

**YERKİRAZINDA FARKLI SU
UYGULAMALARININ MEYDANA GETİRDİĞİ
FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

Ali ÇELİK

**Yüksek Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Murat DEVECİ
2014**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YERKİRAZINDA FARKLI SU UYGULAMALARININ MEYDANA
GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL
DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ**

Ali ÇELİK

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Murat DEVECİ

TEKİRDAĞ-2014

Her hakkı saklıdır

Doç.Dr. Murat Deveci danışmanlığında, Ali ÇELİK tarafından hazırlanan “Yerkirazında Farklı Su Uygulamalarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal değişikliklerin belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yeşim AHİ

İmza:

Üye: Doç. Dr. Murat DEVECİ

İmza :

Üye : Yrd. Doç.Dr Serdar POLAT

İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YERKİRAZINDA FARKLI SU UYGULAMARININ MEYDANA GETİRDİĞİ FİZYOLOJİK, MORFOLOJİK VE KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN BELİRLENMESİ

Ali ÇELİK

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat DEVECİ

Isıtmasız plastik serada yürütülen araştırmada materyal olarak yerkirazı (*Physalis peruviana* L.) fideleri kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 5 su uygulaması (% 0, % 25, % 50, % 75 ve % 100 kontrol) gerçekleştirilmiştir.

Deneme süresince; yaprak zararlanma derecesi, 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), tek meyve ağırlığı (g), bitki başına meyve sayısı (adet), bitki başına toplam meyve ağırlığı (g), toplam fenolik madde (mg/100 g), toplam klorofil (mg/l), ile yapraklardaki makro ve mikro besin elementleri miktarları ölçülmüştür.

Denemeden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; yerkirazı bitkisinin yaprak sayısı (% 100 uygulamasında 218,50 adet iken % 0 uygulamasında 75,25 adet), bitki başına toplam yaprak ağırlığı (% 100 uygulamasında 198,60 g iken % 0 uygulamasında 65,48 g), yaprak alanı (% 100 uygulamasında 7801,31 cm² iken % 0 uygulamasında 1540,53 cm²), yaprak oransal su içeriği (% 100 uygulamasında % 79,22 iken % 0 uygulamasında % 40,79), kabuklu tek meyve ağırlığı (% 100 uygulamasında 2,13 g iken % 0 uygulamasında 0,73 g), bitki başına meyve sayısı (% 100 uygulamasında 78 adet iken % 0 uygulamasında 4,25 adet), bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı (% 100 uygulamasında 127 g iken % 0 uygulamasında 3,03 g), toplam klorofil miktarı (% 100 uygulamasında 41,23 mg/l iken % 0 uygulamasında 26,60 mg/l), toplam fenolik madde miktarı (% 100 uygulamasında 285,77 mg/100g iken % 0 uygulamasında 148,50 mg/100g), makro-mikro besin elementi miktarlarında bitkilere uygulanan sulama suyu miktarının (% 100, % 75, % 50 ve % 0) azaltılmasına paralel olarak düşüşler meydana gelmiştir. Aynı uygulamalar (% 100, % 75, % 50, % 25 ve % 0) sonucu yapraklarda zararlanma derecesi (% 100 uygulamasında 0 iken % 0 uygulamasında 4,75), yaprak kalınlığı (% 100 uygulamasında 0,36 mm iken % 0 uygulamasında 0,82 mm), yaprak hücrelerinde membran zararlanma oranı (% 100 uygulamasında % 8,14 iken % 0 uygulamasında % 76,36) ile yaprak yüzey sıcaklıkları kriterlerinde artışlar meydana gelmiştir.

Sulama kısıtı ile oluşturulan kuraklık stresi yerkirazında bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Stres sonrası bitkilerin sadece % 100 (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: Yerkirazı, su stresi, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği

2014, 59 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECTS of DIFFERENT WATER APPLICATION on PHYSIOLOGICAL, MORPHOLOGICAL and CHEMICAL CHANGES in GROUND CHERRY (*Physalis peruviana*L.)

Ali ÇELİK

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Murat DEVECİ

Physalis peruviana L. was used in this research. The experimental design was randomized block with 4 replications and 5 water application (control, 0%, 25%, 50% and 75%) the experiment was made in a cold greenhouse to avoid the risk of rain in open.

During the experiment, the level of damage on the leaves, leaf number, leaf weight (g), leaf thickness (cm), leaf area (cm²), water percentage of leaf, leaf water potential (MPa), membrane damage on the leaves (%), leaf temperature (°C), weight of single fruit (g), fruit number of per plant, total fruit weight (g)/plant, total phenolic matters (mg/100g), total chlorophylls (mg/l) and macro and micro elements in the leaf were measured.

According to the results, the control application gave less leaf number, leaf weight/plant, leaf area, percentage of leaf water, single fruit weight, fruit number/plant, fruit weight/plant, total chlorophylls, total phenolic matters, macro and micro element levels.

As the water level decreased, leaf damage index, leaf thickness, membrane damage on the leaves (%) and leaf temperature increased and the levels were the highest in the 0% water deficit.

The stress of water affected badly the growth and development of the Golden Berry. It was found that the plants were given 100% water (control) and 75% water level were not affected by water stress but 0%, 25% and 50% water level applied plants could not overcome the stress and could not sustain the growth and development.

Keywords: Ground cherry, leaf water potential, mineral nutrients, phenolic compounds.

2014, 59 pages

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmasında, çalışmanın hazırlanması sırasında desteğini, yönlendirmelerini, sorularıma çözüm ve fikir üretmeyi esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Murat DEVECİ 'ye, tez çalışmalarında materyal olarak kullandığım sebze fidelerinin temininde yardımcı olan Menemen Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü' ne teşekkür ederim. En önemlisi bütün eğitim hayatım boyunca maddi, manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ŞUBAT 2014, TEKİRDAĞ

Ali ÇELİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİL DİZİNİ	vii
KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Deneme Düzeni ve Konuları	13
3.2.2. Bitki Yetiştirme Tekniği	14
3.2.3. Deneme Yeri Toprak Özellikleri.....	15
3.2.4. Ölçüm, Tartım, Sayım ve Gözlemler	16
3.2.4.1. Morfolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler	16
3.2.4.2. Fizyolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler	18
3.2.4.3. Fizyolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler	21
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	23
4.1. Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar.....	23
4.2. Sulama Yöntemine İlişkin Sonuçlar	23
4.3. Morfolojik Değişimlere İlişkin Sonuçlar	24
4.3.1. Yaprak Sayısı (adet).....	24
4.3.2. Bitki Başına Toplam Yaprak Ağırlığı (g)	25
4.3.3. Yaprak Kalınlığı (mm).....	26
4.3.4. Yaprak Alanı (cm ²)	28
4.3.5. Bitki Başına Meyve Sayısı (adet).....	30
4.3.6. Kabuklu Tek Meyve Ağırlığı (g)	31
4.3.7. Bitki Başına Toplam Kabuklu Meyve Ağırlığı (g)	33
4.4. Fizyolojik Değişimlere İlişkin Sonuçlar.....	35

4.4.1. Zararlanma Dereceleri.....	35
4.4.2. Yaprak Oransal Su İçeriği (%).....	36
4.4.3. Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa).....	38
4.4.4. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%).....	40
4.4.5. Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)	42
4.5. Kimyasal Değişimlere İlişkin Sonuçlar.....	43
4.5.1. Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g).....	43
4.5.2. Toplam Klorofil Tayini (SPAD)	44
4.5.3. Makro ve Mikro Besin Elementi Miktarları.....	46
5. SONUÇ	50
6. KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	59

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri.....	15
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri.....	16
Çizelge 4.1. Yerkirazı bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları.....	23
Çizelge 4.2. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD testine göre gruplar.....	24
Çizelge 4.3. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar.....	25
Çizelge 4.4. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) ve LSD testine göre gruplar.....	27
Çizelge 4.5. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm ²) ve LSD testine göre gruplar.....	28
Çizelge 4.6. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına meyve sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD testine göre gruplar.....	30
Çizelge 4.7. Farklı su uygulamalarının yerkirazının kabuklu tek meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar.....	32
Çizelge 4.8. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar.....	33
Çizelge 4.9. Farklı su uygulamalarının yerkirazında yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar.....	35
Çizelge 4.10. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.....	37
Çizelge 4.11. Omcada gün ortası yaprak su potansiyellerine göre stres seviyeleri (Smith ve Prichard 2002).....	38
Çizelge 4.12. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa).....	38
Çizelge 4.13. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.....	40
Çizelge 4.14. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıkları üzerine etkileri (°C).....	42
Çizelge 4.15. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi.....	43
Çizelge 4.16. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) ve LSD testine göre gruplar.....	45
Çizelge 4.17. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki makro besin elementleri ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.....	46
Çizelge 4.18. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki mikro besin elementleri ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.....	47

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm.....	15
Şekil 3.2. Yaprakların tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması.....	17
Şekil 3.3. Taze ağırlıkları alındıktan sonra yaprakların 4 saat süre ile petri kaplarında saf su içerisinde bekletilmesi ve yaprak örneklerinin 65°C etüvde 48 saat kurutulması.	18
Şekil 3.4. Scholander basınç odası ile gün ortası yaprak su potansiyeli ölçümleri.....	19
Şekil 3.5. Yerkirazı bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında diskler alınması.....	20
Şekil 3.6. Yaprak yüzey sıcaklıklarının ölçüldüğü Infrared termometre (Raynger ST8)	20
Şekil 3.7. Klorofil ölçüm cihazı ve yerkirazının kuraklık stresi sonrası klorofil ölçümlerine ait görüntüler.....	21
Şekil 4.1. Farklı su uygulamalarının yerkirazında yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları.....	24
Şekil 4.2. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) üzerine farklılıkları.....	25
Şekil 4.3. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları.....	27
Şekil 4.4. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) üzerine farklılıkları.....	29
Şekil 4.5. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm ²) üzerine farklılıkları.....	30
Şekil 4.6. Farklı su uygulamalarının yerkirazının YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla % değişim oranları (%) üzerine farklılıkları.....	32
Şekil 4.7. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları.....	34
Şekil 4.8. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıkları.....	36
Şekil 4.9. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam tek meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları.....	37
Şekil 4.10. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına meyve sayısı ortalamalarına etkisi (Adet) üzerine farklılıkları.....	39
Şekil 4.11. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları.....	41
Şekil 4.12. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları.....	42
Şekil 4.13. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) üzerine farklılıkları.....	44
Şekil 4.14. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam fenolik madde tayini miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıkları.....	45
Şekil 4.15. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki makro besin elementleri ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.....	47
Şekil 4.16. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki mikro besin elementleri (ppm) farklılıkları.....	48

KISALTMALAR

YAI	: Yaprak Alanı İndeksi
YOSK	: Yaprak Oransal Su İçeriği
YSİ	: Yaprak Su İçeriği
YOSİ	: Yaprak Oransal Su İçeriği
TA	: Taze Ağırlık
TuA	: Turgor Ağırlığı
KA	: Kuru Ağırlık
GOYSP (Ψ_{go})	: Gün Ortası Yaprak Su Potansiyeli
MZİ	: Membran Zararlanma İndeksi
EC	: Elektriksel İletkenlik
PRD	: Kısmi Kök Kuruluğu
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri

1. GİRİŞ

Tarımın en önemli amaçlarından birisi, insanların gıda ve lif ihtiyacının sağlanmasıdır. Bu ihtiyaçlar nüfus artışına paralel olarak artmaktadır. Gelecek 30-40 yıl içinde bugünkü gıda girdi seviyelerini sürdürmek için tarımsal üretimde yaklaşık % 40-50 oranında bir artışa ihtiyaç duyulmaktadır (Rhoades ve ark. 1992). İklimin olumsuz etkilerine daha az bağımlı olan ve daha yüksek verim elde edilmesine imkân veren sulu tarım, bu ihtiyaçların karşılanması ve kararlı hale getirilmesinde büyük bir öneme sahiptir. Son 25 yılda tarımsal üretimdeki artışın en az %50'si sulanan alanlardan, başka bir deyişle sulu tarımdan sağlanmıştır. Toplam işlenebilir alanların %18'inde sulu tarım yapılmasına karşın bu alanlardan dünya gıda ve lif üretimin yaklaşık olarak %36'sı karşılanmakta ve 2040 yılına kadar da dünyadaki toplam üretimin yaklaşık %50'sinin sulu tarımdan karşılanması öngörülmektedir (Rhoades ve ark. 1997, Hoffman ve ark. 1992).

