

**DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNDE
FARKLI SU KISITLARININ İSPANAKTA
MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK,
MORFOLOJİK VE KİMYASAL
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

**Bengü UYAN
Yüksek Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ
2011**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNDE FARKLI SU KISITLARININ İSPANAKTA
MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

Bengü UYAN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ danışmanlığında, Bengü UYAN tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Levent ARIN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Yeşim ERDEM

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKÇU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNDE FARKLI SU KISITLARININ İSPANAKTA MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

Bengü UYAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ

Bu araştırmada materyal olarak Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Trakya Bölgesine de iyi adapte olmuş Matador (*Spinacia oleracea* var. *Matador*) çeşidi kullanılmıştır.

Deneme kontrollü koşullar altında sıcaklığı +40°C ile -20°C arasında ayarlanabilen iklim odasında kurulmuştur. Yetiştirme dönemi boyunca iklim odası 22/18 ±1 °C (gündüz/gece) sıcaklıkta, 10/14 saat (ışık/karanlık) fotoperiyodik düzende, % 65 nemli ortamda ve 400 µmol m⁻²s⁻¹ ışık şiddetinde tutulmuştur.

Yetiştirme odasında çıkış ve farklı vejetasyon dönemlerine kadar damla sulama ile normal su ihtiyacı giderilmiş, daha sonra yapay kuraklık stresi uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla ıspanağın üç farklı vejetasyon döneminin başında (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcında) beş farklı su kısıtlamasına (kontrol, % 0, % 25, % 50 ve % 75) gidilmiştir.

Deneme süresince yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak kalınlığı (mm), yaprak alanı (cm²), yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), nisbi büyüme oranı (mg/KA), toplam fenolik madde (mg/100 g), toplam klorofil (mg/l), serbest prolin (µmol/g TA), sistein (µmol/g TA), askorbik asit (mg/100 g), lipid peroksidasyon (mmol/g TA) ile yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarları ölçülmüştür.

İspanağın gelişim dönemleri bakımından, erken döneme denk gelen kuraklık daha düşük stres seviyelerinde atlatılırken, ilerleyen dönemlerde stres seviyesi gittikçe artmış, buna rağmen genç dönemde atlatılan kuraklık stresi bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Hasat döneminde oluşacak bir su stresinde ise stres sonrası bitkilerin sadece kontrol ve % 75 sulama oranında sulananların stresten etkilenmediği % 0, % 25 ve % 50 oranında sulanan bitkilerin ise stresi atlatamadığı büyüme ve gelişmesine devam edemediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ispanak, vejetasyon dönemi, kuraklık stresi, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği

2011, 106 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECTS of DIFFERENT WATER DEFICITS on PHYSIOLOGICAL, MORPHOLOGICAL and CHEMICAL CHANGES in DIFFERENT GROWTH PHASE of SPINACH

Bengü UYAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor : Assit. Prof. Dr. Murat DEVECİ

Cv.Matador (*Spinacia oleracea* var. *Matador*) which is widely grown in Turkey and adapted well in Thrace region was used in this research.

The experiment was conducted in the growth room which had temperature adjustments from +40 °C to -20°C. The growth room was kept at 22/18 ± 1 C (day/night) temperature 10/14 hours (light/dark) photoperiods, 65 % humidity and 400 mmolm⁻²s⁻¹ light intensity.

The irrigation was done with drip irrigation according to normal watering requirement for growing, emergence and different vegetation periods. After that water stress conditions applied. Five water stress (control, 25, 50 and 75%) regimes were applied in three different vegetation period (two true leaves, five true leaves and harvesting period).

In the experiment number of leaves, leaf weight (g), leaf thickness (mm), leaf area (cm²), leaf relative water content, leaf water potential (MPa), the leaf membrane damage (%), leaf temperature (°C), relative growth rate (mg DW/day), total phenolics (mg/100 g), total chlorophyll (mg/ l), free prolin (µmol/g FW⁻¹), sistein (µmol/g FW⁻¹) ascorbic acid (mg/100 g), lipid peroxidase, macro and micro nutrient content of leaf .

According to different vegetation period, the plants which had early water stress were not affected at low water stress conditions but late water stress although increased stress levels, the plants had early water stress were more affected in their growth and development. In harvesting period the plants were not affected at control and 75 % water levels but 0 %, 25 % and 50 % water levels affected and stopped the growth and development of the plants.

Keywords : Spinach, growth phase, relative growth period, mineral nutrients, phenolic compounds

2011, 106 pages

TEŞEKKÜR

Araştırma konumu belirleyen ve araştırmamın her aşamasında değerli bilgilerinden yararlandığım başta danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat DEVECİ'ye, araştırmam süresince her türlü destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç.Dr. Elman BAHAR'a , Araş. Gör. Dr. Esin GÖNÜLSÜZ'e, bölüm hocalarıma gösterdikleri ilgi nedeniyle teşekkür ederim.

Deneme süresince benden yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Merve BORA, Nilüfer BAĞCI ve Gülin DOLGUN'a teşekkür ederim.

En önemlisi sadece yüksek lisans değil bütün eğitim hayatım boyunca maddi, manevi her zaman yanımda olan, hiçbir zaman sevgi ve desteklerini esirgemeyen başta canım babam Necdet UYAN ve canım annem Zeynep UYAN olmak üzere bütün aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

EKİM 2011, TEKİRDAĞ

Bengü UYAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Denemenin Kuruluşu	20
3.2.2. Bitkilerin Yetiştirildiği Ortam	20
3.2.3. Bitkilerin Yetiştirilmesi	21
3.2.4. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri.....	25
3.2.5. Ölçüm Tartım ve Gözlemler	26
3.2.5.1. Zararlanma Derecesi.....	26
3.2.5.2. Yaprak Sayısı (adet)	28
3.2.5.3. Yaprak Ağırlığı (g)	28
3.2.5.4. Yaprak kalınlığı (mm).....	28
3.2.5.5. Yaprak Alanı (cm ²)	28
3.2.5.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%)	28
3.2.5.7. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa).....	30
3.2.5.8. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)	31
3.2.5.9. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)	31
3.2.5.10. Nispi Büyüme Oranının Belirlenmesi (mg kuru ağırlık/gün).....	31
3.2.5.11. Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g)	33
3.2.5.12. Toplam Klorofil Tayini (mg/1)	34
3.2.5.13. Serbest Prolin Tayini (µmol/g taze ağırlık)	35
3.2.5.14. Sistein Analizi (µmol/g taze ağırlık)	35
3.2.5.15. Askorbik Asit Analizi (mg/100 g)	35
3.2.5.16. Lipid Peroksidasyonu Belirlenmesi (mmol/g TA)	38
3.2.5.17. Azot Miktarı (%).....	38
3.2.5.18. Protein Miktarı (%).....	40
3.2.5.19. Diğer Elementlerin Tayini (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe)	40
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	40

4. BULGULAR ve TARTIŞMA	41
4.1. Zararlanma Derecesi.....	41
4.2. Yaprak Sayısı (adet)	43
4.3. Yaprak Ağırlığı (g)	44
4.4. Yaprak kalınlığı (mm)	45
4.5. Yaprak Alanı (cm ²)	47
4.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%).....	49
4.7. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa)	51
4.8. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%).....	60
4.9. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)	62
4.10. Nispî Büyüme Oranının Belirlenmesi (mg kuru ağırlık/gün).....	63
4.11. Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g)	65
4.12. Toplam Klorofil Tayini (mg/l)	67
4.13. Serbest Prolin Tayini (µmol/g taze ağırlık)	69
4.14. Sistein Analizi (µmol/g taze ağırlık)	71
4.15. Askorbik Asit Analizi (mg/100 g)	72
4.16. Lipid Peroksidasyonu Belirlenmesi (mmol/g TA)	75
4.17. Azot Miktarı (%).....	77
4.18. Protein Miktarı (%).....	79
4.19. Diğer Elementlerin Tayini (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe)	81
4.19.1. Fosfor Miktarı (%).....	81
4.19.2. Potasyum Miktarı (%).....	83
4.19.3. Kalsiyum Miktarı (%).....	85
4.19.4. Magnezyum Miktarı (%).....	86
4.19.5. Çinko Miktarı (ppm)	88
4.19.6. Mangan Miktarı (ppm)	89
4.19.7. Bakır Miktarı (ppm)	91
4.19.8. Demir Miktarı (ppm)	92
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	95
6. KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1.	İspanak yaprağında bulunan besin elementleri içerikleri	9
Çizelge 2.2.	Bitkilerde bulunan makro ve mikro elementlerin toksik olmayan ortalama ve genel bulunuş durumları	10
Çizelge 2.3.	Sonbahar ve kış dönemlerinde yetiştirilen ıspanaklarda toplam klorofil miktarının fide yaşı ile arasındaki ilişkisi ($\text{mg}/100 \text{ cm}^2$)	12
Çizelge 3.1.	Denemede toprağına ait azı fiziksel özellikler	25
Çizelge 3.2	Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri	26
Çizelge 4.1.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak zararlanma dereceleri ortalamaları (derece değerleri 0'dan 5'e doğru gittikçe bitkilerde zararlanma artmaktadır).	41
Çizelge 4. 2.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD. testine göre gruplar	43
Çizelge 4.3.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD. testine göre gruplar	44
Çizelge 4.4.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) ve LSD testine göre gruplar	46
Çizelge 4.5.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm^2) ve LSD testine göre gruplar	47
Çizelge 4.6.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	49
Çizelge 4.7.	Matador ıspanak çeşidinin iki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) üzerine etkileri (MPa)	51
Çizelge 4.8.	Matador ıspanak çeşidinin İki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa)	53
Çizelge 4.9.	Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) üzerine etkileri (MPa)	55

Çizelge 4.10. Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa)	56
Çizelge 4.11. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) üzerine etkileri (MPa)	57
Çizelge 4.12. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa)	59
Çizelge 4.13. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	60
Çizelge 4.14. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sıcaklıkları ortalamaları	62
Çizelge 4.15. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin nispi büyüme oranı ortalamalarına etkisi (mg kuru ağırlık/gün) ve LSD testine göre gruplar	63
Çizelge 4.16. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) ve LSD testine göre gruplar	65
Çizelge 4.17. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) ve LSD testine göre gruplar	67
Çizelge 4.18. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin serbest prolin miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) ve LSD testine göre gruplar	69
Çizelge 4.19. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin sistein miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) ve LSD testine göre gruplar	71
Çizelge 4.20. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin askorbik asit ortalamalarına etkisi (mg/100 g) ve LSD testine göre gruplar	73
Çizelge 4.21. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin lipid peroksidasyon ortalamalarına etkisi () ve LSD testine göre gruplar	75
Çizelge 4.22. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin azot miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	77

Çizelge 4.23. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin protein miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	79
Çizelge 4.24. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin fosfor miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	81
Çizelge 4.25. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin potasyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	83
Çizelge 4.26. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin kalsiyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	85
Çizelge 4.27. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin magnezyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar	86
Çizelge 4.28. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin çinko miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar	88
Çizelge 4.29. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin mangan miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar	90
Çizelge 4.30. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin bakır miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar	91
Çizelge 4.31. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin demir miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar	93

ŞEKİLLER

Şekil 3.1.	Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm	21
Şekil 3.2.	Tohum ekimi sonrası iklim odasından genel görünüm	22
Şekil 3.3.	Ispanak Matador çeşidinin iklim odasında 4-5 yapraklı gelişme döneminden genel görünüm	23
Şekil 3.4.	Ispanak Matador çeşidinin iklim odasında hasat döneminin genel görünüm	24
Şekil 3.5.	Zararlanma Derecelerine ait görünüm	27
Şekil 3.6.	Ispanak Matador çeşidine ait yaprakların iki damar arası dijital kumpas ile ölçümü	29
Şekil 3.7.	Ispanak yapraklarının tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması	29
Şekil 3.8.	Ispanak yapraklarında stres yapay kuraklık sonrası yaprak orasal su içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaprak disklerinin alınması ve saf su içinde turgor hale getirilme aşamaları	29
Şekil 3.9.	Yaprak su potansiyeli ölçme cihazı olan scholander basınç odası ve yapılan ölçümlerden görünüm	30
Şekil 3.10.	Infrared termometre yardımıyla ıspanak yaprak yüzey sıcaklığının temassız şekilde ölçümü	32
Şekil 3.11.	Ispanak yapraklarında toplam fenolik madde tayini amacıyla yaprakların 0.1 M fosfat tamponunda homojenize edilmesi	33
Şekil 3.12.	Klorofil ölçüm cihazı ve ıspanakların kuraklık stresi sonrası klorofil ölçümlerine ait görüntüler	34
Şekil 3.13.	Ispanak yapraklarında serbest prolin tayini amacıyla 100 °C'de su banyosunda bekletilmesi ve daha sonra santrifüze yerleştirilmesi aşamasına ait görüntüler	36
Şekil 3.14.	Ispanak yapraklarında askorbik asit tayini amacıyla titrasyon işleminden görüntüler	37
Şekil 3.15.	Ispanak yapraklarında malondialdehit (MDA) miktarını tespit amacıyla örneklerin spektrofotometre ölçümlerine hazırlanması	39
Şekil 4. 1.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak skala ortalamalarına ait farklılıklar	42
Şekil 4.2.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) üzerine farklılıklar	43

Şekil 4.3.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıklar	45
Şekil 4.4.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) üzerine farklılıklar	46
Şekil 4.5.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm ²) üzerine farklılıklar	48
Şekil 4.6.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla % değişim oranları (%) üzerine farklılıklar	50
Şekil 4.7.	Matador ıspanak çeşidinin iki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	51
Şekil 4.8.	Matador ıspanak çeşidinin İki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	53
Şekil 4.9.	Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	55
Şekil 4.10.	Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	56
Şekil 4.11.	Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	58
Şekil 4.12.	Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar	59
Şekil 4.13.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	61
Şekil 4.14.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sıcaklıkları ortalamalarına etkisi (°C) üzerine farklılıklar	63
Şekil 4.15.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin nispi büyüme oranı ortalamalarına etkisi (mg kuru ağırlık/gün) üzerine farklılıklar	64

Şekil 4.16.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıklar	66
Şekil 4.17.	Farklı gelişme dönemlerinin Matador ıspanak çeşidinde toplam klorofil miktarı (mg/l) farklılıkları	67
Şekil 4.18.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin serbest prolin miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) üzerine farklılıklar	70
Şekil 4.19.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin sistein miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) üzerine farklılıklar	72
Şekil 4.20.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin askorbik asit ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıklar	73
Şekil 4.21.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin lipid peroksidasyon ortalamalarına etkisi (mmol/g TA) üzerine farklılıklar	75
Şekil 4.22.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin azot miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	78
Şekil 4.23.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin protein miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	80
Şekil 4.24.	Farklı gelişme dönemlerinin Matador ıspanak çeşidinde fosfor miktarı (%) farklılıkları	82
Şekil 4.25.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin potasyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	84
Şekil 4.26.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin kalsiyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	85
Şekil 4.27.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin magnezyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar	88
Şekil 4.28.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin çinko miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar	89

Şekil 4.29.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin mangan miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar	91
Şekil 4.30.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin bakır miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar	92
Şekil 4.31.	Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin demir miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar	94

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların gün geçtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan sayısı hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütülen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır (Erdem ve ark. 2008).

Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak % 45'i sürekli olarak kuraklık stresine maruz kalırken, dünya yüzeyinde bulunan alanların yaklaşık % 6'sı tuzluluk sorunu ile karşı karşıya gelmiştir (Asraf ve Foolad 2007).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, kuraklık ve çölleşme ile buna bağlı ekolojik bozulmalarla karşı karşıya olup küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak kuraklığın süresinde ve şiddetindeki artışların, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu da tetikleyeceği bildirilmektedir (Türkeş 1994, Türkeş 1997).

Genel olarak yağışın, yeraltı veya yüzey sularının ortalama değerlerinin altında olması olarak tanımlanan kuraklık, dünyadaki doğal afetler arasında önem bakımından ilk sırada yer almaktadır. Fosil yakıtların yanması, ormanların yok edilmesi, endüstriyel etkinlikler gibi insan aktiviteleri beraberinde "sera gazları" denilen karbondioksit, metan, ozon ve diazot monoksit gibi gazların atmosferde artmasına yol açmakta ve bu gazların yarattığı sera etkisi sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklık artmaktadır. Küresel ısınma olarak tanımlanan bu olay iklim değişikliklerine neden olmakta ve araştırmalara göre 2030 yılında Türkiye dahil Güney Avrupa'yı içine alan bölgenin oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği bildirilmektedir. Dünyadaki doğal kaynakların nüfusu besleme kapasitelerinin azalmasına ve bunun sonucunda milyonlarca insanın açlıktan ölmesine neden olabileceği göz önüne alındığında, kuraklık, dünya üzerindeki tüm canlı yaşamı için tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle, kuraklık stresine dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açıklanması, kurumaya dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarımı çalışmaları yönündeki araştırmalar, özellikle insanların neden olduğu küresel ısınma

sonucunda etkisini giderek arttıran kuraklığın, ilerde tüm canlılar için büyük bir sorun haline gelmesini önlemede rol oynayacaktır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005).

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi % 26'lık payıyla en büyük dilimi içermektedir. Bu verileri % 20 ile mineral stresi ve % 15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir. Bunların dışında kalan diğer tüm stresler % 29'luk bir pay alırken, yalnızca % 10'luk bir alan herhangi bir stres faktörüne maruz kalmamaktadır (Blum 1986). Bu durumda, kuraklık stresi büyümeyi ve verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden biri olup bitkilerde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı indüklemekte ve buna bağlı olarak bitkiler, sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak tolerans mekanizmaları geliştirebilmektedirler (Arora ve ark. 2002).

Bitkisel üretimde süregelen sorunlardan biri su eksikliğidir. Kültür bitkileri gelişimleri için genellikle fazla miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Su noksanlığı çoğu zaman verim kayıplarının yanı sıra önemli kalite düşüşlerine de sebep olmaktadır. Kuraklıkla mücadelede geleneksel çözüm sulamadır. Fakat, günümüzde kaliteli su kaynakları azalmakta ve pek çok alanda çiftçiler, sanayiciler ve belediyeler gibi farklı kullanıcılar aynı su için rekabet etmektedirler. Bu yüzden sulama, kuraklık probleminin çözümünde, çiftçiler sulama suyu masraflarını ve gerekli ekipmanın yüksek masraflarını karşılayabilseler bile, ümit veren bir tercih olarak görülmemektedir. Bu kanaat giderek yaygınlaşmaktadır ve kurak koşullar altında iyi verim sağlayabilme kapasitesine sahip bitkilere karşı artan bir ilgi bulunmaktadır (Çırak ve Esendal 2006).

Kuraklık birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde ifade edilmektedir. Çölleşme Sözleşmesi'ndeki (Anonymous 1995) tanımlamalara göre; kuraklık, yağışın normal düzeyinin çok altında olduğu koşullarda ortaya çıkan ve arazi kaynakları ile üretim sistemlerini olumsuz yönde etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olaydır. Türkes (1998 ve 1999)'e göre , kuraklık; iklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir özellik olup, kurak ve yarı kurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-ılıman iklimleri ile diğer iklim bölgelerinde de oluşabilir (Türkes 1998, Türkes 1999). Genel olarak kuraklık; meteorolojik bir olgu olup, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması, toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotranspirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Kuşvuran 2010).

Kuraklık, bitkilerde fotosentezin engellenmesi sonucu klorofil içeriği ve bileşenlerinde çeşitli değişikliklere neden olması yanında fotosentetik düzende de zararlanmalar ortaya çıkmasıdır. Ayrıca Kelvin döngüsünde görevli enzim ve fotokimyasal aktivitelerde aksaklıklara yol açmaktadır. Bitkinin fotosentetik düzeninde oluşan aksamalar sonucu reaktif oksijen radikalleri (ROS) ile antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki denge bozulur. Stres sonucu, reaktif oksijen radikalleri birikimine neden olarak proteinlerin ve diğer hücrenel bileşenlerin yapısı bozulmaktadır.

Kuraklık stresi sonucunda ROS'u (reaktif oksijen radikalleri) zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri bitkilerin oksidatif strese karşı en önemli dayanım mekanizmalarıdır. Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidan savunma sistemlerine sahip olup bunların başında vitamin E, C Vitamini, glutatyon ve karotenoidler gelirken; süper oksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler en etkin antioksidatif enzimler arasındadır. Özellikle stres koşullarında oksijen radikallerini etkisiz duruma getirmede etkili bir diğer antioksidanın da sitrullin olduğu bildirilmektedir. Stres sonrası majör aminoasit durumuna geçen sitrullinlerin özellikle serbest oksijen radikallerinin tutulması ve DNA'nın korunmasında oldukça etkili bir rolünün olduğu ileri sürülmektedir (Kawasaki ve ark. 2000, Alexieva ve ark. 2003).

Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler antioksidan savunma sistemlerinin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler (Jung 2004, Ramachandra ve ark. 2004, Pinherio ve ark. 2004). Bununla beraber, uzun süreli ve akut; hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile, savunma mekanizmalarının kapasiteleri aşılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir (Alexieva ve ark. 2003).

İspanak bitkisi yurdumuz şartlarında, ilkbahar ekimi ve hasadı (30–50 gün), sonbahar ekimi ve hasadı (40–60 gün) ve sonbahar ekimi ve ilkbahar hasadı (200–250 gün) olmak üzere üç ayrı dönemde yetiştirilir. Yaz ayları, hem sıcaklıkların yüksek oluşu hem de uzun gün şartlarının hâkim oluşu sebebiyle, ıspanak yetiştiriciliğine pek rastlanmamaktadır. Ancak son yıllarda serin sıcaklıkların hüküm sürdüğü yükseltilerde, bir miktar yetiştiricilik yapılmaktadır

Ülkemizde ıspanak yetiştiriciliği genellikle yağışlı ve nemli periyoda denk gelmektedir. Bu sebeple birçok hallerde ıspanaklara su verilmemektedir. Ancak bitkilerin aşırı büyüme

dönemine girdikleri son üç haftalık gelişme dönemlerinde, aşırı suya ihtiyaç duydukları da şüphesizdir. Ispanaklar yüzeysel köklü bitkiler oldukları için, toprak derinliklerindeki suyu kullanamazlar, geniş yapraklı oldukları için de, hasat zamanına doğru fazla su sarf ederler. Bu sebeplerle, bu dönem içinde bitkilerin susuz bırakılmaları verimin düşmesine sebep olur (Şalk ve ark. 2008).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de küresel iklim değişikliği son dönemlerde yetiştiricilikte kuraklık açısından önemli hale gelmiştir. Bölgemizde çoğunlukla ilkbahar erken ve sonbahar erken dönemlerinde yapılan yetiştiricilikte ıspanağın ilk yada son dönemleri kurak ve yağışsız şartlara denk gelebilmektedir. Erken sonbahar yetiştiriciliğinde tohum ekiminin yapıldığı eylül ve ekim ayları kuraklığa rastlayabilmekte ve bu dönemlerde ekilen ıspanaklar 2-4 yapraklı dönemde olmaktadır, erken ilkbahar yetiştiriciliğinde bitkilerin hasat olgunluğu dönemleri kurak dönemlere rastlayabilmekte bu dönemde ise ıspanaklar hasat dönemlerinde olmaktadır.

Araştırmada farklı su kısıtlarının, ıspanağın farklı gelişme dönemlerinde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişiklikler belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kuraklık stresinin bitki yapraklarındaki çözünür protein miktarını artırdığı ve kuraklığın etkisiyle indüklenen proteinlerin kuraklığa adaptasyon sağlayan mekanizmanın bir parçası olduğu belirlenmiştir (Bray 1993, Han ve Kermod 1996, Riccardi ve ark 1998).

Başlangıçta fotosentez hızında görülen azalma stomaların kapanmasından kaynaklanmaktadır. Fakat kuraklık stresinin devam etmesi veya şiddetinin artmasıyla fotosentezin CO₂ fiksasyon reaksiyonlarında rol oynayan bazı enzimlerin aktivitesi azalmakta ve fotosentez hızı bu andan itibaren stomalar dışındaki faktörler tarafından azaltılmaktadır (Çırak ve Esendal 2006).

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu radikaller lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz olarak hasara uğramasına neden olmaktadır. Lipid peroksidasyonu, hücre zarlarında membran bütünlüğünün yok olmasına sebep olmakta ve sonuçta hücre bütünlüğünün bozulması ve ölümü gerçekleşmektedir (Halliwell ve Gutteridge 1985, Niki 1987, Cummins ve ark. 1994, Dolatabadian ve ark. 2008).

Lipid peroksidasyonu; membran bütünlüğünün yok olmasına, hücrenin elektrolitlere permeabilitesinin artmasına neden olur. İçeri özellikle kalsiyum ve sodyum iyonlarının geçişi hücrenin ATP tüketen hale gelmesine neden olarak hücrenin enerji oluşturan mekanizmasını etkileyebilir. Antrasellüler kalsiyum iyonlarındaki artış, protein ve lipidlerde daha fazla hasara neden olabilecek proteaz ve fosfolipazı aktive eder. Bu serbest radikal aracılı yöntem, aynı zamanda DNA'ya yapısal hasar ile hücre ölümüne neden olabilecek enzim inaktivasyonuna neden olabilir (Halliwell ve Gutteridge 1985, Cummins ve ark. 1994).

Serbest radikaller, membran lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz şekilde hasara uğramasından sorumludur. Reaktif oksijen türleri, kolayca membran lipidlerini etkileyerek doymamış aldehitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı doku hasarı oluşumunda en önemli mekanizma hücre zarındaki lipidlerin peroksidasyona uğramasıdır. Oksidantlar, çoklu doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girerek lipid peroksidasyonu başlatırlar. Lipid peroksidasyonun son ürünü, malondialdehid (MDA),

eten ve pantendir. Oluşan Malondialdehit (MDA), hücre membranlarından iyon alışverişine etki ederek membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden olur (Niki 1987).

Kuşvuran (2010)'a göre; C Vitamini miktarı genel olarak stres koşullarında artış göstermiştir. Uygulamalar içerisinde en yüksek C Vitamini miktarı kuraklık uygulamasında 1,69 mg/g T.A. olarak belirlenirken, tuz uygulaması da 1,67 mg/g T.A. değeri ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Kuraklık uygulaması ise 1,15 mg/g T.A. değeri ile en düşük C Vitamini miktarını oluşturmuştur. Stres süresi de C Vitamini miktarında değişime yol açmıştır. Genel olarak stres başlangıcından itibaren artış göstermiş, stresin 9. gününden itibaren ise azalma eğilimine geçmiştir. Buna göre en yüksek C Vitamini miktarı stresin 9. gününde 3,34 mg/g T.A olarak belirlenirken; en düşük C Vitamini miktarı stres başlangıcında 0,48 mg/g T.A olarak saptanmıştır.

Nair ve ark. (2008), bürülcede kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının arttığını, bu artışın tolerant genotipte belirgin bir biçimde ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Parida ve ark. (2007), kuraklık stresine maruz bıraktıkları pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin yapraklarındaki protein miktarında azalma belirlemiştir.

Yaşar ve ark. (2006), kavunda yaptıkları çalışmada askorbik asit miktarı bakımından kontrol bitkileri arasında bir fark bulunmazken, stres koşullarında artış gösterdiğini, tolerant olan genotiplerde C Vitamini miktarının hassas olan genotiplere oranla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Xu ve Zhou (2008) tarafından yulafta yapılan çalışmada, tuz stresinin antioksidan enzim aktivitelerinde artışa neden olurken, askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Jaleel (2009), *Withania somnifera* bitkisinde kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının artış gösterdiğini, ancak kuraklık süresinin uzaması ile askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

Alan ve Padem (1994)' in bildirdiğine göre demir miktarı ıspanakta 32,6-24,8 mg/100 g (kuru madde esasına göre) arasında bulunmaktadır. Farklı yaprak gübrelerinin uygulamadan sonra geçen süreye bağlı olarak ıspanak yaprak bileşimine etkileri bakımından yaptıkları araştırmada azot içeriğini 3272 mg/100 g, (kuru madde) ile 2518 mg/100 g (kuru madde) arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı yaprak gübrelerinin ve uygulamadan sonra geçen sürenin ıspanakta yaprak bileşimine etkileri adlı araştırmada; araştırmacıların kullandıkları yaprak gübreleri ya hiç ya da değişik oranlarda azot içerdiğini, fakat kullandıkları tüm yaprak gübrelerinin ıspanakta azot seviyesini etkilediğini tespit etmişlerdir. Bu nedenle yaprak gübresi uygulamakla yapraklarda artan azot seviyelerinin mutlaka yaprak gübresinden kaynaklanmadığını, yaprak gübrelerinin köklerin besin alımını da teşvik ettiğini, ayrıca azot içeren yaprak gübresinin bileşiminde bulunan azot oranıyla yapraklardaki azot miktarının artması arasında bir denge bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Farklı yaprak gübrelerinin uygulamadan sonra geçen süreye bağlı olarak ıspanakta yaprak bileşimine etkileri adlı araştırmalarında en yüksek fosfor içeriğini 523 mg/100 g (kuru madde), en düşük fosfor içeriğini ise 482 mg/100 g (kuru madde) olarak tespit etmişlerdir.

Aworh ve ark. (1978), Early hybrid 7 ve Virginia zavoy isimli ıspanak çeşitlerinde farklı oranlardaki azot gübrelemesi sonucunda bitkilerdeki toplam azot'un % 3,8 ile % 5,2 (K.M) arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Aworh ve ark. (1980), ıspanak yapraklarında bitki yaşı ve azot gübrelemesinin toplam azot üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada ıspanakta toplam azot konsantrasyonu üzerine bitki olgunluğunun herhangi bir etkisi olmadığını, fakat hiç gübreleme yapılmamış ıspanak yapraklarında pazarlanabilir olgunluğa doğru (50.günden 57.güne doğru) toplam azot miktarının % 4,2'den % 3,4'e düştüğünü saptamışlardır.

Dama (2009), Ispanakta potasyum (K) noksanlığı % 4,99'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi % 5,00-8,00 arasında, % 8,00'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta kalsiyum (Ca) noksanlığı % 0,69'dan daha düşük olduğunda olup, yeterlilik düzeyi % 0,70-1,20 arasında, % 1,20'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta magnezyum (Mg) noksanlığı % 0,59'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi % 0,60-1,00 arasında, % 1,00'dan

büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta mangan (Mn) noksanlığı 29 mg/kg'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi 30-250 mg/kg arasında olup, 250 mg/kg'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta çinko (Zn) noksanlığı 24 mg/kg'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi 25-100 mg/kg arasında olup, 100 mg/kg'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta bakır (Cu) noksanlığı 4 mg/kg'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi 5-25 mg/kg arasında olup, 25 mg/kg'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Ispanakta demir (Fe) noksanlığı 59 mg/kg'dan daha düşük olduğunda gözlenmekte olup, yeterlilik düzeyi 60-200 mg/kg arasında, 200 mg/kg'dan büyük olduğunda ise fazla olarak değerlendirilmektedir.

