92,8	22,83 a	106,7
50	18,22 a	85,8	20,69 a	96,7
75	21,24 a	100,0	21,40 a	100,0
100	7,61 b	35,8	7,38 b	34,5
Ortalama	16,70		18,08	

4.7. Yaprak Sayısı

Macar fiği ve yem bezelyesine ait yaprak sayısı ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf}= 0,0039$ ve $P_{yb}= 0,0004$) (Çizelge 4.13). Macar fiğinde en fazla yaprak sayıları % 50 (14,56 adet/bitki) ve % 75 (11,67 adet/bitki) sulama seviyelerinde belirlenmiştir. Yüzde 25 ve % 100 sulama seviyelerinde oluşan yaprak sayıları ilk gruptan önemli ölçüde daha az olmuştur. Bu sulama seviyelerindeki yaprak sayıları sırasıyla 7,22 ve 6,00 adet olarak tespit edilmiştir. Yem bezelyesinde ise ortalama en fazla yaprak (13,89 adet/bitki) % 75 sulama seviyesinde sayılmıştır. Bunu bitki başına 10,89 yaprak ile % 50 sulama seviyesi izlemiştir. En az yaprak oluşumu % 25 sulamada gerçekleşmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	2,905	0,363
Tarla kapasitesi	3	47,174**	42,798**
Hata	6	3,3190	1,252
Genel	11	-	
P-değeri		0,0039	0,0004

Çizelge 4.14. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak sayıları (adet/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Yaprak sayısı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Yaprak sayısı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	7,22 b	61,9	5,22 d	37,6
50	14,56 a	124,8	10,89 b	78,40
75	11,67 a	100,0	13,89 a	100,0
100	6,00 b	51,4	7,67 c	55,2
Ortalama	9,86		9,43	

Bitkilerin kuraklık ve aşırı su karşısındaki tepkileri farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Her iki durumda da bitkilerde stres ortaya çıkmaktadır. Su fazlalığı bitkilerin toprak altı ve toprak üstü aksamalarını olumsuz etkilemektedir. Yaprak alanı ve klorofil içeriğinin düşmesine bağlı olarak kuru madde birikimi de düşmektedir (Rawson ve ark., 1977). Toprak altı aksamda da kök, hipoksi (topraktaki kısmi süreli oksijen yoksunluğu) olarak ve anoksi (topraktaki tam oksijen yoksunluğu olarak) koşullardan zarar görmekte (Drew ve Lynch, 1980) ve bitkilerin besin elementi alımını sınırlamak suretiyle büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun en bariz örneği yaprak sayısı ve görünümündeki değişimdir. Kuraklığın seviyesi, şiddeti ya da aşırı suyun bitkinin köklerden su almasını engellemesiyle daha az yaprak oluşmasına sebep olmaktadır (Samarah ve ark., 2009).

4.8. Yaprak Alanı

Macar fiği ve yem bezelyesine ait yaprak alanı ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf}=0,0100$, $P_{yb}=0,0017$) (Çizelge 4.15). Topraktaki su miktarı tarla kapasitesinin % 75'inde olacak şekilde yapılan sulama uygulamasında gerek Macar fiği (229,51 cm²/bitki) gerekse yem bezelyesinde (1003,7 cm²/bitki) en fazla yaprak alanı meydana gelmiştir. Bunu bitki başına 221,11 cm² ve 657,5 cm² ile % 50 sulama seviyesi, 110,97 cm² ve 334,0 cm² ile % 100 sulama seviyesi ve 39,02 cm² ve 97,7 cm² ile % 25 sulama seviyesindeki yaprak alanları izlemiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.15. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak alanına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	986,163	15407,703
Tarla kapasitesi	3	25360,467**	423093,205**
Hata	6	2587,947	21921,879
Genel	11	-	
P-değeri		0,0100	0,0017

Çizelge 4.16. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak alanındaki değişim (cm²/bitki)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Yaprak alanı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Yaprak alanı	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	39,02 b	17,0	97,72 d	9,7
50	221,11 a	96,3	657,52 b	65,5
75	229,51 a	100,0	1003,73 a	100,0
100	110,97 b	48,4	334,01 c	33,3
Ortalama	150,15		523,23	