Yaşam, canlı organizmaların çok büyük bir bölümünü oluşturan su ve özellikle suyun sıvı fazıyla yakından ilgilidir. Su, canlı bitki bünyesinin vazgeçilmez maddesidir. Bitki bünyesinde suyun en fazla olduğu organ yapraklardır. Bu oran bitkiden bitkiye değişebilmektedir. Bitkide yapraklardan sonra suyun en fazla bulunduğu organlar; yumru, kök ve meyvedir. Olgun tanelerde ise su oranı mısırdaki olduğu gibi %15'e kadar düşebilir. Su, bitki protoplazmasının oluşumu için gereklidir. Taze bir bitki örneğinin yaklaşık %80-95'ni, büyümekte olan dokuların ise %90'nını oluşturan su oranı, bazı bitkilerde %98'e ulaşırken, yaşlılık döneminde %5'in altına düşmektedir (Çepel 1995, Yılmaz 2004).

Küresel iklim değişiklikleri birçok kuvvet tarafından yönlendirilirken, bu kuvvetlerden biride sera etkisidir. Bulutsuz ve açık bir havada, kısa dalgalı güneş ışınımının önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır ve orada emilir. Ancak, Yer Küre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümü, uzaya kaçmadan önce atmosferin yukarı seviyelerinde bulunan çok sayıda ışınimsal olarak etkin eser gazlar (sera gazları) tarafından emilir ve sonra tekrar salınır. Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkıyı sağlayan su buharı (H₂O) olmak üzere, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve troposfer ile stratosferde bulunan ozon (O₃) gazlarıdır. Ortalama koşullarda, uzaya kaçan uzun dalgalı yer ışınımı gelen güneş ışınımı ile dengede olduğu için, yerküre/atmosfer birleşik sistemi, sera gazlarının bulunmadığı bir ortamda olabileceğinden daha sıcak olacaktır. Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle

yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç sera etkisi olarak adlandırılmaktadır (Türkeş ve ark. 2000).

Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları 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).

Genel anlamda yıllık yağış miktarının 400 mm'nin altında olduğu ya da bitki gelişiminin hızlı seyrettiği aylarda yeterli yağış alamayan ve toprakta nemin solma noktasında bulunduğu yerlere kurak bölge adı verilir. Bununla beraber kuraklık, meteorolojist, hidrolojist, ekonomist ve klimatolojisiler gibi pek çok araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmış olup, agronomistlere göre kuraklık, topraktaki nem miktarının bitkinin solma noktasında bulunmasıdır. Kuraklığı genel ilkeler içerisinde, ağır (iveğen akut) kuraklık, sürekli (kronik) kuraklık ve fizyolojik kuraklık şeklinde üçe ayırmak mümkündür (Eriş 1990).

Sıcaklıkta artış, nemde hızlı bir düşüş ya da kuru hava kütlesi bitkilerde hızlı ve akut su kayıplarına neden olabilmektedir. Bu tip atmosferik değişiklikler, transpirasyon oranının artmasına neden olur. Akut kuraklık sonucu genç ve yaşlı yapraklarda asimilasyon yetersizliği nedeniyle solma, sürgün uçlarında kuruma, verimde azalma, büyümede yavaşlama gibi belirtiler görülür. Kuraklığın en erken belirtisi solgunluktur. Solgunluk noktası aşılmadığı sürece, bitkiye su verildikçe solgunluk geçer (Çırak ve Esendal 2006).

Kronik kuraklık ise toprakta taban suyunun düşmesi sonucu görülür. Sürekli kuraklık etkisinde kalan bitkilerde önce solgunluk, ilerleyen dönemde kuruma görülür. Bitkilerde kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek aşırı miktardaki su kaybı olarak ifade edilebilir (Eriş 1990, Smirnoff 1993, Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005).

Toprakta yeterli su varlığına karşın, çeşitli nedenlerle bitkinin sudan yararlanamaması ise fizyolojik kuraklık olarak tanımlanır. Toprak yeterli miktarda su içermesine rağmen toprağın su tutma kapasitesi, bitkinin emme kuvvetinden fazla olması durumunda bitkiler suyu alamayarak kuraklık stresine girmektedir. Toprakta meydana gelen tuzluluk, toprak çözeltisinin ozmotik değerini artırarak toprak suyunun bitkiler tarafından alınımını güçleştirmekte, böylece bitkinin fizyolojik kuraklık ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır (Çırak ve Esendal 2006).

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin faktörlerinin etkisi altında bitkilerde standart konumdan sapma meydana gelmekte ve bu etmen "stres" olarak tanımlanmaktadır (Kaçar ve ark. 2002). Stres, bitkinin büyümesini ya da gelişimini azaltabilen veya tersine değiştirebilen

çevresel durumlardaki olumsuz değişimdir (Levitt 1972). Elverişsiz çevre koşullarına karşı yaşamını devam ettiren bitkinin canlı kalabilme yeteneği “stres dayanıklılığı” veya “stres direnci” olarak tanımlanmıştır (Levitt 1980). Strese neden olan faktör ortadan kalktığında tekrar eski konumuna dönmesine karşılık olarak, canlılarda çevresel stres faktörleri sonucunda standart konumdan sapmanın, daha doğru bir deyişle, fizyolojik ve metabolik mekanizmalar söz konusudur. Stres sonucunda, canlılarda bu etmenin büyüklüğüne ve canlının biyolojik yapısına bağlı olarak değişmekle birlikte tolerans, adaptasyon, dayanıklılık, zararlanma veya ölüm ortaya çıkmaktadır. Strese dayanıklılık mekanizması iki şekilde olmaktadır. Bitkiler ya geliştirdikleri önleyici mekanizmalarla stres etmenlerinin etkinliğini önlemekte ya da tolerans mekanizmalarıyla stres etmenlerine karşı koymakta, yaşamlarını sürdürmektedir (Kaçar ve ark. 2002).

Aydemir ve İnce (1988) bitki su stresini toprakta su elverişliliğinin düşük, buna karşı transpirasyonun yüksek olması durumu olarak tanımlamışlardır. Reginato (1983) bitkinin olağan yaşamsal fonksiyonlarını bozarak gelişimini olumsuz yönde etkileyen soyut bir kavram olarak tanımlamış ve su stresinin, atmosferdeki buhar açığıının bitkideki transpirasyon hızından fazla olması sonucu, bitkinin topraktan yeterli suyu alamaması nedeniyle meydana geldiğini belirtmiştir. Syvertsen (1985) ise bitkide oluşan yüksek su kaybı nedeniyle köklerden yapraklara su akımının azalması sonucu bitkide su stresinin meydana geldiğini belirtmiştir.

Su stresi bitkilerde büyüme üzerine olduğu gibi ürünün nitelik ve niceliği üzerine de önemli etkiler yapar. Stres durumunda turgor yitmesi hücre büyümesini olumsuz şekilde etkileyerek hücrelerin küçük kalmasına neden olur. Hücre büyümesindeki azalma hücre duvarı sentezinde de azalmaya yol açar. Protein ve klorofil sentezi olumsuz şekilde etkilenirken tohumlar çimlenme yeteneklerini yitirir, fotosentez ve solunum da olumsuz şekilde etkilenir. Hücre büyümesinin olumsuz şekilde etkilenmesi bitkilerde yaprakların küçülerek fotosentez ürünlerinin azalmasına neden olur (Pugnaire ve ark. 1994). Su stresi özellikle meyve ve tane oluşumu evresinde kritik etkiye sahiptir. Yeterli düzeyde suyun bulunmaması nedeniyle ksilem iletim borularında su potansiyelinin azalması fotosentez ürünlerinin taşınmasına olumsuz etki yapar. Bunun sonucunda meyveler küçük kalır, tahıllarda tane olumu yeterince gerçekleşemez. Bitki yapraklarında solunum önemli ölçüde azalır (Kılınç 2005). Araştırmacılar bu olgunun fotosentez ürünlerinin yeterli düzeyde taşınmaması nedeniyle bitkinin enerji gereksinimini karşılayamamasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir (Collier ve Cummins 1996).

Farklı stres faktörlerinin, özellikle ekonomik öneme sahip olan bitkiler üzerindeki etkileri konusunda fizyolojik çalışmalar yapılmasının iki önemli nedeni vardır: Bunlardan ilki bitkilerin strese karşı reaksiyon mekanizmalarının öğrenilmesi, diğeri ise ekonomik bitkilerin çeşitli stres faktörlerine dayanıklılık yeteneklerinin ölçülmesi ve buna bağlı olarak ürün kaybının azaltılmasının sağlanmasıdır. Yeryüzündeki karasal alanların %10'undan daha az bir kısmının, tarımsal faaliyetler için elverişli olduğu bildirilmiştir (Kadıoğlu 2007). Bu kadar sınırlı olan tarımsal alanlarda da başta kuraklık olmak üzere, mineral madde, düşük sıcaklık ve don gibi stres faktörlerinin etkisiyle önemli verim kayıpları söz konusudur (Blum 1986). Bu nedenle farklı stres faktörlerine dayanıklılık gösterebilen ya da bu stres faktörlerini tolere edebilen bitki genotiplerinin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Su kaynağının sınırlı ya da maliyetinin yüksek olduğu durumlarda, normal sulama yerine birim sudan daha fazla yararlanmayı sağlayan, kısıtlı sulama programlarının uygulanması gerekir. Böylece mevcut sulama suyu ile daha geniş bir alanın sulanması olasıdır (Doorenboss ve Kassam 1979, English ve Nuss 1982).

Su-üretim fonksiyonu; toprak, bitki ve iklime ilişkin etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Her bitki için su kullanımı ile verim arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla geliştirilen su-üretim fonksiyonu belli parametreler ve belirlenen ölçütler içerisinde kestirilmeye çalışılmaktadır. Kısıtlı sulama programları, çeşitli şekillerde uygulanabilmektedir. Sulama düzeylerinin düşürülmesi, sulama aralıklarının açılarak sulama sayısının azaltılması, verimi düşük alanların sulama programından çıkarılması ve bazı alanlardan vazgeçilmesi bu uygulamalar kapsamında yer almaktadır. Sözü edilen yöntemler ile kısıntının ya tüm mevsime eşit dağıtılması ya da bir veya birkaç gelişme döneminde uygulanabilmesi mümkündür (Tülücü 1985).