Eriş (1985)' e göre; bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmeleri ile ilgili olarak beslenme fizyolojileri açısından mineral maddelerin önemli fonksiyonları vardır. Bunlar;

- a. Mineral maddeler bitki yapısında rol alırlar ve metabolizma olaylarında da görev yaparlar.
- b. Bitkisel hücrelerin osmotik basınçları üzerine etkilidirler, osmotik basıncı düzenlerler.
- c. Bitki bünyesinde asitliğe karşı etkilidirler, hücre pH'ını etkilerler ve tampon görevi yaparlar.
- d. Hücrelerde stoplazmik zarın geçirgenliklerini etkiler. Ayrıca hücredeki çeşitli fizyolojik olayda da etkilidirler.
- e. Kimyasal olaylarda katalizör rolü oynarlar.
- f. Protoplazma üzerinde birçok mineral maddenin toksik etkisi vardır, gereksinimden fazla bulunursa toksik etki yaparlar.
- g. Bazı minerallerin etkilerine antogonistik etki yaparlar.

Kalsiyum genellikle hücre zarlarında ve hücreleri birleştiren orta lamellerde çeşitli dokularda antosiyen pigmentlerinde bulunur. Köklerin büyümesi için mutlak gerekli elementlerdendir. Hücre zarının geçirgenliğini düzenler. Kalsiyum aynı zamanda bir enzim aktivatörüdür. Kalsiyum yaprak tomurcuklarından fazla çiçek tomurcuklarında daha az miktarda bulunur. Tam büyüklüğünü almış yapraklarda kalsiyum çok fazladır. Bunun nedeni yapraklara gelen kalsiyumun buralarda kalsiyum okzalat halinde birikmesidir. Bitki bünyesindeki hareketi çok yavaştır; kolaylıkla diğer organlara taşınmaz. Kalsiyum noksanlığı genç yapraklarda etkindir (Eriş 1985, Tok 1997, Kaçar ve Katkat 1998). Demir, her ne kadar klorofil molekülünün yapısında yer almıyorsa da, klorofil oluşumunda temel

bitki besin maddesidir. Bitki yapraklarındaki toplam demirin büyük bir bölümü kloroplastlardadır. Demir, katalaz, peroksidaz gibi önemli enzimlerin aktiviteleri üzerinde de etkilidir. Demir noksanlığı bitkilerin yapraklarında yaygın bir sararma olarak görülür. Genellikle genç yapraklardaki sararma yaşlı yapraklardan daha önce görülür ve genç yapraklar daha çok etkilenir (Kaçar 1972, Eriş 1985, Tok 1997, Kaçar ve Katkat 1998).

Ertunga ve ark. (1994); ıspanak yapraklarının bileşiminde; % 92 su, % 3 karbonhidrat, % 2,5 protein, % 2,3 P, 93 mg/100 g Ca, 325 mg/100 g Fe olduğunu bildirmişlerdir.

İbrikçi ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada ıspanak yapraklarının hasada yakın dönemde besin elementleri içeriklerini tespit etmişler ve sonuçları aşağıda Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Ispanak yaprağında bulunan besin elementleri içerikleri

%					ppm		
N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
3,80-5,00	0,40-0,60	3,50-5,30	0,60-1,20	0,35-0,80	7-15	40-100	20-70

Kaçar (1977) ve Eriş (1985)’e göre bitkilerde bulunan makro ve mikro elementlerin toksik olmayan ortalama ve genel bulunuş durumları Çizelge 2.2’ deki gibi olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 2.2. Bitkilerde bulunan makro ve mikro elementlerin toksik olmayan ortalama ve genel bulunuş durumları

Elementin Adı Bitkilerde bulunan makro ve mikro elementlerin toksik olmayan ortalama ve genel bulunuş durumları	Bitkideki Miktarı	Genel olarak Durumu ve Fonksiyonu
Azot (%)	1-3	Tüm canlı kısımlarda protein ve amino asitler halinde
Fosfor (%)	0,05-1	Tüm canlı kısımlarda nükleo proteinlerde, lipitlerde fosforolizasyon enzimlerinde
Potasyum (%)	0,3-1	Karbonhidrat ve protein sentezinde, respirasyonda, fotosentezde
Kalsiyum(%)	0,1-3,5	Hücre duvarı, hücre permeabilitesine tamponlukta
Demir (ppm)	10-1500	Klorofil sentezinde, bazı enzim sistemlerinde
Mangan (ppm)	5-1500	Fotosentezde bazı enzimlerin aktivatörü olarak
Çinko (ppm)	3-150	Oksin sentezinin başlangıcı ve bazı enzimlerin sentezinde
Bakır (ppm)	2-75	Askorbik asit sentezinde ve bazı enzimlerin aktivatörü olarak.

Kaçar (1972) ile Kaçar ve Katkat (1998), genelde kuru madde esasına göre bitkilerde total azot % 0,1 ile % 10 arasında değiştini bildirmişlerdir.

Kaçar (1972), genelde kuru madde esasına göre bitkilerde potasyum içeriğinin % 0,2 ile % 11,0 arasında değiştini bildirmiştir. Ayrıca Bear' ın bildirdiğine göre ıspanakta kuru madde esasına göre demir içeriğinin 540 ppm olduğu saptanmıştır. Beanson yaptığı araştırmasında manganın ıspanakta 10-694 ppm arasında değiştini bildirmiştir (Kaçar, 1972). Bakır üzerine yapılan çalışmalarda bitki yapraklarında bakır içeriğinin 4-32 ppm arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Davidson ve LeClerrc, ıspanak bitkisi üzerinde yaptığı çalışmada bakırın 28-73 ppm arasında değiştini tespit etmiştir.

Knott (1957), ıspanak yapraklarında ve gövdelerinde Azot (N)' un 798 ppm, Fosfor (P) 'un 381 ppm, Potasyum (K) 'un 5,716 ppm 'ce Kalsiyum (Ca) 'un 203 ppm olduğunu rapor etmiştir.

Sodyum elementi kimyasal yönden potasyuma büyük benzerlik göstermektedir. Bitki z suyunda donma noktasını düşürmek suretiyle sodyum kış ve ilkbahar don zararından korunmayı sağlar (Kaçar 1972, Eriş 1985, Tok 1997, Kaçar ve Katkat 1998).

Mynard (1970)' a göre, ıspanak 37-70 günde olgunlaşır. Birçok hallerde 40-50. günde hasada hazır hale gelir. Hasat zamanı büyüme hızına bağlıdır. Aynı zamanda yetiştiricinin hasat için seçtiği büyüme safhasıyla da etkilenir. Bu pazarın durumuyla belirlenebilir. Eğer fiyatlar düşük ise hasat ertelenebilir. Ispanak iek sapı oluşumundan hemen önce 9-10 yapraklı olduğu zamanda hasat edilir. iek sapı oluşturana ıspanaklar pazarlanamaz.

Pahwa ve Kansal (1980), ıspanak yaprağında Ca ve P miktarlarını sırasıyla 12,4- 28,0 mg/g ve 0,4-0,8 mg/g (K.M.) arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Tok (1997), birçok bitkinin kuru ağırlık ilkesine göre toplam azot oranının genellikle % 0,2 ile % 6,0 arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca, bitkide kalsiyum miktarı kuru ağırlık üzerinden bitkinin türü, yaşı organı ve büyüme koşullarına bağlı olarak % 0,1 ile % 5 arasında değişmektedir. Bitkisel dokularda fosforun % 0,05 ile % 0,5 oranında bulunduğunu bildirmiştir. Bitkide kalsiyum miktarının kuru ağırlık üzerinden bitkinin türü, yaşı organı ve büyüme koşulların bağlı olarak % 0,1 ile % 5 arasında değişmektedir. Araştırıcıya göre bitki materyalindeki çinko düzeyleri genellikle düşüktür. Kuru madde ilkesine göre çinkonun bitkideki derişimi 100 ppm dolaylarındadır.

Topçuoğlu ve ark. (1996), serada saksıda yetiştirdikleri ıspanak bitkilerine yapraktan uygulanan CaCl_2 zeltisinin okzalik asit ve toplam azot, nitrat içeriğinde önemli azalmalar sağladığını belirlemişlerdir. rn miktarı üzerinde ise bireysel etkileri bakımından CaCl_2 uygulamasında; azotun % 3,50-3,58 fosforun % 0,70-0,85 potasyumun % 6,73-8,54 ile kalsiyumun % 0,266-0,542 arasında sonuç verdiğini tespit etmişlerdir.

Watanabe ve ark.(1994), ıspanaklarda değişik mevsimlerde toplam klorofil miktarının bitki yaşı ile ilgisini izelge 2.3'de olduğu şekilde tespit etmişlerdir.

Çizelge 2.3. Sonbahar ve kış dönemlerinde yetiştirilen ıspanaklarda toplam klorofil miktarının fide yaşı ile arasındaki ilişkisi (mg/100 cm²)

Fide yaşı	30 günlük	40 günlük	50 günlük
Yetiştirme Dönemi			
Sonbahar yetiştiriciliği	3,8	4,0	3,2
Yaz yetiştiriciliği	3,2	3,1	3,2

Watanabe ve ark. (1994), sonbahar ve yaz mevsimlerinde yetiştirilen ıspanağın kimyasal değişimleri üzerine yaptıkları araştırmada Ca değerinin 9,02-9,84 mg/100 g, Mg'un 1,98-2,44 mg/100 g, K'un 0,48-0,55 mg/100 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yedav ve Sehgal (1995), ıspanak yaprakları üzerine yaptıkları çalışmada Toplam Ca ve Zn miktarlarını belirlemişler ve Buna göre Toplam Ca 77,82-81,92 mg/100g, toplam Zn'yu 85,16-86,45 mg/100g (kuru madde esasına göre) arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Zink (1965), ilkbaharda yetiştirilen ıspanaklarda ortalama yaprak adedi bütün gelişme boyunca lineer bir şekilde arttığını, yaprak alanı ve taze ağırlığın başlangıçta yavaş artarken daha sonra hızlandığını bildirmiştir. Ispanaklar hasattan önceki son 21 gün içinde taze ağırlıklarının % 68'ini kazanırlar. Ispanak yaprağının bileşiminde ilk çalışmalarda K'un % 6,6-10,74, Ca'un % 0,78-1,73 arasında değiştiğini daha sonra yapılan çalışmalarda ise N'un % 3,82-4,74, P'un % 0,43-0,63, K'un % 5,25- 7,95, Ca' un % 0,75-1,23 (K.M) değiştiğini rapor etmişlerdir.

Abak ve ark. (1992), Harran Ovası koşullarında ekim sıklığına ilişkin araştırmalarında ıspanağın 30 cm sıra arası ile ekilmesinin ve dekara 4-5 kg tohumluk kullanılmasının yeterli ve uygun olduğunu bildirmişlerdir. Tohumluk miktarındaki artışın, bitki sayısını yükselttiğini, ancak bitkilerin zayıf gelişmelerine yol açmakta olduğunu fakat verimi önemli ölçüde değiştirmediğini saptamışlardır.

Abayomi (2008), soya fasulyesinde kuraklık stresinin diğer büyüme parametrelerini etkilediği gibi nispi büyüme oranını da etkilediğini, vegetatif ve çiçeklenme aşamasında stres koşullarında azaldığını ifade etmiştir.

Asraf ve Iram (2005), kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir.

Bayraktar ve ark. (1978)'e göre; yetiştirilmesinin kolaylığı ve hasada geliş süresinin kısalığı nedeniyle üretimi yaygın olarak yapılan ıspanak, gerek sebze bahçesinde gerekse tarla bitkileri üretim alanlarında ekim nöbetleri içinde yer alarak toprağın daha iyi değerlendirilmesine yardım etmektedir. Ispanak, kış aylarında halkımızın yeşil sebze gereksinimlerini karşılayabilen sınırlı sayıdaki sebze türlerinden birisidir. Nüfusumuzun hızla artması, insan beslenmesinde hayvansal gıdaların ihtiyacı tam olarak karşılayamaması ve nihayet sebzelerin gerek insan sağlığı ve gerekse insan beslenmesi yönünden oynadığı rolün anlaşılması, sebze tüketiminin büyük bir hızla artmasına sebep olmaktadır. Araştırmacılar, araştırmalarında yaprak kalınlığını $0,44\pm 0,67$ mm arasında olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacıların İzmir şartlarında Universal, Protecta, Huro ve Butterfly çeşitleri ile yapmış oldukları araştırmada; bitkinin belirli özellikleri üzerine şu sonuçları saptamışlardır: Bitki ağırlığının 12,05–114,28 g arasında, tüm yaprak ayası ağırlığının 9,81–76,04 g arasında, tek yaprak ayası ağırlığının 1,49 –6,38 g. arasında, yaprak kalınlığının 0,44–0,67 mm arasında ve yaprak adedinin ise 7,48–14,72 (adet) arasındadır.

Balasubramanian ve Sinha (2006), tuz stresi altında yetiştirdikleri börülce ve mungo fasulyesinde nispi büyüme oranının stres uygulaması ile düştüğünü bildirmişlerdir.

Bradley ve ark. (1975), ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde ıspanakları değişik sıra arası ve sıra üzeri mesafelerle denemişler ve değişik azot dozu ile değişik çeşitleri araştırmışlardır. Konservelik üründe verim, bütün mevsimlerde sıra arası mesafenin daraltılması ile (25,4 cm'den 12,7 cm' ye) ile artmıştır. 5,1 cm'den daha düşük sıra arası mesafesinin avantajlı olmadığını belirtirken, azotun verime etkisinin olumlu, fakat bu etkinin mevsim, mesafe ve uygulama metoduna bağlı olarak değişiklik gösterdiğini saptamışlardır.

Demirtaş (2003)'e göre; yaprak su potansiyeli ile yaprak alanı arasında ilişki görülmektedir. YSP'nin hücre büyümesi ve bölünmesi üzerine olumlu etkisinin görüldüğü şekilde, YSP arttıkça yaprak alanı artmakta, YSP azaldıkça yaprak alanı da azalmaktadır.

Deveci ve Şalk (1995) yaptığı çalışmada yaprak kalınlığına mart dönemi yetiştiriciliğinde $0,29 \pm 0,43$ mm arasında bulunmuştur.

Günay (1992)' a göre, tohum ekiminin uygun zamanda yapılabilmesi için toprak sıcaklığının $4-6^{\circ}\text{C}$ 'de bulunması gerektiğini ve bu sıcaklıkta en erken 12-15 günde tohumların çimlendiğini belirtmiştir. Araştırmacı, ilkbaharda bölgelere göre şubat, mart ve nisan aylarında toprak işlenebilir hale gelip toprak sıcaklığı $4-6^{\circ}\text{C}$ olduğu zaman tohumların ekiminin yapıldığını belirtmiş; kısa gün şartlarından, uzun gün şartlarına geçildiği için vejetasyon devresinin oldukça kısaldığını ve hızlı bir şekilde çiçek sapı oluşumunun başladığını gözlemlemiştir.

Fernández-Conde ve ark. (1998)'e göre; farklı PEG (0, 30 ve 60 g/L) konsantrasyonlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde artan PEG dozu ile sağlanan kuraklık stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bitkiler yaş ağırlık bakımından kontrol bitkilerine oranla % 27- 42 oranlarında kayıplar gösterirken, kuru ağırlık bakımından % 11-20 oranında bir azalma belirlenmiştir. Ayrıca nispi büyüme oranı, stomal geçirgenliği ve net fotosentez oranında da kontrol bitkilerine oranla kayıplar ortaya çıkmıştır.

Hasni ve ark. (2009), nispi büyüme oranının tuz stresi altında biyosentetik aktivitenin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olabileceğini vurgularken, 15 gün süresince 200 mM tuz stresi koşullarında yetiştirdikleri çemen otu (*Trigonella foenum graecum* L.) türünde yüksek tuz konsantrasyonları karşısında yaprakta gerçekleşen nispi büyüme oranını % 17, gövdede ise % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Karanlık (2001) ve Yaşar (2003)'e göre; tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO₂ asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişmede gerileme başlamaktadır.

Kaymakanova ve Stoeva (2008), üç farklı fasulye ile yaptıkları çalışmada, tuz stresinin nispi büyüme oranını olumsuz etkilediğini ve stres karşısında kontrole göre azalma meydana geldiğini ifade ederken, nispi büyüme oranının önemli bir tarama çalışması olabileceğini vurgulamışlardır.

Kuşvuran (2010)'a göre; sulamanın tamamen kesilmesi ile oluşturulan kuraklık stresi karşısında çalışmaya dahil edilen tüm kavun genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak alanı bakımından azalma meydana gelmiştir.

Koç (2005)'e göre; deneme süresince elde edilen 0-5 skala (zararlanma derecesi) değerleri sulama ana etkisi değişikliklerinin % 0 uygulamasında en yüksek olduğu görülürken % 75 uygulamasında en düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler araştırmacının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Mahajan ve Tuteja (2005)'e göre; stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha az yaprak sayısı ve yaprak alanı oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Yaprak sayısı ve alanı bakımından kurak koşullarda kontrollerine en yakın değerler 196, 107, 208, 305 (% 9-13) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Bunun yanında kontrol bitkilerine oranla en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise 2, 3, 40 ve 52 (% 44-63) olarak sıralanmıştır. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir

Sanchez ve ark. (2004); PEG (Polietilen glikol) 6000 kullanarak oluşturdukları kuraklık stresinde bezelye epikotillerinin gelişiminde önemli azalmalar olduğunu bildirmişler, gelişim ve ozmotik düzenleme ile turgor düzenlemesi arasında bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır.

Türkan ve ark. (2005) kuraklık stresi ile yaprak oransal su içeriği değerinde azalma meydana geldiğini ifade ederken, Romanello ve ark. (2008) kuraklık ile birlikte YOSİ değerinde % 35 düzeyinde azalma meydana gelebileceğini bildirmiştir.

Sanhez ve ark. (2003), *Chenopodium quinoa Wild.* türünde tuz ve kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kuraklık stresinin bitki gelişiminde tuz stresine göre daha fazla engelleyici etkisini bulunduğunu bildirmişler, nispi büyüme oranı bakımından da kuraklık stresinde meydana gelen azalmanın tuz stresine oranla daha yüksek gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Zink (1965), ilkbaharda yetiştirilen ıspanaklarda ortalama yaprak adedi bütün gelişme boyunca lineer bir şekilde arttığını, yaprak alanı ve taze ağırlığın başlangıçta yavaş artarken daha sonra hızlandığını bildirmiştir. Araştırıcıya göre, ıspanaklar hasattan önceki son 21 gün içinde taze ağırlıklarının % 68'ini kazanırlar.

Kuşvuran ve ark (2008)'e göre; 34 farklı bamyada genotipinin kuraklığa toleransının belirlendiği bir arazi çalışmasında, bitkiler yan yana iki parselde yetiştirilmiş, bir parseldekiler kuraklık stresine maruz bırakılırken, diğer parseldekiler damlama sulama yöntemiyle sulanarak yetiştirilmiştir. Bamyada genotipsel farklılıklar ve tolerant genotiplerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada görsel skala (0-5 skalası) değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığı ve farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği, özellikle yaş ve kuru ağırlık kayıplarının ön seçim aşamasında önemli bir tarama faktörü olabileceği görülmüştür.

Jung (2004); kuraklık stresinin klorofil a ve b içeriğinin özellikle yaşlı yapraklarda azalma gösterdiğini bildirirken, dört hafta süresince yetiştirilen *Arabidopsis* bitkilerinin genç ve yaşlı yapraklarında klorofil ve antioksidan enzim aktivitelerinde (CAT, POD, SOD, GR) meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çalışmada kontrol bitkileri tam sulama ile sulanırken, stres bitkilerinde sulama tamamen kesilmiştir. Bitkiler strese sokulduktan 7 gün sonra genç ve yaşlı yaprak olarak ayrılmış ve hasat edilmiştir. Klorofil a ve b içeriği genç yapraklarda herhangi bir değişim göstermezken, yaşlı yapraklarda % 24 oranında azalmıştır. POD, SOD ve GR enzim aktiviteleri sadece yapraklarda artış göstermiştir. CAT aktivitesi genç yapraklarda azalmış, yaşlı yapraklarda ise % 33 düzeyinde artmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık stresinden yaşlı yaprakların daha fazla etkilendiği bu nedenle stresten korunmak için enzim aktivitelerini çalıştırdığı bildirilmiştir.

Kocheva ve ark. (2004)'e göre; kuraklık stresine toleransın belirlenmesinde önemli bir indikatör olarak görülen membran zararlanma indeksi, arpada kuraklık stresi karşısında artış göstermiştir. Araştırmacılar hücrede meydana gelen yoğun su kaybının, membranlara zarar verdiğini açıklamışlardır

Özpay (2008)'e göre; kuraklık stresinin bir diğer etkisi, aşırı su kaybına bağlı olarak bazı serbest aminoasitlerin ve şekerlerin hücre içi konsantrasyonlarının artması ve bitki hücrelerinin ozmotik potansiyellerinin yükselmesidir. Bitki dokularında bu tip organik bileşiklerin miktarının artması, hücrelerin su tutma kapasitelerini artırmasının yanında, hücrelerdeki makro moleküllerin ve membranların korunmasını da sağlamaktadır.

Raymond ve Smirnoff (2002)'a göre; prolinin osmotik bir koruyucu olduğu ve özellikle kuraklık durumunda bitki hücrelerinin adaptasyonunda spesifik bir rol oynadığı ifade edilmiştir.

Rivero ve ark. (2001) ise, domates ve kavun bitkilerinin yapraklarındaki fenolik madde miktarı ile fenolik maddelerin sentezlendiği fenilpropanoid metabolizmasının kilit enzimlerinden olan fenil alanin amonyak liyaz (PAL; EC 4. 3. 1. 5) enziminin aktivitesi

arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu ve bu enzimin aktivitesindeki artışın bitkileri uygulanan yüksek ve düşük sıcaklık stresinden kaynaklandığını bildirmiştir.

Rodriguez ve ark. (2010), kuraklık stresine maruz bıraktıkları farklı domates genotiplerinden bazılarının yapraklarında fenolik madde birikiminin gerçekleştiğini bulmuşlardır.

Stewart ve ark. (1977)'e göre; ayrıca prolinin kuraklık durumunda bitki hücrelerinde meydana gelen dehidrasyon sürecinde proteinlerin korunmasını sağlayan bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Stewart and Boggess (1977)'e göre, bitki tarafından biriktirilmiş olan prolin, bitkinin stress altında olduğu dönemde çeşitli enzimleri [Schobert ve Tschesche (1978)], hücrel membranları [Rudolph ve ark. (1986)] ve poliribozomları [Kandpal ve Rao (1985)] korumaktadır.

Voetberg ve Sharp (1991)'e göre; düşük su potansiyelinde gelişen mısır köklerindeki prolin birikiminin, kök apeksindeki toplam osmotik ayarlamının yaklaşık % 45'inden sorumlu olduğu belirlenmiştir.

Yağmur (2008)'in yaptığı çalışmaya göre; su stresi ile birlikte klorofil miktarında meydana gelen azalmalar genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluşmaktadır.

Yaşar (2003)'ün patlıcan üzerinde yaptığı çalışmalarda; tuz stresinin klorofil miktarında meydana getirdiği azalma vurgulanmaktadır.

Zhu ve ark. (2008), hiyarda yaptıkları bir çalışmada tuz stresi sonucu bitki yapraklarında MDA miktarının artış gösterdiğini ancak tolerant olan çeşitte bu artışın daha sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacıların, hiyarda yaptıkları bir çalışmada tuz stresi

sonucu bitki yapraklarında MDA miktarının artış gösterdiğini ancak tolerant olan çeşitte bu artışın daha sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Zheng ve ark. (2004), aloe vera bitkisinde kuraklık stresi koşullarında hücre zararlanmasında artış meydana geldiğini vurgulamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada; Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri iklim odası ve laboratuvarlarından faydalanılmıştır.

3.1. Materyal

Bu araştırmada, materyal olarak Türkiye’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Trakya bölgesine de iyi adapte olmuş Matador (*Spinacia oleracea var. Matador*) çeşidi kullanılmıştır. Matador yaprakları iri koyu yeşil renkte, oval, kabarcıklı ve kısa saplı bir ıspanak çeşididir (Ekinci 1972). Tohuma geç kalkar, çabuk ve hızlı bir gelişme gösterir. Tohumları oldukça büyük, hafif yassı ve üzeri pürüzlüdür (Türkeş 1978 , Türkeş ve İnan 1992, Deveci ve Şalk 1995).

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin Kuruluşu

Faktöriyel deneme deseninde göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde üç farklı gelişme dönemi (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcı) ve her gelişme dönemine beş farklı su uygulaması (kontrol, % 0, % 25, % 50 ve % 75) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 45 parsel, her parselde 10 bitki olmak üzere denemede 450 bitki kullanılmıştır.

3.2.2. Bitkilerin Yetiştigi Ortam

İspanağın iklim odasında yetiştirilen bahçe bitkileri bölümü iklim odasında bulunan sehpa üzerine bahçe toprağı ile doldurulmuş 1 litre hacmindeki plastik saksılarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Bitkilerin yetiştirilmesi

İklim odasında ıspanağın yetiştiriciliğinde; sehpalara üzerine konulan bahçe toprağıyla doldurulmuş 1 litre hacmindeki plastik saksılar kullanılmıştır. Bir saksıya 3-4 tohum gelecek şekilde ekim yapılmıştır (Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

İklim odasında istenilen dönemlere kadar sıcaklığı $+40^{\circ}\text{C}$ ile -20°C arasında ayarlanabilen kontrollü ortamda bitkiler yetiştirilmiş ve burada ortam yetiştirme dönemi boyunca $22/18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (gündüz/gece) sıcaklıkta, 10/14 saat (ışık/karanlık) fotoperiyodik düzende, % 65 nemli ortamda ve $400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık şiddetinde tutulmuştur (Guy ve Haskell 1987, Sulpice ve ark. 1998, Demir ve Öztürk 2003, Öztürk ve ark. 2008).

Yetiştirme odasında tohum ekiminin ardından, çıkış ve farklı vejetasyon dönemlerine kadar damla sulama ile normal su ihtiyacı giderilen bitkilere daha sonra yapay kuraklık stresi uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla ıspanağın üç farklı vejetasyon döneminin başında (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcında) beş farklı su kısıtlamasına gidilmiştir. Kontrol parsellerine, bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50' si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer parsellere kontrol parseline uygulanan suyun % 0, 25, 50 ve % 75 kadar sulama suyu uygulanmıştır (Yıldırım ve Kodal 1998).

Damla sulama sisteminde su kontrol biriminden geçirildikten sonra 5 mm çaplı lateraller üzerinde yer alan 2 L/h debili online damlatıcılar ile saksılara uygulanmaktadır.

İklim odasında yetiştirilen ıspanaklardan üç farklı gelişme döneminde (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcında) ölçüm, sayım ve gözlemler yapılabilmek amacıyla yaprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 3.1. Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm



Şekil 3.2. Tohum ekimi sonrası iklim odasından genel görünüm



Şekil 3.3. Ispanak Matador çeşidinin iklim odasında 4-5 yapraklı gelişme döneminden genel görünümler



Şekil 3.4. Ispanak Matador çeşidinin iklim odasında hasat dönemine ait genel görünüm

3.2.4. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Saksılardan alınan toprakların fiziksel özellikleri; bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi Çizelge 3.1’de ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1’in sonuçlarına göre, kullanılabilir su tutma kapasitesi 54,96 mm/30 cm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1 incelendiğinde; deneme alanındaki saksılardan alınan 0-30 cm derinlikteki tarla kapasitesi % 31,82, solma noktası % 20,00 bulunmuştur. Alınan örneklerde hacim ağırlığının ise 0,85 g/cm³ olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağına ait bazı fiziksel özellikler

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	C	31,82	147,96	20,00	93,00	0,85	54,96

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri

Parametre	Birim	Sonuç	Metod
pH		7,65	Saturasyon
Tuz	(%)	0,07	Saturasyon
Kireç	(%)	0,71	Kalsimetrik
İşba	(%)	44,00 (Tınlı)	Saturasyon
Organik Madde	(%)	1,93	Walkey-Black
Toplam Azot (N)	(%)	0,10	Kjeldahl
Fosfor (P)	(ppm)	25,00	Olsen-ICP
Potasyum (K)	(ppm)	247,00	A. Asetat-ICP
Kalsiyum (Ca)	(ppm)	4.116,00	A. Asetat-ICP
Magnezyum (Mg)	(ppm)	290,00	A. Asetat-ICP
Demir (Fe)	(ppm)	4,90	DTPA-ICP
Bakır (Cu)	(ppm)	1,03	DTPA-ICP
Çinko (Zn)	(ppm)	0,72	DTPA-ICP
Mangan (Mn)	(ppm)	16,00	DTPA-ICP

Kaynak : T.C. Tekirdağ Ticaret Borsası tarımsal amaçlı analiz laboratuvarı toprak analiz raporu

Ispanak bütün topraklarda başarıyla yetiştirilebilir. Toprak seçme özelliği yoktur. Ancak toprağın asitli olması başarılı yetiştiriciliği olumsuz yönde etkiler. Başarılı bir ıspanak yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için toprak pH'sının 6,5-7,5 arasında olması gerekir. Ispanak iklim şartlarına, yetiştirme mevsimine ve hasat şekline bağlı olmak üzere ağır killi topraklardan kumlu topraklara kadar geniş bir yelpazede başarı ile yetiştirilir (Anonim 2010).

3.2.5. Ölçüm Tartım ve Gözlemler

3.2.5.1. Zararlanma Dereceleri

Kuraklığa tolerans denemesinde aşağıda belirtilen semptomlara göre yapraklara 0'dan 5'e kadar puan (Şekil 3.5) verilecektir (Kuşvuran ve ark. 2008).

- 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
- 1: Büyümede yavaşlama (Kontrol bitkilerine göre)
- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı
- 3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk
- 4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı
- 5: Bitkilerde solma ve alt yapraklarda kuruma



5 puan (% 0 uygulaması)



4 puan (% 25 uygulaması)



3 puan (% 50 uygulaması)



2 puan (% 75 uygulaması)



0 puan [% 100 (Kontrol) uygulaması]

Şekil 3.5. Zararlanma derecelerine ait görüntüler

3.2.5.2. Yaprak Sayısı (adet)

Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip pazarlanabilir yapraklar sayılmıştır.

3.2.5.3. Yaprak Ağırlığı (g)

Hasat döneminde 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip pazarlanabilir kalitedeki yapraklar 0,1 g'a duyarlı terazide tartılmıştır.

3.2.5.4. Yaprak kalınlığı (mm)

Her gelişme döneminde bitkinin en iyi gelişmiş kalitedeki yaprağının ayasındaki, iki damar arası mümkün olabildiğince orta damara yakın yerden kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.6).

3.2.5.5. Yaprak Alanı (cm²)

Hasat döneminde 2 cm' den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar tarayıcıdan geçirilip bilgisayar programı aracılığı (Şekil 3.7) ile ölçülmüştür (Kraft 1995, Deveci ve ark. 2006).