Bitkilerde su azlığı ya da aşırı su fazlalığı durumunda, normal gelişimi için gerekli olan suyu köklerden alamayan bitkilerin yaprak sayılarında azalma ve alanlarında küçülmeler olmaktadır (Bigloui ve ark., 2000; Gomez-del-Campo ve ark., 2002; Taiz ve Zeiger, 2008). Kısa süreli kurak dönemde bile yaprak büyümesi yavaşlarken, kurak

koşulların şiddetini arttırması ve süresinin uzaması durumunda ise gövde ve kök gelişimi durma noktasına gelmektedir (Göksoy ve Turan, 1991; Anjum ve ark., 2011; Öztürk, 2015). Her iki bitkininde yaprak şekilleri dikkate alındığında hem sulu hem de kıraç koşullarda en yüksek yaprak alanını Macar fiği oluşturmuştur.

4.9. Yaprak Oransal Nem İçeriği

Macar fiği ve yem bezelyesine ait yaprak oransal nem içeriği ortalamaları sulama seviyelerine göre istatistikî olarak önemli farklılık göstermemiştir ($P_{mf}= 0,0738$ ve $P_{yb}= 0,5167$) (Çizelge 4.17). Macar fiğinin ortalama yaprak oransal nem içeriği % 34,97-50,98 (ortalama % 41,85) arasında değişirken, yem bezelyesinde bu oranlar % 48,52-61,28 (ortalama % 52,83) arasında yer almıştır (Çizelge 4.18). Yaprak oransal nem içeriklerinin sulama seviyelerine göre önemli değişim göstermemiş olmalarına rağmen, yine de en yüksek oransal nem içeriği % 75 sulama seviyesinde tespit edilmiştir. Özellikle Macar fiğinde kuraklık stresine maruz kalan yaprakların oransal nem içeriğindeki azalma (% 31,4) yem bezelyesinden (% 17,2) daha fazla olmuştur.

Çizelge 4.17. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak oransal nem içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	81,427	49,127
Tarla kapasitesi	3	179,452	98,554
Hata	6	46,099	116,396
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0738	0,5167

Yaprak oransal nem içeriği hasat esnasında yaprağın taşıdığı su miktarını ifade etmektedir. Oransal nem içeriği bitkinin kütiküle tabakası kalınlığı ile ilgili olduğu gibi, terleme ve su alım miktarları ile de bağlantılı olup, yüksek oransal nem miktarı terlemeyi azaltmaktadır (Cseuz ve ark., 2002). Bu çalışmada iç ve dış faktörlerin birbirlerini dengeleyecek etkileri, yaprak oransal nem içeriği yönünden farklılığın doğmamasına yol açmış olabilir.

Çizelge 4.18. Macar fiği ve yem bezelyesinin farklı sulama düzeylerine göre yaprak oransal nem içeriğindeki değişim (%)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	YONİ	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	YONİ	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	34,97	68,6	50,74	82,8
50	35,92	70,5	50,78	82,9
75	50,98	100,0	61,28	100,0
100	45,53	89,3	48,52	79,2
Ortalama	41,85		52,83	

4.10. Özgül Yaprak Ağırlığı

Macar fiği ve yem bezelyesine ait özgül yaprak ağırlığı (ÖYA) ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf}= 0,0309$) ($P_{yb}= 0,0004$) (Çizelge 4.19). Macar fiğinin ortalama ÖYA içeriği 0,00079 iken, yem bezelyesinde bu sayı 0,00107 olarak belirlenmiştir. En fazla değişim her iki bitkide de % 25 sulama seviyesinde belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Macar fiği ve yem bezelyesinde özgül yaprak ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	1,403	1,175
Tarla kapasitesi	3	1,910*	1,202*
Hata	6	3,186	3,728
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0309	0,0004

Yaptığımız çalışmada her iki bitki de farklı sulama seviyelerine göre ÖYA değişimleri istatistiki olarak önemli olmuştur. Bu durum bitki yaşına, sıcaklığa ve gün uzunluğu gibi faktörlere bağlı olmakta ve bu faktörlerin seyrine göre değişmektedir (Uzun, 1977).