Çeşitli iklim modellerine göre, 2030'lu yıllar itibarı ile karmaşık iklim yapısı içinde olan Türkiye'nin, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak gerçekleşecek bir iklim değişikliğinden, büyük oranda etkileneceği, büyük bir kısmının kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği, su kaynakları, ekolojik ve ekonomik süreçler, ekosistem ve biyolojik çeşitlilik, tarım gibi birçok alanda önemli ölçüde etkileneceği öngörülmüştür (Demir 2009).

Genel adıyla cape gooseberry (yerkirazı) olarak bilinen *Physalis peruviana* L. (*P. edulis* Sims) türü dünyanın değişik ülkelerinde farklı isimlerle tanınır. Yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin neredeyse tamamı bu türe aittir. Bilinen en yaygın isimleri yerkirazı, güvey feneri, kandil otu, gelin otu, pelerinli beктаşi üzümüdür (Morton 1987, Anonim 1997). *Solanaceae* familyasının bir türü olan bitki son yıllarda “yerkirazı” ve “altın çilek” isimleri ile de bilinmektedir (Beşirli ve ark. 2011a). Yerkirazı (*Physalis peruviana* L.) kanser, sıtma, hepatit,

dermatit ve romatizma tedavisinde yaygın olarak kullanılan tıbbi bir bitkidir (Wu ve ark. 2005). Meyveleri, düşük kalorili ve diyabetik ürünler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Ramadan ve Moersel 2007). Birçok ülkede yaygın olarak ticareti yapılan yerkirazı ürünün son yıllarda ülkemizde yetiştiricilik yapan üretici sayısı artmaya başlamıştır.

Bu araştırma ile yerkirazı bitkisinde farklı su uygulamalarının meydana getireceği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yerkirazi bitkisinin meyveleri taze olarak tüketilebildiği reçel ve marmelat yapımında kullanılmaktadır. Meyveler kurutulmuş olarak da tüketilmekte, çikolata pasta yapımında değerlendirilmekte ve salatalarda garnitür olarak önerilmektedir. İçermiş olduğu besin değeri nedeni ile özellikle çocuk ve yaşlı beslenmesinde önerilen olgunlaşmış meyvenin 100 gramında 78,9 g su, 0,05–0,3 g protein, 19,6 g karbonhidrat, 0,15–0,2 g yağ, 4,9 g lif, 1,0 g kül, 8,0 mg kalsiyum, 1,2 mg demir, 55,3 mg fosfor, 1,6 mg karoten, 0,1 mg B1 vitamini (thiamin), 0,03 mg B2 vitamini (riboflavin), 1,70 mg B3 vitamini (niacin, nikotinik asit), 43 mg C vitamini (askorbik asit) bulunmaktadır (Ramadan ve Moersel 2004).

Doğan (2006), iki farklı su stresi seviyesinin (orta ve şiddetli) *Phaseolus vulgaris* L. üzerine olan etkisi araştırmış ve büyüme parametrelerine ait bitki boy uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak, gövde ve köklerin yaş ve kuru ağırlık verilerinin artan susuzluk seviyelerinde azalmış olduğunu belirtmiştir.

Sınırsız büyüyen bitkilerde, su stresi hem dalların büyümesini hem de sayısını azaltmaktadır. Bu nedenle yalnızca yaprak büyüklüğü değil, yaprak sayısı da azalmaktadır (Taiz ve Zeiger 2008).

Aganchich ve ark. (2009), zeytin fidanlarında kısmi kök kuruluğu (PRD) yöntemi ile sulamanın etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bir kontrol ve iki adet PRD rejimi uygulanmıştır. Bu rejimlerden kontrol uygulamasının % 50 si kadar sulama yapılan uygulama kısıtlı sulama çalışması olarak kabul edilmiştir ve bu uygulama sonucu stomal iletkenlik, karbon asimilasyonu, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı miktarlarında düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2008), 34 bamyaya genotipi ile yaptıkları bir kuraklık çalışmasında, görsel skala (0-5) değerleri bakımından genotiplerin farklı puanlamalar aldığını ve farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2011), 30 farklı kavun genotipi ile yaptıkları bir başka kuraklık çalışmasında, stresten etkilenme durumlarına göre genotiplerin skala değerleri arasında farklılıklar olduğunu irdemişlerdir.

Deblonde ve Ledent (2001) orta şiddette kuraklık koşullarının farklı patates çeşitleri üzerine etkilerini incelemişlerdir ve inceledikleri iki patates çeşidinde kuraklığın yeşil yaprak sayısını azalttığını ifade etmişlerdir.

Doğan (2006) iki farklı su stresi seviyesinin (orta ve şiddetli) *Phaseolus vulgaris* L. üzerine olan etkisini araştırmış ve büyüme parametrelerine ait bitki boy uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak, gövde ve köklerin yaş ve kuru ağırlık verilerinin artan susuzluk seviyelerinde azalmış olduğunu belirtmiştir.

Sınırsız büyüyen bitkilerde, su stresi hem dalların büyümesini hem de sayısını azaltmaktadır. Bu nedenle yalnızca yaprak büyüklüğü değil, yaprak sayısı da azalmaktadır (Taiz ve Zeiger 2008).

Aganchich ve ark. (2009) zeytin fidanlarında PRD (kısmi kök kuruluğu) yöntemi ile sulamanın etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bir kontrol ve iki adet PRD rejimi uygulanmıştır. Bu rejimlerden kontrol uygulamasının % 50 si kadar sulama yapılan uygulama kısıtlı sulama çalışması olarak kabul edilmiştir ve bu uygulama sonucu stomatal iletkenlik, karbon asimilasyonu, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı miktarlarında düşüş olduğu belirtilmiştir.

Bir bitkinin toplam yaprak alanı (yaprak sayısı x her bir yaprağın yüzey alanı) yaprakların tümü olgunlaştıktan sonra sabit kalmaz. Yaprak alanı oluşuktan sonra bitkiler strese maruz bırakılırlarsa, yapraklar sararır ve sonuçta dökülür. Suyun sınırlı olduğu bir ortamda yaprak alanının bu şekilde düzenlenmesi bitkinin adaptasyonunu arttıran uzun vadeli önemli bir değişikliktir. Gerçekten, çöllerde yaşayan pek çok yaprak döken bitki bir kuraklık sırasında yapraklarını döker ve bir yağmurdan sonra yenilerini oluşturur. Bu döngü bir mevsimde iki kez ya da daha fazla ortaya çıkabilir. Su stresi sırasında absisyona, büyük ölçüde içsel bir bitki hormonu olan etilen sentezinin artması ve bu hormona yanıt verilmesi neden olur. Bitkilerde kutikulanın kalınlaştırılması gelişimle ilgili olarak su stresine karşı verilen yaygın yanıtlardan biridir. Kutikulanın varlığı, epidermisten su kaybını azaltmaktadır (kutikular transpirasyon). Mumlar, hem yüzeyde hem de kutikulanın iç tabakalarında birikirse de, içteki tabaka, su kaybının denetlenmesinde daha önemlidir. Ayrıca kutikulanın kalınlığının artması CO₂'e geçirgenliği de azaltır; ancak kutikulanın altındaki epidermis hücreleri fotosentez yapmadığından yapraktaki fotosentez bundan etkilenmemektedir. Bununla birlikte, kutikuladan yapılan transpirasyon toplam yaprak transpirasyonunun yalnızca %5 ila % 10'u kadardır. Bu nedenle, kutikular transpirasyon yalnızca stres çok şiddetli olduğunda ya da kutikula zarar gördüğünde (örneğin, rüzgârın sürüklediği tozlardan) önemlidir (Taiz ve Zeiger 2008).

Yaprak alanının küçülmesi, nemli toprak tabakalarına doğru derinlemesine kök gelişimi ve stomaların kapanması, kuraklığa karşı savunmanın ilk adımları olarak bitkide görülen değişimlerdir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir (Çırak ve Esendal 2006).

Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Transpirasyonun azaltılması, mevcut suyun korunmasına yardım eder. Su eksikliği durumunda, yaprak dökümü teşvik edilmekte ve fotosentez sınırlanmaktadır. Birçok olgun bitki, örneğin kuraklığa maruz bırakılan pamuk, yaşlı yaprakların absiyonu ve senesensinin hızlandırılmasıyla kuraklığa cevap vermiştir. Bu proses, ayrıca yaprak alanı ayarlaması olarak bilinir. Bitkilerde, kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu durum fotosentezin azalmasıyla ilişkilidir (Mahajan ve Tuteja 2005).

Araştırmacılar buğdayda yaptıkları çalışmalarda erken gelişme dönemlerindeki kuraklığın; daha erken çiçeklenmeye, bitki boyu, yaprak alanı ve fertil kardeş sayısında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir (Day ve Intalap 1970, Robertson ve Guinta 1994).

Köksal (2006), şekerpancarında yapmış olduğu bir çalışmada yaprak alan indeksi (YAI) değerlerinin sulama suyu arttıkça artmış, azaldıkça azalmış olduğunu ifade etmiştir.

Tuna ve ark. (2010), cam serada kavun bitkilerinde su stresi üzerine potasyumun etkilerini incelemişlerdir. Kontrol ve su stresi konularında bulunan bitkilere 3 farklı dozda potasyum gübrelmesi (besin solüsyonu olarak 6, 9 ve 12 mM) uygulamışlardır. Kontrol konusunda 6, 9 ve 12 mM miktarlarında potasyum gübrelmesi yapılması ile beraber yapraklarda oransal su içeriği sırasıyla % 80.6, 80 ve 82.6 bulunmuştur. Su stresi ile beraber 6, 9 ve 12 mM potasyum gübrelmesi sonucunda yaprak oransal su içeriği sırasıyla % 64.3, 70.6 ve 73 değerlerine düşmüştür.

Köksal (2006)'a göre; şekerpancarı bitkisinde yaprak su içeriği (YSİ) ve yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri konulara verilen sulama suyu miktarları arttıkça artmış, azaldıkça azalmıştır.

Karipçin (2009), karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmasında su düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin negatif yönde arttığı, yani stres koşulları arttıkça yaprak su potansiyelinin de arttığı saptanmıştır.

Kaya (2011), tuz ve kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerin yaprak oransal su içeriği değerleri incelemiş kuraklık stresinde bitkilerin yaprak oransal su içeriğinde azalma gösterdiğini belirtmiştir.

Kırnak ve ark. (2001a) patlıcanda su stresinin yaprak oransal su içeriği ve vejetatif gelişimi önemli lde azalttığını bildirmiştir.

Kırnak ve ark. (2001b)'e göre su stresinin patlıcan bitkisine uygulanması elektrolit sızmasını (EL) nemli lde dşrmştir.

Kaya ve Daşgan (2013) fasulye genotipleriyle yaptıkları bir çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak membran zararlanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Premachandra ve ark. (1992), McDonald ve Archbold (1998) su kullanımında azalmaların elektrolit sızmasını etkilediğini bildirirken, Kırnak ve ark. (2001b), Dhindsa ve ark. (1981), Chen ve ark. (1991) klorofil konsantrasyonlarında (yaprak dökümü nedeniyle) azalmaların elektrolit sızıntısını arttırmasıyla bağlantılı olduğunu bildirmiştir.