3.2.5.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%)

Kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) (%) farklı bitkilerde çalışan araştırmacıların önemli çalışmalarından yararlanılmıştır (Öztekin 2009, Sanchez ve ark. 2004, Türkan ve ark. 2005). Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır (Şekil 3.8). Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık, g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla (Formül 1) oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100 \dots \dots \dots \text{Formül 1}$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığı



Şekil 3.6. Ispanak matador çeşidine ait yaprakların iki damar arası dijital kumpas ile ölçümü



Şekil 3.7. Ispanak yapraklarının tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması



Şekil 3.8. Ispanak yapraklarında yapay kuraklık sonrası yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaprak örneklerinin alınması ve saf su içinde turgor hale getirilme aşamaları



3.2.5.7. Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Yaprak su potansiyeli Scholander basınç odası (Scholander Pressure Chamber) ile ölçülmüştür (Şekil 3.9). Ölçümler ışıklandırma başlamadan 2 saat önce ve ışıklandırma başladıktan 6 saat sonra yapılmıştır. Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda yapılmıştır. Her uygulama için iki ölçüm gerçekleştirilmiştir (Scholander ve ark. 1965).



Şekil 3.9. Yaprak su potansiyeli ölçme cihazı olan scholander basınç odası ve yapılan ölçümlerden görünüm

3.2.5.8. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)

Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MII) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz 1978, Fan ve Blake 1994). Her vejetasyon döneminde stres ve kontrol bitkilerinin yapraklarından 17 mm. çapında alınan diskler iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ=(Lt-Lc/1-Lc) \times 100 \dots \dots \dots \text{Formül 2}$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC değeridir.

3.2.5.9. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

Bitki yüzey sıcaklığının ölçülmesine dayalı infrared termometre tekniği bitkiye dokunmaksızın, daha hızlı ve doğru ölçüm yapma olanağı sağladığından, popülaritesi artmaktadır. Anılan teknik, transpirasyonun yaprak yüzey sıcaklığını düşürmesi ilkesine dayanır. Bitkinin büyüme döneminde aldığı su sınırlanırsa, gözenek direnci artar, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklığı yükselir. Bu özellikten yararlanılarak denememize ele aldığımız ıspanak bitkilerinin yaprakları infrared termometre ile sıcaklıkları ölçülerek yaprakların kuraklığa karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır (Şekil 3.10). Ölçümlerde 7-18 nm dalga boyunda ışınları algılayan filtrelere sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999, Erdem ve ark. 2008).

3.2.5.10. Nispî Büyüme Oranının Belirlenmesi (mg kuru ağırlık/gün)

Her vejetasyon döneminde bitkiler su eksikliği stresine maruz kalmadan önce ve stres süresi tamamlandıktan sonra toplam kuru ağırlık yönünden tartılmış ve 2 ölçüm arasındaki farklılık gün sayısına bölünerek, stres süresince büyüme oranları mg kuru ağırlık/gün olarak tespit edilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).



Şekil 3.10. Infrared termometre yardımıyla ıspanak yaprak yüzey sıcaklığının ölçümü

3.2.5.11. Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g)

Ispanak ekstraktlarında toplam fenolik bileşik miktarı Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak yapılmıştır. Bitki yaprak dokularından 0,5 gram bitki materyali alınmış ve 5 ml 0,1 M fosfat tamponunda homojenize edilmiştir (Şekil 3.11). Homojenizat 12800 rpm’de 10 dakika santrifuj edilmiştir. Sonra çözültiden 2 ml alınarak son hacim 4 ml olacak şekilde % 3’lük sodyum karbonat ve 0,3 N Folin-Ciocalteu eklenerek oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir ve spektrofotometrede okumalar 765 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, gallik asit standardındaki derişimler kullanılarak hesaplanmıştır (Slinkard ve Singleton 1977, Leamsomrong ve ark. 2009).



Şekil 3.11. Ispanak yapraklarında toplam fenolik madde tayini amacıyla yaprakların 0,1 M fosfat tamponunda homojenize edilmesi

3.2.5.12. Toplam Klorofil Tayini (mg/l)

Yapılan araştırmada üç farklı gelişme döneminde (2 gerçek yapraklı, 5 gerçek yapraklı ve hasat dönemi) ıspanak yapraklarının klorofil içeriği “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçülmüştür (Şekil 3.12). Her dönemde ölçüm yapılacak yaprağın ana damara yakın iki bölgesinden ve her parselde 5 bitkiden örnek okumaları yapılmış elde edilen verilerin ortalaması alınarak istatistiksel analizleri yapılmıştır (Geravandi ve ark. 2011).



Şekil 3.12. Klorofil ölçüm cihazı ve ıspanakların kuraklık stresi sonrası klorofil ölçümlerine ait görüntüler

3.2.5.13. Serbest Prolin Tayini (µmol/g taze ağırlık)

Yaprak örneklerinde serbest prolin analizi Bates ve ark. (1973)'lerinin saptadıkları yönteme göre belirlenmiştir (Porra ve ark. 1989). Bitki yaprak dokularından 0,5 g'ı tartılarak ve % 3'lük 5 ml sulfosalisilik asit kullanılarak havanda homojenize edilmiştir. Homojenizat mavi bantlı filtre kağıdından süzümüştür. Filtratın 2 ml'si alınarak test tüplerine aktarılmış üzerine 2 ml asitninhidrin ve 2 ml glasiyel asetik asit ilave edilmiştir. Bu karışım 100 °C'de 1 saat su banyosunda bekletilerek bu süre sonunda tüpler alınarak buz içerisine sokulmuş ve reaksiyon sonlandırılmıştır (Şekil 3.13). Reaksiyon karışımı 4 ml toluen ile ekstrakte edilmiş ve 15-20 saniye vorteks'de çalkalanmıştır. Toluene içeren renkli sıvı oda sıcaklığında bekletilerek ve 520 nm dalga boyunda spektrofotometre de okumalar gerçekleştirilmiştir. Bitki dokularındaki prolin miktarları (µmol/g taze ağırlık) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Demir ve Öztürk 2003).

Prolin= [(µg prolin/mL x toluen) / 115.5 µg / µmol] / [(g örnek) / 5].....Formül 3

3.2.5.14. Sistein Analizi (µmol/g taze ağırlık)

Yaprak örneklerinde sistein analizi Gaitonde (1967)'nin belirlemiş olduğu tekniğe göre yapılmıştır. Bitki yaprak dokularından 0,5 g tartılarak ve 5 mL 0,1 M fosfor tamponunda homojenize edilmiştir (Gaitonde 1967). Homojenizat 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 120 µL alınarak üzerine 120 µL DTT eklenmiştir. 240 µL asetik asit ve 240 µL asit-ninhidrin eklendikten sonra örnekler 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. 1680 µL soğuk etanol eklendikten sonra örnekler 95°C'de 10 dakika bekletilmiştir. İnkübasyon süresi bitiminde şok soğutma yapılmış ve örnekler 560 nm'de spektrofotometrede okutulmuştur. Hesaplamalar sistein standardındaki değişimler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.15. Askorbik Asit Analizi (mg/100 g)

Yaprak örneklerinde Askorbik asit analizi dichlorophenol-Indiphenol ile titrasyon yapılarak Schaller (1988)' göre gerçekleştirilmiştir. Bitki yaprak dokularından 5 g örnek alınarak 40 ml fosfor asidinde homojenize edilmiştir. 100 ml'lik balonjoje içerisine aktararak hacmi tamamlanmıştır. Bu süzükten bir miktar alınarak n/1000'lik DIP ile

titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14). Hesaplamalar ve değerlendirilmesi Schaller'e göre gerçekleştirilmiştir (Gönülsüz 2010).



Şekil 3.13. Ispanak yaprak ekstratlarının serbest Prolin tayini amacıyla 100 °C'de su banyosunda bekletilmesi ve daha sonra santrifüze yerleştirilmesi aşamasına ait görüntüler



Şekil 3.14. Ispanak yapraklarında askorbik asit tayini amacıyla titrasyon işleminden görüntüler

3.2.5.16. Lipid Peroksidasyonu Belirlenmesi (mmol/g TA)

Lutts ve ark. (1996) tarafından açıklanan yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir. Yaprak örneklerinden 200 mg tartılmış ve üzerine 5 ml % 0,1'lik trikloro asetik asit (TCA) ilave edilmiştir. Bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süre ile santrifüj edilerek (Şekil 3.15), 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınıp, süpernatantın üzerine, içinde % 20 TCA bulunan % 0,1'lik tiobarbütirik asit (TBA)'den 3 ml ilave edilmiştir. Karışım 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formüle yerleştirilerek MDA (Malondialdehit) miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{MDA} = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / (155 \text{mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)}) \dots \dots \dots \text{Formül 4}$$

3.2.5.17. Azot Tayini (%)

Yaprak örnekleri analiz edilmeden önce çeşitli muamelelerden geçirilmiştir. Örnekler önce yıkanıp toz ve topraktan temizlendikten sonra laboratuvarlarda oda sıcaklığında bir gün hava kurusunda kurutulmuştur. Daha sonra 70°C'ye ayarlanmış etüvde kurutulan örnekler öğütülmüş ve 0,5 mm'lik elekten geçirilmiş ve steril edilmiş saklama şişeleri içinde ağızları kapalı şekilde analiz dönemlerine kadar saklanmıştır (Kaçar 1972, Sağlam 1994).

Bitki analizlerinde yaş yakma analizi kullanılmıştır. Yapraklarda azot için sülfirik asit ile yaş yakma yöntemi uygulanmıştır.

Öğütülmüş ve kurutulmuş bitki örneklerinden 0,1 g alınarak. Kjeldahl balonuna konuldu. Daha sonra yaklaşık 1 g civarında olan hazır tuz tableti ve 3 ml konsantre H₂SO₄ ilave edildi ve yakma cihazında 5 saat ısıtıldı. Yakma işleminin tamamlanmasından sonra balon soğutulmuştur. Yakma sonunda ortaya çıkan amonyumun tayin edilmesi amacıyla 5 ml borik asit soğutucu altına yerleştirildi. Damıtma balonuna yanmış materyal alındıktan sonra 15 ml 10 N NaOH ilave edilmiş ve balon damıtma cihazına bağlanarak damıtma başlatılmıştır. Elde edilen damıtık standart H₂SO₄ ile titre edilerek yapraktaki toplam N tayin edilmiş ve analiz esnasında mikro Kjeldahl cihazı kullanılmıştır (Sağlam 1994).



Şekil 3.15. İspanak yapraklarında malondialdehit (MDA) miktarını tespit amacıyla örneklerin spektrofotometre ölçümlerine hazırlanması

3.2.5.18. Protein Analizi (%)

Yaprak örneklerindeki % protein miktarı, % toplam Azot (N) 'dan formülle hesaplanarak saptanmıştır. Bitkilerde mikro kjeldahl yöntemiyle % toplam azot miktarı belirlenmiştir (Kaçar 1972, Sağlam 1994, Kaçar ve İnal 2008). Belirlenen % toplam N miktarları 6,25 faktörüyle carpılarak bitki içerisindeki % protein miktarları hesaplanmıştır.

3.2.5.19. Diğer Elementlerin Tayini (P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe)

Beş farklı su uygulaması (kontrol, % 0, % 25, %50, % 75) ile üç farklı gelişme döneminden (2 gerçek yapraklı, 5 gerçek yapraklı ve hasat dönemi) yaprak örnekleri alınarak, en kısa sürede laboratuvara getirilip, yıkandıktan sonra fırında 70 °C'de kurutulmuştur. Ögütülen yaprak örnekleri; 0,5 mm'lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Analiz için 0,25 g yaprak örneği tartılıp, üzerine 4 ml konsantre nitrik asit eklendikten sonra 15 dakika bekletilmiştir. Mikrodalga fırında sırasıyla 150°C, 175 °C ve 200 °C'de onar dakika yakma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen süzük 50 ml' ye tamamlanarak ICP'de okunmuştur (İbrikçi ve ark. 1994).

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş (Düzgüneş 1963) ve her tekerrürde üç farklı gelişme dönemi (iki gerçek yapraklı dönem, beş gerçek yapraklı dönem ile hasat olgunluğu başlangıcı) ve her gelişme dönemine beş su kısıtı (kontrol, % 0, 25, 50 ve % 75) uygulanmıştır. Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3,00/EM paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir (Açıkgöz 1984).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Zararlanma Derecesi

Denemede yer alan Matador ıspanak çeşidinin değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı su kısıtlamalarının yaprak skala ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.1 ve şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Matador ıspanak çeşidinde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere semptomlarına gruplandırarak 0’dan 5’e kadar puan verilmiştir.

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

1: Büyümede yavaşlama

2: Alt yapraklarda solgunluk

3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk

4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı

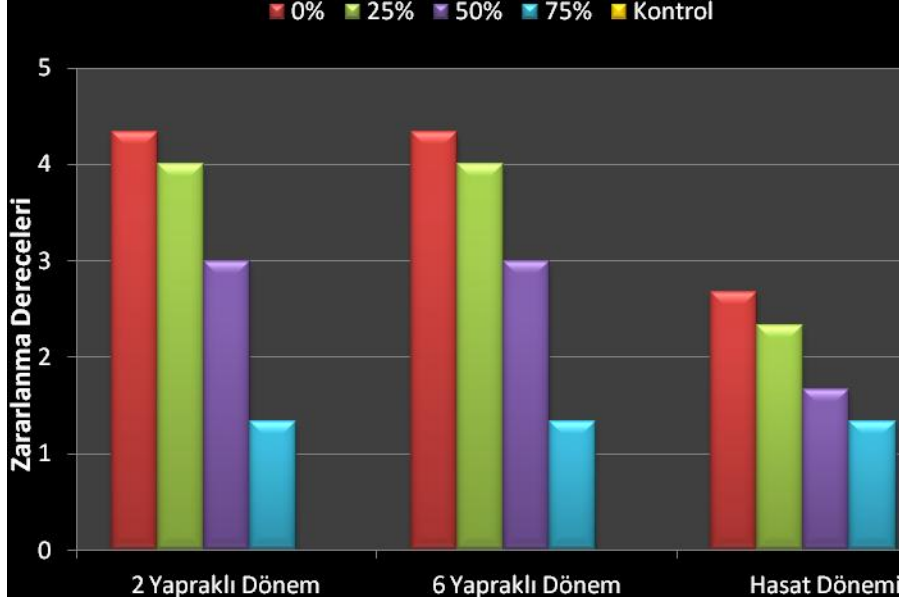
5: Bitkide solma ve alt yapraklarda kuruma.

Araştırmada ıspanak yapraklarında tespit edilen zararlanma derecelerini 0’dan 5’e doğru gittikçe bitkilerde zararlanmanın arttığı tespit edilmiştir. Dönemler bakımından iki ve altı gerçek yapraklı dönemlerin aynı zarar skalasında olduğu, hasat döneminin ise bu dönemlere nazaran daha düşük skala değeri aldığı yani zararlanmanın daha az olduğu tespit edilmiştir.

Sulama oranlarındaki artış ile skala değerinin düştüğü yapraklarda zararlanmanın azaldığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.1. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak zararlanma dereceleri ortalamaları (zararlanma dereceleri 0’dan 5’e doğru gittikçe bitkilerde zararlanma artmaktadır.)

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	0,0 e	4,33 a	4,00 a	3,00 b	1,33 d	2,55 a
6 Yapraklı Dönem	0,0 e	4,33 a	4,00 a	3,00 b	1,33 d	2,55 a
Hasat Dönemi	0,0 e	2,67 b	2,33 bc	1,67 cd	1,33 d	1,62 b
Sulama Ana Etkisi	0,0 d	3,78 a	3,44 a	2,56 b	1,33 c	



Şekil 4. 1. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına ait farklılıklar

Deneme süresince elde ettiğimiz zararlanma derecesi değerleri Çizelge 4.1’de incelendiğinde sulama ana etkisi değişikliklerinin % 0 uygulamasında en yüksek olduğu görülürken % 75 uygulamasında en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizde 2 ve 6 yapraklı dönemin % 0 uygulamasında interaksiyonların en yüksek çıktığı ve bunun anlamının yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı olduğunu göstermektedir. Bu da % 0 uygulamasında sulamanın yapılmayıp bitkinin strese girdiğinin kanıtı olarak tespit edilmiştir. % 100 sulamanın yapıldığı kontrol uygulamasında ise; 0 skalası bulunmuş olup, bitkilerin normal gelişimlerini tamamladığı ve stressiz oldukları için stresten hiç etkilenmediği belirlenmiştir. Bu değerler araştırmacının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Koç 2005, Kuşvuran ve ark. 2008).

4.2. Yaprak Sayısı (adet)

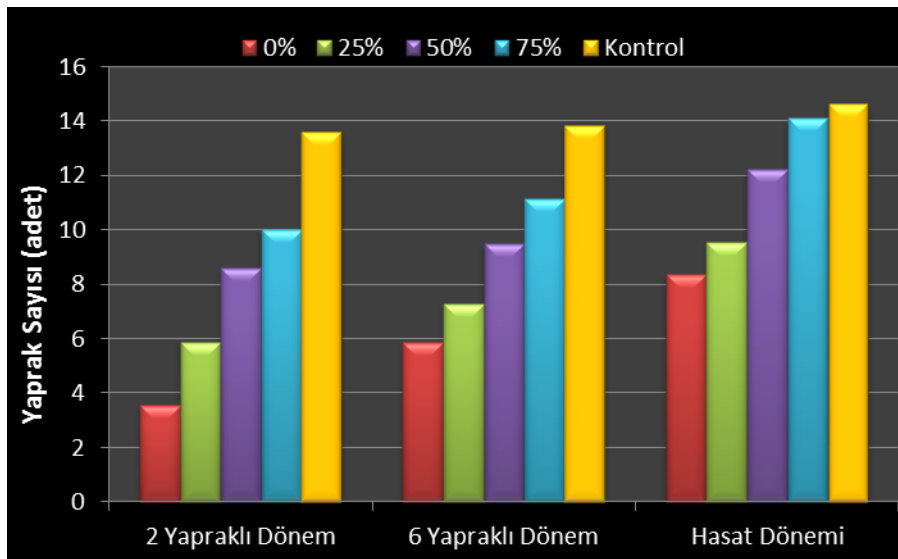
Farklı ortamlarda yetiştirilen Matador ıspanak çeşidinin ortalama yaprak sayısı değişimi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de görüldüğü gibidir.

Yaprak sayısı ortalamaları çizelgeden de gözlenebileceği gibi 3,54-14,61 adet arasında değişim göstermiştir.

Farklı gelişme dönemleri ortalamalarına göre yaprak sayısı sıralamasında en fazla yaprak sayısı hasat döneminden (11,76 adet) elde edilirken bunu 6 yapraklı dönem izlemiştir (9,18 adet), en düşük yaprak sayısı ortalaması ise 2 yapraklı dönemden (8,18 adet) elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	13,59 b	3,54 ı	5,86 h	8,59 f	9,31 e	8,18 c
6 Yapraklı Dönem	12,14 c	5,84 h	7,28 g	9,47 e	11,16 d	9,18 b
Hasat Dönemi	14,61 a	8,34 f	9,55 e	12,20 c	14,10 ab	11,76 a
Sulama Ana Etkisi	13,45 a	5,91 e	7,56 d	10,09 c	11,52 b	



Şekil 4.2. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) üzerine farklılıklar

İklim odasında yetiştirdiğimiz Matador ıspanak çeşidinden elde ettiğimiz yaprak sayısı ortalaması farklı denemelerde farklı ıspanak çeşitleriyle çalışan diğer araştırmacıların ortalama yaprak değerleri ile uyum içerisindedir (Bayraktar ve ark, 1978, Zink 1965, Deveci ve Şalk 1995).

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi yaprak sayısı ortalamaları açısından dönem ana etkisi ele alındığında en yüksek değeri hasat dönemi alırken, en düşük değeri 2 yapraklı dönem almıştır. Hasat döneminde sulama koşullarına bağlı olarak bitki gelişimini normal olarak tamamlamış, toprakta bulunan su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için yaprak sayısı fazla olmuştur. 2 yapraklı dönemde gerçekleştirilen su kısıtları ile; bitki gelişimini tamamlayamadığı için yaprak sayısı hasat zamanına oranla daha az sayıda kalmıştır.

4.3. Yaprak Ağırlığı (g)

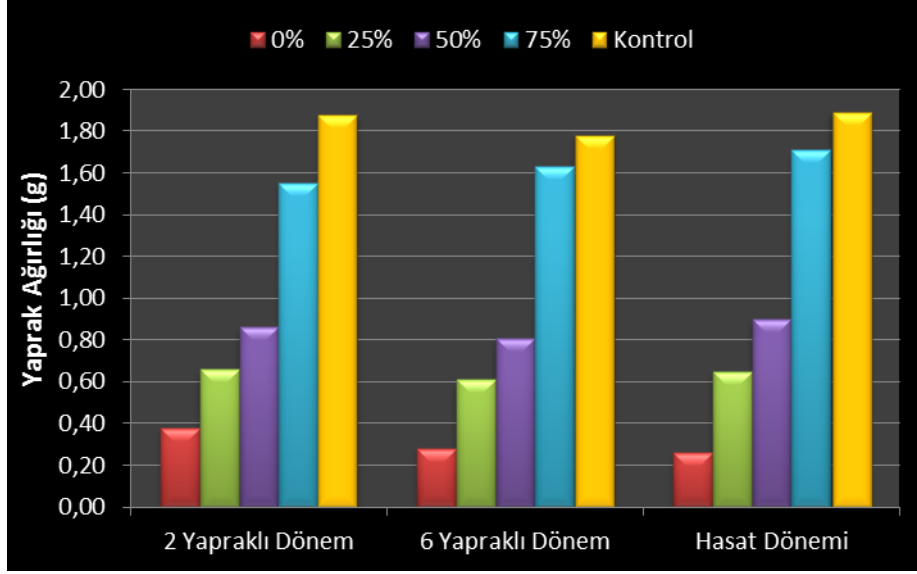
Denemede yer alan Matador ıspanak çeşidinin değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı su kısıtlamalarının yaprak ağırlığı ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Ortalamaların incelenmesi sonucunda yaprak ağırlığı bakımından ele alınan faktör ve interaksiyonun % 1 hata düzeyinde istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelgeden görüldüğü gibi yaprak ağırlığı ortalamaları 0,26-1,85 gram arasında değişim göstermiştir. Denemede elde edilen bu sonuçlar diğer araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisindedir (Bradley ve ark. 1975, Abak ve ark. 1992, Günay 1992, Deveci ve Şalk 1995).

Çizelge 4.3. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar*

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	1,85 a	0,26 h	0,45 efg	0,59 def	0,91 bc	0,81 b
6 Yapraklı Dönem	1,85 a	0,28 h	0,58 cd	0,78 cd	1,19 b	0,94 a
Hasat Dönemi	1,79 a	0,38 fgh	0,75 cde	0,93 bc	1,71 a	1,07 a
Sulama Ana Etkisi	1,83 a	0,31 d	0,59 c	0,77 c	1,27 b	



Şekil 4.3. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıklar

İspanağın değişik vejetasyon dönemlerinde yaprak ağırlığı ortalamaları sıralamasında en yüksek yaprak ağırlığı hasat döneminden elde edilirken (1,07 g), bunu aynı istatistiki önem grubunda olan 6 yapraklı dönem izlemiştir, en düşük yaprak ağırlığı ortalaması 2 yapraklı dönemden (0,81 g) elde edilmiştir.

En yüksek yaprak ağırlıkları genel olarak su kısıtı uygulanmayan % 100 (kontrol) uygulamasından elde edilirken, en düşük yaprak ağırlığı su uygulaması yapılmayan % 0 uygulamasından elde edilmiştir. Su kısıtındaki artışa paralel olarak yaprak ağırlıkları azalmıştır.

Vejetasyon dönemi x sulama oranı interaksyonu bakımından Çizelge 4.3 incelendiğinde 2 ve 6 yapraklı dönemler x kontrol interaksyonu mutlak değer bakımından en yüksek (1,85 g), 2 yapraklı dönem x % 0 interaksyonundan en düşük (0,26 g) yaprak ağırlığı ortalamaları elde edilmiştir.

Yaprak ağırlığının bitki gelişmesiyle arttığı, bu ağırlığın genç olduğu dönemde daha az; olgun dönemde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.4. Yaprak Kalınlığı (mm)

Denemede ele aldığımız çeşidimizin yaprak kalınlığı ölçümlerine ait ortalama verileri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

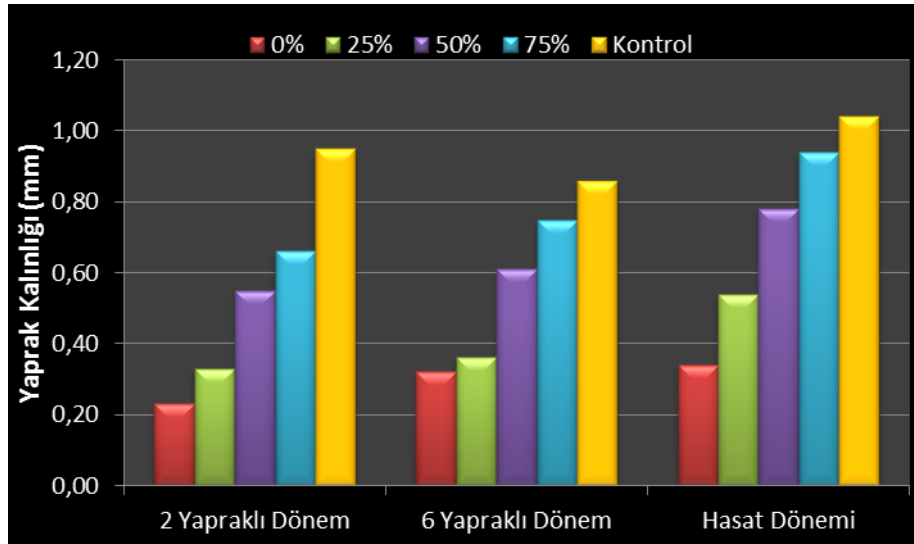
Çizelge 4.4. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) ve LSD. testine göre gruplar*

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	0,95 ab	0,23 g	0,33 ef	0,55 de	0,66 cd	0,54 b
6 Yapraklı Dönem	0,96 ab	0,32 fg	0,36 efg	0,61 cd	0,75 bcd	0,60 b
Hasat Dönemi	1,03 a	0,34 efg	0,54 def	0,78 bc	0,94 ab	0,73 a
Sulama Ana Etkisi	0,98 a	0,30 d	0,41 d	0,65 c	0,79 b	

Matador çeşidinin değişik vejetasyon dönemlerinde farklı sulama uygulamalarında elde edilen yaprak kalınlığı ortalamaları istatistiki açıdan önem arz etmiştir. Çizelge 4.4’de elde edilen ana etki ve interaksiyon % 1 önem sınırları içerisinde kaldığı ve bu sonuçlara göre LSD testi gruplamaları görülmektedir.

Çizelge 4.4’ü diğer ana etki ve interaksiyonların göz ardı edildiği sadece vejetasyon dönemi ana etkisi yönünden incelediğimizde yaprak kalınlığı ortalamalarının hasat, 6 yaprak ve 2 yapraklı dönemler şeklinde sıralandığı anlaşılmıştır.

Uygulanan su kısıtlamalarının etkisinin gözlendiği su kısıtı ana etkisi yönünden en düşük yaprak kalınlığı % 0 sulamadan (0,30 mm), en yüksek yaprak kalınlığı ortalaması ise kontrol uygulamasından (0,98 mm) elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) üzerine farklılıklar

Dönem x Sulama interaksyonu ortalamaları bakımından ise tüm dönemlerde % 0 uygulaması istatistiki açıdan en düşük önem grubunu vermiş olmalarına rağmen 2 yapraklı dönemde % 0 sulama uygulamasına ait interaksyon mutlak değer olarak en düşük yaprak kalınlığı ortalamasını (0,23 mm) vermiştir.

İnteraksiyonlar incelendiğinde ise; en düşük değeri 0,23 mm ile 2 yapraklı dönem x % 0 uygulaması izlemektedir. Bu ortalama ise; yaprak sayısı ve yaprak ağırlığı ortalamalarında da görüldüğü gibi, bitki gelişemediği için bu değerler de düşük olmaktadır.

Bayraktar ve ark. (1978) araştırmalarında yaprak kalınlığını 0,44±0,67 mm arasında; Deveci ve Şalk (1995) yaptıkları çalışmada yaprak kalınlığını Mart dönemi yetiştiriciliğinde 0,29±0,43 mm arasında bulmuşlardır. Araştırmada bulunan yaprak kalınlığı ortalamaları bu araştırmacılar ile paralellik göstermiştir.

4.5. Yaprak Alanı (cm²)

Farklı vejetasyon dönemlerinde uygulanan su kısıtlamalarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak alanı ortalamalarının değişimi Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’deki verilmiştir.

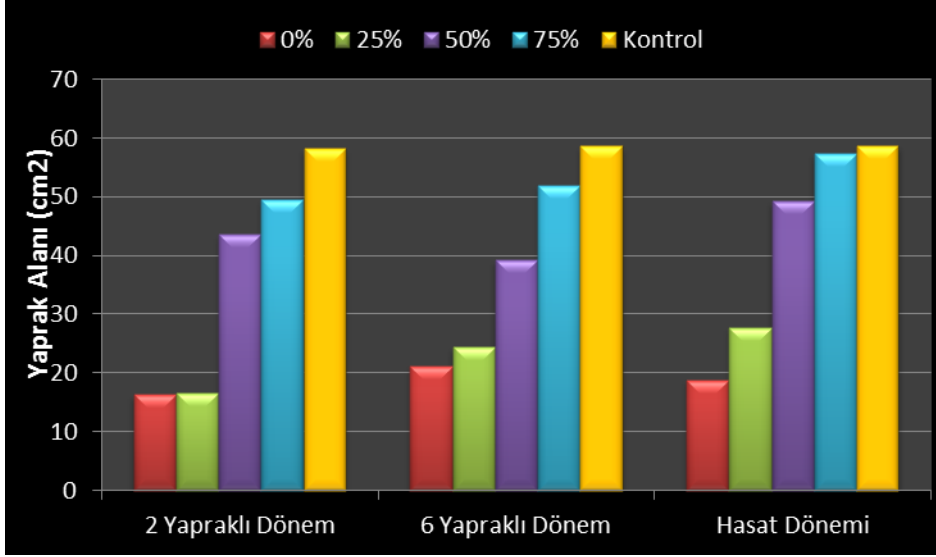
Araştırma sonucunda yaprak alanı ortalamaları 16,27-58,69 cm² arasında değişim göstermiştir.

Sulama faktörü dikkate alınmaksızın yalnız dönem ana etkisi dikkate alındığında yaprak alanı bakımından en yüksek sonucu hasat dönemi verirken (42,35 cm²), en düşük sonucu ise 2 yapraklı dönem (32,04 cm²) vermiştir.