Çizelge 4.20. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre özgül yaprak ağırlığındaki değişim (mg/cm²)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	ÖYA	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	ÖYA	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	0,00113 a	150,7	0,00199 a	221,1
50	0,00051b	68,0	0,00090 b	169,8
75	0,00075 b	100,0	0,00053 b	100,0
100	0,00078 ab	104,0	0,00086 b	162,3
Ortalama	0,00079		0,00107	

4.11. Yaprak Sıcaklığı

Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak sıcaklıkları sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli fark göstermemiştir ($P_{mf}= 0,0627$) ($P_{yb}= 0,0707$) (Çizelge 4.21). Yapılan ölçümlerde Macar fiğinde ortalama yaprak sıcaklıkları 19,49-21,88°C arasında değişirken, yem bezelyesinde yapraklar biraz daha sıcak (20,02-23,79°C) olmuştur. Tüm sulama seviyelerinin ortalamasında Macar fiği yaprakları 20,45°C, yem bezelyesi yaprakları ise 22,53°C olmuştur (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.21. Macar fiği ve yem bezelyesinde yaprak sıcaklığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	0,876	2,121
Tarla kapasitesi	3	14,777	8,729
Hata	6	3,485	2,191
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0627	0,0707

Her ne kadar yapılan araştırmada yaprak sıcaklıkları sulama seviyelerine göre önemli oranda değişmese de, beklenen durum tersi olmaktadır. Yaprak sıcaklıkları hava sıcaklıklarına bağlı olduğu gibi, bitkilerin terleme oranları tarafından da etkilenmektedir. Zira terleme ile buharlaşan su ortamın ısını alarak (1 gram su buharlaşırken ortamdan 539-597 kalori ısı almaktadır) (Bayazıt, 1999), ortamın serinlemesine neden olmaktadır.

Bitkilerde de terleme normal devam ettiği zaman yaprak sıcaklığı düşmekte ve yapraklar aynı zamanda kendilerini sıcaklık stresinden korumaktadır (Pallas ve ark., 1967; Taiz ve Zeiger, 2008). Topraktan su alımının azalması ile bitkiler kuraklık stresinden kaçınmak için terleme düzeylerini azaltmaya başlar ve bu durum da yaprakların ısınmasına sebep olur (Hatfield, 1979). Dolayısıyla bu denemede beklenen durum, en yüksek yaprak sıcaklığının % 25 tarla kapasitesinde elde edilmesidir. Sulama seviyelerine göre yaprak sıcaklıkları arasında farklılığın görülmemesi yaprakların oransal nem içerikleri arasında farklılıkların olmamasına bağlı olarak bitkilerin kuraklık stresi karşısında terleme mekanizmalarını yeterince devreye sokmamalarından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.22. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre yaprak sıcaklığındaki değişim (°C)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Sıcaklık	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Sıcaklık	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	21,88	109,4	23,79	102,2
50	19,49	97,4	23,05	99,0
75	20,01	100,0	23,28	100,0
100	20,40	102,0	20,02	98,9
Ortalama	20,45		22,53	

4.12. Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Klorofil

Macar fiği ve yem bezelyesinin klorofil-a ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf} = 0,0002$) ($P_{yb} = <0,0001$) (Çizelge 4.23). Macar fiği ve yem bezelyesinde en yüksek klorofil-a değerleri % 50 (Macar fiği 1,735 g/l, yem bezelyesi 1,850 g/l) ve % 75 (Macar fiği 1,700 g/l, yem bezelyesi 1,850 g/l) sulama seviyesinde en yüksek klorofil-a belirlenmiştir. En az klorofil seviyelerine ise %100 (Macar fiği 1,053 g/l, yem bezelyesi 1,491 g/l) ve % 25 (Macar fiği 1,198 g/l, yem bezelyesi 1,023 g/l) sulama seviyelerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.24).