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmada 2010 yılında meyvelerin kabuklu ağırlıklarının 1,70 g-24,93 g arasında değişirken, kabuksuz ağırlıkları 1,23 g-24,07 g arasında değişmiştir. Aynı çalışmada 2011 yılında ise kabuklu ağırlığın genotipler arasında 2,95 g-34,11 g aralığında değiştiği belirlenirken, kabuksuz ağırlığın 2,79 g-33,35 g aralığında değiştiği belirlemiştir.

Yapılan araştırmalara göre meyvesi sofralık olarak tüketilen altın ilek çeşitlerinde meyve ağırlıklarının 4-10 g olduğu belirtilmektedir (elik 2011).

Beşirli ve ark. (2011b) farklı gveyfeneri tiplerinde meyve ve tohum özellikleri üzerine yürüttükleri bir çalışmada Tip 1'de ortalama meyve ağırlığı 12.55 g olurken, Tip 2'de meyve ağırlığı 3.44 g olmuştur. Tip 3'n meyve ağırlığı 4.79 g olarak belirlenmiştir.

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmada 2010 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve sayısının 2,09-328,64 adet arasında değiştiğini, 2011 yılında ise 32,49-82,61 adet arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Tulukçu (2012) tarafından yapılan kurak koşullarda yerkirazı yetiştiriciliğinin verim ve verim bileşenlerinin saptanması çalışmasında 2010 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 28 adet ve küçük meyvede 70 adet olarak bulunmuştur. 2011 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 32 adet ve küçük meyvede ise 80 adet olmuştur.

Mitchell ve ark. (1991) domates bitkisiyle yaptığı bir çalışmada su kısıtının meyve suyu birikimini ve taze meyve verimini azalttığını bildirmiştir.

Kaya ve ark. (2003), uygun sulama (kontrol) ve su stresi koşulları altında yetiştirilen karpuz bitkilerinde mikorizal kolonizasyonun etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada mikorizal etkinin söz konusu olmadığı kontrol uygulamasında bitki başına verim 27.96 kg, su stresi uygulamasına maruz kalan bitkilerde bitki başına verim ise 17.60 kg olarak tespit edilmiştir.

Duffy ve Cassells (2000) patates bitkisinde yaptıkları bir çalışmada meyve verim ve kalitesi üzerine su stresinin zıt etkisinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Mirabad ve ark. (2013) kavun (*Cucumis melo L.*) bitkisinin gelişim, verim ve şeker içeriği üzerine % 60, % 80 ve % 100 olmak üzere üç farklı su kısıtının etkilerini inceledikleri bir çalışmada meyve verimlerini sırasıyla 19.6 t ha⁻¹, 28.3 t ha⁻¹ ve 30.3 t ha⁻¹ tespit etmişlerdir.

Şensoy ve ark. (2007), sulama sıklığı ve miktarının açıkta yetiştirilen kavun bitkilerinde meyve verimi ve kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada 405.7 mm sulama suyu miktarı uygulandığında ortalama meyve ağırlığının 928.5 g, 548.8 mm uygulandığında ise 1086.5 g olduğunu bildirmişlerdir.

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmada 2010 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve ağırlığının 2,59-527,58 g arasında değiştiğini, dekara kabuklu verim ise 3,24 kg-659,47 kg arasında belirlemiştir. Aynı çalışmada 2011 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve ağırlığının 95,14-718,12 g arasında değiştiğini, dekara kabuklu verim ise 44,05 kg-332,46 kg arasında değiştiğini belirlemiştir.

Walker ve Hatfield (1979) bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu bildirmektedir.

Jackson ve ark. (1986)'ya göre, uzaktan algılama ile bitki koşullarının gözlenmesi sadece verim tahmin etmede değil aynı zamanda günlük olarak bitki yönetiminde etkilidir. Birçok arazi denemesi kurularak el radyometreleri ile bitki karakteristiklerinin spektral tepkileri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, radyometrik bir biçimde ölçülen bitki örtü sıcaklığı referans bir sıcaklık ile karşılaştırıldığında (hava sıcaklığı), su stresine ilişkin önemli bir gösterge niteliğindedir.

Idso ve ark. (1990)'a göre bitkilerin en üst düzeyde transpirasyon yapabildikleri düzey (hiç su stresi yaşanmayan su düzeyi) ile hiç transpirasyon yapamadıkları düzey bitki su stresi indeksi hesaplamada temeldir.

Tuna ve ark. (2010) su stresine yanıt olarak kavun bitkilerinde klorofil a ve b içeriğinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Kırnak ve ark. (2001a) tarafından bildirildiğine göre kavun bitkilerine uygulanan su stresi uygulamaları kuru madde ve klorofil içeriğini azaltmaktadır.

Steinberg ve ark. (1990) tarafından genç şeftali ağaçları için klorofil konsantrasyonu üzerine su stresinin zıt etkisi bildirilmiştir.

Klorofil miktarındaki azalma fotosentetik yapıların zarar görmesinin yanı sıra (Yasseen 1983), klorofil parçalanmasından sorumlu olan (Sabater ve Rodriguez 1978) klorofilaz enzimi gibi proteolitik (proteinleri parçalayıcı) enzimlerin oluşumları sebebiyle olabilmektedir.

Erken ve ark. (2012) tarla kapasitesine göre %100, % 66 ve % 33 olmak üzere üç farklı su kısıtının yerkirazı bitkisi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada bitki başına verimi sırasıyla 134,17 g/bitki, 106,40 g/bitki, 84,16 g/bitki olarak saptamışlardır.

Tulukcu (2012) tarafından yapılan kurak koşullarda yerkirazı yetiştiriciliğinin verim ve verim bileşenlerinin saptanması çalışmasında 2010 ve 2011 yıllarında tek meyve ağırlığı, toplam meyve sayısı ve bitki başına meyve ağırlığını belirlemiştir. 2010 yılında tek meyve ağırlığı büyük meyvede 6,16 g ve küçük meyvede 1,76 g olarak bulunmuştur. 2011 yılında tek meyve ağırlığı büyük meyvede 6,48 g ve küçük meyvede ise 1,98 g olmuştur. 2010 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 28 adet ve küçük meyvede 70 adet olarak bulunmuştur. 2011 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 32 adet ve küçük meyvede ise 80 adet olmuştur. 2010 yılında bitki başına meyve ağırlığı büyük meyvede 177 g ve küçük meyvede 126 g olarak bulunmuştur. 2011 yılında bitki başına meyve ağırlığı büyük meyvede 217 g ve küçük meyvede ise 169 g olmuştur.

Silvana ve ark. (2013)'a göre iki olgunluk döneminde yerkirazının (*Pysalis peruviana* L.) flavonol ve antioksidant aktivitesini belirlemek için yaptığı çalışmada rutin, myricetin ve quercetin fenolik maddelerinin küçük meyveler ile büyük meyvelerde ayrı ayrı olmak üzere olgunluk başlangıcı ve sonundaki değerlerini saptamıştır. Rutin fenolik maddesi olgunluk başlangıcında küçük meyvelerde $5.89 \pm 0.75 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde $4.46 \pm 0.17 \mu\text{g g}^{-1}$ belirlenirken olgunluğun son aşamasında küçük meyvelerde $6.90 \pm 0.40 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük

meyvelerde ise $6.76 \pm 0.07 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Myricetin fenolik maddesi olgunluk başlangıcında küçük meyvelerde $1.11 \pm 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde $1.31 \pm 0.04 \mu\text{g g}^{-1}$ olurken olgunluğun son aşamasında küçük meyvelerde $1.08 \pm 0.01 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde ise $1.17 \pm 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$ olmuştur. Quercetin fenolik maddesi ise tespit edilememiştir.

Catalina ve ark. (2008) Ekvador'un başlıca meyvelerinin toplam fenolik bileşikler ve antioksidant kapasiteleri üzerine yaptıkları çalışmada, *Physalis* türünün toplam çözünür fenolik bileşik içeriğini $87 \pm 19 \text{mg GAE}/100 \text{g}$ olarak tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Tekirdağ koşullarında yerkirazında farklı su uygulamalarının meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin araştırılması amacıyla Mayıs 2011-Ekim 2011 ayları arasında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız plastik serası ile bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan yerkirazının orijini Güney Amerika'nın en kuzeyinde yer alan And dağları, Kolombiya'dır. Yerkirazı, 1500 ile 3000 m arasındaki rakıma sahip dağlık bölgelerde yabani ve yarı yabani bitkiler olarak yetişmektedir. (Fischer 1995). Güney Marmara Bölgesinde 1995 yılından bu yana yetiştirilen bitkinin bir diğer türünün (*Physalis alkekengi* L.) ülkemizde Bilecik ve Tokat yörelerinde doğal olarak yetiştiği ve içermiş olduğu alkaloitler nedeni ile tıbbi bitki olarak değerlendirildiği belirlenmiştir. Adaptasyon olarak bakacak olursak yerkirazı ılıman bölgelerde tek yıllık ve tropik bölgelerde çok yıllık olarak yetişmektedir. Ancak ticari üretimlerde daha çok tek yıllık üretim şekli önerilmektedir (Beşirli ve ark. 2011a).

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme Düzeni ve Konuları

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre (Açıkgöz 1984) 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 5 su uygulaması (% 0, % 25, % 50, % 75 ve % 100) uygulanmıştır. Tüm denemede toplam 20 parsel, her parselde 10 bitki ve toplamda 200 bitki kullanılmıştır.

Kontrol konusu olarak adlandırılan konuya çiçeklenme periyodu başlangıcından itibaren sabit sulama aralığında (SA=3 gün) sabit sulama suyu miktarı ($d_n=20$ mm) uygulanmıştır. Sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde Tekirdağ ili uzun yıllar iklim verileri incelenerek Temmuz-Ekim ayı aralığındaki 3 günlük buharlaşma toplamalarının ortalaması esas alınmıştır. Diğer deneme konuları ise kontrol konusuna uygulanan suyun % 75, % 50, % 25 ve % 0'ı kadar su uygulamaları şeklinde oluşturulmuştur.

3.2.2 Bitki Yetiştirme Tekniği

Açıkta arazide yetiştiriciliği yapılan yerkirazında deneme harici beklenmeyen yağmur riski nedeniyle deneme ısıtmasız plastik serada yürütülmüştür (Şekil 3.1).

Fideler Menemen Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Fideler serada esas yerlerine 150x60 cm mesafelerde dikilmiştir (Şekil 3.1).

Fidelerin toprağa dikilmesinin ardından parsellere Güngör ve Yıldırım (1989)'da belirtilen esaslara göre, her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde lateraller döşenmiştir. Sistemde, 1.0 atmosfer basınçta 4 L h⁻¹ debiye sahip, lateral boylamasına gecik (inline) damlatıcılar kullanılmıştır. Toprağın su alma hızı daha önce aynı alanda yürütülen çalışmalardan elde edilmiş değer olan I=12 mm h⁻¹ alınmıştır. Damlatıcı aralığı, seçilen işletme basıncına göre elde edilen damlatıcı debisi ve toprağın su alma hızı değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikle (3.1) hesaplanmıştır (Papazafirov 1980).

$$S_d = 0.9 \sqrt{\frac{q}{I}} \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

S_d : Damlatıcı aralığı, m,

q : Damlatıcı debisi, L h⁻¹

I : Toprağın su alma hızı, mm h⁻¹, değerlerini göstermektedir.