Farklı vejetasyon dönem faktörü dikkate alınmadan sadece değişik su kısıtlamalarının uygulandığı su kısıtı ana etkisi yönünden Çizelge 4.5 incelendiğinde sulamanın yaprak alanı üzerinde etkili olduğu görülmektedir ve % 0 uygulamasından en düşük (18,75 cm²), kontrol uygulamasından en yüksek (58,51 cm²) yaprak alanı ortalamaları elde edilmiştir. Sulama miktarı arttıkça yaprak alanının arttığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.5. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm²) ve LSD. testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	58,22 b	16,27 n	16,65 m	29,56 h	39,50 f	32,04 c
6 Yapraklı Dönem	58,62 a	21,17 k	25,36 j	39,25 g	51,01 d	39,08 b
Hasat Dönemi	58,69 a	18,82 l	27,76 i	49,27 e	57,09 c	42,32 a
Sulama Ana Etkisi	58,51 a	18,75 e	23,25 d	39,35 c	49,20 b	



Şekil 4.5. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm²) üzerine farklılıklar

Demirtaş (2003)'e göre; Yaprak Su Potansiyeli ile yaprak alanı arasında ilişki görülmektedir. YSP'nin hücre büyümesi ve bölünmesi üzerine olumlu etkisinin görüldüğü çalışmada, YSP arttıkça yaprak alanı artmakta, YSP azaldıkça yaprak alanı da azalmaktadır.

Kuşvuran (2010)'a göre; sulamanın tamamen kesilmesi ile oluşturulan kuraklık stresi karşısında çalışmaya dahil edilen tüm kavun genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak alanı bakımından azalma meydana gelmiştir.

Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO₂ asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişmede gerileme başlamaktadır (Karanlık 2001; Yaşar 2003).

Kuraklık bitkide fotosentezi büyük oranda etkilemektedir. Kurak stresi ile toplam yaprak alanı azalmakta ve fotosentez yavaşlamaktadır. Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya yöneliktir (Mahajan ve Tuteja 2005). Asraf ve Iram (2005), kuraklık stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir.

Ayrıca bu araştırmacılar, gerek yaprak alanının gerekse diğer vejetatif özelliklerin bitkiye verilen su miktarı ve bitki su tüketimi ile doğrusal olarak büyüme gösterdiğini belirlemişlerdir.

4.6. Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

Araştırmada ele alınan yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ortalamalarının dağılımı Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6'dan da anlaşıldığı üzere Matador ıspanak çeşidinin farklı vejetasyon dönemlerinde, farklı sulama uygulamalarının yaprakların oransal su içeriği üzerine etkisi 0.01'lik hata sınırları içinde kalmış ve LSD testi sonuçları Çizelgede verilmiştir.

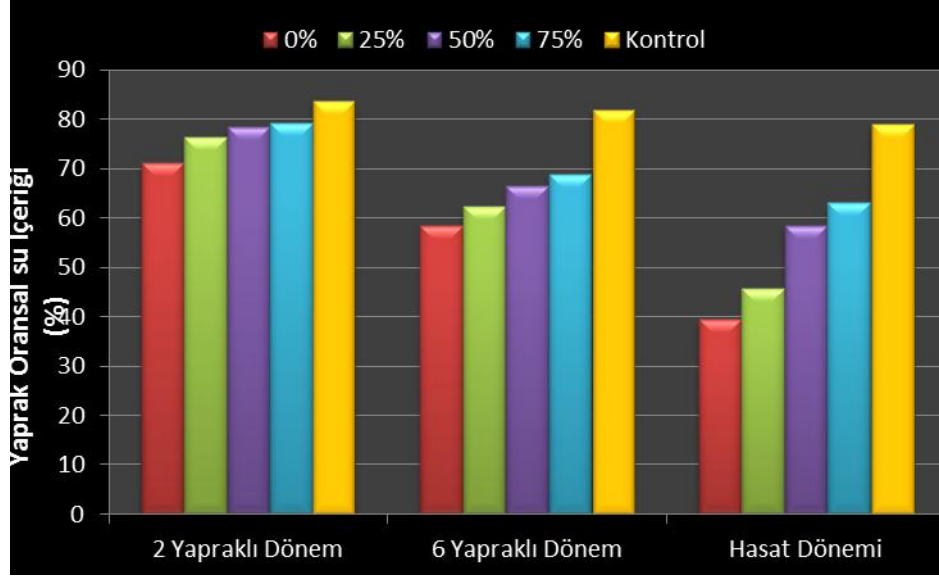
Araştırmamız sonucunda YOSİ ortalamaları % 39,40 ile % 83,77 arasında değişim göstermiştir.

Dönem ana etkisi bakımından 2 yapraklı dönemde YOSİ en yüksek seviyede bulunurken bu oran 6 yapraklı dönemde % 67,60'a, hasat döneminde ise % 57,15'e kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Farklı su kısıtlamalarının ana etkisi bakımından Çizelge 4.6 incelendiğinde Kontrol uygulamasında YOSİ % 81,60 bulunurken, bu oranın sulamanın % 75, % 50, % 25 ve % 0'a kadar azaltıldığı uygulamalarda, ortalamaların da azaldığı ve hiç sulamanın yapılmadığı % 0 uygulamasında YOSİ'nin % 56,30'a kadar düştüğü gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	83,77 a	71,13 e	76,43 d	78,63 cd	79,30 bc	77,85 a
6 Yapraklı Dönem	81,89 ab	58,37 h	62,29 g	66,51 f	68,90 ef	67,60 b
Hasat Dönemi	79,14 c	39,40 j	45,64 i	58,55 h	63,04 g	57,15 c
Sulama Ana Etkisi	81,60 a	56,30 e	61,45 d	67,90 c	70,71 b	



Şekil 4.6. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla % değişim oranları (-%) üzerine farklılıklar

Sulama faktörü dikkate alınmaksızın yalnız dönem ana etkisi dikkate alındığında YOSİ ortalamaları bakımından en yüksek sonucu 2 yapraklı dönem verirken (% 77,85), en düşük sonucu ise hasat dönemi (% 57,15) vermiştir.

Demirtaş (2003)'e göre; sulama yapıldıktan sonra toprak su içeriğinin artması ile bitki daha az enerji harcayarak topraktan su alabilmektedir. Buna paralel olarak bitkinin yaprak oransal su kapsamı da artmaktadır. YOSİ de YSP değerleri gibi oransal nem ile doğru, sıcaklıkla ters orantılı olduğunu tespit etmiştir. Hava oransal neminin artması ile YOSİ de artma olduğunu, sıcaklığın artması ile YOSİ azalma olduğunu bildirmiştir.

Türkan ve ark. (2005); kuraklık stresi YOSİ değerinde azalma meydana geldiğini ifade ederken; Romanello ve ark. (2008) kuraklık ile birlikte YOSİ değerinde % 35 düzeyinde azalma meydana gelebileceğini bildirmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir.

Kuşvuran (2010)'a göre; Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler ışığında yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinin daha fazla etkilendiği görülmüştür. Kuraklık stresi karşısında çalışmamızda sunulan bulgular araştırmacıların sonuçları ile de desteklenmektedir.

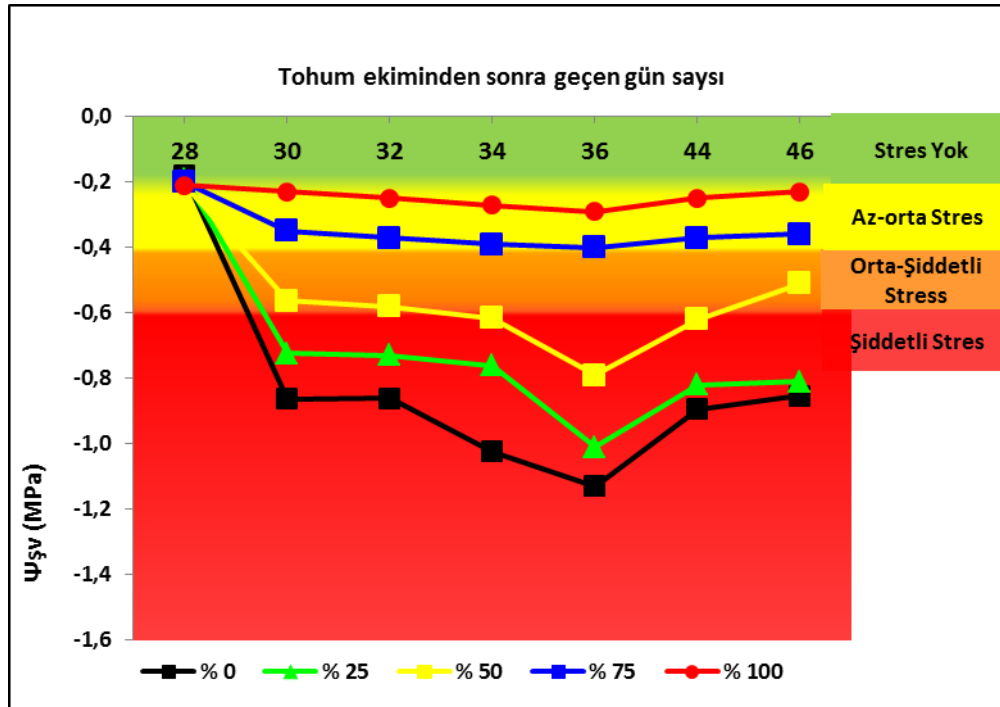
4.7. Yaprak Su Potansiyeli

Çalışmada ele alınan yaprak su potansiyeli ortalamaları 2 yapraklı, 6 yapraklı ve hasat dönemlerinde şafak vakti ve gün ortası ölçümlerine ait ortalamalar Çizelge 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 de ve Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12' de verilmiştir.

İki yapraklı dönemde (Çizelge 4.7, Şekil 4.7) ekimden 26. güne kadar ıspanaklar iki günde bir ve % 100 sulamaya tabi tutulmuştur. Su stresini oluşturabilmek için; saksı altlıkları kullanılmamış ve dipte havuz oluşturulmamıştır. Ekimden 26. Güne kadar % 100 sulama yapılmış olup, 26.günden 36.güne kadar yapay kuraklık stresine maruz bırakılmıştır.

Çizelge 4.7. Matador ıspanak çeşidinin iki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) üzerine etkileri (MPa).

2 Yapraklı Dönem Şafak Vakti ortalamaları							
	S.Ö.	Stres Dönemi				S.S	
	20	22	24	26	28	36	38
0%	-0,18	-0,86	-0,86	-1,02	-1,13	-0,89	-0,85
25%	-0,19	-0,72	-0,73	-0,76	-1,01	-0,82	-0,81
50%	-0,21	-0,56	-0,58	-0,62	-0,79	-0,62	-0,51
75%	-0,20	-0,35	-0,37	-0,39	-0,40	-0,37	-0,36
100%	-0,21	-0,23	-0,25	-0,27	-0,29	-0,25	-0,23



Araştırmanın 28. gününde Ψ_{sv} ölçümleri yapıldıktan sonra 5 ayrı sulama grubuna ayrılarak 2 yapraklı dönem için sulama rejimi başlatılmıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.7). Yapılan ölçümler sonucunda tüm bitkilerde şafak vakti yaprak su potansiyeli (Ψ_{sv}) değerlerinin -0,18 MPa ile -0,21 MPa arasında değiştikleri ve su stresi taşımadıkları tespit edilmiştir (Deloir ve ark. 2000).

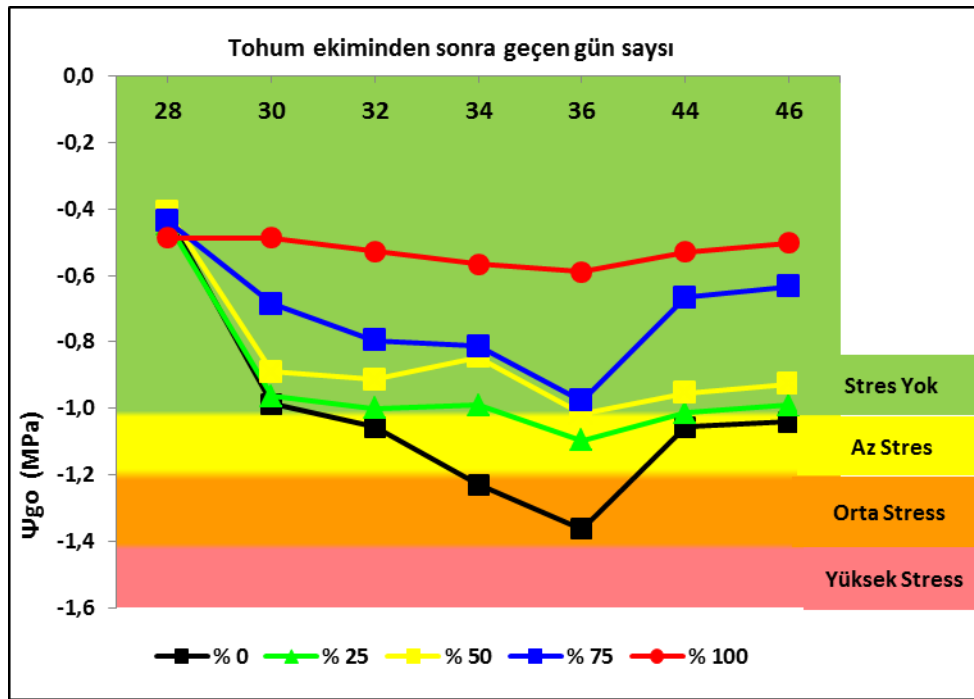
Ispanaklarda 30. gün itibariyle gruplara bağlı olarak önemli yaprak su potansiyeli (YSP) farklılıklarının oluşmaya başladığı gözlenmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.7). Deneme süresince % 100 (Kontrol) sulama yapılan ıspanaklarda Ψ_{sv} değerleri -0,21 MPa ile -0,29 MPa arasında değişmiş ve stressiz-hafif stresli oldukları saptanmıştır. Buna karşılık, hiç sulanmayan gruptaki bitkilerde Ψ_{sv} değerleri -0,18 MPa'dan -1,13 MPa'a kadar düşmüş ve yüksek strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Sulama gruplarına bağlı olarak, 36. Güne kadar hafif düşüşler görülürken, en düşük değerler aynı gün içinde görülmüştür. 36.günde sulanmayan ($\Psi_{sv} = -1,13$ MPa), %25 ($\Psi_{sv} = -1,01$ MPa) ve %50 ($\Psi_{sv} = -0,79$ MPa) oranında sulanan bitkilerde yüksek stres, %75 ($\Psi_{sv} = -0,4$ MPa) ve %100 ($\Psi_{sv} = -0,29$ MPa) sulama yapılan bitkilerde ise az ve orta stres oluşmuştur. 36. gün itibariyle ölçümler sonrasında % 100 sulama yapılmış ve hasada kadar bu işleme devam edilmiştir. Bitkilerin stresten çıkıp çıkmadığını belirlemek için 44.güne kadar beklenmiş ve daha sonra 44. ve 46.günlerde tekrar ölçümler yapılmıştır. 46. gün itibariyle % 100 ($\Psi_{sv} = -0,23$ MPa) ve % 75 ($\Psi_{sv} = -0,36$ MPa) sulama gruplarında az-orta stres seviyesi belirlenmiştir. % 50 ($\Psi_{sv} = -0,51$ MPa) grubun ise orta stresli olduğu tespit edilmiştir. Hiç sulanmayan ($\Psi_{sv} = -0,85$ MPa) ve % 25 ($\Psi_{sv} = -0,81$ MPa) sulama grubunda ise bitkilerin normal gelişim süreçlerini sürdüremedikleri ve yüksek su stresinde kaldıkları belirlenmiştir.

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8 incelendiğinde; Matador ıspanak çeşidinin iki yapraklı dönemi için gün ortası yaprak su potansiyeli (GOYSP) (Ψ_{go}) ölçümleri şafak vakti yaprak su potansiyeli (ŞVYSP) (Ψ_{sv}) ölçümleriyle aynı günlerde yapılmıştır. Sulama rejimi öncesi (28. gün) tüm bitkilerde yapılan ölçümler sonucunda Ψ_{go} değerleri -0,43 MPa ile -0,49 MPa arasında değişim göstermiştir. Bulunan değerler incelendiğinde ıspanak bitkilerinin deneme öncesi strese girmedikleri belirlenmiştir.

İklim odasında yapılan araştırmamızda % 100 sulama grubunda (kontrol) yer alan bitkilerde Ψ_{go} değerlerinin -0,49 MPa ile -0,59 MPa arasında değiştiği görülmüş olup, deneme süresince Ψ_{sv} ölçümlerindeki sonuçlara paralel olarak bitkilerin strese maruz kalmadıkları saptanmıştır (Çizelge 4.8, Şekil 4.8).

Çizelge 4.8. Matador ıspanak çeşidinin İki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa).

2 Yapraklı Dönem Gün Ortası ortalamaları								
	S.Ö.	Stres Dönemi					S.S	
	20	22	24	26	28	36	38	
0%	-0,43	-0,99	-1,06	-1,23	-1,36	-1,06	-1,04	
25%	-0,45	-0,96	-1,00	-0,99	-1,10	-1,01	-0,99	
50%	-0,41	-0,89	-0,91	-0,85	-1,02	-0,95	-0,93	
75%	-0,44	-0,69	-0,80	-0,81	-0,98	-0,67	-0,63	
100%	-0,49	-0,49	-0,53	-0,57	-0,59	-0,53	-0,50	



Şekil 4.8. Matador ıspanak çeşidinin İki yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar.

İspanaklarda 30. gün itibariyle YSP değerleri arasında farklılıklar olmasına rağmen Ψ_{go} değerlerinin bitkilerin henüz iki yapraklı olmaları ve % 60 NN oranını sağlamak amacıyla yapılan sisleme nedeniyle stres eşiğini aşmadıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.8). Sulama gruplarındaki farklılıklar göz önüne alındığında en düşük değerler 36. günde görülmektedir. Ψ_{go} değerleri Ψ_{sv} 'ne paralel olarak düşmüş ve % 0 sulama (-1,36 MPa) için orta stres seviyesinde iken % 25 (-1,10 MPa) ve % 50 (-1,02 MPa) sulama grupları için hafif stres seviyesinde bulunmuştur. Aynı gün Ψ_{go} değerleri % 75 ve % 100 sulama grupları için sırasıyla -0,98 MPa ve -0,59 MPa seviyesinde olmuş ve Ψ_{sv} verilerinden farklı olarak stres saptanmamıştır. Bitkilerin stresten çıkarak normal gelişmelerini sürdürüp sürdüremediklerini

belirlemek amacıyla 8-10 gün beklendikten sonra 46. günde yapılan ölçümler neticesinde % 50 ($\Psi_{go} = -0,95$ MPa), % 75 ($\Psi_{go} = -0,67$ MPa) ve % 100 ($\Psi_{go} = -0,53$) sulama gruplarında gelişme normale dönmüş ve strese rastlanmamıştır (Çizelge 4.8, Şekil 4.8). Hiç sulanmayan ($\Psi_{go} = -1,04$ MPa) ve % 25 ($\Psi_{go} = -1,0$ MPa) sulama grubunda ise bitkilerin normal gelişim süreçlerini sürdüremedikleri ve yüksek su stresinde kaldıkları belirlenmiştir. Bu durum Ψ_{sv} değerleri ile de desteklenmektedir.

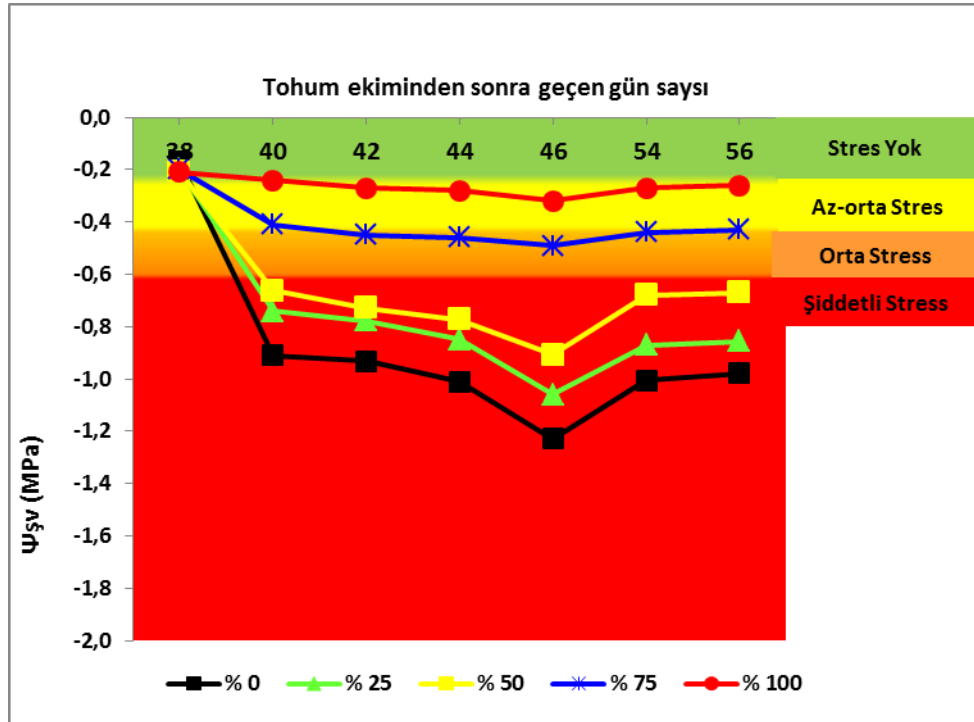
Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9 incelendiğinde; 6 yapraklı dönem için ıspanaklar ekimden 36. güne kadar iki yapraklı dönemdeki gibi iki günde bir % 100 sulamaya (tarla kapasitesi) tabi tutulmuş olup, 46.güne kadar yaprak kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Su stresini oluşturabilmek için; saksı altlıkları kullanılmamış ve dipte havuz oluşturulmamıştır. Araştırmanın 38. gününde Ψ_{sv} ölçümleri yapıldıktan sonra 5 ayrı sulama grubuna ayrılarak 6 yapraklı dönem için sulama rejimi başlatılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda tüm bitkilerde şafak vakti yaprak su potansiyeli (Ψ_{sv}) değerlerinin -0,17 MPa ile -0,21 MPa arasında değiştikleri ve su stresi taşımadıkları tespit edilmiştir.

İspanaklarda 40. gün itibariyle gruplara bağlı olarak önemli YSP farklılıklarının oluşmaya başladığı gözlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.9). Deneme süresince % 100 (Kontrol) sulama yapılan ıspanaklarda Ψ_{sv} değerleri -0,21 MPa ile -0,32 MPa arasında değişmiş ve stressiz-hafif stresli oldukları saptanmıştır. Buna karşılık, hiç sulanmayan gruptaki bitkilerde Ψ_{sv} değerleri -0,17 MPa'dan -1,23 MPa'a kadar düşmüş ve yüksek strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Sulama gruplarına bağlı olarak, 44. güne kadar hızlı düşüşler sürerken, en düşük değerler 46. günde görülmüştür. 46. günde sulanmayan ($\Psi_{sv} = -1,23$ MPa), % 25 ($\Psi_{sv} = -1,06$ MPa) ve % 50 ($\Psi_{sv} = -0,91$ MPa) oranında sulanan bitkilerde yüksek stres, % 75 ($\Psi_{sv} = -0,49$ MPa) ve % 100 ($\Psi_{sv} = -0,32$ MPa) sulama yapılan bitkilerde ise az ve orta stres oluşmuştur. 46. gündeki ölçümler sonrasında % 100 sulama yapılmış ve hasada kadar bu işleme devam edilmiştir. Bitkilerin stresten çıkıp çıkmadığını belirlemek için 56. güne kadar beklenmiş ve daha sonra 54. ve 56. günlerde tekrar ölçümler yapılmıştır. 56. gün itibariyle % 100 ($\Psi_{sv} = -0,26$ MPa) ve % 75 ($\Psi_{sv} = -0,43$ MPa) sulama gruplarında az-orta stres seviyesi belirlenmiş ve bitkiler hasada kadar normal gelişmelerini sürdürmüştür. % 50 ($\Psi_{sv} = -0,67$ MPa) sulama grubundaki bitkiler ise yüksek stresli olmalarına rağmen hasada kadar gelişmelerini sürdürmüşler ancak yapraklarının bir kısmında solma ve sararmalar tespit edilmiştir. Hiç sulanmayan % 0 sulama grubundaki ($\Psi_{sv} = -0,98$ MPa) ve % 25 ($\Psi_{sv} = -0,86$ MPa) sulama grubundaki bitkilerin ise normal gelişim süreçlerini sürdüremedikleri ve yüksek

su stresinde kalarak hasad edilebilir duruma gelemedikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.9).

Çizelge 4.9. Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli ($\psi_{şv}$) üzerine etkileri (MPa).

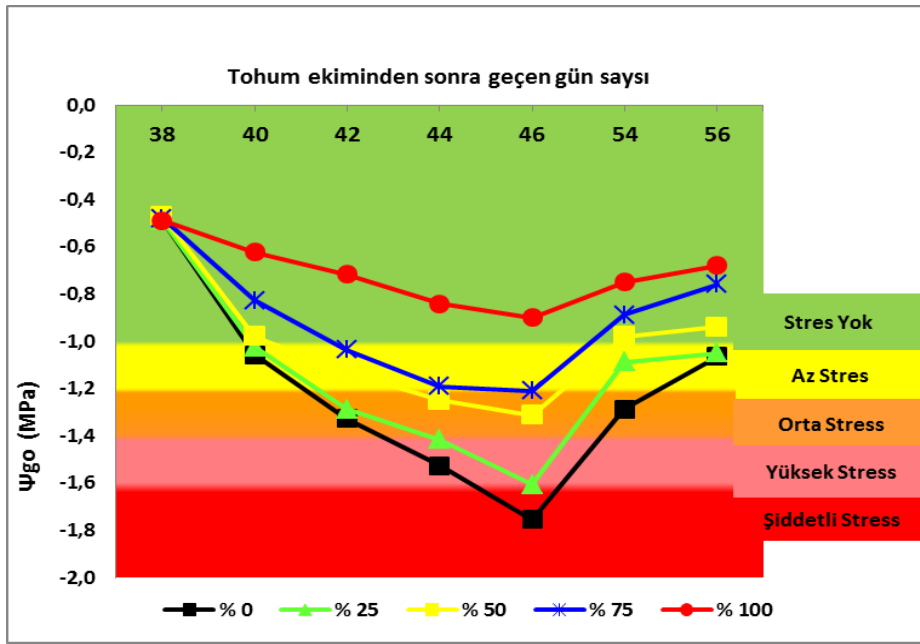
6 Yapraklı Dönem Şafak Vakti ortalamaları							
	S.Ö.	Stres Dönemi				S.S	
	38	40	42	44	46	54	56
0%	-0,17	-0,91	-0,93	-1,01	-1,23	-1,07	-0,98
25%	-0,20	-0,74	-0,77	-0,85	-1,06	-0,87	-0,85
50%	-0,21	-0,66	-0,73	-0,77	-0,97	-0,68	-0,67
75%	-0,21	-0,41	-0,45	-0,46	-0,49	-0,44	-0,43
100%	-0,21	-0,24	-0,27	-0,28	-0,32	-0,27	-0,26



Şekil 4.9. Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli ($\psi_{şv}$) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar

Çizelge 4.10. Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa).

6 Yapraklı Dönem Gün Ortası ortalamaları							
	S.Ö.	Stres Dönemi				S.S	
	38	40	42	44	46	54	56
0%	-0,49	-1,06	-1,33	-1,53	-1,75	-1,29	-1,06
25%	-0,49	-1,02	-1,29	-1,42	-1,61	-1,09	-1,05
50%	-0,47	-0,98	-1,13	-1,25	-1,31	-0,98	-0,94
75%	-0,48	-0,83	-1,04	-1,19	-1,21	-0,89	-0,76
100%	-0,49	-0,62	-0,72	-0,84	-0,90	-0,75	-0,68



Şekil 4.10. Matador ıspanak çeşidinin altı yapraklı döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar

Araştırmada % 100 sulama grubunda yer alan bitkilerde Ψ_{go} değerlerinin -0,49 MPa ile -0,84 MPa arasında değiştiği ve bitkilerin büyümüş olması (yaprak alanı artışı) ve gündüz yapılan sisleme nedeniyle (% 60 Nisbi Nem) Ψ_{sv} verilerinden farklı olarak stres eşiğinin altında seyrettikleri saptanmıştır (Çizelge 4.10, Şekil 4.10). Bu süreçte Ψ_{sv} değerleri hafif-orta derecede stres düzeyinde olmuştur. Ispanaklarda 40. gün itibariyle YSP değerleri arasında farklılıklar oluşmaya başlamış ve % 0 (-1,06 MPa) ve % 25 (-1,02 MPa) sulama rejimlerinde hafif stres saptanmıştır. Diğer sulama konularının ise stres eşiğini aşmadıkları belirlenmiştir. Sulama gruplarına bağlı olarak en düşük değerler 46. günde okunmuştur. Ψ_{sv} değerlerine paralel olarak Ψ_{go} değerleri de düşmüş ve % 0 sulama (-1,75 MPa) ile %25 (-1,61 MPa) sulama grupları için şiddetli stres seviyesinde iken, % 50 (-1,31 MPa) ve %75 (-1,21 MPa) sulama grupları için orta stres seviyesinde bulunmuştur. Aynı gün Ψ_{go} değerleri ve % 100

sulama grubunda -0,80 MPa seviyesinde olmuş ve Ψ_{sv} verilerinden farklı olarak stres saptanmamıştır. Bitkilerin stresten çıkarak normal gelişmelerini sürdürüp sürdüremediklerini belirlemek amacıyla 8-10 gün beklendikten sonra 56. günde yapılan ölçümler neticesinde % 75 ($\Psi_{go} = -0,76$ MPa) ve % 100 ($\Psi_{go} = -0,68$) sulama gruplarında gelişme normale dönmüş ve strese rastlanmamıştır. % 50 sulama grubunda ise Ψ_{sv} (-0,67 MPa) değerleri yüksek stres seviyelerinde görülmesine rağmen Ψ_{go} verileri -0,94 MPa düzeyine kadar yükselmiş ve stres eşliğinin üstüne çıkmıştır. Hiç sulanmayan % 0 uygulamasında ($\Psi_{go} = -1,06$ MPa) ve % 25 ($\Psi_{go} = -1,05$ MPa) sulama gruplarında ise bitkiler Ψ_{sv} değerlerinde olduğu gibi su stresinde kaldıkları için normal gelişim süreçlerini sürdürememişlerdir (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

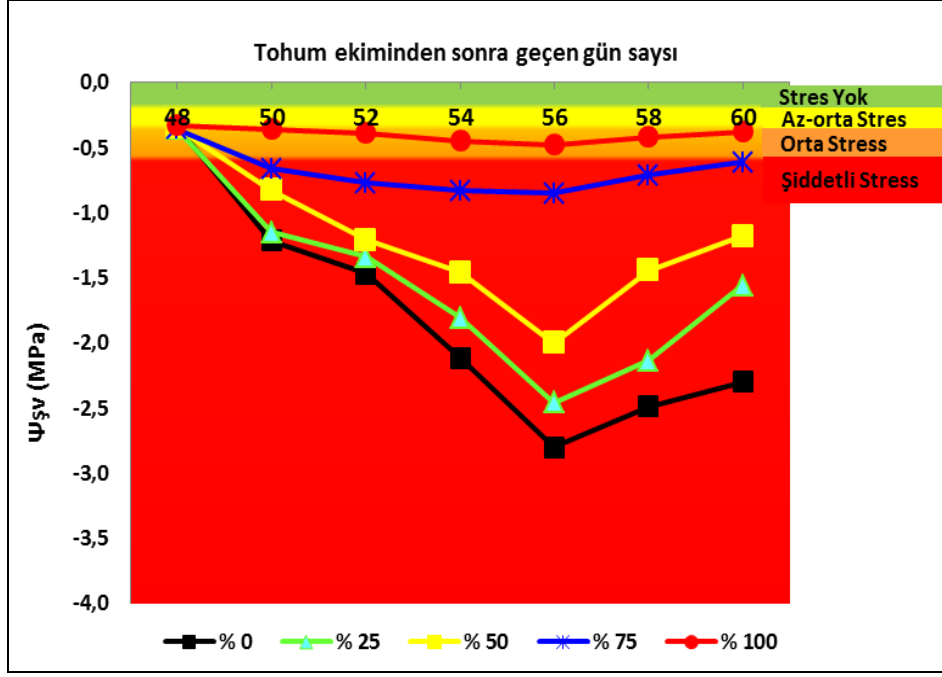
Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11 incelendiğinde; hasat döneminde Ψ_{sv} değerlerinin ölçümüne 48.günde başlanmış olup, ekimden hasada kadar olan 60 günlük dönem hasatla beraber sona erdiği saptanmıştır.