Farklı sulama seviyelerine ait klorofil-b ortalamaları ise istatistiki olarak Macar fiğinde önemsiz, yem bezelyesinde ise önemli olmuştur ($P_{mf} = 0,4845$) ($P_{yb} = <0,0001$) (Çizelge 4.25). Yem bezelyesinde 0,411 (g/l) ile % 50 ve 0,379 (g/l) ile % 75 sulama seviyesinde en yüksek klorofil-b seviyesi belirlenmiştir. En az klorofil-b miktarı ise 0,359 (g/l) ile % 100 ve 0,200 (g/l) ile % 25 sulama seviyesinde belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.23. Macar fiği ve yem bezelyesinde klorofil-a'ya ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	0,025	0,003
Tarla kapasitesi	3	0,361**	0,351**
Hata	6	0,009	0,004
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0002	<0,0001

Çizelge 4.24. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre klorofil-a'daki değişim (g/l)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Klorofil-a	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Klorofil-a	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	1,198 b	70,5	1,023 c	65,9
50	1,735 a	102,1	1,850 a	119,2
75	1,700 a	100,0	1,552 b	100,0
100	1,053 b	61,9	1,491 b	96,1
Ortalama	1,422		1,479	

Macar fiği ve yem bezelyesine ait toplam klorofil ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur ($P_{mf} = 0,0013$) ($P_{yb} = <0,0001$) (Çizelge 4.27). En fazla toplam klorofil Macar fiğinde % 75 ve 50 (2,063 ve 1,935 g/l), yem bezelyesinde ise % 50 (2,287 g/l) sulama seviyelerinde ölçülmüştür. Kuraklık ve aşırı su stresi yaratan sulama seviyelerinde ise bitkilerdeki toplam klorofil miktarı en düşük düzeyde yer almıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.25. Macar fiği ve yem bezelyesinde klorofil-b'ye ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	0,00007	0,000073
Tarla kapasitesi	3	0,00484	0,026450**
Hata	6	0,00523	0,000236
Genel	11	-	-
P-değeri		0,4845	<0,0001

Çizelge 4.26. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre klorofil-b'deki değişim (g/l)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Klorofil-b	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Klorofil-b	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	0,240	71,0	0,200 c	52,8
50	0,300	88,8	0,411 a	108,4
75	0,338	100,0	0,379 b	100,0
100	0,288	85,2	0,359 b	94,7
Ortalama	0,292		0,337	

Çizelge 4.27. Macar fiği ve yem bezelyesinde toplam klorofille ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	0,0098	0,0087
Tarla kapasitesi	3	0,3600*	0,5758**
Hata	6	0,0165	0,0042
Genel	11	-	-
P-değeri		0,0013	<0,0001

Suyun az veya fazla olması durumunda bitkilerin besin üretmeye ve depolamaya yardımcı başta klorofil olmak üzere fotosentez pigmentleri olumsuz etkilenmekte ve net özümleme düşmektedir (Tanzarella ve ark., 1984; Nadeau ve Sack, 2002). Örneğin, yetersiz ya da aşırı su seviyelerinde bitkilerde sararma (kloroz, klorofil parçalanması) meydana gelmesi, kuraklığın uzun süreçte devam etmesiyle doku ölümü (nekroz) gerçekleşmesi su

seviyesi ile klorofil miktarı arasındaki ilişkiyi de göstermektedir (Munns ve Termatt, 1986).

Çizelge 4.28. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerinde toplam klorofil miktarları (g/l)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Toplam Klorofil	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Toplam Klorofil	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	1,464 b	80,0	1,238 c	63,3
50	1,935 a	93,8	2,287 a	117,0
75	2,063 a	100,0	1,955 b	100,0
100	1,357 b	65,8	1,872 b	95,8
Ortalama	1,705		1,838	

4.13. Hücre Zarı Zararlanma İndeksi

Macar fiği ve yem bezelyesine ait hücre zarı zararlanma indeksi ortalamaları farklı sulama seviyelerine göre istatistiki olarak önemli olmamıştır. ($P_{mf} = 0,5045$) ($P_{yb} = 0,3217$) (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Macar fiği ve yem bezelyesinde hücre zarı zararlanma indeksine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	Kareler ortalaması	
		Macar fiği	Yem bezelyesi
Tekerrür	2	23,356	11,572
Tarla kapasitesi	3	6,011	116,480
Hata	6	6,869	80,982
Genel	11		
P-değeri		0,5045	0,3217