Hesaplamalar sonucunda damlatıcı aralığı S_d=0.50 m, Ø 16 lateraller kullanılmıştır. Sulama uygulamalarında mm cinsinden verilecek net sulama suyu miktarı dikkate alınarak sulama süresi hesaplanmıştır (3.2). Su uygulama randımanı % 100 olarak kabul edilmiştir.

$$T_a = \frac{1000 \cdot d_n}{q \cdot N} \quad (3.2)$$

T_a : Sulama süresi, h,

d_n : Sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm,

q : Bir damlatıcının debisi, L h⁻¹,

N : Bir parseldeki damlatıcı sayısı, adettir.



Şekil 3.1. Bitkilerin yetiştirildiği ortamdan genel görünüm

Isıtmasız sera ortamında yetiştirilen yerkirazı bitkilerinden meyveler hasat olgunluğu döneminde hasat yapılarak ölçüm, sayım ve gözlemler yapılmıştır.

3.2.3 Deneme Yeri Toprak Özellikleri

Sera toprağının kimyasal özellikleri ve fiziksel özellikleri sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Toprağın fiziksel özellikleri incelendiğinde hacim ağırlığı değerlerinin 1.70-1.87 g cm⁻³ arasında olduğu ve 0 – 60 cm’deki faydalı su tutma kapasitesinin 113.9 mm olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın fiziksel özellikleri

Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	CL	28	157.1	16	89.8	1.87	67.2
30-60	SCL	26	134.9	17	88.2	1.73	46.7
60-90	SC	27	137.7	17	86.7	1.70	51
0-60			292		178		113.9
0-90			430		265		165

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan toprağın kimyasal özellikleri

Parametre	Birim	Sonuç	Metod	Değerlendirme	Literatür
pH		7,64	Saturasyon	Hafif Alkali	Çokuysal ve Erbaş 2004
Tuz	(%)	0,06	Saturasyon	Tuzsuz	Çokuysal ve Erbaş 2004
Kireç	(%)	2,46	Kalsimetrik	Fakir	Çokuysal ve Erbaş 2004
Tekstür		59	Saturasyon	Killi Tın	Ülgen ve Yurtsever 1974
Organik Madde	(%)	1,06	Walkey- Black	Fakir	Çokuysal ve Erbaş 2004
Toplam Azot (N)	(%)	0,05	Kjeldahl	Orta	Çokuysal ve Erbaş 2004
Fosfor (P)	(ppm)	73,9	Olsen-ICP	Fazla	FAO 1990
Potasyum (K)	(ppm)	290,36	A. Asetat- ICP	Yeterli	Çokuysal ve Erbaş 2004
Kalsiyum (Ca)	(ppm)	5.194,97	A. Asetat- ICP	Az	FAO 1990
Magnezyum (Mg)	(ppm)	432,07	A. Asetat- ICP	Çok Yüksek	Çokuysal ve Erbaş 2004
Demir (Fe)	(ppm)	8,05	DTPA-ICP	İyi	Çokuysal ve Erbaş 2004
Bakır (Cu)	(ppm)	1,45	DTPA-ICP	Yeterli	Çokuysal ve Erbaş 2004
Çinko (Zn)	(ppm)	1,33	DTPA-ICP	İyi	Çokuysal ve Erbaş 2004
Mangan (Mn)	(ppm)	4,05	DTPA-ICP	Az	FAO 1990

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

3.2.4 Ölçüm, Tartım, Sayım ve Gözlemler

3.2.4.1 Morfolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler

3.2.4.1.1 Yaprak Sayısı (adet)

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

3.2.4.1.2 Bitki Başına Toplam Yaprak Ağırlığı (g)

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

3.2.4.1.3 Yaprak kalınlığı (mm)

Her gelişme döneminde bitkinin en iyi gelişmiş kalitedeki yaprağının ayasındaki, iki damar arası kısmından orta damara yakın yerden 0,01mm hassasiyetine sahip kumpas ile ölçülmüştür.

3.2.4.1.4 Yaprak Alanı (cm²)

Hasat döneminde 2 cm' den daha fazla uzunluğa sahip yapraklar tarayıcıdan geçirilip (Şekil 3.2) bilgisayar programı aracılığı ile ölçülmüştür (Kraft 1995, Devenci ve ark. 2006).



Şekil 3.2. Yaprakların tarayıcıdan geçirilip yaprak alanı programına aktarılması

3.2.4.1.5 Bitki Başına Meyve Sayısı (adet)

Hasattan sonra adet olarak parselden elde edilen toplam meyve sayısı, parseldeki bitki sayısına bölünerek ortalamaları bulunmuştur.

3.2.4.1.6 Kabuklu Tek meyve ağırlığı (g)

Hasat edilen meyvelerden tesadüfi olarak alınan örnekler 0.01 g hassasiyete sahip terazide tartılmıştır.

3.2.4.1.7 Bitki Başına Toplam Kabuklu Meyve Ağırlığı (g)

Muameleler içerisindeki her bir bitkinin toplam meyve ağırlığı belirlenerek hepsi toplanmış ve muameleler (kontrol % 100, % 75, % 50, % 25 ve % 0) içerisinde bulunan bitki sayısına bölünerek bulunmuştur.

3.2.4.2 Fizyolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler

3.2.4.2.1 Zararlanma Dereceleri

Sabah saatlerinde yapraklarda oluşan ve aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir (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

3.2.4.2.2 Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%)

Yaprak Oransal Su İçeriğinin belirlenmesinde (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 (TA) alınarak, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş (Şekil 3.3), bu süre sonunda turgor ağırlıkları (TuA) saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık (KA), g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla (3.3) yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = \frac{(TA - KA)}{(TuA - KA)} \times 100 \quad (3.3)$$

TA: Taze Ağırlık, KA: Kuru Ağırlık, TuA: Turgor Ağırlığıdır.



Şekil 3.3. Taze ağırlıkları alındıktan sonra yaprakların 4 saat süre ile petri kaplarında saf su içerisinde bekletilmesi ve yaprak örneklerinin 65°C etüvde 48 saat kurutulması

3.2.4.2.3 Yaprak su potansiyeli ölçümü (MPa)

Yaprak su potansiyeli ölçümleri, Scholander basınç odası (Scholander Pressure Chamber) ile gün ortasında (GOYSP; Ψ_{go}) 12:00 ile 14:00 saatleri arasında yapılmıştır (Scholander ve ark. 1965). Ölçümler bitkideki en gelişmiş yapraklarda 40 atmosfer basınca kadar azot gazı kullanılarak yapılmıştır (Smith ve Prichard 2002). Ölçümler çiçeklenmeden sonra 3. ve 24. günler arasındaki periyotta 3 gün ara ile sulama dönemleri öncesinde yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Scholander basınç odası ile gün ortası yaprak su potansiyeli ölçümleri

3.2.4.2.4 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 (Şekil 3.5) 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 (3.4) yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$MZİ=(Lt-Lc/1-Lc) \times 100 \quad (3.4)$$

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

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



Şekil 3.5. Yerkirazı bitkisinin yapraklarından 17 mm çapında diskler alınması

3.2.4.2.5 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 denemede ele alınan yerkirazı yaprakları infrared termometre ile sıcaklıkları ölçülerek yaprakların kuraklığa karşı tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır (Ödemiş ve Baştuğ 1999, Erdem ve ark. 2008). Ölçümlerde 7-18 nm dalga boyunda ışınları algılayan filtreleme sahip infrared termometre (IRT) (Raynger ST8 model) kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yaprak yüzey sıcaklıklarının ölçüldüğü İnfrared termometre (Raynger ST8)

3.2.4.3 Fizyolojik Ölçüm, Sayım ve Gözlemler

3.2.4.3.1 Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g)

Yerkirazı 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. Homojenizat 12800 rpm’de 10 dakika santrifüj 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, galik asit standardındaki derişimler kullanılarak hesaplanmıştır (Slinkard ve Singleton 1977, Leamsomrong ve ark. 2009).

3.2.4.3.2 Toplam Klorofil Tayini (SPAD)

Yapılan araştırmada hasat döneminde yerkirazı yapraklarının klorofil içeriği “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofil metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.7). 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 3.7. Klorofil ölçüm cihazı ve yerkirazının kuraklık stresi sonrası klorofil ölçümlerine ait görüntüler

3.2.4.3.3 Makro ve Mikro Elementlerin Tayini

Farklı sulama konularının uygulandığı bitkilerin hasat dönemlerinde alınan yaprak örnekleri, en kısa sürede laboratuvara getirilip, yıkandıktan sonra fırında 70 °C de etüvde kurutulmuş, öğütölen yaprak örnekleri; 0.5 mm’lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale

getirilmiştir (İbrikci ve ark. 1994). Yaprak örneklerinde T.C. Tekirdağ Ticaret Borsası Tarımsal Amaçlı Analiz Laboratuvarında makro ve mikro besin elementi (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, Fe) analizleri yaptırılmıştır.

3.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş (Düzgüneş 1963) ve beş su uygulaması (kontrol %100, % 0, %25, %50 ve % 75) gerçekleştirilmiştir. Denemeden elde edilen verilerin istatistikî 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 ve TARTIŞMA

Bu bölümde, sulama sisteminin boyutlandırılmasına ilişkin sonuçlar, morfolojik değişiklikler, fizyolojik ve kimyasal sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1 Fenolojik Gözlemlere İlişkin Sonuçlar

Denemenin yürütüldüğü 2011 yılına ilişkin dikim, gelişme periyotları, hasat tarihleri ve büyüme mevsim uzunlukları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi vejetatif gelişme dönemi 21 gün, generatif gelişme dönemi ise 77 gün sürmüştür.

Çizelge 4.1. Yerkirazı bitkisinin büyüme periyodu uzunlukları

Büyüme Periyodu	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Periyot Uzunluğu (gün)
Dikim	23 Mayıs 2011	23 Mayıs 2011	-
Vejetatif Gelişme	23 Mayıs 2011	13 Temmuz 2011	21 Gün
Generatif Gelişme -Çiçeklenme -Meyve Tutumu -Olgunlaşma	13 Temmuz 2011	28 Eylül 2011	77 gün
Hasat	04 Eylül 2011	28 Eylül 2011	24 gün
Toplam	23 Mayıs	28 Eylül	98 gün

4.2 Sulama Yöntemine İlişkin Sonuçlar

Araştırma alanı, topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L h⁻¹ olarak seçilmiş, damlatıcı debisi ve toprağın gerçek su alma hızı (I= 12 mm h⁻¹) değerlerinin 3.1 no’lu eşitlikte kullanılmasıyla damlatıcı aralığı 0.50 m olarak hesaplanmıştır.

Çiçeklenme periyodu ile başlayan sulama uygulamalarında kontrol konusuna toplam 160 mm, % 75, % 50, % 25 sulama konularına ise sırasıyla 120 mm, 80 mm, 40 mm sulama suyu uygulanmıştır.