Hasat dönemini diğer dönemlerle karşılaştırdığımızda; değerlerin daha da düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni olarak ise; bitkilerin hasat dönemi ile beraber gelişmelerinin tamamlanmış olması ve buna bağlı olarak da strese karşı direncinin daha da arttığını göstermektedir.

Bu dönemde en düşük Ψ_{sv} değerinin 56. günde ($\Psi_{sv} = -2,80$ MPa) tespit edilmiş olup, en yüksek değer ise dönemin başlangıcı olan 48.günde ($\Psi_{sv} = -0,33$ MPa) olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin hasadın son gününde kontrol ($\Psi_{sv} = -2,30$ MPa), % 25 ($\Psi_{sv} = -1,56$ MPa), % 50 ($\Psi_{sv} = -1,18$ MPa), % 75 ($\Psi_{sv} = -0,61$ MPa) ve % 100 ($\Psi_{sv} = -0,38$ MPa) olduğu belirlenmiştir. Bitkiler gelişimini tamamladıkları için diğer dönemlere oranla 56. günden sonra bekleme yapılmamıştır. Bitkiler % 100 sulama grubu hariç diğer sulama gruplarında yüksek şiddetli stres grubunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.11).

Çizelge 4.11. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (ψ_{sv}) üzerine etkileri (MPa).

Hasat Dönemi Şafak Vakti ortalamaları							
	S.Ö.	Stres Dönemi				S.S	
	48	50	52	54	56	58	60
0%	-0,34	-1,21	-1,47	-2,11	-2,80	-2,49	-2,30
25%	-0,36	-1,15	-1,34	-1,81	-2,46	-2,13	-1,56
50%	-0,35	-0,83	-1,21	-1,46	-2,00	-1,44	-1,18
75%	-0,36	-0,66	-0,77	-0,83	-0,85	-0,71	-0,61
100%	-0,33	-0,36	-0,39	-0,45	-0,48	-0,42	-0,38



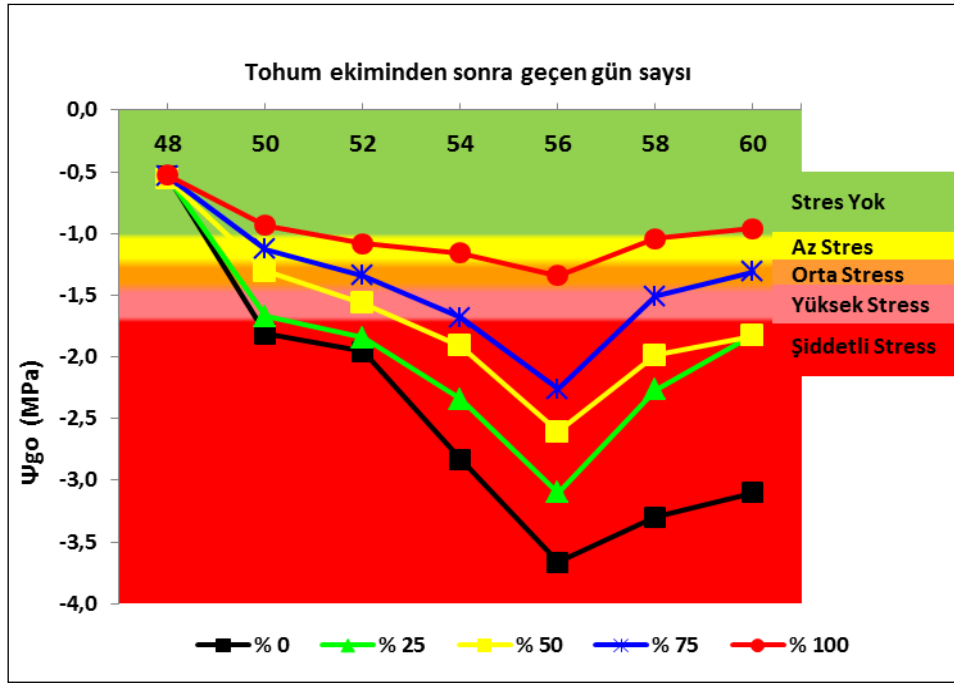
Şekil 4.11. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının şafak vakti yaprak su potansiyeli (Ψ_{sv}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12 incelendiğinde; Öğlen vakti yapılan ölçümler, sabah ölçümlerine göre farklılık göstermiştir. Bitkilerin transpirasyon yoluyla bünyelerinde kaybettikleri su yüzünden Ψ_{go} değerlerinin düştüğü görülmektedir.

Hasat döneminde gün ortası ölçümleri sulamaya ara vermeksizin iki günde bir düzenli yapılmıştır ve 60.günde bitkiler hasat edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.12). Yapılan ölçümlerde, en düşük değerlerin 56. günde olduğu, 58. ve 60.günlerde ise değerlerin düşmeye başladığı tespit edilmiştir. % 0 sulama grubunda bu değerler en düşük seyretmektedir. Bunun nedeninin ise, sulamanın yetersiz oluşu desteklemektedir. Hasat dönemi şafak vakti ve gün ortası değerlerine baktığımızda değerlerin artış ve azalışlarının paralel olduğu gözlemlenmiştir. 60.günde % 0, % 25 ve % 50 sulama grubu yüksek şiddetli görülürken, % 100 sulama grubunda strese rastlanmamış olup, % 75 sulama grubu ise orta stresli kabul edilmiştir (Çizelge 4.12, Şekil 4.12).

Çizelge 4.12. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa).

Hasat Dönemi Gün Ortası ortalamaları							
	S.Ö.	Stres Dönemi				S.S	
	48	50	52	54	56	58	60
0%	-0,54	-1,81	-1,96	-2,83	-3,66	-3,30	-3,10
25%	-0,55	-1,67	-1,84	-2,34	-3,10	-2,27	-1,82
50%	-0,56	-1,31	-1,56	-1,91	-2,61	-1,99	-1,83
75%	-0,54	-1,13	-1,34	-1,68	-2,26	-1,51	-1,31
100%	-0,53	-0,94	-1,08	-1,16	-1,34	-1,04	-0,96



Şekil 4.12. Matador ıspanak çeşidinin hasat döneminde uygulanan farklı su kısıtlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıklar

4.8. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)

Matador ıspanak çeşidinin yapraklarında meydana gelen membran zararlanma indeksi (MZİ) yönünden değişimleri Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13’de görülmektedir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda MZİ yönünden ele alınan 2 faktör ve bunlara ait interaksiyonun istatistiki açıdan % 1 hata düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

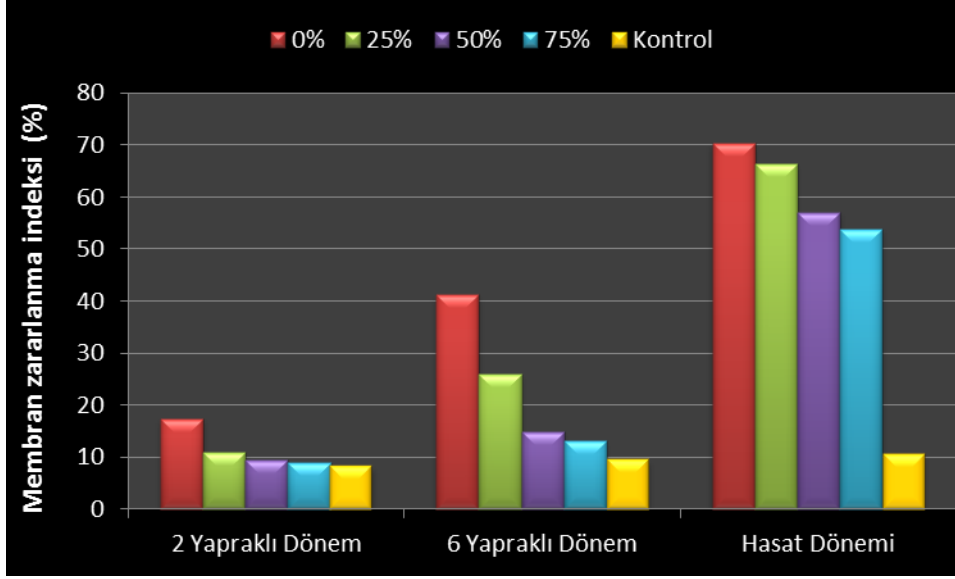
Çizelge 4.13’ de dönem ana etkisi bakımından MZİ ortalamalarının % 51,66 ile % 11,01 arasında değiştiği ve en düşük yaprak membran zararlanmasının 2 Yapraklı dönemde gerçekleşirken bu oranın hasat döneminde en yüksek ortalamaya ulaştığı bulunmuştur.

Kontrol bitkisine oranla sulamanın kısıtlandığı sulama faktörümüzün tek başına yapmış olduğu etki Çizelge 4.13’de incelendiğinde en düşük MZİ ortalamasının kontrol bitkisine ait yapraklardan alındığı (% 9,39), en yüksek MZİ ortalamasının ise % 0 sulama uygulamasına ait bitki yapraklarında alındığı (% 42,94) bulunmuştur.

Kocheva ve ark. (2004)’e göre; kuraklık stresine toleransın belirlenmesinde önemli bir indikatör olarak görülen membran zararlanma indeksi, arpada kuraklık stresi karşısında artış göstermiştir. Araştırmacılar hücrede meydana gelen yoğun su kaybının, membranlara zarar verdiğini açıklamışlardır.

Çizelge 4.13. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	8,19 f	17,36 e	10,98 fgh	9,44 gh	9,07 gh	11,01 c
6 Yapraklı Dönem	9,45 gh	41,19 c	25,91 d	14,91 ef	13,07 fg	20,91 b
Hasat Dönemi	10,54 gh	70,35 a	66,38 a	57,08 b	53,93 b	51,66 a
Sulama Ana Etkisi	9,39 d	42,94 a	34,42 b	27, 14 c	23, 36 c	



Şekil 4.13. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar

Munns (2002) ve Ghoulam ve ark. (2002)'e göre; hücrelerde stres sonrası meydana gelen zararlanma her iki stres koşulunda da benzer değerler göstermekle birlikte tuz stresinde genotiplerin ortalama % değişimi % 34,25 olmasına karşın kuraklık stresinde % 30,60 olarak belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stresi karşında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran zararlanma indeksi genotipler arasında farklılıklar ortaya koymuştur. Membran geçirgenliği olarak da tanımlanabilen bu parametre, özellikle tuz ve su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir.

Perez-Lopez ve ark. (2008) ile Zhu ve ark. (2008); hıyarda, arpada yaptıkları tuz çalışmalarında, hücre zararlanmasının stres koşullarında arttığını ifade etmişlerdir.

Zheng ve ark. (2004), aloe vera bitkisinde kuraklık stresi koşullarında hücre zararlanmasında artış meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Kuraklık stresinde su yetersizliğine bağlı olarak, hücre membranlarının ve lipidlerin yapısında bozulma meydana gelmiş olup, enzim aktivitelerini çalıştıran ve ozmotik düzenlemeyi sağlayan yapılarda zararlanma meydana gelmektedir.

Denememizde ele aldığımız Matador ıspanak çeşidinde görülen kuraklık stresi ile % 0 uygulamasında (sulama yapılmayan) hücre yapısının bozulması ve bitkinin normal bitki faaliyetlerini gerçekleştiremediğinden dolayı MZİ değerlerinin düşmesine sebep olmaktadır. hasat döneminde ise gelişme tamamlandığından dolayı MZİ değerlerinin yüksek olduğu

belirlenmiştir. Araştırmacıların ortaya koyduğu sonuçlar, çalışmamızda sunulan bulguları da desteklemektedir.

4.9. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

İnfrared termometre yardımıyla yapraklara dokunulmadan sulama kısıtlamasının başından hasat dönemine kadar yapılan her sulama öncesi sıcaklık ölçümlerine ait ortalamalar Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

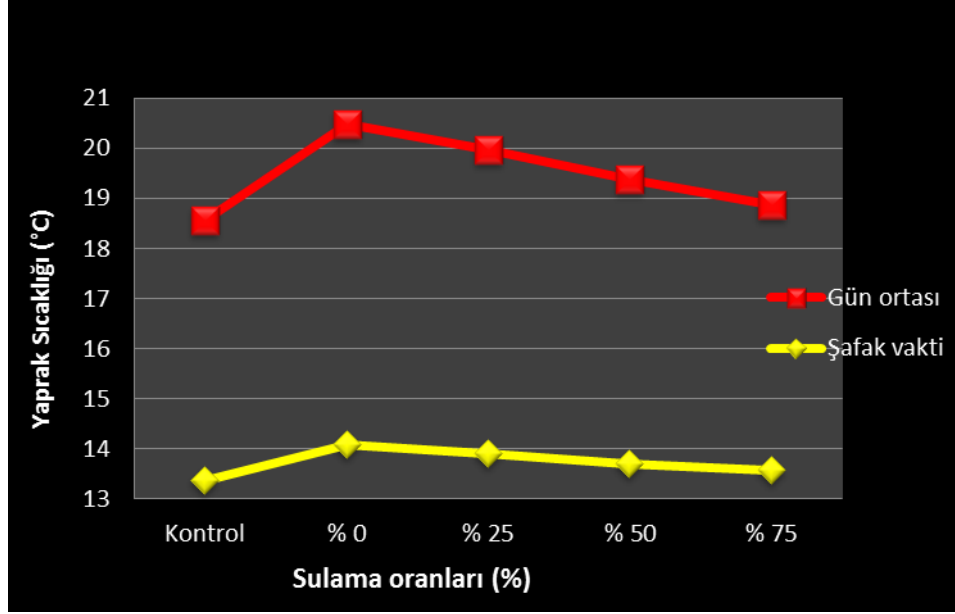
Çizelgeden de anlaşılacağı gibi yaprak sıcaklıkları en yüksek değere hem şafak vakti hem de gün ortası ölçümlerinde % 0 uygulamasında ulaşırken, en düşük değere kontrol uygulamasının her iki dönemde yapılan ölçümlerinde ulaşılmıştır.

Son onbeş yılda bitki su stresinin izlenmesi için bitki sıcaklığı ölçüm tekniği üzerine olan ilgi artmış ve bu konuda birçok çalışma yapılmıştır (Jackson ve ark 1981; Jackson 2001). Anılan teknik yaprak yüzeylerinden transpirasyon yoluyla buharlaşan suyun yaprakları serinlettiği ilkesine dayanır. Bu süreçte kullanılan su sınırlanırsa, transpirasyon azalır ve yaprak sıcaklıkları artar. Transpire olan su çok azsa, absorbe edilen radyasyon nedeniyle yapraklar, çevresindeki atmosferden daha sıcak olacaktırlar (Jackson 1982).

Yaprak sıcaklığı ortalamalarında en yüksek sıcaklık % 0 uygulamasında belirlenmiş olup, bunun sebebi ise; kuraklıktan dolayı bitkilerin buharlaşma isteğinden daha az bir hızda terleme gerçekleştiğinden dolayı yaprak yüzeyi sıcaklığı yüksek olmaktadır. Bitkiye yeterli sulamanın yapılması bitkinin normal düzeyde terleme yapmasına olanak sağlamaktadır.

Çizelge 4. 14. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sıcaklıkları ortalamaları.

	Kontrol	%0	%25	%50	%75
Şafak vakti	13,36	14,08	13,89	13,69	13,56
Gün ortası	18,56	20,48	19,96	19,37	18,86



Şekil 4.14. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yaprak sıcaklıkları ortalamalarına etkisi (°C) üzerine farklılıklar

4.10. Nispi Büyüme Oranı (mg kuru ağırlık/gün)

İklim odasında yetiştirilen Matador ıspanak çeşidimize ait araştırma verileri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15'te verilmektedir.

Ortalamalarının değerlendirilmesi sonucunda toplam mangan miktarı yönünden ele alınan iki faktör ve interaksiyonun istatistiksel olarak % 1 hata sınırı içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Farklı gelişme dönemlerinin ana etkisi bakımından denememize konu olan Matador çeşidine ait nispi büyüme oranı değişiminde en düşük ortalama 2 yapraklı dönemde görülürken, en yüksek ortalama ise; hasat döneminde elde edilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15).

Çizelge 4.15. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin nispi büyüme oranı ortalamalarına etkisi (mg kuru ağırlık/gün) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	8,8	1,3	2,4	7,8	8,8	5,8 c
6 Yapraklı Dönem	13,8	9,3	4,9	9,4	10,0	9,5 b
Hasat Dönemi	20,2	3,8	8,8	14,4	16,6	12,8 a
Sulama Ana Etkisi	14,3 a	4,8 b	5,4 b	10,5 a	11,8 a	

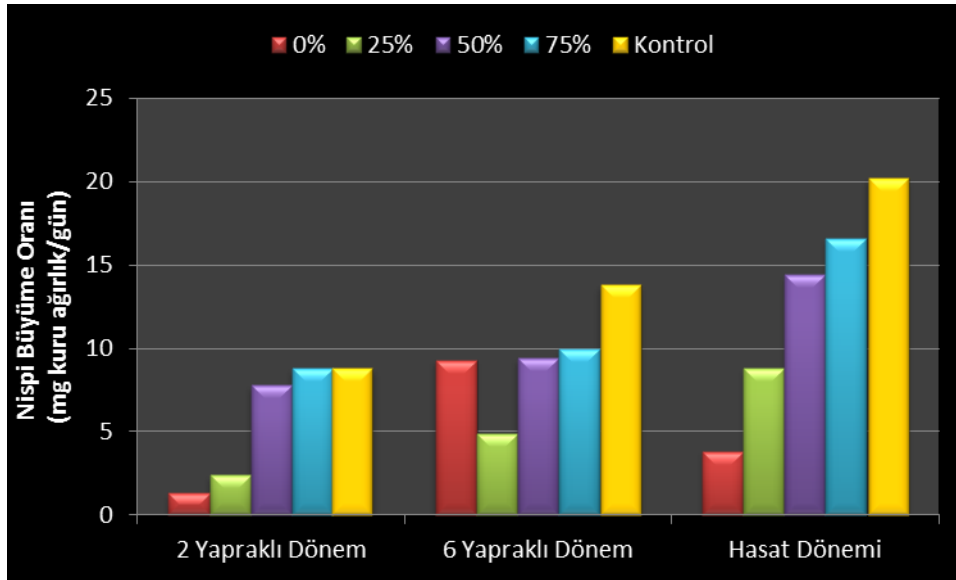
Sulama kısıtlarını ele aldığımızda çizelgeden de görüldüğü gibi, en yüksek değer istatistiksel olarak da önemli bulduğumuz kontrol uygulamasıdır.

Balasubramanian ve Sinha (2006), tuz stresi altında yetiştirdikleri börülce ve mungo fasulyesinde nispi büyüme oranının stres uygulaması ile düştüğünü bildirmişlerdir.

Kaymakanova ve Stoeva (2008), üç farklı fasulye ile yaptıkları çalışmada, tuz stresinin nispi büyüme oranını olumsuz etkilediğini ve stres karşısında kontrole göre azalma meydana geldiğini ifade ederken, nispi büyüme oranının önemli bir tarama çalışması olabileceğini vurgulamışlardır.

Hasni ve ark. (2009), nispi büyüme oranının tuz stresi altında biyosentetik aktivitenin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olabileceğini vurgularken, 15 gün süresince 200 mM tuz stresi koşullarında yetiştirdikleri *Trigonella foenum graecum* L. türünde yüksek tuz konsantrasyonları karşısında yaprakta gerçekleşen nispi büyüme oranını % 17, gövdede ise % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Farnandez-Conde ve ark. (1998), farklı PEG konsantrasyonlarında yetiştirilen pamuk bitkisinde, doz artışına bağlı olarak yükselen kuraklık stresi karşısında nispi büyüme oranının azaldığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4.15. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin nispi büyüme oranı ortalamalarına etkisi (mg kuru ağırlık/gün) üzerine farklılıklar

Abayomi (2008), soya fasulyesinde kuraklık stresinin diğer büyüme parametrelerini etkilediği gibi nispi büyüme oranını da etkilediğini, vegetatif ve çiçeklenme aşamasında stres koşullarında azaldığını ifade etmiştir.

Sanhez ve ark. (2003 ve 2004), *Chenopodium quinoa Willd.* türünde tuz ve kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kuraklık stresinin bitki gelişiminde tuz stresine göre daha fazla engelleyici etkisini bulunduğunu bildirmişler, nispi büyüme oranı bakımından da kuraklık stresinde meydana gelen azalmanın tuz stresine oranla daha yüksek gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Buna göre, araştırmacıların yaptığı çalışmalarda da görüldüğü gibi, nispi büyüme oranının stresle birlikte düştüğü görülmüş olup, yaptığımız ölçümler ile paralellik göstermektedir.

4.11. Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/g)

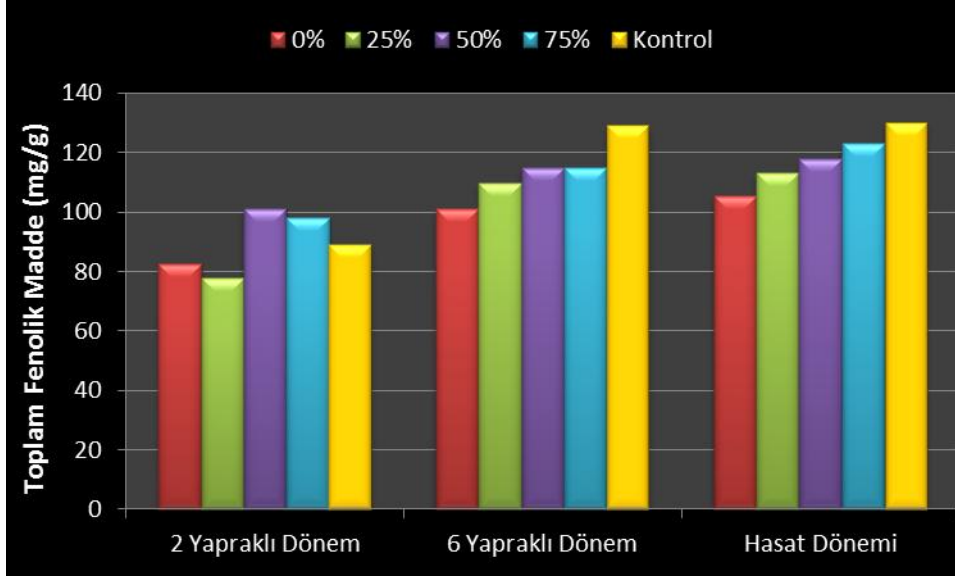
İklim odasında kontrollü koşullarda yetiştirilen ıspanağın farklı gelişme dönemlerindeki toplam fenolik madde içeriklerine ait ortalamalar, interaksiyon ve LSD testi grupları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Vejetasyon dönemleri bakımından denemeye konu olan Matador ıspanak çeşidinin en yüksek toplam fenolik madde miktarını hasat dönemi verirken (117,87 mg/g), bunu aynı istatistiki önem grubunda bulunan 6 Yapraklı dönem izlemiştir (113,50 mg/g). En düşük toplam fenolik madde birikimi ise, bitkinin genç dönemi olan 2 Yapraklı dönemde (89,67 mg/g) meydana gelmiştir.

Çizelge 4.16'nın incelendiğinde ele alınan kriterlerden sadece dönem ana etkisi %1 hata seviyesinde önemli bulunurken diğer faktör ve interaksiyon istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.16. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	89,00	82,67	77,67	101,00	98,00	89,67 b
6 Yapraklı Dönem	129,00	101,00	109,50	115,00	115,00	113,90 a
Hasat Dönemi	130,00	105,33	113,00	118,00	123,00	117,87 a
Sulama Ana Etkisi	116,00	96,33	100,06	111,33	112,00	



Şekil 4.16. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıklar

Değişik su kısıtlamalarında toplam fenolik madde miktarı sulama miktarının artışına paralel olarak artış göstermiştir. Buna göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı birikimi kontrol grubuna ait yaprak ortalamalarından elde edilirken (116,00 mg/g), bu oran sulamanın azalmasıyla azalmış ve % 0 sulama uygulamasında en düşük toplam fenolik madde birikimine (96,33 mg/g) sebep olmuştur.

Rivero ve arkadaşları (2001) ise, domates ve kavun bitkilerinin yapraklarındaki fenolik madde miktarı ile fenolik maddelerin sentezlendiği fenilpropanoid metabolizmasının kilit enzimlerinden olan fenil alanin amonyak liyaz (PAL; EC 4. 3. 1. 5) enziminin aktivitesi arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu ve bu enzimin aktivitesindeki artışın bitkileri uygulanan yüksek ve düşük sıcaklık stresinden kaynaklandığını bildirmiştir.

Rodriguez ve arkadaşları (2010); kuraklık stresine maruz bıraktıkları farklı domates genotiplerinden bazılarının yapraklarında fenolik madde birikiminin gerçekleştiğini bulmuşlardır.

Araştırmamızda Matador ıspanak çeşidinin yapraklarında ölçülen toplam fenolik madde miktarının, kuraklık stresine maruz kalan % 0 uygulamasında en düşük miktarda olduğu belirlenmiş olup, bitkide bulunan su yetersizliğinden dolayı bitkinin fotosentetik reaksiyonları olumsuz yönde etkilenip, hücre içi dokuların da zararlanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple stres uygulanan % 0 uygulamasında toplam fenolik madde miktarının düşük olduğu belirlenmiştir.

4.12. Toplam Klorofil Tayini (mg/l)

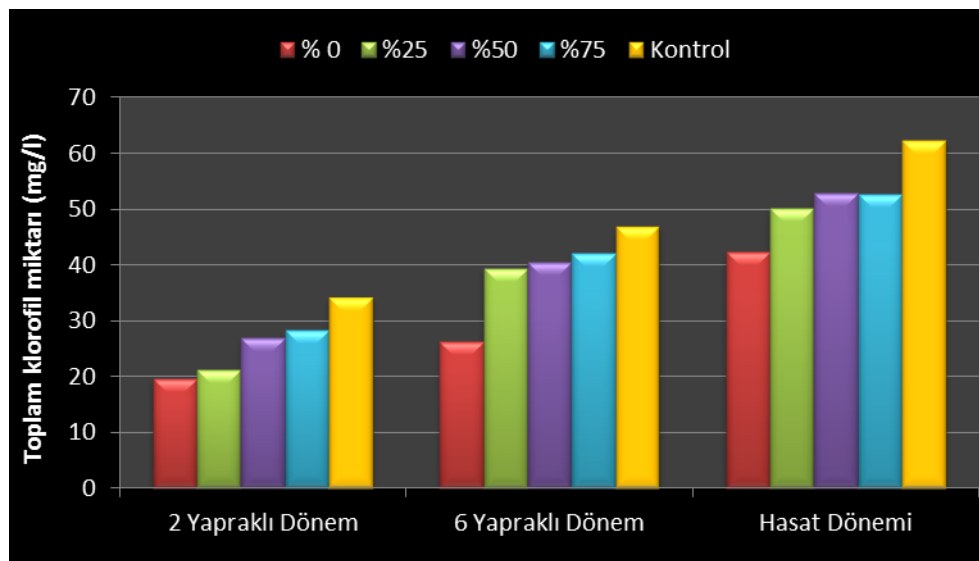
Denememizde ele alınan Matador çeşidinin iklim odasında kontrollü koşullar altında yetiştirildiğinde ortalama toplam klorofil değerleri Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda toplam klorofil miktarı yönünden ele alınan iki faktör ve interaksiyonun istatistiksel olarak (% 1) hata sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Vejetasyon dönemlerinin toplam klorofil üzerine etkisi Çizelge 4.17’te gözlemlendiğinde hasat dönemi, 6 yapraklı dönem ve 2 yapraklı dönem şeklinde toplam klorofil değerinin büyükten küçüğe sıralandığı görülmektedir.

Çizelge 4.17. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	34,16 f	19,65 h	21,10 h	26,9 g	28, 25 g	26,01 c
6 Yapraklı Dönem	46,91 d	26,31 g	39,23 e	40,49 e	42,12 e	39,03 b
Hasat Dönemi	62,20 a	42, 30 e	50,17 c	52,88 d	55,82 b	52,67 a
Sulama Ana Etkisi	47,76 a	29,42 d	36,83 c	40,09 b	42,06 b	



Şekil 4.17. Farklı gelişme dönemlerinin Matador ıspanak çeşidinde toplam klorofil miktarı (mg/l) farklılıkları

Sadece sulama uygulamasının ana etkisi olarak toplam klorofil değerine etkisi çizelgemizden incelendiğinde bu ortalamaların % 0, % 25, % 50, % 75 ve kontrol şeklinde küçükten büyüğe doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Vejetasyon dönemi x Sulama interaksyonu bakımından ortalamalarımızda değişim ise Hasat x Kontrol uygulaması en yüksek toplam klorofil birikimini verirken, 2 yapraklı dönemde yapılan % 0 ve % 25 uygulamaları istatistiksel olarak en düşük ortalamaları verdiği tespit edilmiştir.

Yaşar (2003)'e göre; Yüksek tuz konsantrasyonları iyon birikimi ve stomaların kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmektedir.

Su stresi ile birlikte klorofil miktarında meydana gelen azalmalar genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluşmaktadır (Yağmur, 2008).

Başlangıçta fotosentez hızında görülen azalma stomaların kapanmasından kaynaklanmaktadır. Fakat kuraklık stresinin devam etmesi veya şiddetinin artmasıyla fotosentezin CO₂ fiksasyon reaksiyonlarında rol oynayan bazı enzimlerin aktivitesi azalmakta ve fotosentez hızı bu andan itibaren stomalar dışındaki faktörler tarafından azaltılmaktadır (Çırak ve Esendal 2006).