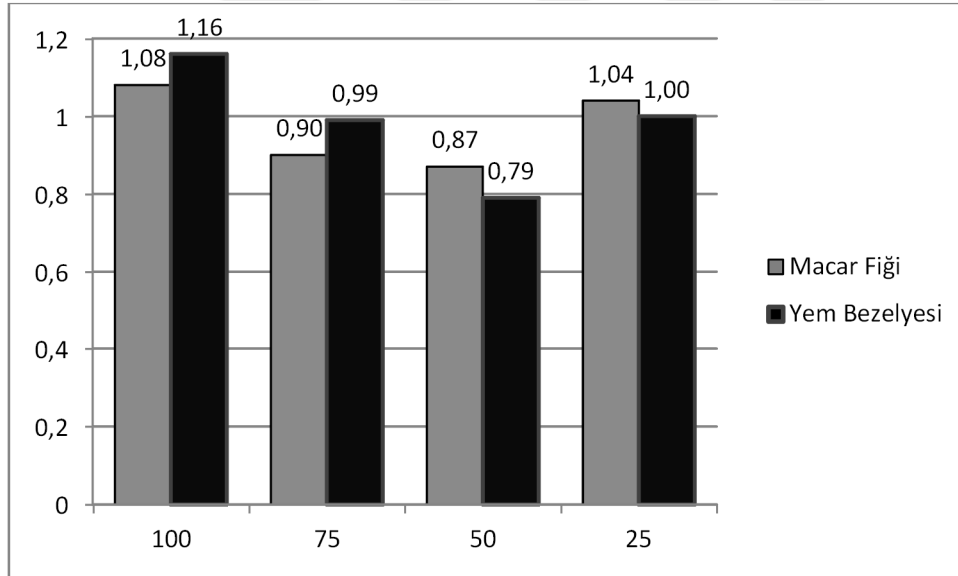
Hücre içi ve hücre dışı ozmotik dengesizlikler, hücre bütünlüğünü ve zar seçiciliğini etkileyerek hücre zarının zararlanmasına sebep olurlar (Ghoulam ve ark., 2002; Munns, 2002). Her bir bitki için farklı sulama seviyelerinde önemli bir fark oluşmasa da yem, Macar fiği hücre zarı zararlanma ortalama yüzdesi, yem bezelyesi ortalama yüzdesine oranla daha fazladır. Bu durum hücrede meydana gelen yoğun su kaybının hücre zarına zarar vermesinden kaynaklanmaktadır (Kocheva ve ark., 2004).

Çizelge 4.30. Macar fiği ve yem bezelyesinde farklı sulama düzeylerine göre hücre zarı zararlanma indeksindeki değişim (%)

Tarla Kapasitesi	Macar fiği		Yem Bezelyesi	
	Hücre zarı zararlanma indeksi	% 75 tarla kapasitesine göre değişim	Hücre zarı zararlanma indeksi	% 75 tarla kapasitesine göre değişim
25	17,94	115,7	11,64	114,9
50	14,68	94,7	10,93	107,9
75	15,50	100,0	10,13	100,0
100	15,53	100,2	11,08	109,4
Ortalama	15,91		10,95	

4.14. Kurağa Duyarlılık İndeksi

Macar fiğine ait ortalama kuraklığa duyarlılık indeksi (KDİ) değerleri 0,87 ile 1,08 ve yem bezelyesinde ise 0,79 ile 1,16 aralığında değişmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Macar fiği ve yem bezelyesine ait kurağa duyarlılık indeksi değerleri

Clarke ve ark. (1984), kurağa duyarlılık ölçümünün kurak şartlar ile normal şartlar kıyaslandığında kurak koşullardaki verim miktarından çok, verim kaybının en aza çekilmesi temel alındığında doğru olarak ifade edilebileceğini belirtmişlerdir.

Farklı buğday çeşitlerinde kurağa dayanımın belirlenmesinde çalışan Winter ve ark. (1988) KDİ 0,55-0,63, Öztürk (1999) KDİ 0,59-1,59 ve Aydın ve ark. (1999) KDİ 0,676-1,244 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların tümü kurağa

duyarlılık indeksinin 1'in altında olmasının, kurağa dayanıklı olduklarını gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi % 75 sulama seviyesinde Macar fiğinin KDİ 0,90, yem bezelyesinin KDİ ise 0,99 olarak hesaplanmıştır. Yüzde 50 sulama seviyesinde Macar fiği (0,87) ve yem bezelyesinin KDİ değerleri 0,87 ve 0,79 olarak belirlenmiştir. Bu durum bu sulama seviyelerinde bitkilerin kurağa dayanıklı olmadıklarının göstermektedir. Bitkiler uygun şartlarda yetiştirildiklerinde, stres koşullarına alışmada zorlanmaları bu durumu doğurmuştur.



BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kışlık ana veya ara ürün şeklinde ekilen Macar fiği ve yem bezelyesinde günlük ekimlerde ve ilkbahar sonuna doğru zaman zaman kuraklıklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca erken ilkbaharda aşırı yağışlara bağlı zarar da söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle bu araştırma, elverişsiz iklim şartlarından Macar fiği ve yem bezelyesinin nasıl etkilenebileceğini ve sulama gerektiğinde hangi sulama seviyesinin en iyi sonucu verdiğini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Sonuç olarak, gerek topraktaki suyun tarla kapasitesinin % 25'ine düşmesine sebep olan kuraklıklar gerekse toprağın uzun süre suya doymun halde tutulması, her iki yem bitkisine de ciddi zarar vererek önemli verim kayıplarına yol açmıştır. Yem bezelyesi kuraklıktan Macar fiğine göre biraz daha az etkilenmiştir. Bu nedenle kuraklık ihtimali durumunda yem bezelyesinin tercih edilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Kurak dönemlerde sulama gerektiğinde ise en yüksek ot verimleri % 75 tarla kapasitesi seviyesinde sulama yapıldığında elde edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E., 1991. Yem Bitkileri Tarımı, Uludağ Üniversitesi Yayınevi, Bursa.
- Açıkgöz E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Vipaş A.Ş. Yayın No:58, 584 s., Bursa.
- Amede T., Schubert S., Stahr K., 2003. Mechanisms of Drought Resistance in Grain Legumes, I: Osmotic Adjustment. Ethiopian Journal of Science, 26(1): 37-46.
- Anjum S.A., Xie X., Wang L., Saleem M.F., Man C., Lei W., 2011. Morphological, Physiological and Biochemical Responses of Plants to Drought Stress. African Journal of Agricultural Research, 6: 2026-2032.
- Anonim 2016b. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. www.tarim.gov.tr.
- Arnon D.I., 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts, Polyphenoxidase in Beta Vulgaris. Plant Physiology, 24: 1-15.
- Ashraf M., 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1): 17-42.
- 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, 200: 535–546.
- Aydın M., Kalaycı M., Keser M., Altay F., Ekiz H., Yılmaz A., Kınacı E., Çakmak İ., 1999. Orta Anadolu Koşullarında Yetişen Bazı Buğday Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklık Stresi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya, s. 337-348.
- Bayazit, M., 1999. Hidroloji (7. Baskı). İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1605, Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul, s. 127-131.
- Biglouei M.H., Assimi M.H., Akbarzadeh A., 2000. Effect of water stress at different growth stages on quantity and quality traits of Virginia (flue-cured) tobacco type. Plant Soil Environ., 56(2): 67-75.
- Bloem J., De Ruiter P.C., Koopman G.J., Lebbink G., Brussaard L., 1992. Microbial Numbers and Activity in Dried and Rewetted Arable Soil under Integrated and Conventional Management. Soil Biology and Biochemistry, 24: 655-665.
- Blum A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. Critical Reviews in Plant Sciences, 2: 199-237.
- Bray E., 1997. Plant Responses to Water Deficit. Trends in Plant Science, 2: 48-54.
- Bruckner P.L., Froberg R.C., 1987. Stress Tolerance and Adaptation in Spring Wheat. Crop