4.3 Morfolojik Değişimlere İlişkin Sonuçlar

4.3.1 Yaprak Sayısı (adet)

Farklı su kısıtları yapılarak sulanan yerkirazı bitkisine ait ortalama yaprak sayısı değişimleri ve LSD testi grupları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

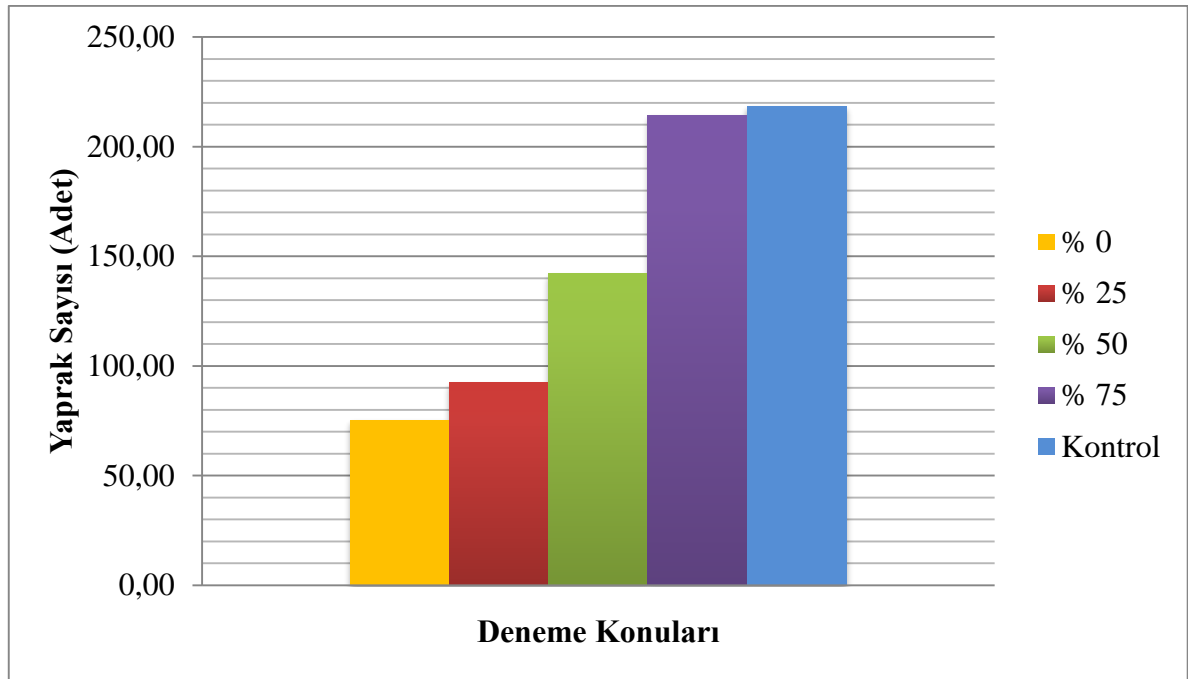
Yaprak sayısındaki değişim tüm sulama konuları bakımında istatistiki olarak % 1 hata sınırları içerisinde kalmıştır.

Yaprak sayısı ortalamaları çizelgeden de gözlemlenebileceği gibi 75,25-218,50 adet arasında değişim göstermiştir.

En yüksek yaprak sayısı kontrol uygulamasından (218,50 adet) elde edilirken bunu %75 uygulaması izlemiştir (214,50 adet), en düşük yaprak sayısı % 0 uygulamasından (75,25 adet) elde edilmiştir. Sulama miktarı artışıyla yaprak sayısının arttığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.2. Farklı su uygulamalarının yerkirazında yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD testine göre gruplar

%0	%25	%50	%75	Kontrol
75,25 c	92,50 c	142,25 b	214,50 a	218,50 a



Şekil 4.1. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak sayısı ortalamalarına etkisi (adet) üzerine farklılıkları

Farklı türlerde su kısıtının etkisiyle yaprak sayısının değişimi bu araştırmadan elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir (Doğan 2006; Taiz ve Zeiger 2008; Aganchich ve ark. 2009).

4.3.2 Bitki Başına Toplam Yaprak Ağırlığı (g)

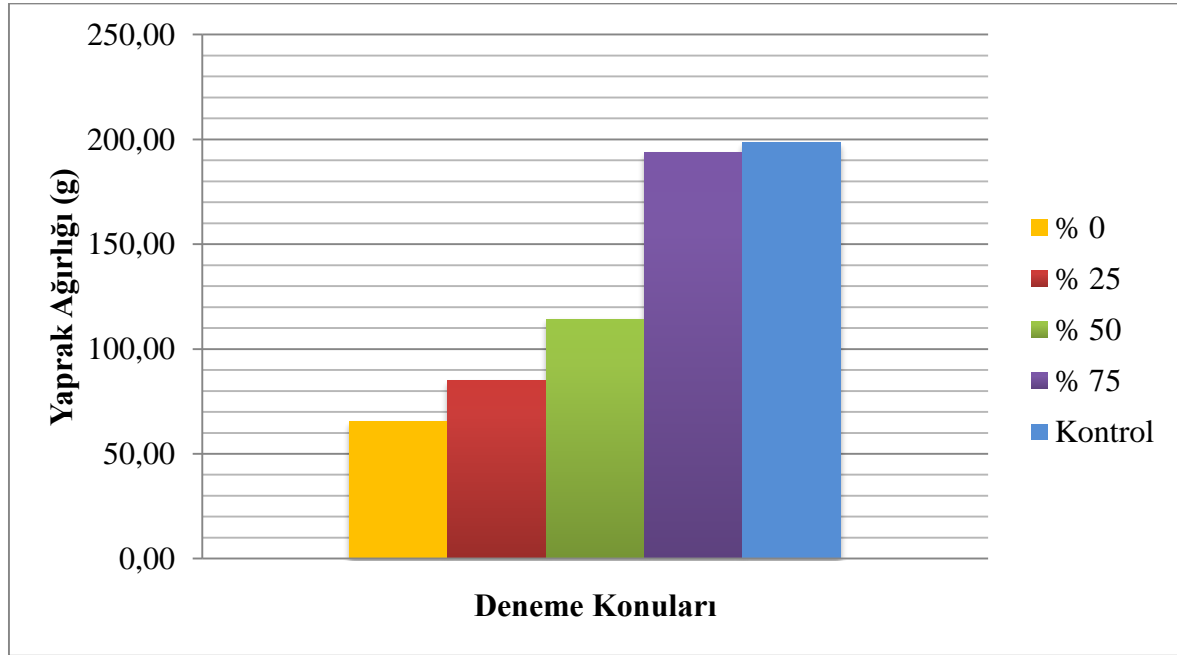
Su stresi koşullarında, yerkirazının bitki başına toplam yaprak ağırlığında oluşan değişimlere ait sonuçlar ve LSD testi grupları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2’de sunulmuştur.

Su uygulamalarının bitki başına toplam yaprak ağırlığı üzerine etkisi incelediğinde sulama konuları arasındaki farkın istatistikî olarak (% 1) önemli olduğu anlaşılmıştır. Su kısıtının artışıyla bitki başına toplam yaprak ağırlığında düşüş meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar

%0	%25	%50	%75	Kontrol
65,48 c	85,03 bc	114,35 b	193,54 a	198,60 a

Farklı sulama suyu uygulamalarının yerkirazında bitki başına toplam yaprak ağırlıklarında meydana getirdiği değişimler gözlemlendiğinde kontrol konusunun en yüksek değere (198,60 g) sahip olduğu görülmüş ve en düşük değer ise % 0 konusundan (65,48 g) elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam yaprak ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları

Su stresi bitki hücrelerinin büyümesi ve bölünmesini önemli ölçüde azaltmaktadır (Hsiao 1973, Gandar ve Tanner 1976, Farah 1981). Bunun sonucu olarak bitkinin özellikle toprak üstü organlarının oransal olarak küçülmesine neden olmaktadır (Neuman ve ark. 1988, Sakurai ve Kuraishi 1988).

Bitki çeşidine göre değişmekle beraber düşük su potansiyelinde (-0.3 ile -0.8 MPa) yapraktaki hücrelerin turgor basıncı düşmekte ve hücrede absisik asit birikimine yol açmaktadır (Davies ve ark. 1994). Yüksek stres seviyelerinde ($\Psi = -1.0$ ile -2.0 MPa) solunum, asimilant taşınımı ve CO₂ asimilasyonu sıfıra yaklaşmaktadır. Taşınımın düşmesinden dolayı yapraklarda aşırı bir asimilant birikimi meydana gelmekte sonuçta fotosentetik depresyon ortaya çıkmaktadır (Sabanek 1992).

Su stresi koşullarında yaprak gelişmesi, fotosentez ve asimilatların taşınımına oranla daha fazla etkilenmektedir. Bu nedenle mera bitkileri, silaj bitkileri, tütün ve sebze bitkileri gibi yapraklarından faydalanılan bitkiler generatif organlarından yararlanan bitkilere oranla su noksanlığına karşı daha duyarlıdır (Begg ve Turner 1976).

Bir bitkinin toplam yaprak alanı (yaprak sayısı x her bir yaprağın yüzey alanı) yaprakların tümü olgunlaştıktan sonra sabit kalmaz. Yaprak alanı oluşuktan sonra bitkiler strese maruz bırakılırlarsa, yapraklar sararır ve sonuçta dökülür. Suyun sınırlı olduğu bir ortamda yaprak alanının bu şekilde düzenlenmesi bitkinin adaptasyonunu arttıran uzun vadeli önemli bir değişikliktir. Su stresi sırasında absisyona, büyük ölçüde içsel bir bitki hormonu olan etilen sentezinin artması ve bu hormona yanıt verilmesine neden olur (Taiz ve Zeiger 2008).

4.3.3 Yaprak Kalınlığı (mm)

Araştırmada ele alınan yerkirazı bitkisinin farklı su uygulamalarının sonucu ortalama yaprak kalınlığı değişimi Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'de görüldüğü gibidir.