Jung (2004) kuraklık stresinin klorofil a ve b içeriğinin özellikle yaşlı yapraklarda azalma gösterdiğini bildirirken, Oliveira Neto ve ark. (2009), kuraklık stresinin klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, fotosentetik pigmentlerin kuraklık stresi sonucu hasara uğrayarak klorofil miktarının tüm bitkide azaldığını ifade etmiştir.

Denemede ele alınan verilerde % 0 uygulamasının kontrol grubuna göre klorofil miktarının düşük olduğu tespit edilmiş olup, bunun sebebinin ise; bitkinin strese girmesiyle transpirasyon yapması kısıtlanmış, normal gelişimini tamamlaması engellenmiş ve stomalarının kapanmasındaki düzensizlikler ile klorofil miktarında azalmaya sebep olmuştur. % 0 uygulamasında sulama yetersizliğinden dolayı, klorofil membranları ve fotosentetik pigmentlerinin zararlanmasına sebep olmuş ve klorofil değerlerinin düşük olduğu belirlenmiştir.

4.13. Serbest Prolin Tayini ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık)

Değişik vejetasyon dönemleri farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin yapraklarında serbest prolin miktarı ortalama arasındaki farklılıklar Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18'de önem grupları ile beraber verilmiştir.

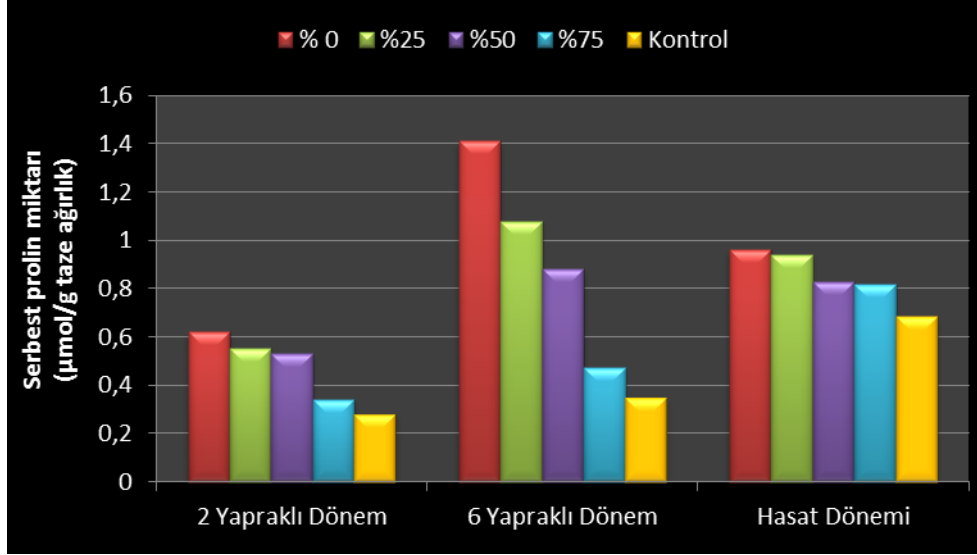
Serbest prolin miktarı bakımından Matador çeşidinde meydana gelen değişimlerin ele alındığı Çizelge 4.18'e göre, ele alınan 2 faktör ve bu faktörlere ait interaksiyonun % 1 istatistiki önem seviyesi içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarında sade vejetasyon dönemlerinin incelendiği dönem ana etkisine göre serbest prolin birikiminde Hasat ve 6 yapraklı dönemlerde istatistiki olarak aynı önem grubunda olmalarına rağmen mutlak değer olarak hasat dönemi ve en yüksek prolin birikimine ulaştığı ($0,85 \mu\text{mol/g TA}$), en düşük prolin birikiminin ise 2 yapraklı dönemde olduğu ($0,46 \mu\text{mol/g TA}$) anlaşılmıştır.

Çizelge 4.18'de sulama uygulamalarına ait ana etki incelendiğinde kontrol döneminde en düşük düzeyde olan serbest prolin birikimi ($0,44 \mu\text{mol/g TA}$), sulama düzeyinin düşmesine paralel olarak artmış ve % 0 uygulamasında en yüksek düzeye ulaşmıştır ($1,00 \mu\text{mol/g TA}$).

Çizelge 4.18. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin serbest prolin miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	0,28 j	0,62 fg	0,55 gh	0,53 hı	0,34 j	0,46 b
6 Yapraklı Dönem	0,35 j	1,41 a	1,08 b	0,88 de	0,47 ı	0,84 a
Hasat Dönemi	0,68 f	0,96 c	0,94 cd	0,83 e	0,82 e	0,85 a
Sulama Ana Etkisi	0,44 e	1,00 a	0,86 b	0,75 c	0,54 d	



Şekil 4.18. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin serbest prolin miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) üzerine farklılıklar

Prolinin osmotik bir koruyucu olduğu ve özellikle kuraklık durumunda bitki hücrelerinin adaptasyonunda spesifik bir rol oynadığı ifade edilmiştir (Raymond ve Smirnoff, 2002).

Ayrıca prolinin kuraklık durumunda bitki hücrelerinde meydana gelen dehidrasyon sürecinde proteinlerin korunmasını sağlayan bir rol oynadığı belirlenmiştir (Stewart ve ark., 1977).

Stewart and Boggess (1978)'e göre, bitki tarafından biriktirilmiş olan prolin, bitkinin stres altında olduğu dönemde çeşitli enzimleri, hücrel membranları ve poliribozomları korumaktadır.

Düşük su potansiyelinde gelişen mısır köklerindeki prolin birikiminin, kök apeksindeki toplam osmotik ayarlamının yaklaşık % 45'inden sorumlu olduğu belirlenmiştir (Voetberg ve Sharp, 1991).

Özpay (2008)'e göre; kuraklık stresinin bir diğer etkisi, aşırı su kaybına bağlı olarak bazı serbest aminoasitlerin ve şekerlerin hücre içi konsantrasyonlarının artması ve bitki hücrelerinin ozmotik potansiyellerinin yükselmesidir. Bitki dokularında bu tip organik bileşiklerin miktarının artması, hücrelerin su tutma kapasitelerini artırmasının yanında, hücrelerdeki makro moleküllerin ve membranların korunmasını da sağlamaktadır Bitki hücrelerinde turgor basıncının sürekliliği, büyümenin sağlanabilmesi için önemli bir faktördür.

Ayrıca kuraklık stresi altındaki bitki hücrelerinde birikim gösterdiği bilinen prolin adlı aminoasidin, su eksikliğine karşı bitki hücrelerinin adaptasyonunda önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Hare ve Cress, 1997).

Barlow ve ark. (1976), kuraklık stresine maruz kalmış bir mısır bitkisinin yapraklarındaki karbonhidrat miktarında, kontrol bitkilerine göre yaklaşık % 42' lik bir artış gözlemlenmiştir.

Kuraklık durumunda yapraklarda stres koşullarına bağlı olarak prolin birikiminin olduğu tespit edilmiştir. Yaprak su potansiyeli değerlerinde de görüldüğü gibi stres uygulanan % 0 uygulamasında kuraklığa bağlı olarak YSP değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Toprakta su miktarının yetersiz olmasından dolayı, dokularda transpirasyon hızının azalmasıyla beraber prolin miktarı da artmaktadır.

4.14. Sistein Analizi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık)

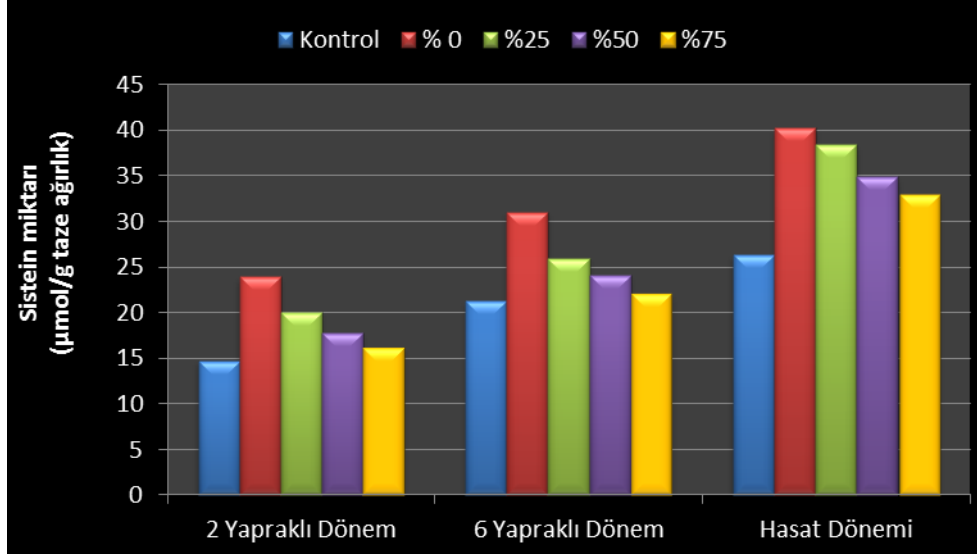
Denemede kullanılan çeşidimizin farklı vejetasyon dönemlerinde ve farklı sulama uygulamalarının sistein miktarı üzerine ortalamaları istatistiki açıdan önemli bulunmuş ve Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19'da verilmiştir.

Matador çeşidinin farklı vejetasyon dönemlerinin yapraklardaki sistein miktarı üzerine etkisinin tek başına incelenmesinde sistein miktarının bitki yaşının ilerlemesiyle arttığı, Hasat döneminde en üst düzeye ulaştığı ($34,51 \mu\text{mol/g TA}$) anlaşılmıştır.

Kuraklık stresi yaratmak amacıyla tarla kapasitesinin belirli oranlarında yapılan su kısıtlamalarıyla oluşturulan sulama faktörünün ıspanak yapraklarındaki sistein miktarı üzerinde diğer faktörler göz ardı edilerek Çizelge 4.15 incelendiğinde kontrol döneminde en düşük olan sistein miktarının sulamada meydana gelen azalmalar neticesinde arttığı ve % 0 sulama uygulamasında maksimuma ulaştığı ($31,73 \mu\text{mol/g TA}$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin sistein miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	14,70 k	23,95 g	20,06 ı	17,72 j	16,17 jk	18,52 c
6 Yapraklı Dönem	21,27 hı	31,04 e	25,94 f	24,04 g	22,13 h	24,88 b
Hasat Dönemi	26,28 f	40,20 a	38,40 b	34,84 c	32,85 d	34,51 a
Sulama Ana Etkisi	20,75 e	31,73 a	28,13 b	25,53 c	23,72 d	



Şekil 4.19. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin sistein miktarı ortalamalarına etkisi ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) üzerine farklılıklar

Vejetasyon dönemi ile sulama faktörlerine ait olan interaksiyonun incelenmesinde 2 yapraklı dönem x kontrol uygulamasının en düşük ($14,70 \mu\text{mol/g TA}$), hasat dönemi x % 0 uygulamasının en yüksek ($40,20 \mu\text{mol/g TA}$) yaprakta sistein birikimine sebep olduğu anlaşılmaktadır.

Denememizde ele aldığımız Matador ıspanak çeşidimizde sistein miktarı % 0 uygulamasına göre kontrol uygulamasında daha düşük çıkmaktadır. Kontrol uygulamasında % 100 sulanan bitkilerin hücre içi yapısında bozulma görülmediği için sistein miktarı düşük olmaktadır. % 0 uygulamasında kontrole oranla su kullanım etkinliği az olmaktadır. Buna bağlı olarak da % 0 uygulamasında yaprak su potansiyeli düşmekte ve yapraklarda sistein miktarı birikmektedir.

4.15. Askorbik Asit Analizi ($\text{mg}/100 \text{ g}$)

Araştırmamızda konu olan Matador ıspanak çeşidinin yapraklarında farklı vejetatif dönem ve farklı sulama şartlarında oluşan Askorbik Asit (C Vitamini) birikimine asit ortalama verileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.20 ve Şekil 4.20’de gösterilmektedir.

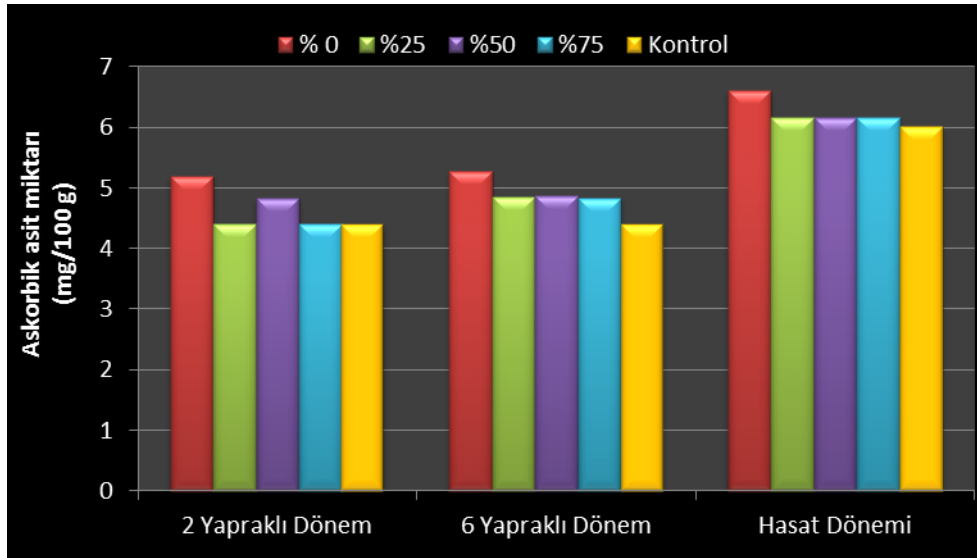
Çizelge 4.20. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin askorbik asit ortalamalarına etkisi (mg/100 g) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	4,40 f	5,20 d	4,40 f	4,84 e	4,40 f	4,75 c
6 Yapraklı Dönem	4,40 f	5,28 d	4,85 e	4,87 e	4,84 e	4,85 b
Hasat Dönemi	6,01 c	6,60 a	6,17 b	6,17 b	6,16 b	6,22 a
Sulama Ana Etkisi	4,94 d	5,72 a	5,29 b	5,29 b	5,13 c	

Askorbik Asit miktarına ait ortalamaların bulunduğu çizelge 4.20’de ele alınan 2 faktör ve bu faktörlere ait interaksiyonların oluşturduğu farklılıkların %1 hata düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Dönemlerin Matador çeşidi üzerindeki etkisinin Çizelge 4.20’de incelenmesinden de anlaşılacağı gibi hasat döneminde en yüksek Askorbik Asit konsantrasyonuna ulaşılmış (6,22 mg/100g), 2 yapraklı dönemde Askorbik Asit konsantrasyonunun minimum seviyeye indiği (4,75 mg/100g) görülmüştür.

Sulamada yapılan kısıtlamalar ile oluşan su stresi ile beraber yapraklarda biriken Askorbik Asit (C Vitamini) miktarının tarla kapasitesine çıkarılan kontrol uygulamasından stres döneminde hiç sulamanın yapılmadığı % 0 uygulamasına doğru arttığı görülmüştür.



Şekil 4.20. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin askorbik asit ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıklar

Yaşar ve ark. (2006), kavunda yaptıkları çalışmada askorbik asit miktarı bakımından kontrol bitkileri arasında bir fark bulunmazken, stres koşullarında artış gösterdiğini, tolerant olan genotiplerde C Vitamini miktarının hassas olan genotiplere oranla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Xu ve Zhou (2008) yulafta yaptıkları çalışmada tuz stresinin antioksidan enzim aktivitelerinde artışa neden olurken, askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Nair ve ark. (2008), bürülcede kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının arttığını, bu artışın tolerant genotipte belirgin bir biçimde ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Jaleel (2009), *Withania somnifera* bitkisinde kuraklık stresi sonucu askorbik asit miktarının artış gösterdiğini, ancak kuraklık süresinin uzaması ile askorbik asit miktarında azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

Kuşvuran (2010)'a göre; C Vitamini miktarı genel olarak stres koşullarında artış göstermiştir. Uygulamalar içerisinde en yüksek C Vitamini miktarı kuraklık uygulamasında 1,69 mg/g T.A. olarak belirlenirken, tuz uygulaması da 1,67 mg/g T.A. değeri ile aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Kuraklık uygulaması ise 1,15 mg/g T.A. değeri ile en düşük C Vitamini miktarını oluşturmuştur. Stres süresi de C Vitamini miktarında değişime yol açmıştır.

% 0 uygulamasında askorbik asit miktarı değerlerinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toprakta kökler tarafından tüketilen su nedeniyle, kuraklık stresi oluşmakta, yaprak su potansiyeli değerleri düşük olmakla beraber, askorbik asit yapraklarda birikmektedir. Buna bağlı olarak fotosentez engellenmiş, görev yapan enzimler ve fotokimyasal aktivitelerde aksaklıklara yol açmaktadır.

4.16. Lipid Peroksidasyon Analizi (mmol/g TA)

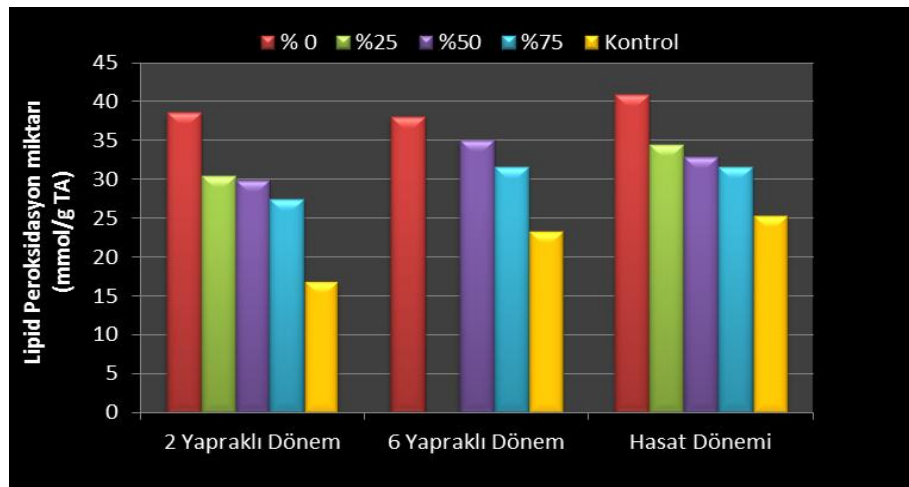
Çizelge 4.21. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin lipid peroksidasyon ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	16,98 j	38,61 b	30,46 ef	29,87 f	27,46 g	28,68 b
6 Yapraklı Dönem	23,31 ı	37,99 b	35,84 c	35,10 c	31,56 de	32,76 a
Hasat Dönemi	25,40 h	40,87 a	34,43 c	32,93 d	31,60 de	33,05 a
Sulama Ana Etkisi	21,90 e	39,16 a	33,58 b	32,63 c	30,21 d	

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.21’de denemede ele alınan ıspanak çeşidinin yapraklarında tespit edilen ortalama Lipid peroksidasyon sonuçları verilmiştir.

Matador ıspanak çeşidi ile yapılan denemede ele aldığımız tüm ana etki ve interaksiyonlar arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur. Yalnız vejetasyon dönemleri ana etkisi dikkate alındığında Çizelge 4.21’de lipid peroksidasyonu sonucunda son ürün olarak ortaya çıkan Malondialdehit (MDA) ölçümlerine göre hasat döneminde en yüksek MDA sonucuna (33,05 mmol/g TA) ulaşılmıştır. Bu oran 6 Yapraklı dönemden, 2 Yapraklı döneme doğru azalmıştır.

Sulama oranlarının Matador çeşidinin lipid peroksidasyon ortalamaları üzerinde etkisinde ise, tarla kapasitesine ulaşan kontrol sulamalarında MDA değeri en düşük düzeyde gözlenirken (21,90 mmol/g TA), bu oran su kısıtlamasının yapılmasıyla artmış ve % 0 uygulamasında en üst düzeye çıktığı (39,16 mmol/g TA) gözlenmiştir.



Şekil 4.21. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin lipid peroksidasyon ortalamalarına etkisi (mmol/g TA) üzerine farklılıklar

Tuz ve kuraklık stresi bitkilerde serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu radikaller lipid ve proteinlerin geri dönüşümsüz olarak hasara uğramasına neden olmaktadır. Lipid peroksidasyonu, hücre zarlarında membran bütünlüğünün yok olmasına sebep olmakta ve sonuçta hücre bütünlüğünün bozulması ve ölümü gerçekleşmektedir (Halliwell 1985, Niki 1987, Cummins ve ark. 1994, Dolatabadian ve ark. 2008).

Hücrel membranlarda meydana gelen lipid peroksidasyonu, membran geçirgenliğinde de değişikliklere neden olmaktadır (Reddy ve arkadaşları 2004).

Sairam ve Saxena (2000), buğdayda yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi sonucu lipid peroksidasyonunda artış meydana geldiğini ancak tolerant olan çeşitlerde en düşük lipid peroksidasyonun ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Kuşvuran (2010)'a göre; Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresinde de ortaya çıkan oksidatif zararlanma hücre zarında lipid peroksidasyonuna yol açmakta ve zar geçirgenliğinin bozularak hücre ölümüne neden olmaktadır.

Lipid peroksidasyonu; membran bütünlüğünün yok olmasına, hücrenin elektrolitlere permeabilitesinin artmasına neden olur. İçeri özellikle kalsiyum ve sodyum iyonlarının geçişi hücrenin ATP tüketen hale gelmesine neden olarak hücrenin enerji oluşturan mekanizmasını etkileyebilir (Halliwell ve Gutteridge 1985; Cummins ve ark. 1994).

Lipid peroksidasyonun son ürünü; malondialdehid (MDA), eten ve pantendir. Oluşan MDA, hücre membranlarından iyon alışverişine etki ederek membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden olur (Niki, 1987).

Tarla kapasitesine ulaşan kontrol sulamalarında MDA miktarı düşük çıkmaktadır. % 0 uygulamasında bitkide su yetersizliğinden dolayı, yapraklarda biriken MDA miktarı hücrenin fonksiyonlarını yerine getirememesine, fotosentez oranındaki fazlalaşma ile MDA miktarının

artmasına, bu konuda araştırmada bulunan araştırcıların bulgularında da görüldüğü gibi(Halliwell 1985, Niki 1987, Cummins ve ark. 1994, Dolatabadian ve ark. 2008), hücre bütünlüğünün bozulmasına ve bitkinin ölümüne sebep olmaktadır.

4.17. Azot Miktarı (%)

Matador ıspanak çeşidinin farklı dönemlerdeki ve farklı sulama kısıtlarındaki ortalama azot miktarı (%) Çizelge 4.22 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.

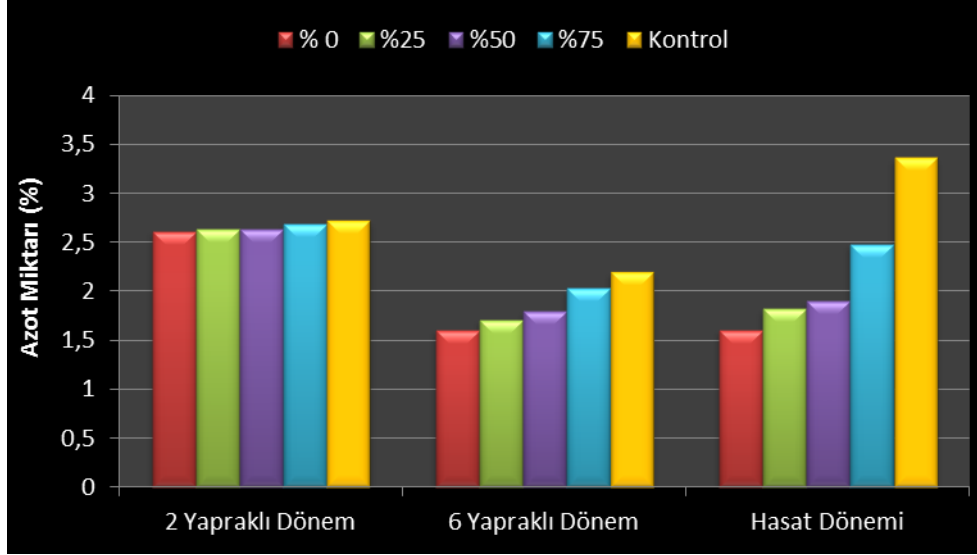
Çizelge 4.22’den da anlaşılacağı üzere, Matador ıspanak çeşidi toplam azot miktarı yönünden ele alınan 2 faktör ve interaksiyonun istatistiksek olarak %1 hata sınırı içinde kaldığı tespit edilmiştir.

Dönem ana etkisi bakımından 2 yapraklı dönemde toplam azot miktarı en yüksek seviyede bulunurken, bunu hasat dönemi ve 6 yapraklı dönem takip etmiştir.

Farklı su kısıtlamaları etkisi bakımından ise, Çizelge 4.22 incelendiğinde kontrol uygulamasında toplam azot miktarı % 2,76 bulunmasına rağmen, % 0 uygulamasına bu rakam % 1,94’e düşmektedir.

Çizelge 4.22. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin azot miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	2,72 b	2,61 b	2,63 b	2,63 b	2,69 b	2,67 a
6 Yapraklı Dönem	2,19 d	1,60 h	1,71 gh	1,79 fg	2,03 e	1,87 c
Hasat Dönemi	3,36 a	1,60 h	1,82 fg	1,90 f	2,48 c	2,23 b
Sulama Ana Etkisi	2,76 a	1,94 d	2,05 c	2,11 c	2,40 b	



Şekil 4.22. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin azot miktarı ortalamalarına etkisi (%)üzerine farklılıklar

Denememize konu olan Matador ıspanak çeşidimizin interaksiyonun Çizelge 4.22’de yetiştirme dönemi x sulama ana etkisi incelendiğinde iklim odasında yetiştirilen ıspanağın hasat döneminde en yüksek azot miktarı bulunmuş olup, en düşük azot miktarı ise % 0 uygulamasında bulunan 6 yapraklı ve hasat dönemlerinden elde edilmiştir.

Diğer araştırmacıların çalışmalarında buldukları ortalamalar ile araştırmamızdan elde edilen azot verilerinin paralel olduğu tespit edilmiştir (Knott 1957, Zink 1965, Mynard 1970, Cantiliffe 1972, Kaçar 1977, Eriş 1985, Tok 1997, Aworh ve ark. 1978 ve 1980, Alan ve Padem 1994, Benton ve ark. 1995, Topçuoğlu ve ark. 1996, Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk. 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

Sulama ana etkisi bakımından incelediğimizde azot oranının; kontrol grubunda en yüksek değere ulaştığı görülmüş olup, en düşük azot oranının ise % 0 grubundan alındığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise; kontrol grubunda bitkilere % 100 sulama yapıldığı için gelişimlerini tam olarak tamamlamış olup toprakta bulunan su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için bitki gelişimi ve buna paralel olarak yapraklarda azot miktarı arttığı düşünülmektedir. % 0 grubunda en düşük çıkmasının sebebi ise, bitkinin strese girerek gelişimini tamamlayamadığı için bünyesindeki azot miktarı düşük olmaktadır. Yaprak su potansiyeli değerlerinde de bakıldığında, % 0 uygulamalarında azot ortalamalarının minimum düzeyde görüldüğü tespit edilmiştir.

Azot oranı 2 yapraklı dönemde genellikle yüksek olup, dönem ana etkisi olarak azot miktarı yüksek olmuş. 2 yapraklı dönemde aralarında istatistiki olarak fark olmadığı

belirlenmiştir. Hasat döneminde farklı olup, su sıkıntısı arttıkça yapraktaki azot ortalamalarında düşüş olmaktadır, sulama arttıkça yapraktaki azot oranı artmıştır. Yapılan sulama ile bitkinin azotu alması kolaylaşmaktadır.

4.18. Protein Analizi (%)

Denememize konu olan ıspanak Matador çeşidinin farklı gelişim dönemlerinde uygulanan bazı su kısıtlamalarının bitki yaprağında meydana getirdiği protein miktarı (%) Çizelge 4.23 ve Şekil 4.23 'de verilmiştir.

Çizelge 4.23 te verilen değerlerin denememizde elde edilen toplam azot miktarı sonuçlarının 6,25 katsayısı ile çarpımından elde edilmiş ve yapraktaki protein miktarları olarak Kabul edilmiştir.

Elde edilen verilerimizin istatistiki olarak incelenmesinden ele alınan faktör ve interaksiyonun % 1 hata seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur.

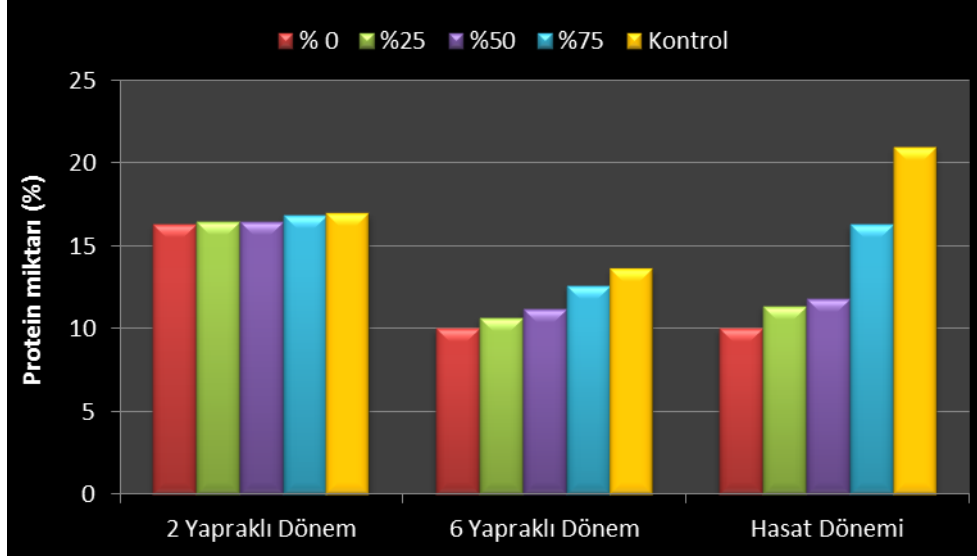
Parida ve arkadaşları (2007), kuraklık stresine maruz bıraktıkları pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin yapraklarındaki protein miktarında azalma belirlemişlerdir.

Ayrıca kuraklık stresi altında pek çok bitkide nükleik asit sentezinin azaldığı belirlenmiştir. Nükleik asit metabolizmasındaki bu gibi bozukluklar sonucu protein sentez hızının da azaldığı bildirilmiştir (Çırak ve Esendal, 2006).

Çizelgemizde protein miktarlarının % 10 ile %21 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Değişik vegetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin protein miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	17,00 b	16,31 b	16,44 b	16,44 b	16,82 b	16,60 a
6 Yapraklı Dönem	13,69 c	10,02 f	10,69 ef	11,19 def	12,63 cd	11,64 c
Hasat Dönemi	21,00 a	10,00 f	11,38 def	11,78 de	16,31 b	14,09 a
Sulama Ana Etkisi	17,23 a	12,11 d	12,84 cd	13,14 c	15,25 b	



Şekil 4.23. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin protein miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar

Kuraklık stresi altında protein içeriğinin azaldığına dair birçok çalışma yapmıştır (Parida 2007, Navari-Izzo ve arkadaşları 1990, Roy- Macauley ve ark. 1992).