Science, 27: 31-36

- Campbell M.K., 1991. Biochemistry, Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, Fort Worth, USA, 1991.
- Clarke J.M., Townley-Smith T.F., McCaig T.N., Green D.G, 1984. Growth Analysis of Spring Wheat Cultivars of Varying Drought Resistance. *Crop Science*, 24: 537-541.
- Cseuz L., Pauk J., Kertész Z., Matuz J., Fónad P., Tari I., Erdei L., 2002. Wheat Breeding for Tolerance to Drought Stress at the Cereal Research Non-Profit 110 Company. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology, S1- P01.
- Çırak C., Esendal E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 231-237.
- Drew M.C., Lynch J.M., 1980. Soil Anaerobiosis, Microorganisms, and Root Function. *Annual Review Phytopathology*, 18: 37-66.
- Eck H.V., Musick J.T., 1979. Plant Water Stress Effects on Irrigated Grain Sorghum. II. Effects on Nutrients in Plant Tissues. *Crop Science*, 19: 592-598.
- Farooq M., Basra S.M.A., Wahid A., Cheema Z.A., Cheema M.A., Khaliq A., 2008. Physiological Role of Exogenously Applied Glycinebetaine in Improving Drought Tolerance of Fine Grain Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(5): 325-333.
- Fischer R.A., Maurer R., 1978. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars, 1. Grain Yield Responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897-912.
- Foyer C.H., Noctor G., 2000. Oxygen Processing in Photosynthesis, Regulation and Signaling. *New Phytologist*, 146: 359-388.
- Gadallah M.A.A., 1995. Effects of Waterlogging and Kinetin on the Stability of Leaf Membranes, Leaf Osmotic Potential, Soluble Carbon and Nitrogen Compounds and Chlorophyll Content of Ricinus Plants. *Phyton*, 35: 199-208.
- Gerakis P.A., Guerrero F.P., Williams W.A., 1975. Growth, Water Relations and Nutrition of Three Grassland Annuals as Affected by Drought. *Journal of Applied Ecology*, 12(1): 125-135.
- Ghoulam C., Foursy A., Fores K., 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic Ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47: 39-50.
- Gomez-del-Campo M., Ruiz C., Lissarrague J.R., 2002. Effect of Water Stress on Leaf Area Development, Photosynthesis, and Productivity in Chardonnay and Airén Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 138-143.

- Gökkuş A., 2015. Kurak Alanlarda Yapay Mera Kurulması ve Yönetimi. ÇOMÜ Ziraat Fakülte Dergisi, 2(2): 151–158.
- Göksoy A.T., Turan Z.M., 1991. Kuraklığın Bitki Fizyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri. Uludağ Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 8: 189-199.
- Günay A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Cilt I, ISBN 975-00725-0-2, İzmir.
- Güneş A., Çiçek N., İnal A., Alpaslan M., Eraslan F., Güneri E., Güzelordu T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at pre-and Postanthesis Stages and its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. Plant Soil Environment, 52: 368-376.
- Hatfield J.L., 1979. Canopy Temperatures. The Usefulness and Reliability of Remote Measurements. Agronomy Journal, 71: 889-892.
- Hiscox J.D., Israelstam G.F., 1979. A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. Canadian Journal of Botany, 57: 1332-1334
- Hsiao T.C., 1973. Plant Responses to Water Stress. Ann. Rev. Plant Physiology, 24: 519-570.
- Kaiser W.M., 1987, Effects of Water Deficit on Photosynthetic Capacity. Physiology Plant., 71: 142-149.
- Kalefetoğlu T., Ekmekçi Y., 2005. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(4): 723-740.
- Karakaş B., Ozias-Akins P., Stushnoff C., Suefferheld M., Rieger M., 1997. Salinity and Drought Tolerance of Mannitol 333 Accumulating Transgenic Tobacco. Plant, Cell and Environment, 20: 609- 616.
- Kessler B., 1961. Nucleic Acids as Factors in Drought Resistance of Higher Plants. Recent Advance Bot., 2: 1153-1159.
- Kocheva K., Lambrev P., Georgiev G., Goltsev V., 2004. Evaluation of Chlorophyll Fluorescence and Membrane Injury in the Leaves of Barley Cultivars under Osmotic Stress. Bioelectrochemistry, 63: 121-124.
- Kozlowski T.T., Pallardy S.G., 1997. Physiology of Woody Plants. Academic Press, San Diego.
- Lawlor D.W., 2002. Limitation to Photosynthesis in Water-Stressed Leaves: Stomata vs. Metabolism and the Role of ATP. Annals of Botany, 89: 871–885.
- Levitt J., 1980. Response of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, Orlando.
- Liu F., Stützel H., 2004. Biomass Partitioning, Specific Leaf Area and Water use Efficiency of Vegetable Amaranth (*Amaranthus* spp.) in Response to Drought Stress. Scientia