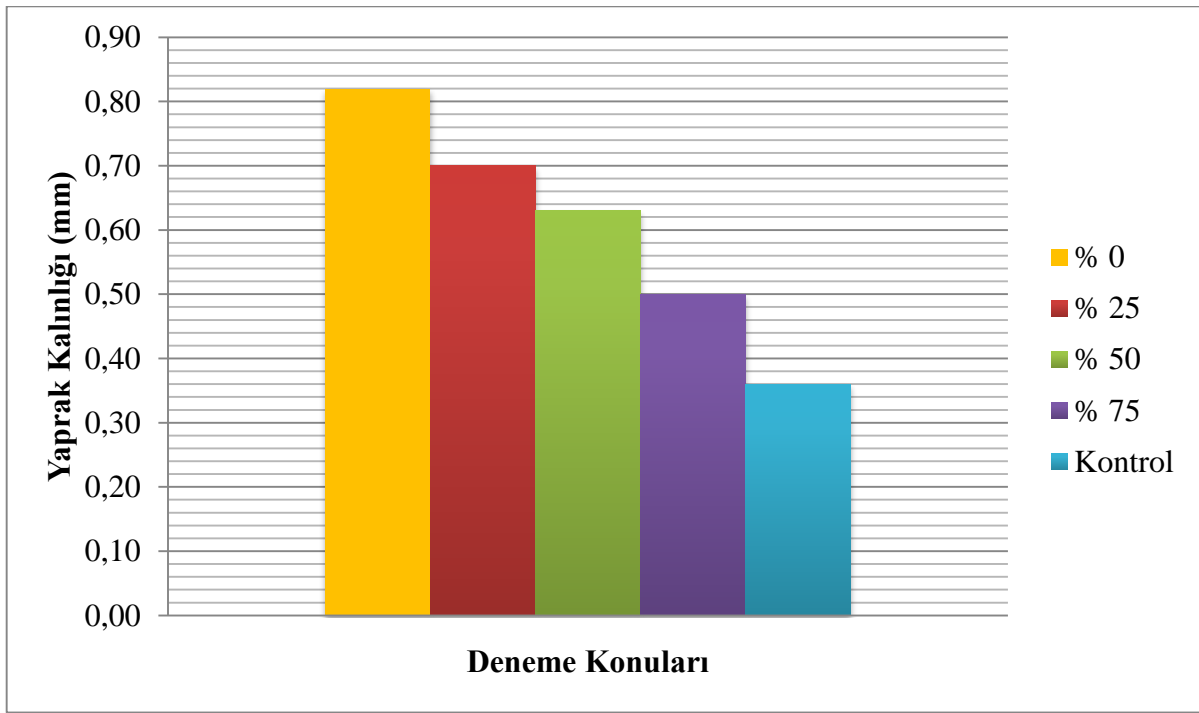
Çizelgeden de gözlemleneceği gibi yaprak kalınlığı ortalamalarının 0,36-0,82 mm arasında değişim gösterdiği görülürken, tüm sulama konuları bakımından da istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli farklılık olduğu görülmüştür.

Farklı su uygulamalarına göre en fazla yaprak kalınlığı % 0 uygulamasından (0,82 mm) elde edilirken en az yaprak kalınlığı kontrol (% 100) uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 4.4'de anlaşılacağı üzere % 25 ve % 50 su uygulamaları aynı istatistiki önem grubu içinde yer almışlardır.

Çizelge 4.4. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) ve LSD testine göre gruplar

%0	%25	%50	%75	Kontrol
0,82 a	0,70 b	0,63 b	0,50 c	0,36 d

Yerkirazında yapılan çalışmada sulama miktarında meydana gelen azalmalara karşılık yaprak kalınlığı artmış, sulama miktarının artmasıyla yaprak kalınlığı azalmıştır. Bunun sebebinin yaprak kutikulasında meydana gelen değişimlerden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak kalınlığı ortalamalarına etkisi (mm) üzerine farklılıkları

Taiz ve Zeiger (2008) da kutikulanın kalınlaştırılması gelişimle ilgili olarak su stresine karşı verilen yaygın yanıtlardan biridir. Kutikulanın varlığı, epidermisten su kaybını azaltmaktadır (kutikular transpirasyon). Mumlar, hem yüzeyde hem de kutikulanın iç tabakalarında birikirlerse de, içteki tabaka, su kaybının denetlenmesinde daha önemlidir. Ayrıca kutikulanın kalınlığının artması CO₂'e geçirgenliği de azaltır; ancak kutikulanın altındaki epidermis hücreleri fotosentez yapmadığından yapraktaki fotosentez bundan etkilenmemektedir. Bununla birlikte, kutikuladan yapılan transpirasyon toplam yaprak

transpirasyonunun yalnızca %5 ila % 10'u kadardır. Bu nedenle, kutikular transpirasyon yalnızca stres çok şiddetli olduğunda ya da kutikula zarar gördüğünde (örneğin, rüzgârın sürüklediği tozlardan) önemlidir.

4.3.4 Yaprak Alanı (cm²)

Yerkirazi bitkisinden elde edilen yaprak alanı değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Farklı su düzeylerinin yaprak alanı değerlerine etkileri incelendiğinde, yaprak alanı su oranı ile doğru orantılı olarak değişmiştir. En yüksek yaprak alanı değeri (7801,31 cm²) %100 su uygulamasına ait bitkilerde tespit edilmiştir. Yine su düzeyine paralel olarak en düşük yaprak alanı değeri (1540,53 cm²) % 0 su uygulamasının yapıldığı parsellerde saptanmıştır.

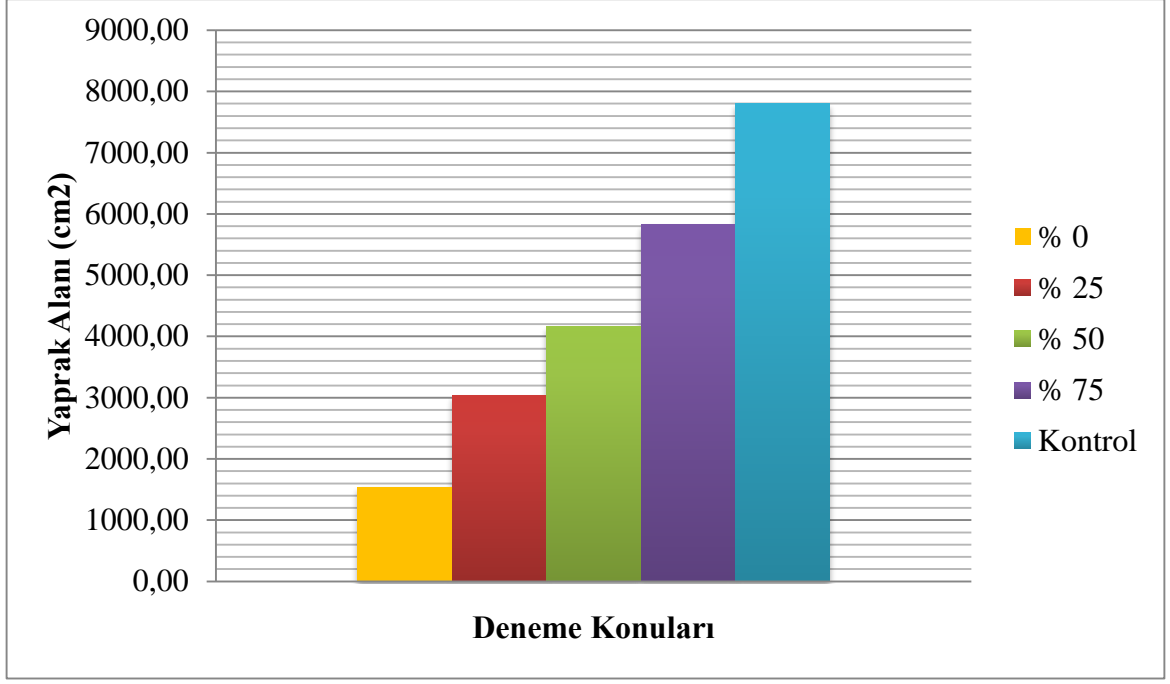
Ortalamaların incelemesi sonucu yaprak alanı bakımından ele alınan faktör % 1 önem seviyesinde istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm²) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
1540,53 e	3038,63 d	4163,00 c	5821,29 b	7801,31 a

Inman-Bamber (2004), patates bitkisi ile yapmış olduğu bir çalışmada su kıtlığının bitki boyunu ve yaprak alanını azalttığını bildirmiştir.

Yaprak alanının küçülmesi, nemli toprak tabakalarına doğru derinlemesine kök gelişimi ve stomaların kapanması, kuraklığa karşı savunmanın ilk adımları olarak bitkide görülen değişimlerdir. Kurak koşullarda yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir (Çırak ve Esendal 2006).



Şekil 4.4. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak alanı ortalamalarına etkisi (cm²) üzerine farklılıkları

Bitkilerde yaprak yüzey genişliği ne kadar fazla ise, su kaybı da o kadar çok olacaktır. Transpirasyonun azaltılması, mevcut suyun korunmasına yardım eder. Su eksikliği durumunda, yaprak dökümü teşvik edilmekte ve fotosentez sınırlanmaktadır. Birçok olgun bitki, örneğin kuraklığa maruz bırakılan pamuk, yaşlı yaprakların absiyonu ve senesensinin hızlandırılmasıyla kuraklığa cevap vermiştir. Bu proses, ayrıca yaprak alanı ayarlaması olarak bilinir. Bitkilerde, kuraklık stresine karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu durum fotosentezin azalmasıyla ilişkilidir (Mahajan ve Tuteja 2005).

Araştırmacılar buğdayda yaptıkları çalışmalarda erken gelişme dönemlerindeki kuraklığın; daha erken çiçeklenmeye, bitki boyu, yaprak alanı ve fertil kardeş sayısında azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir (Day ve Intalap 1970, Robertson ve Guinta 1994).

Köksal (2006), şeker pancarında yapmış olduğu bir çalışmada yaprak alan indeksi (YAI) değerlerinin sulama suyu arttıkça artmış, azaldıkça azalmış olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacıların farklı bitkilerde bulduğu sonuçlar denemeden elde edilen sonuçları destekler biçimdedir.

4.3.5 Bitki Başına Meyve Sayısı (adet)

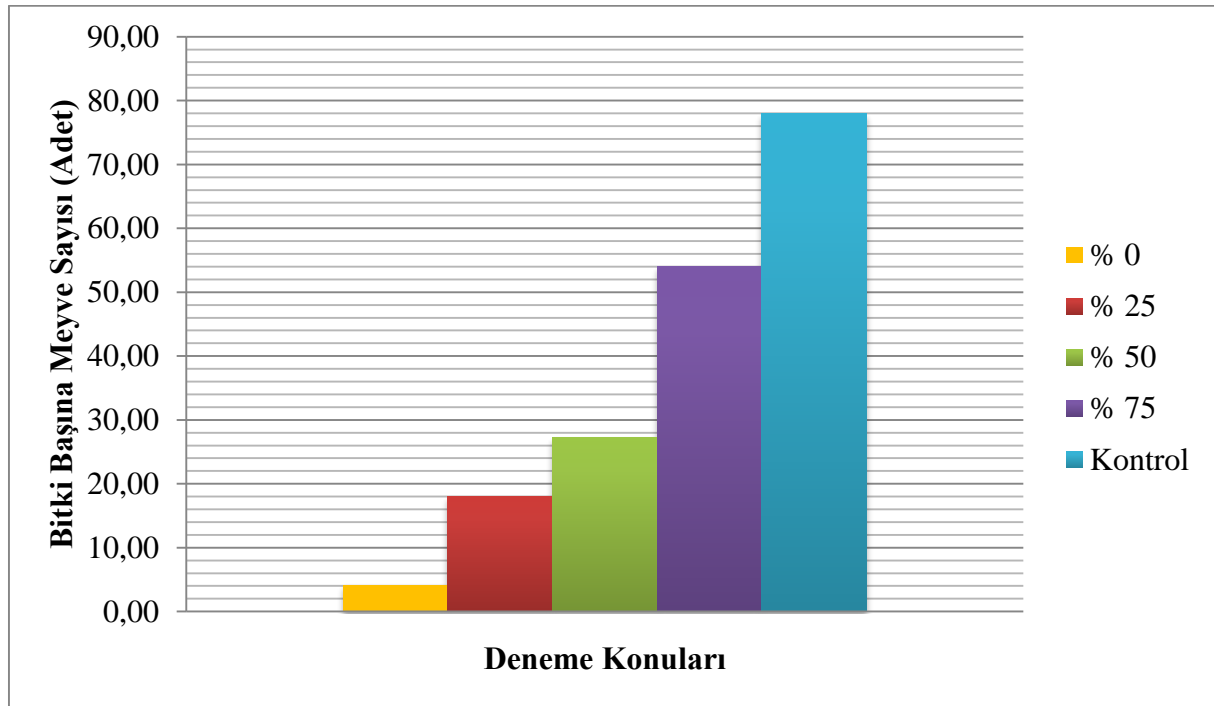
Farklı su uygulamalarının yerkirazında bitki başına meyve sayısı ortalamaları ve bu ortalamaların istatistikî açıdan oluşturdukları önem sıralamaları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'da sunulmuştur.