Ayçiçeğinde yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresinin yapraklardaki toplam çözümlü protein miktarını azalttığını rapor etmişlerdir (Parida ve ark. 2007).

Ancak yapılan bazı çalışmalarda da, kuraklık stresinin bitki yapraklarındaki çözümlü protein miktarını artırdığı ve kuraklığın etkisiyle indüklenen proteinlerin kuraklığa adaptasyon sağlayan mekanizmanın bir parçası olduğu belirlenmiştir (Bray 1993, Han ve Kermode 1996, Riccardi ve ark. 1998).

Bitki dokularında özellikle kuraklık stresi etkisiyle sentezlenen dehidrin ailesinden olan proteinlerin, dokulardaki diğer proteinlerin korunmasını sağladığı ve bitki hücrelerinin yapısal bütünlüğünün korunmasında önemli rol oynayabileceği rapor edilmiştir (Bray 1993, Close ve ark. 1993).

Bitki bünyesinde kuru madde oranının fazla olması, kuraklığa karşı organik moleküler sentezlendiğini göstermektedir. Kuraklık stresi, hücrede aşırı su kaybı sonucunda turgor basıncındaki azalma ile yapraklarda protein miktarını azaltmaktadır. Bu bitkinin hücresel

faaliyetlerini yapamamasına sebep olmaktadır. Bu da hücrelerin eski haline dönememesi ve bitkinin ölümüne sebep olmaktadır.

4.19. Diğer Elementlerin Tayini

4.19.1. Fosfor Miktarı (%)

Farklı su kısıtları ve farklı dönemlerde yetiştirilen Matador ıspanak çeşidimizin LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 4.24 ve Şekil 4.24’de verilmiştir.

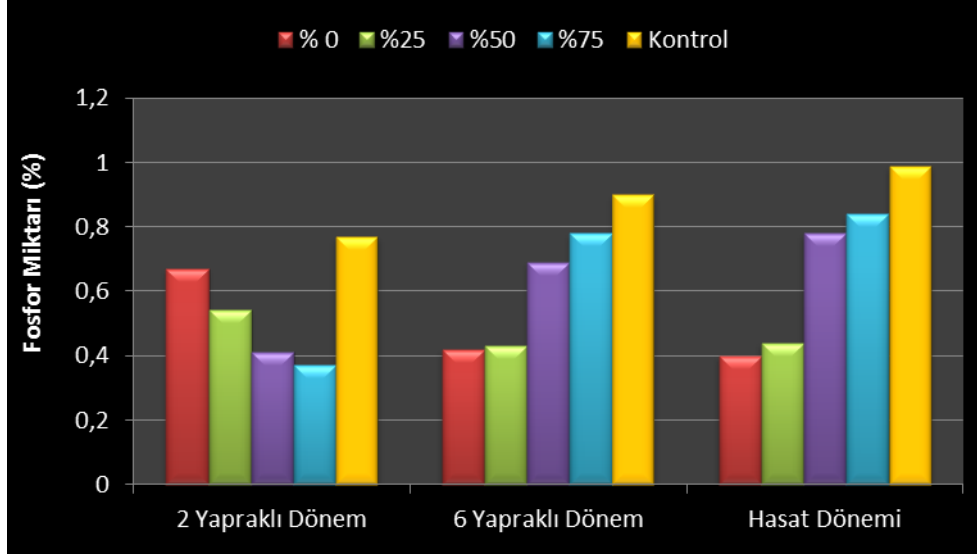
Toplam fosfor miktarı Çizelgeden de görüldüğü gibi % 0,40 ile % 0,99 arasında değişmektedir.

Ispanağın değişik vejetasyon dönemlerinde incelendiğinde dönem ana etkisi bakımından en yüksek hasat döneminde (% 0,69) görülürken, en düşük değeri (% 0,55) ise 2 yapraklı dönemde görülmüştür.

Denemede uygulanan sulama kısıtlamalarının etkisi bakımından incelendiğinde ise, kontrol uygulamasında en yüksek iken, bunu % 75, % 50, % 0 ve % 25 uygulamaları takip etmiştir.

Çizelge 4.24. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin fosfor miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD. testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	0,77 c	0,67 d	0,54 e	0,41 fg	0,37 g	0,55 c
6 Yapraklı Dönem	0,90 b	0,42 fg	0,43 fg	0,69 d	0,78 c	0,64 b
Hasat Dönemi	0,99 a	0,40 fg	0,44 f	0,78 c	0,84 bc	0,69 a
Sulama Ana Etkisi	0,89 a	0,50 c	0,47 c	0,63 b	0,66 b	



Şekil 4. 24. Farklı gelişme dönemlerinin Matador ıspanak çeşidinde fosfor miktarı (%) farklılıkları

Dönem ana etkisi x sulama ana etkisi interaksiyonunda Çizelge 4.20 incelendiğinde mutlak değer bakımından en yüksek hasat dönemi x kontrol interaksiyonu tespit edilirken, 2 yapraklı x % 75 uygulamasında (% 0,37) ise en düşük fosfor miktarı tespit edilmiştir.

Araştırmamızda elde ettiğimiz fosfor ortalamaları aynı şekilde ıspanaklarda çalışan diğer araştırmacıların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Zink 1965, Tok 1997, Pahwa ve ark. 1980, Alan ve Padem 1994, Ertunga ve ark. 1994, Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

Ele aldığımız sonuçlardan anlaşılacağı gibi yetiştirme döneminde bitki bünyesindeki fosfor miktarı hasat döneminden 2 yapraklı döneme doğru azaldığı sonucuna varılmıştır. Fosforun bitki gelişmesiyle arttığı, yaprakların genç olduğu dönemde daha az; olgun dönemde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yaprak su potansiyeli değerlerine bakıldığında ise; hasat dönemini diğer dönemlerle karşılaştırdığımızda; değerlerin daha da düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni olarak ise; bitkilerin hasat dönemi ile beraber gelişmelerinin tamamlanmış olması ve buna bağlı olarak da strese karşı direncinin daha da arttığını göstermektedir.

4.19.2. Potasyum Miktarı (%)

Araştırmamıza konu olan Matador ıspanak çeşidine ait veriler Çizelge 4.25 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.

Denemede kullanılan Matador ıspanak çeşidimiz çeşitli dönem ve sulama ana etkileri ile bunların birbirleri arasında oluşturdukları kombinasyonlar % 1 hata sınırları içerisinde kalmıştır.

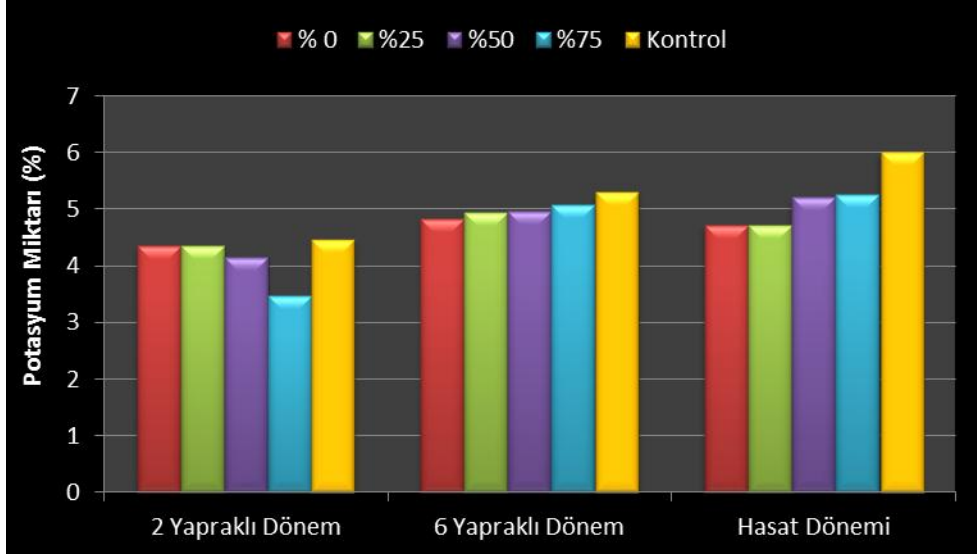
Matador çeşidinde dönem ana etkileri bakımından ortalamalar incelendiğinde hasat dönemi en yüksek değeri (% 5,18) verirken, bunu sırasıyla 6 yapraklı ve 2 yapraklı dönem takip etmiş olup, % 5,02 ve % 4,16 değerlerini vermiştir.

Matador ıspanak çeşidini sulama ana etkisi bakımından incelenersek, toplam potasyum miktarı değişiminde en yüksek kontrol uygulamasında (% 5,26) görülürken, en düşük değer ise % 0 uygulamasında (% 4,34) görülmüştür.

Tüm ana faktörlerin beraberce ele alındığı ikili interaksiyon açısından Matador çeşidinde en düşük değer 2 yapraklı dönem x % 0 uygulamasında görülürken, en yüksek değer ise, hasat dönemi x kontrol uygulamasında (% 6,00) görülmektedir.

Çizelge 4.25. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin potasyum miktarı ortalamalarına etkisi (%)ve LSD. testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	4,47 h	3,47 k	4,35 ı	4,15 j	4,35 ı	4,16 c
6 Yapraklı Dönem	5,30 b	4,83 f	4,95 e	4,96 e	5,08 d	5,02 b
Hasat Dönemi	6,00 a	4,72 g	4,72 g	5,21 c	5,25 bc	5,18 a
Sulama Ana Etkisi	5,26 a	4,34 d	4,67 c	4,77 c	4,85 b	



Şekil 4.25. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin potasyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıklar

Denemede elde ettiğimiz potasyum miktarı % 3,47 ile % 6,00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen potasyum ortalamaları aynı şekilde ıspanaklarda çalışan diğer araştırmacıların ortalamalarıyla paralellik göstermektedir (Knott 1957, Kaçar 1972, Tok 1997, Dama 2009, Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

Bitkimizde yetiştirilen dönemlere bakıldığında hasat dönemi en yüksek değeri (% 5,18) verirken, bunu sırasıyla 6 yapraklı ve 2 yapraklı dönem takip etmiş olup, % 5,02 ve % 4,16 değerlerini vermiştir. Tespit edilen bu ortalamalar bitkinin gelişimine bağlı olarak değişmektedir.

Sulama dönemleri bakımından potasyum farklılıklarına bakıldığında sıralama diğer elementlerde görüldüğü gibi kontrol grubunda en yüksek görülmektedir. En düşük potasyum miktarı ise yine % 0 grubunda görülmektedir.

Yaprak su potansiyeli ölçümleriyle karşılaştırıldığında; deneme süresince % 100 (Kontrol) sulama yapılan ıspanaklarda Ψ_{sv} değerleri -0,21 MPa ile -0,32 MPa arasında değişmiş ve stressiz-hafif stresli oldukları saptanmıştır. Buna karşılık, hiç sulanmayan gruptaki bitkilerde Ψ_{sv} değerleri -0,17 MPa'dan -1,23 MPa'a kadar düşmüş ve yüksek strese maruz kaldıkları belirlenmiştir. Bu değerler potasyum verileri ile paralellik göstermektedir.

4.19.3. Kalsiyum Miktarı (%)

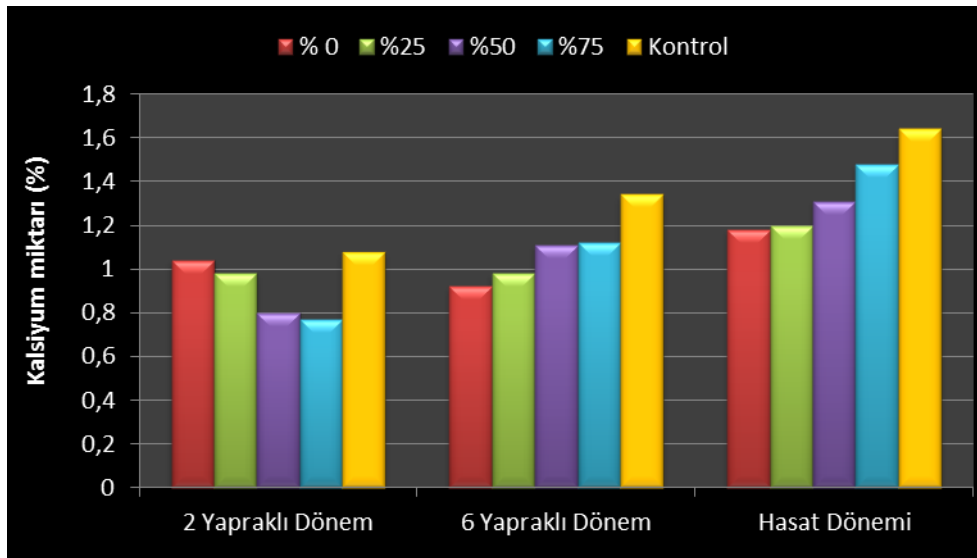
Araştırmamız boyunca iklim odasında yetiştirilen ıspanağın bazı sulama dönemlerindeki toplam kalsiyum miktarına ait ortalamalar, interaksiyonlar ve LSD. testi grupları Çizelge 4.26, Şekil 4.26’da gösterilmiştir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda toplam demir miktarı yönünden ele alınan iki faktör ve interaksiyonun istatistiksel olarak % 1 hata sınırı içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Yetiştirme dönemleri bakımından denemeye konu olan Matador ıspanak çeşidimiz en yüksek toplam kalsiyum miktarını hasat döneminde verirken (% 1,36), bunu 6 yapraklı dönem (% 1,09) izlemiştir. En düşük toplam kalsiyum miktarı ise 2 yapraklı dönem uygulamasından (% 0,93) elde edilmiştir.

Çizelge 4.26. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin kalsiyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	1,08 fg	0,77 j	0,98 hi	0,80 j	1,04 gh	0,93 c
6 Yapraklı Dönem	1,34 c	0,92 ı	0,98 hi	1,11 efg	1,12 ef	1,09 b
Hasat Dönemi	1,64 a	1,18 de	1,20 d	1,31 c	1,48 b	1,36 a
Sulama Ana Etkisi	1,35 a	0,95 d	1,05 d	1,07 c	1,21 b	



Şekil 4.26. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin kalsiyum miktarı ortalamalarına etkisi (%)üzerine farklılıklar

Matador ıspanak çeşidi farklı sulama miktarları bakımından incelendiğinde en yüksek kontrol uygulamasında (% 1,35) elde edilirken, en düşük miktar ise % 0 ve % 25 uygulamalarında görülmüştür. Kontrol grubunda en yüksek görülmesi ölçülen yaprak su potansiyeli değerleriyle uyusmaktadır. Yaprak su potansiyeli değerlerinde kontrol grubunda az-orta stresli olduğu görülmüş olup, tespit ettiğimiz verilerle paralellik göstermektedir.

Yetiştirme dönemi x sulama ana etkisi interaksiyonu bakımından hasat dönemi x kontrol dönemi interaksiyonu en yüksek ortalamaya (% 1,64) ulaşmış, 2 yapraklı dönem x % 0 uygulaması interaksiyonu ise en düşük toplam kalsiyum miktarı ortalamasını (% 0,77) vermiştir.

Denememiz boyunca kalsiyum miktarının % 0,77 ile % 1,64 arasında değiştiği görülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar birçok araştırmacının sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Zink 1965, Hohlt ve Mynard 1966, Tok 1997, Dama 2009, Pahwa ve Kansal 1980, Benton ve ark. 1995, Osmanoğlu ve Ergun 1995, Yedav ve Sehgal 1995. Topçuoğlu ve ark. 1996, Kaçar ve Katkat 1988, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

İspanağın farklı gelişme dönemlerinde tespit ettiğimiz kalsiyum miktarına göre (Çizelge 4.26) hasat döneminde kalsiyum miktarının maksimuma ulaştığı, 2 yapraklı döneme doğru azaldığı tespit edilmiştir. Burada çeşidin genç dönemlerinde kalsiyum miktarında gruplara bağlı olarak farklılık olduğu belirlenmiştir.

4.19.4. Magnezyum Miktarı (%)

Farklı dönemlerde yetiştirilen Matador ıspanak çeşidinin bazı sulama miktarlarına ait magnezyum miktarları arasındaki farklılıklar Çizelge 4.27 ve Şekil 4.27 de önem grupları ile beraber verilmiştir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda magnezyum miktarı yönünden ele alınan faktörler ve interaksiyon istatistiksel açıdan (%) 1 hata önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin magnezyum miktarı ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	0,76 ı	0,54 k	0,55 jk	0,60 j	0,64 h	0,62 c
6 Yapraklı Dönem	0,73 c	0,62 b	0,63 a	0,71 h	0,72 d	0,68 b
Hasat Dönemi	0,90 d	0,55 l	0,75 g	0,80 f	0,83 e	0,77 a
Sulama Ana Etkisi	0,80 a	0,57 d	0,64 c	0,70 b	0,73 b	

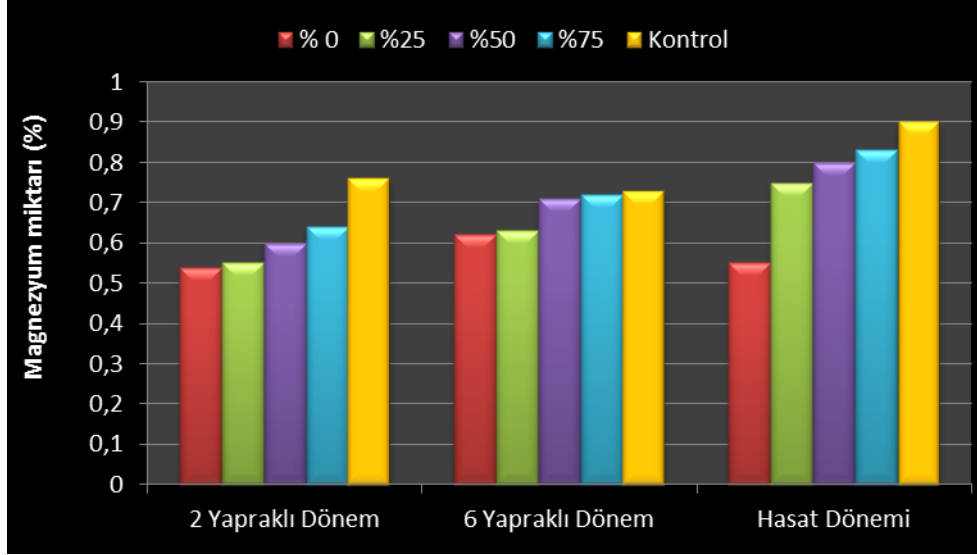
Sadece dönem ana etkisi bakımından çizelge incelendiğinde ele aldığımız Matador çeşidinin toplam magnezyum miktarı 2 yapraklı dönemden hasat dönemine doğru arttığı gözlenmiştir.

Sulama miktarı ana etkisi bakımından çizelgemiz incelendiğinde kontrol uygulamasında yetiştirilen ıspanak yapraklarından en yüksek magnezyum miktarı (% 0,80) elde edilirken, bunu en düşük değer % 0 uygulaması takip etmiştir (% 0,57).

Denememizin vejetasyon dönemi x sulama oranları interaksiyonunun incelenmesinde en düşük değer 2 yapraklı dönem x % 0 uygulamasında (% 0,54) görülürken, en yüksek değer ise hasat dönemi x kontrol uygulamasında (% 0,90) görülmüştür.

Matador ıspanak çeşidinin farklı yetiştirme ortamları ve farklı dönemlerdeki ortalama magnezyum miktarı Çizelge 4.27’de verilmiştir. Çizelgemizin incelenmesinde elde edilen ortalamaların % 0,54–0,90 arasında olduğu ve bu ortalamaların diğer çalışmalarda elde edilen ortalamalar arasında kaldığı görülmüştür (Dama 2009, Watanabe ve ark. 1994, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

Yapılan tespitler sonucu yaprak su potansiyeli değerlerine bakıldığında, % 0 grubunda bitki bünyesinde bulunan suyun az olmasından dolayı basınç fazla çıkmaktadır. Bu sonuçlar da magnezyum ortalamaları ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4.27. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin magnezyum miktarı ortalamalarına etkisi (%)üzerine farklılıklar

4.19.5. Çinko Miktarı (ppm)

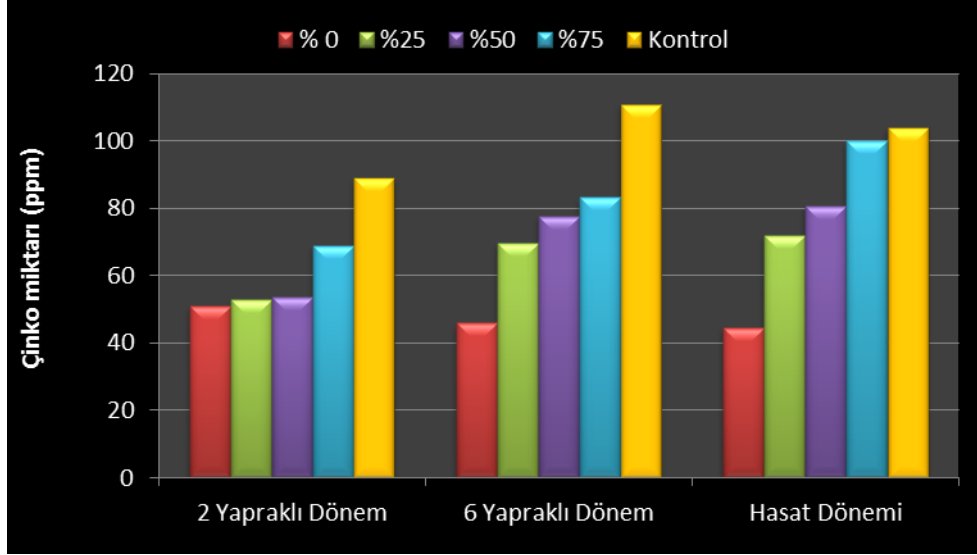
Matador ıspanak çeşidinin farklı dönemlerde ve farklı sulama miktarlarındaki ortalama değerleri Çizelge 4.28 ve Şekil 4.28’de görülmektedir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda toplam çinko yönünden ele alınan 2 faktör ve interaksiyonu bakımından % 1 hata sınırı içerisinde olduğu görülmektedir.

Farklı dönemler bakımından ele aldığımızda toplam çinko miktarındaki değişim en yüksek hasat döneminde (80,26 ppm) tespit edilirken, bunu 6 yapraklı dönem (77,54 ppm) ve 2 yapraklı dönem (63,05 ppm) takip etmektedir.

Çizelge 4.28. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin çinko miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD. testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	89,00 d	51,00 k	52,80 jk	53,47 j	69,00 ı	63,05 c
6 Yapraklı Dönem	111,00 a	45,90 l	69,70 ı	77,80 g	83,30 e	77,54 b
Hasat Dönemi	104,00 b	44,50 l	72,10 h	80,70 f	100,00 c	80,26 a
Sulama Ana Etkisi	101,33 a	47,13 e	64,87 d	70,66 c	84,100 b	



Şekil 4.28. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin çinko miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar

Matador ıspanak çeşidi sulama ana etkisi bakımından incelendiğinde en yüksek toplam çinko ortalaması kontrol parsellerinden alınırken (101,33 ppm), bunu sırasıyla % 75, % 50 izlemiş ve en düşük çinko ortalaması % 0 uygulamasının yapıldığı parsellerden alınmıştır.

Çizelge 4.28’de dönem ana etkisi x sulama ana etkisi interaksyonu bakımından ele alındığında, en yüksek değer 6 yapraklı dönem x kontrol uygulamasında (111,00 ppm) elde edilirken, en düşük çinko ortalaması ise hasat döneminde yapılan % 0 sulama uygulamasına ait interaksiyondan (44,50 ppm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.28 incelendiğinde elde edilen çinko ortalamaları ile aynı konuda çalışan araştırmacıların tespit ettiği çinko ortalamaları arasında benzerlik olduğu, sonuçlarımızın bu ortalamalar arasında olduğu belirlenmiştir (Kaçar 1972, Tok 1997, Dama 2009, Benton ve ark. 1995, Yedav ve Sehgal 1995, Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004).

Sulama dönemleri ele alındığında ise diğer element tayinlerinde görüldüğü gibi sulamanın % 100 yapıldığı kontrol grubunda en yüksek değer (101,33 ppm) belirlenmiştir.

4.19.6. Mangan Miktarı (ppm)

Denemede ele alınan Matador çeşitlerine ait ortalama toplam mangan ortalama miktarları değerleri Çizelge 4.29 ve Şekil 4.29’da verilmiştir.

Ortalamalarının değerlendirilmesi sonucunda toplam mangan miktarı yönünden ele alınan iki faktör ve interaksiyonun istatistiksel olarak (%) 1 hata sınırı içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

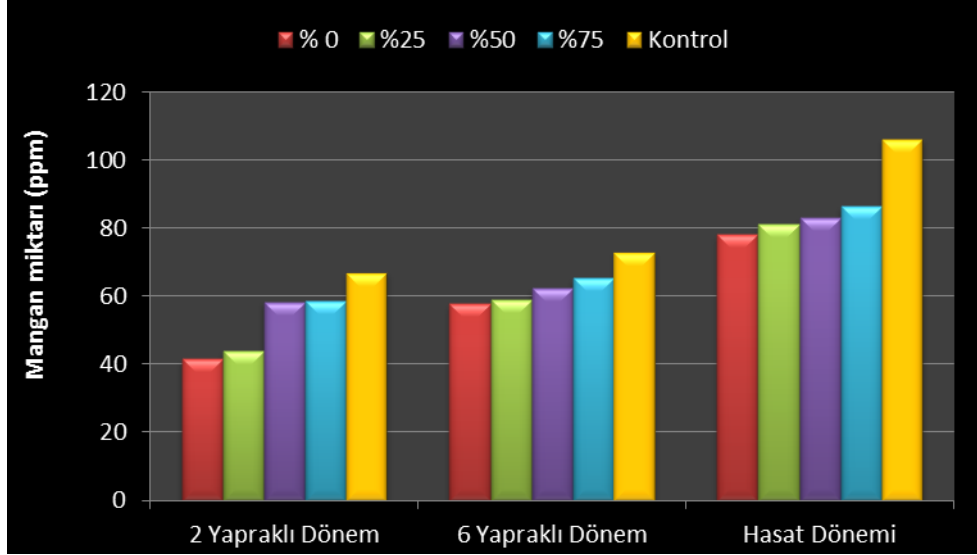
Farklı dönemler bakımından denememize konu olan Matador çeşidine ait toplam mangan miktarı değişiminde en düşük toplam mangan miktarları ortalaması 2 yapraklı dönemde görülürken, en yüksek mangan miktarı hasat döneminde elde edilmiştir. Sulama kısıtlarını ele aldığımızda Çizelgeden de görüldüğü gibi, en yüksek değer istatistiksel olarak da önemli bulduğumuz kontrol uygulamasıdır. Bunu sırasıyla % 75, % 50, % 25 ve % 0 uygulaması takip etmiştir.

Yetiştirme dönemi x sulama miktarı interaksiyonu bakımından toplam mangan miktarları incelendiğinde hasat dönemi x kontrol uygulamasında en yüksek mangan miktarı (106,00 ppm) elde edilmiştir. En düşük interaksiyon ortalaması ise 2 yapraklı dönemde % 0 uygulamasında elde edilmiştir (% 41,60 ppm).

Denemede kullandığımız matador çeşidini yapraklarında yaptığımız mangan analiz sonuçlarından elde ettiğimiz bulgular literatürlerden tespit ettiğimiz araştırmacıların (Kaçar 1972, Tok 1997, Dama 2009, Benton ve ark. 1995, Yedav ve Sehgal 1995, Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk 1999, İbrikçi ve ark. 2004) sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.29. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin mangan miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	67,00 f	41,60 j	43,80 ı	58,30 h	58,60 h	53,86 c
6 Yapraklı Dönem	73,00 e	57,67 h	59,00 h	62,30 g	65,20 f	63,43 b
Hasat Dönemi	106,00 a	78,00 d	81,00 c	83,00 c	86,33 b	86,87 a
Sulama Ana Etkisi	82,00 a	59,09 e	61,27 d	67,87 c	70,04 b	



Şekil 4.29. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin manganez miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar

4.19.7. Bakır Miktarı (ppm)

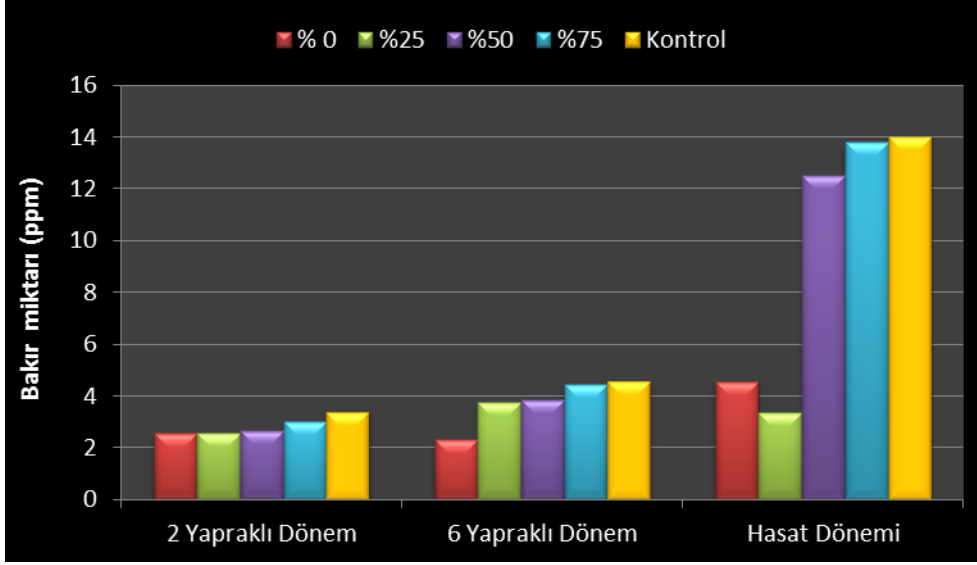
Denemede yer alan Matador ıspanak çeşidinin değişik dönemlerde ve farklı su kısıtlamalarında toplam bakır miktarı miktarları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.30 ve Şekil 4.30'da verilmiştir.

Dönem ana etkisi bakımından toplam bakır miktarı 2 yapraklı dönemde (2,83 ppm) en düşük seviyede bulunurken, bunu 6 yapraklı dönem (3,80 ppm) ve hasat dönemi (9,64 ppm) takip etmiştir.

Matador ıspanak çeşidinde toplam bakır miktarında sulama ana etkisi bakımından incelendiğinde en yüksek değer kontrol uygulamasında (7,34 ppm) görülürken, en düşük miktar ise % 0 uygulamasında tespit edilmiştir (3,14 ppm).