- Horticulturae, 102(1): 15-27.
- Munns, R., Termatt, A., 1986. Whole Plant Responses to Salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13, 143-160.
- Munns R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. Plant Cell Environmental, 25: 239-250.
- Nadeau J.A., Sack F., 2002. Stomatal Development in Arabidopsis. In: Somerville, C.R. et al. Eds. The Arabidopsis Book, The American Society of Plant Biologists, 2-33.
- Öztürk A., 1999. Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Kurağa Dayanıklılık. Türk Tarım ve Orm. Dergisi, 23(5): 1237-1247.
- Öztürk M.A., Seçmen Ö., 1992. Bitki Ekolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fak. Yay. No: 141, İzmir.
- Öztürk N.Z., 2015. Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(5): 307-315.
- Pallas J.E., Michel B.E. Jr., Harris D.G., 1967. Photosynthesis, Transpiration, Leaf Temperature, and Stomatal Activity of Cotton Plants under Varying Water Potentials. Plant Physiol., 42, 76-88.
- Rawson H.M., Bagga A.K., Bremner P.M., 1977. Aspects of Adaptation by Wheat and Barley to Soil Moisture Deficits. Aust. J. Plant Physiology, 4: 389-401.
- Sağlam A., 2004. Ağır Kuraklık Stresi Geçirmiş *Ctenanthe setosa* bitkisinin Yeni Kuraklık Koşullarına Adaptasyon Yeteneğinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üni., Trabzon (Yüksek Lisans Tezi).
- Samarah N.H., Alqudah A.M., Amayreh J.A., McAndrews G.M. 2009. The Effect of Late-Terminal Drought Stress on Yield Components of Four Barley Cultivars. Journal Agronomy and Crop Science, 195(6): 427- 441.
- Saxena N.P., Johansen C., Saxena M.C., Silim S.N., 1993. Selection For Drought and Salinity Tolerance in Cool-Season Food Legumes. In: K.B Singh and M.C Saxena Eds. Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. United Kingdom, pp. 245- 270.
- Shao H.B, Chu L.Y., Jaleel C.H., Zhao C.H., 2008. Water-Deficit Stress-Induced Anatomical Changes in Higher Plants. Comptes Rendus Biologies, 331: 215-225.
- Shubha V., Tyagi A.K., 2007. Emerging Trends in the Functional Genomics of the Abiotic Stress Response in Crop Plants. Plant Biotechnology Journal, 5(3): 361-380.
- Smirnoff N., 1993. The Role of Active Oxygen in the Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. New Phytologist, 125: 27-58.

- Taiz L., Zeiger E., 2008. Bitki Fizyolojisi. Çeviren: İ. Türkan, Palme Yayıncılık, Ankara, 690s.
- Tanzarella O.A., Pace C.D., Filippetti A., 1984. Stomatal Frequency and Size in *Vicia faba* L. Crop Science, 24: 1070–1076.
- Turan Z.M., 1995. Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Notları No: 62, Bursa, 121s.
- Uzun S., 1997. Sıcaklık ve Işığın Bitki Büyüme, Gelişme ve Verimine Etkisi (I. Büyüme). Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Dergisi, 12(1): 147-156.
- Winter S.R., Musick J.T., Porter K.B., 1988. Evaluation of Screening Techniques for Breeding Drought-Resistant Winter Wheat. Crop Science, 28: 512-516.
- Ya L., JunQiang D., Chander S., DengQun L., JiuRan Z., JianSheng L., 2009. Identification of Maize Drought-Tolerance at Seedling Stage Based on Leaf Temperature Using Infrared Thermography. Scientia Agricultura Sinica, 42(6): 2192-2201.
- Zivcak M., Brestic M., Olsovska K., Ferus P., Repkova J., 2007. Physiological Criteria of Tolerance to Drought and High Temperature in Winter Wheat. 18th EUCARPIA Genetic Resources Section Meeting, 23-26 May, 2007, Slovak Republic.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Sema Deniz Özel

Doğum Yeri: Savaştepe

Doğum Tarihi: 11.08.1987

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Özel S.D., Gökkuş A., Alatürk F., 2016. Farklı Sulama Seviyelerinin Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) ve Yem Bezelyesinin (*Pisum arvense* L.) Gelişimine Etkileri. Alınteri, 30(1): 46-52.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : -

İLETİŞİM

E-posta Adresi: adasu35@gmail.com