Çizelge 4.30. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin bakır miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	3,40 h	2,55 k	2,58 jk	2,64 j	3,00 ı	2,83 c
6 Yapraklı Dönem	4,62 d	2,31 l	3,75 g	3,84 f	4,46 e	3,80 b
Hasat Dönemi	14,00 a	4,55 d	3,36 h	12,50 c	13,80 b	9,64 a
Sulama Ana Etkisi	7,34 a	3,14 e	3,23 d	6,32 c	7,09 b	



Şekil 4.30. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin bakır miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar

Araştırmamızda kullandığımız Matador ıspanak çeşidimizin yetiştirme dönemi x sulama ana etkisi interaksiyonunda hasat dönemi x kontrol uygulamasında en yüksek değeri alırken (14,00 ppm), 6 yapraklı dönem x % 0 uygulaması (2,311 ppm) en düşük değeri almıştır.

Sonuçlar incelendiğinde bakır ortalamalarının 2,31 ppm ile 14,00 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Bu ortalamalar Kaçar (1972), Dama (2009), Kaçar ve Katkat (1998), Deveci ve Şalk (1999) ile İbrikçi ve ark. (2004)'nın elde ettiği sonuçlar ile paralellik sağlamıştır.

4.19.8. Demir Miktarı (ppm)

İklim odasında yetiştirilen Matador ıspanak çeşidimize ait araştırma verileri Çizelge 4.31 ve Şekil 4.31'de verilmektedir.

Alınan verilerin ortalama değerleri LSD testi % 1 hata sınırlamasına göre yapılmış olup, Çizelge 4.31'da görülmektedir.

Ana etki olarak yetiştirme dönemi Çizelgede incelendiğinde 2 yapraklı dönemde yetiştirilirken ıspanak yapraklarından en düşük demir miktarı (64,95 ppm) elde edilirken bunu 6 yapraklı dönem izlemiştir, en düşük demir ortalaması ise hasat döneminden elde edilmiştir (82,03 ppm).

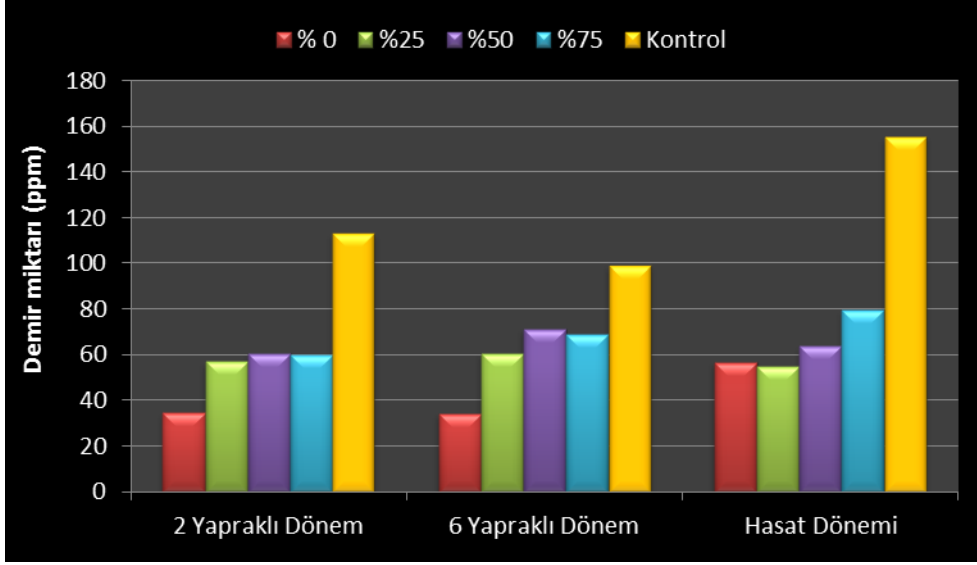
Çizelge 4.31. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin demir miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar

	Kontrol	%0	%25	%50	%75	Dönem Ana Etkisi
2 Yapraklı Dönem	113,00 b	34,40 f	57,00 e	60,33 de	60,00 de	64,95 b
6 Yapraklı Dönem	99,00 bc	34,20 f	60,50 de	71,33 de	68,70 de	66,75 b
Hasat Dönemi	155,33 a	56,70 e	55,00 e	63,80 de	79,33 cd	82,03 a
Sulama Ana Etkisi	122,44 a	41,77 c	57,50 bc	65,15 b	69,34 b	

Sulama ana etkisi bakımından Matador ıspanak çeşidi incelendiğinde demir değişiminde ise en yüksek toplam demir ortalaması kontrol uygulamasında (122,44 ppm) elde edilirken bunu sırasıyla % 75, % 50, % 25 ve % 0 uygulaması takip etmiştir.

Demir miktarı ortalamaları yetiştirme dönemi x sulama interaksyonu bakımından incelendiğinde hasat döneminde yetiştirilen ıspanağın kontrol uygulamasında en yüksek demir miktarı (155,33 ppm) elde edilmiştir. En düşük interaksyon ortalaması ise 6 yapraklı dönemde % 0 uygulamasında elde edilmiştir (34,20 ppm).

Bu sonuçlara göre denememizde demir miktarı 34,20 ppm ile 155,33 ppm arasında olduğu tespit edilmiştir. Ispanakta çalışan diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile denememizdeki sonuçlar paralellik göstermiş analiz sonuçlarımızı araştırmacıların sonuçları desteklemiştir (Kaçar 1977, Eriş 1985, Nonnecke 1989, Martinez ve ark. 1979, Zhang ve ark. 1993, Alan ve Padem 1994, Benton ve ark. 1995, Osmanoğlu ve Ergün (1995), Kaçar ve Katkat 1998, Deveci ve Şalk 1999).



Şekil 4.31. Değişik vejetasyon dönemleri ve farklı su kısıtlarının Matador ıspanak çeşidinin demir miktarı ortalamalarına etkisi (ppm) üzerine farklılıklar

Çizelgede görüldüğü gibi demir ortalamalarının en yüksek değeri 2 gerçek yapraklı kontrol döneminde olduğu saptanırken, en düşük değer hasat dönemi % 0 uygulamasında görülmektedir. Bitkide bulunan su sıkıntısı arttıkça bitki bünyesindeki demir oranı düşmekle beraber, sulama ile bitkinin demiri alması kolaylaşmaktadır

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ispanağın 3 değişik vejetasyon döneminde uygulanan su stresi sonucunda özellikle bu tip kuraklık denemelerinde en çok kullanılan kriter olan yaprak su potansiyelinin ölçülmesi sonucunda; 2 yapraklı dönemden en düşük ortalamalar alınmış olmasına rağmen bu dönemde su stresinin oluşmamasına ya da az stresle atlatılabilmesine rağmen bitkilerin hasat dönemine kadar büyüme ve gelişmelerinin yavaşladığı tespit edilmiştir. 6 yapraklı dönemde oluşabilecek su stresinin, 2 yapraklı dönem ile benzer sonuçlar verdiği fakat büyüme ve gelişmenin daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Ispanağın en olgun olan hasat dönemine girildiğinde bünyesinde en fazla suyu bulundurduğu ve faaliyetlerini devam ettirebilmek için en çok suya ihtiyaç olan bu dönemde oluşacak bir su stresinde ise stres sonrası bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığı görülmüştür. Fakat % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığı büyüme ve gelişmesine devam edemediği tespit edilmiştir.

Ayrıca; ıspanağın farklı gelişim aşamalarında meydana gelen su stresi sonucunda; zararlanma derecesi ile yapılan değerlendirmeye göre; tüm denemede % 0 su kısıtlamasında yapraklarda şiddetli solgunluk, sararma ve bitkide solma görülürken, sulama oranında meydana gelen artış ile bu zararlanmanın azaldığı yapraklarda görülen solgunluk ve bitki büyümesindeki yavaşlamanın azaldığı tespit edilmiştir.

Araştırmada bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50' si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde yapılan kontrol uygulamasına verilen su miktarının belirli oranlarda azaltılmasıyla yapılan su kısıtlamalarına tepki olarak, Matador ıspanak çeşidinin; yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, yaprak kalınlığı, yaprak alanı, nisbi büyüme oranı, toplam fenolik madde miktarı, toplam klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriği ile yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarlarında azalmaların meydana geldiği, yani sulama oranı azaldıkça bu maddelerin miktarlarının düştüğü tespit edilmiştir. Bunun yanında yaprak hücrelerinde membran zararlanma oranı, yaprak yüzey sıcaklıkları, yapraklarda bulunan serbest prolin, sistein, askorbik asit, lipit peroksidasyon miktarları % 100 sulama olarak kabul ettiğimiz kontrol sulama gruplarında en düşük düzeylerde görülürken, sulamanın azalmasıyla birlikte elde edilen değerlerde artışlar meydana gelmiş ve hiç sulamanın yapılmadığı % 0 su kısıtlamasında bu kriterler en üst düzeye ulaşmışlardır.

Uygulanan yapay kuraklık stresine ıspanak bitkisinin değişik gelişme dönemlerinde gösterdiği tepki bakımından değerlendirildiğinde; yaprak sıcaklıkları, yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak oransal su içeriği, yaprakta bulunan azot ve protein miktarları ıspanağın 2 gerçek yapraklı olduğu dönemde en yüksek düzeye ulaşmışlardır. Denemede ele alınan diğer tüm kriterler bitkinin en olgun olduğu hasat döneminde en yüksek düzeye çıkarken bunu 6 gerçek yapraklı dönem izlemiş, 2 gerçek yapraklı dönemde en düşük düzeye inmişlerdir.

Trakya Bölgesi'nde çoğunlukla ilkbahar erken ve sonbahar erken dönemlerinde yapılan yetiştiricilikte ıspanağın ilk yada son dönemleri kurak ve yağırsız şartlara denk gelebilmektedir. Erken sonbahar yetiştiriciliğinde tohum ekiminin yapıldığı eylül ve ekim ayları kuraklığa rastlayabilmekte ve bu dönemlerde ekilen ıspanaklar 2-4 yapraklı dönemde olmaktadır, erken ilkbahar yetiştiriciliğinde bitkilerin hasat olgunluğu dönemleri kurak dönemlere rastlayabilmekte bu dönemde ise ıspanaklar hasat dönemlerinde olmaktadır. Elde edilen verilerin ışığında, özellikle sonbahar erken yetiştiriciliğinde bitkilerin henüz genç dönemde yaşayacağı bir kuraklık sonucu daha sonra kuraklık azalsa da, bitkilerin büyüme ve gelişmesinin sekteye uğrayacağı, ıspanağın yaprak sayısı ve yaprak alanının azalması sonucunda pazarlanabilir bitki ağırlığının düşeceği ve yaprakların sararıp kuru halde olacağı düşünülmektedir. Erken ilkbaharda yapılan yetiştiricilikte tohum ekiminin olabildiğince erken yapılıp geç kalınmaması gerektiği, aksi taktirde hasat dönemine yakın zamanlarda yaşanacak kuraklık sonucunda bitkinin en gelişmiş döneminde su eksikliğinin en yüksek zararları oluşturacağı denemede ele aldığımız kriterlerce saptanmış bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abak K, Sarı N, Pakyürek Ay, Güler Y, Onsınejad R (1992). Ispanak'ta Farklı Ekim Zamanlarının ve Ekim Sıklığının Verim Üzerine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi C:III. 93-96s. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bornova. İzmir.
- Abayomi Y.A (2008). Comparative Growth and Graine- Yield Responses of Early and Late Soybean Maturity Groups to Induced Soil Moisture Stress at Different Growt Stages. World Journal of Agricultural Sciences, 4 (1): 71-78.
- Açıkgöz N (1984). Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 448, 167 s, Bornova-İzmir.
- Alan R, Padem H (1994). Farklı Yaprak Gübrelerinin ve Uygulamadan Sonra Geçen Sürenin. Ispanak (*Spinacia oleracea* L.)'ta Yaprak Bileşimine Etkileri. Tr. J of Agri.and Forestry. 18(5):355-365.
- Alexieva V, Ivanov S, Sergiev I, Karanoy E (2003). Interaction between stresses, Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue, 1-17
- Anonim (2010). <http://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/Ispanak-Yetistiriciligi-6.html>. 24.09.2010
- Anonymous (1995). UNCCD (United Nations Conference On Desertification). <http://www.Unccd.Int>.
- Arnon DI (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplast. Polyphenolixidase in Beta vulgaris. Plant Physil. 24. 1-5.
- Arora A, Sairam R.K, Srivastava G.C (2002). Oxidative stress and antioxidative systems in plants, Curr. Sci., 82:1227–1238.
- Asraf 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.
- Asraf M, Foolad M.R (2007). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206-216.
- Aworh OC, Brecht PE, Minotti JR (1978). Nitrate in Nitrite Levels in Fresh Spinach as Influenced by Postharvest Temperatures. J. Ameer. Soc. Hort. Sci.. 103(3): 417-419.
- Aworh OC, Hicks JR, Minotti PL, Lee. CY (1980). Effect of Plant Age and Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation and Postharvest Nitrite Accumulation in Fresh Spinach. J. Ameer. Soc. Hort. Sci.. 105(1): 18-20.
- Balasubramanian V, Sinha S.K (2006). Effects of Salt Stress on Growth Nodulation and Nitrogen Fixation in Cowpea and Mung Beans. Physiologia Plantarum, 36 (2): 197 – 200.

- Bayraktar K, Vural H, Şalk A, Turan K, Eser B, K. Boztok (1978). Ispanaklarda Verimle İlgili Bazı Özellikler Arasında İlişkiler Üzerine Araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. C: 15 Sayı:2.
- Bates L.S, Waldren R, Teare D (1973). Rapid Determination Of Free Proline For Water Stres Studies. Plant And Soil, 39: 205-297
- Benton J, Jones BW, and HA Mills (1995). Nutrients Classification. Crop Analysis Hand Book. Ben Gurion University of the Negez. Isreal.
- Blum A (1986). "Breeding Crop Varieties for Stress Environments", Critical Reviews in Plant Sciences, 2: 199-237.
- Bozkurt Çolak, Y (2010). Akdeniz Bölgesinde Flame Seedless ve Italia Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Yaprak Su Potansiyeline Göre Sulama Programlarının Oluşturulması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi).Adana.
- Bradley GA, Sistrunk WA, Baker EC and JN Cash (1975). Effect of Plant Spacing. Nitrogen and Cultivar on Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Yield and Quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci.. 100. 45-48.
- Bray EA (1993). Molecular responses to water deficit, Plant Physiological. 103, 1035–1040.
- Cantiliffe DJ (1972). Nitrate Accumulation in Spinach Grown Under Different Light Intensities. J.Amer.Soc. Hort. Sci.. 97(2): 152-154.
- Cummins Jm, Jequier Am, Kan R (1994). Molecular Biology of Human Male Infertility: Links with Aging, Mitochondrial Genetics and Oxidative Stress? Mol Reprod Dev., 37: 345 –362.
- Çırak C, Esenal E (2006). Soyada kuraklık stresi , OMÜ Zir. Fak. Dergisi,21(2), 231-237.
- Dama AY (2009). Farklı Kil Minerali İçeriğine Sahip Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin Gelişimine Bazalt Tüfünün Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Demir Y, Öztürk L (2003). Influence of Etephon and 2,5-Norbornadiene on Antioxidative Enzymes and Prolin Content in Salt-Stressed Spinach Leaves, Biologia Plantarum 47(4): 609-612.
- Demirtaş M (2003). Sulama Sistemleri Ve Sulama Programının Kayısında Bitki Su Tüketimi İle Bazı Fizyolojik Özellikler Ve Yaprak Alanı Üzerine Etkileri. Harran Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 2003.
- Deveci M, Şalk A (1995). Tekirdağ Şartlarında Ispanak Yetiştiriciliğinde Farklı Ekim Zamanı ve Bitki Sıklığının Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi. 4(1-2):1-11. Tekirdağ.

- Deveci M, Şalk A (1999). Bazı Kimyasal Madde Uygulamalarının Ispanakların Soğuğa Dayanıklılığına Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 253s.
- Deveci M, Arın L, Polat, S (2006). Quickstar F1 ve Rapidstar F1 Alabaş (*Brassica Oleracea* var. *Gongyloides* L.) Çeşitlerinin Özellikleri Üzerine, Farklı Büyüme Dönemlerindeki Düşük Sıcaklığın Etkileri. Türkiye VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s:96-101, Kahramanmaraş.
- Dlugokecka E, Kacperska-Palacz A (1978). Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. *Biologia Plantarum* (Prague), 20: 262–267.
- Dolatabadian A, Sanavy S.A.M.M, Chashmi N.A (2008). The Effects of Application of Ascorbic Acid (C Vitamini) on Antioxidant Enzymes Activites, Lipid Peroxidant and Proline Accumulation of Canola (*Brassica napus* L.) under Conditions of Salt Stress. *J.Agronomy and Crop Science*, 931-2250.
- Düzgüneş O (1963). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Yayınları: 1021, Ders Kitabı No:295, İzmir.
- Eriş A (1985). Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu no: 11. 118 s.
- Erdem T, Arın L, Erdem Y, Deveci M, Polat S, Okursoy H, Gültaş H (2008). Bitki-Toprak-Atmosfer Ölçümlerini Kapsayan Sulama Teknolojilerinin Brokkoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Tarımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu (TOVAG 106 0 538).
- Ertunga Z, Kurt A, Elgun, A, Gökalp HY (1994). Gıda Bilimi ve Teknolojisi Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 301. 272 s. Erzurum.
- Fan S, Blake T (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Fernandez-Conde M.E, De La Haba P, Gonzalez-Fontes A, Maldonado J.M (1998). Effects of Drought (Water Stress) on Growth and Photosynthetic Capacity of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). 5th Internet World Congress for Biomedical Sciences, December 7-16, Canada.
- Gaitonde M.K (1967). A Spectrophotometric Method for the Direct Determination of Cysteine in the Presence of Other Naturally Occurring Amino Acids. *Biochem. J.*, 104: 627–633.
- Geravandi M, Farshadfar E, Kahrizi D (2011). Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58 (1): 69-75.
- Gong H, Zhu X, Chen K, Wang S, Chenglie Z (2005). Silicon Alleviates Oxidative Damage Of Wheat Plants In Pots Under Drought. *Plant Science*, 169 (2): 313-321.

- Gönülsüz E (2010). Cd Toksikitesinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Bitkisinde Meydana Getirdiği Stres Proteinlerinin ve Fizyolojik Değişimlerin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 201 sayfa.
- Guy CL, Haskel (1987). Induction of freezing tolerance in spinach is associated with the synthesis of cold acclimation induced proteins. *Plant Physiol.* 84, 872-878.
- Günay A (1992). Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
- Halliwell B, Gutteridge J.M.C (1985). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Clarendon Press, Oxford.
- Han B, Kermode AR (1996). Dehydrin-like proteins in castor bean seeds and seedlings are differentially produced in responses to ABA and water-deficit-related stresses. *J. Exp. Bot.*, 47,933–939.
- Hasni I, Ben Ahmed H, Bızıld E, Raes A, Samson G E (2009). Physiological Characteristics of Salt Tolerance in Fenugreek (*Trigonella foenum Graecum* L.). *Uc Davis, The Proceedings Of The International Plant Nutrition Colloquium Xvi, International Plant Nutrition Colloquium.*
- Hohlt HE ve D. Mynard (1966). Magnesium Nutrition of Spinach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*. 89: 478-482.
- İbrikçi H, Gülüt KY, Güzel N, Büyük G (2004). Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, S:1206-1207, Tokat.
- Jaleel C.A (2009). Non-Enzymatic Antioxidant Changes in *Withania omnifera* With Varying Drought Stress Levels. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4 (2): 64-67.
- Jackson R.D, Idso S.B, Reginato R.J, Pinter P.J, Jr (1981). Canopy emperature as a Crop Water Stress Indicator, *Water Resour. Res.*,17: 1133-1138.
- Jackson S.H (1991). Relationships Between Normalized Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Values for Acala Cotton, *Agric. Water Management*, 20: 109-118, 1191.
- Jung S (2004). Variation in Antioxidant Metabolism of Young and Mature Leaves of *Arabidopsis Thaliana* Subjected to Drought. *Plant Sci.*, 166: 459-466.
- Kaçar B (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II (Bitki Analizleri). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları : 453. Ankara.
- Kaçar B (1977). Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 637. 317 s. Ankara.
- Kaçar B. ve AV. Katkat (1998). Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127. Vipaş Yayınları No: 3. Bursa.

- Kaçar B, İnal A (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım. Nobel Yayın No:1241 Fen Bilimleri:63 ISBN:978-605-395-036-3
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y (2005). The Effects Of Drought On Plants And Tolerance Mechanisms, G.U. Journal of Science 18(4): 723-740.
- Karanlık S (2001). Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi 123 sayfa.
- Kawasaki S, Miyake C, Kohchi T, Fuji S, Uchida M, Yokota, A (2000). Responses of Wild Watermelon to Drought Stress: Accumulation of An Arge Homologue and Citrulline in Leaves During Water Deficits. Plant Cell Physiol., 41: 864–873.
- Kaymakanova M, Stoeva N (2008). Physiological Reaction of Bean Plants (*Phaseolus vulg.* L.) To Salt Stres. Gen. Appl. Plant Physiol, 34 (3-4): 177-188.
- Knott JE (1957). Handbook for Vegetable Growers. John Willey Newyork.
- Kocheva K, Lambrev P, Georgiev G, Goltsev V (2004). Evaluation of Chlorophyll Fluorescence and Membrane Injury in The Leaves of Barley Cultivars under Osmotic Stres. Bioelectrochemistry, 63 :121– 124.
- Koç S (2005). Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana, 87 sayfa.
- Kraft A (1995). Flächenberechnung einer SW-Grafik Flaeche packing programme.
- Kuşvuran Ş, Daşgan H Y, Abak K (2008). Farklı Bamya Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova.
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 356 sayfa.
- Leamsomrong K, Suttajit M and Chantiratikul P (2009). Flow Injection Analysis System for the Determination of Total Phenolic Compounds by Using Folin-Ciocalteu Assay. Asian Journal of Applied Sciences 2 (2):184-190. issn 1996-3343.
- Lutts S, Kinet J.M, Bouharmont J (1996). NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. Annals Of Botany, 78: 389- 398.
- Mahajan S, Tuteja N (2005). Cold, Salinity and Drought Stresses. An Overview, Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139- 158.
- Munns R (2002). Comparative Physiology of Salt and Water Stres. Plant Cell Environ. 25: 239-250.

- Mynard D (1970). The Effect of Nutrient Stress on the Growth and Compositional of Spinach. J. Amer. Soc. Hot. Sci. 95(5): 598-600.
- Nair A.S, Abraham, T.K, Jaya D.S (2008). Studies on The Changes in Lipid Peroxidation and Antioxidants in Drought Stress Induced Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Varieties. J. Environ Biol., 29 (5):689-91.
- Navari- Izzo F, Vangioni N, Quartacsi MF (1990). Lipis of soybean and sunflower seedlings grown under drought conditions, Photochem, 29, 2119,2123.
- Niki E (1987). Antioxidants in Relation to Lipid Peroxidation. Chem. Phys. Lipids., 44: 227-253.
- Nonnecke IL (1989). Vegetable Production. An AVI Book. New York. 478 s.
- Osmanoğlu E ve Ergun E (1995). Türkiye’de Açıkta Yetiştirilen Ispanağın Üretimi ile Pazarlamasının Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi Üzerinde Araştırma. Atatürk Bahçe Kült. Merk. Araşt. Enst.. Yayın No: 69. Yalova.
- Ödemiş B, Baştuğ R (1999). Infrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Degerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması, Tr. J. of Agriculture and Forestry 23, 31-37.
- Özpay T (2008). Taze fasulye (*Phseolus vulgaris*) genotiplerinin kuraklık stresine Olan tepkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 6.s., Van.
- Öztekin G.E (2009). Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi 342 sayfa.
- Öztürk L, Küfrevioğlu İ, Demir Y (2008). In Vivo and in Vitro effects of etephon on oxidative enzymes in spinach leaves. Acta Physiol Plant 30:105-110.
- Pahwa A, YK. Kansal (1980). Effect of Incorporation of Skim Milk Powder in the Leafy Vegetable and Cereal Diets on the Utilization of Calcium and Posphourus. Indian Jour. Nutr. And Dietetics. 17(9): 335-341.
- Parida Ak, Dagaonkar Vs, Phalak Ms, Umalkar Gv, Aurangalbadkar Lp (2007). Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery, Plant Biotechnol Rep,1,37–48.
- Pinheiro H.A, Damatta F.M, Chaves A.R.M, Fontes E.P.B, Loureiro M.E (2004). Drought Tolerance In Relation To Protection Against Oxidative Stress in Clones of *Coffea canephora* Subjected to Long-Term Drought, *Plant Sci*, 167, 1307-1314.
- Porra R.J, Thompson W.A, Kriedmann P.E (1989). Determination of accurate extinction coefficient and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorpion spectroscopy. Biochem biophys Acta, 975, 348–349.

- Ramachandra Reddy A, Chaitanya K.V, Jutur P.P, Sumithra K (2004). Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars, *Environ. Exp. Bot.*, 52: 33-42.
- Raymond Mj, Smirnoff N (2002). Proline metabolism and Transport in Maize Seedlings at Low Water Potential, *Annals of Botany*, 89, 813-823.
- Reddy A.R, Chaitanya K.V, Jutur P.P, Sumithra K (2004). Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 52: 33-42.
- Riccardi F, Gazeau P, Vienne Dv, Zivy M (1998). Protein changes in responses to progressive water deficit in maize. *Plant Physiol.*, 117,1253 1263.
- Rivero Rm, Ruiz Jm, Garcí'A Pc, Lo' Pez-Lefebvre Lr, Sa'Nchez E, Romero L (2002). Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants, *Plant Sci.*, 160, 315-321.
- Rodriguez Es, Wilhelmi Mr, Cervilla L, Blasco B, Rios Jj, Rosales Ma, Romero L, Ruiz Jm (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants, *Plant Science* 178, 30-40.
- Romanello G.A, Chuchra-Zbytniuk K.L, Vandermer J.L, Touchette B.W (2008). Morphological Adjustments Promote Drought Avoidance in The Wetland Plant *Acorus Americanus*. *Aquatic Botany* 89: 390-396.
- Sağlam MT (1994). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, Tekirdağ.
- Sairam R, Sexena D (2000). Oxidative Stres and Antioxidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stres Tolerance. *Journal of Agronomy And Crop Science*, 184: 55.
- Sanchez H, Lemeur R, Van Damme P, Jacobsen P.E (2003). Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International* 19 (1-2): 111- 119.
- Sanchez F.J, Andres E.F, Tenorio J.L, Ayerbe L (2004). Growth Of Epicotyls, Turgor Maintenance And Osmotic Adjustment In Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Scholander P.F, Yamel H.T, Bradstreet E.D, Hemmingsen E.A (1965). Sap Pessure in Vascular Plants. *Science*, 148:339-346.
- Slinkard K, Singleton V.L (1977). Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Viticult.* 28, 49-55.
- Stewart Cr, Boggess S.F, Aspinall D, Paleg L. G (1977). Inhibition of proline oxidation by water stress, *Plant Physiol*, 59 (5), 930-932.

- Sulpice R, Gibon Y, Bouchereau A, Larher F (1998). Exogenously Supplied Glycine Betaine in Spinach and Raeseed Leaf Disc: Compatibility or Non-Compatibility?, *Plant, Cell and Environment*, 21, 1284-1292.
- Şalk A, Arin L, Deveci M, Polat S (2008). Özel Sebzeçilik, Onur Grafik, Matbaa ve Reklam, İstanbul.
- Tok HH (1997). Bitki Besleme. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 109. Ders Notu No: 69. Tekirdağ.
- Topçuoğlu B, Alpaslan M, Yalçın SR ve Y. Kasap (1996). Yapraktan CaCl₂ Uygulamasının Değişik Formlarda Azotla Gübrelenen Ispanak Bitkisinde Oksalik Asit. Nitrat ve Organik Bağlı Azot ile Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2(3):11-16.
- Türkan İ, Bor M, Özdemir F, Koca H (2005). Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P.acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. *Plant Science*, 168; 223-231.
- Türkeş T (1978). Tohum ve Fide Vernelizasyonun Değişik Ispanak Çeşitlerinde Erken Çiçeklenmeye. Verime ve Morfolojik Özellikleri Etkisi Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi) Atatürk Bahçe Kültürleri Merk. Araşt. Enst.. Yalova.
- Türkeş M (1994). 'Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri', *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 321: 71.
- Türkeş M (1997). 'Hava ve İklim Kavramları Üzerine', *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 355: 36-37.
- Türkeş M (1998). İklimsel Değişebilirlik Açısından Türkiye'de Çölleşmeye Eğilimli Alanlar. Dmi/İtü II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57.
- Türkeş M (1999). Vulnerability Of Turkey to Desertification With Respect to Precipitation and Aridity Conditions. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 23: 363-380.
- Voetberg Gs, Sharp Re (1991). Growth of the maize primary root at low water potentials. III. Rple of increased proline deposition in osmotic adjustment, *Plant Physiol*, 96, 1125-1130
- Watanabe Y, Uchiyama F and K. Yoshida (1994). Compositional Changes in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Grown in the Summer and in the Fall. *J. Of Jap. Soc. For Hort. Sci.* 62(4):889-895.
- Xu Z, Zhou G (2008). Responses of Leaf Stomatal Density to Water Status and its Relationship with Photosynthesis in a Grass. *Journal Exper. Botany.*, 59 (12): 3317-3325.

- Yağmur Y (2008). Farklı Asma (*Vitis Vinifera* L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi 108 Sayfa.
- Yakıt S, Tuna A.L (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 59-67.
- Yaşar F (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139 sayfa.
- Yaşar F, Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş (2006). Determination of Anti-Oxidant Activities in Soma Melon (*Cucumis melo* L.) Varieties and Cultivars under Salt Stress. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 81 (4): 627-630.
- Yedav SK, Sehgal S (1995). Effect of Home Processing on Total an Extractable Calcium and Zinc Content of Spinach (*Spinacia oleracea*) and Amaranth (*Amaranthus tricolor*) Leaves. Plant Foods for Human Nutrition. 48 (1): 65-72.
- Yıldırım Y.E, Kodal S (1998). Ankara Kosullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkisi, Tr. J. of Agriculture and Forestry , 22, 65-70.
- Zheng Q.S, Liu Z.P, Liu Y.L, Liu L (2004). Effects of Iso-Osmotic Salt and Water Stresses on Growth and Ionic Distribution in Aloe Seedlings. Journal of Plant Ecology, 28 (6): 823-827.
- Zhu J, Bie Z, Li Y (2008). Physiological And Growth Responses Of Two Different Salt-Sensitive Cucumber Cultivars to NaCl Stress. Soil Science and Plant Nutrition, 54: 400-407.
- Zink FW (1965). Growth and Nutrient Absorption in Spring Spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 381-386.

ÖZGEÇMİŞ

05.10.1987 tarihinde Bursa'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Bursa'da tamamladıktan sonra 2005 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ni kazanarak 2009 yılında Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm 3.sü olarak tamamlayarak Ziraat Mühendisi ünvanını aldım. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimime başladım.