Çizelge 4.10'un incelemesinden anlaşılacağı üzere bütün uygulamalar istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına meyve sayısı ortalamalarına etkisi (adet) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
4,25 d	18,00 c	27,25 c	54,00 b	78,00 a

Bitki başına meyve sayısına farklı sulama uygulamalarının etkisi bakımından kontrol uygulamasında en yüksek (78 adet), % 0 uygulamasında ise en düşük (4,25 adet) ortalamayı verdiği saptanmıştır.



Şekil 4.5. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına meyve sayısı ortalamalarına etkisi (adet) üzerine farklılıkları

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin Tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmada 2010 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve sayısının 2,09-328,64 adet arasında değiştiğini, 2011 yılında ise 32,49-82,61 adet arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Tulukçu (2012) tarafından yapılan kurak koşullarda yerkirazı yetiştiriciliğinin verim ve verim bileşenlerinin saptanması çalışmasında 2010 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 28 adet ve küçük meyvede 70 adet olarak bulunmuştur. 2011 yılında toplam meyve sayısı büyük meyvede 32 adet ve küçük meyvede ise 80 adet olmuştur.

Mitchell ve ark. (1991) domates bitkisiyle yaptığı bir çalışmada su kısıtının meyve suyu birikimini ve taze meyve verimini azalttığını bildirmiştir.

Kaya ve ark. (2003), uygun sulama (kontrol) ve su stresi koşulları altında yetiştirilen karpuz bitkilerinde mikorizal kolonizasyonun etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada mikorizal etkinin söz konusu olmadığı kontrol uygulamasında bitki başına verim 27.96 kg, su stresi uygulamasına maruz kalan bitkilerde bitki başına verim ise 17.60 kg olarak tespit edilmiştir.

Mirabad ve ark. (2013) kavun (*Cucumis melo* L.) bitkisinin gelişim, verim ve şeker içeriği üzerine % 60, % 80 ve % 100 olmak üzere üç farklı su kısıtının etkilerini inceledikleri bir çalışmada meyve verimlerini sırasıyla 19.6 t ha⁻¹, 28.3 t ha⁻¹ ve 30.3 t ha⁻¹ tespit etmişlerdir.

Şensoy ve ark. (2007), sulama sıklığı ve miktarının açıkta yetiştirilen kavun bitkilerinde meyve verimi ve kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada 405.7 mm sulama suyu miktarı uygulandığında ortalama meyve ağırlığının 928.5 g, 548.8 mm uygulandığında ise 1086.5 g olduğunu bildirmişlerdir.

4.3.6 Kabuklu Tek Meyve Ağırlığı (g)

Denemede ele alınan yerkirazı bitkisine farklı su uygulamalarının sonucunda ortalama kabuklu tek meyve ağırlık değişimi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibidir.

Ortalamaların değerlendirilmesi sonucunda tek meyve ağırlığı yönünden su uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

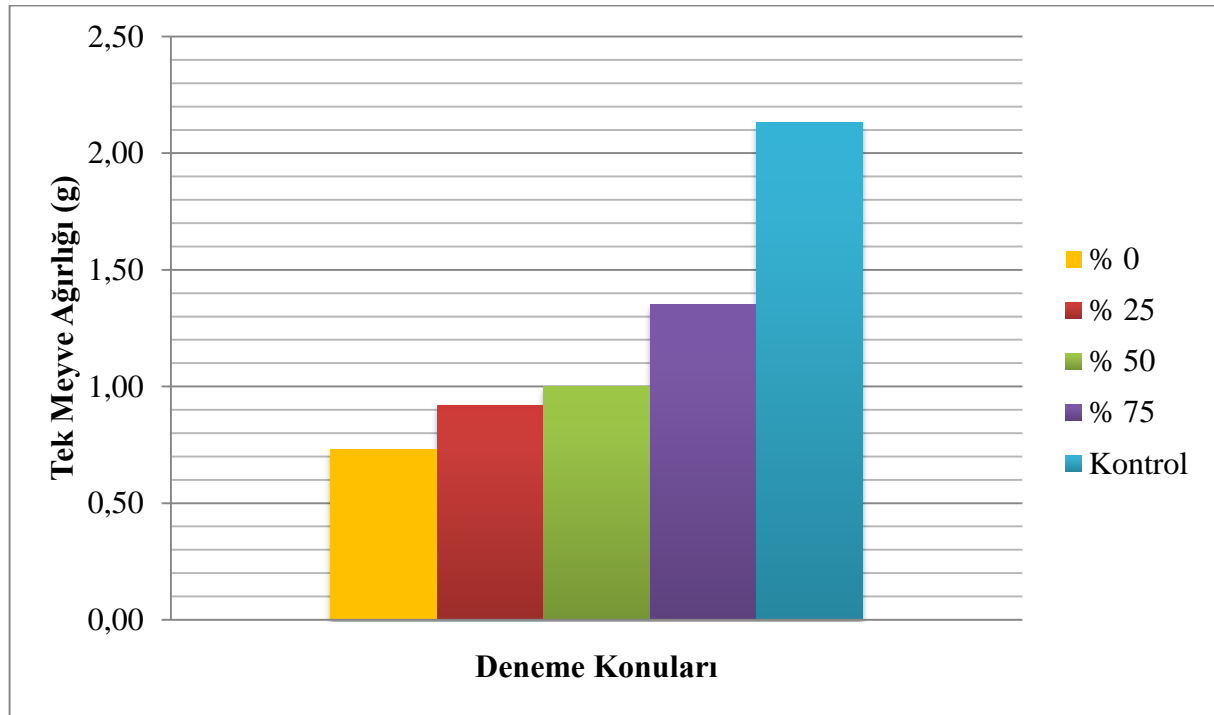
Çizelge 4.9'dan gözlemleneceği üzere tek meyve ağırlığı ortalamaları 0,73-2,13 g arasında değişim göstermiştir.

Farklı su uygulamalarına göre en yüksek tek meyve ağırlığı kontrol uygulamasından (2,13 g) elde edilirken bunu % 75 uygulaması izlemiştir. En düşük tek meyve ağırlığı ise % 0 (0,73 g) uygulamasından elde edilmiştir.

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin Tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmasında 2010 yılında meyvelerin kabuklu ağırlıklarının 1,70 -24,93 g arasında, kabuksuz ağırlıklarının 1,23 -24,07 g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Aynı çalışmada 2011 yılında ise kabuklu ağırlığın genotipler arasında 2,95 -34,11 g aralığında değiştiğini belirlerken, kabuksuz ağırlığın 2,79 -33,35 g aralığında değiştiğini belirlemiştir.

Çizelge 4.7. Farklı su uygulamalarının yerkirazının kabuklu tek meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
0,73 b	0,92 b	1,00 b	1,35 b	2,13 a



Şekil 4.6. Farklı su uygulamalarının yerkirazının kabuklu tek meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları

Tulukcu (2012) tarafından yapılan kurak koşullarda yerkirazı yetiştiriciliğinin verim ve verim bileşenlerinin saptanması çalışmasında 2010 yılında tek meyve ağırlığı büyük

meyvede 6,16 g ve küçük meyvede 1,76 g olarak bulunmuştur. 2011 yılında tek meyve ağırlığı büyük meyvede 6,48 g ve küçük meyvede ise 1,98 g olmuştur.

Araştırmacıların farklı ekolojilerde farklı yer kirazları ile yaptıkları birçok araştırmadan elde ettikleri tek meyve ağırlığı bulguları, denemeden elde edilen sonuçları destekler biçimdedir.

4.3.7 Bitki Başına Toplam Kabuklu Meyve Ağırlığı (g)

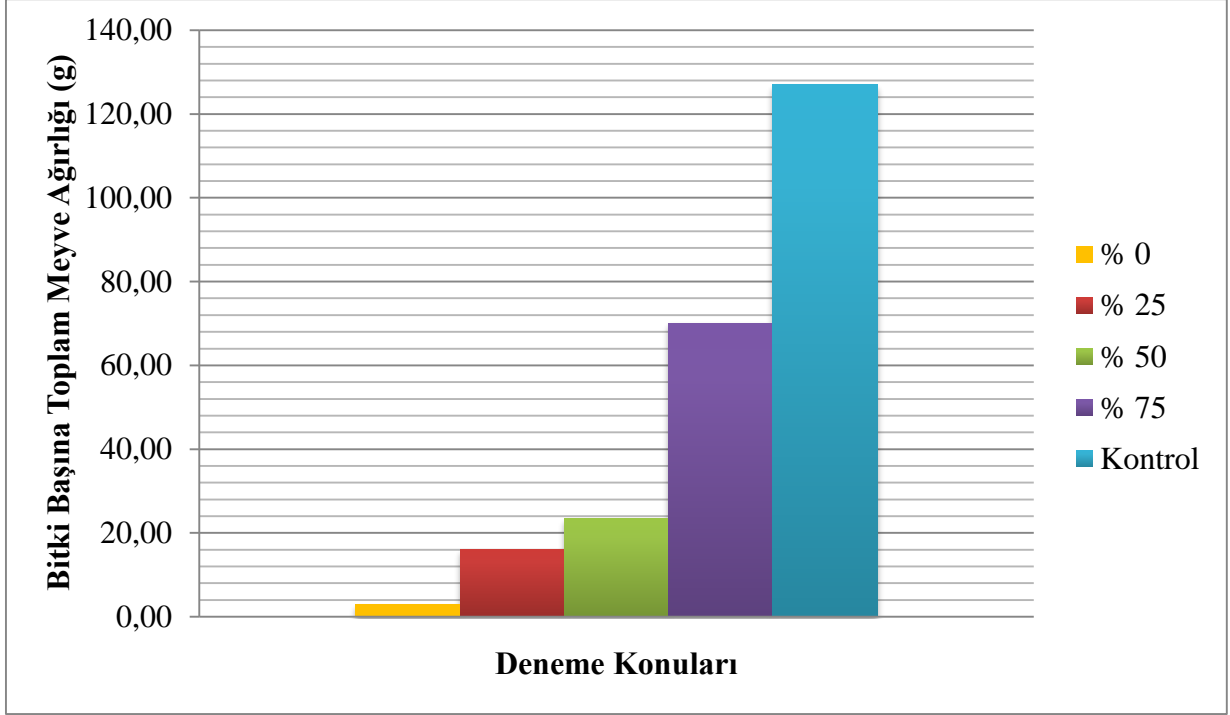
Araştırmada farklı su uygulamalarının yerkirazında ortalama bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı değişimi Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’de görüldüğü üzere bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı ortalamaları 3,03-127 g arasında değiştiği ve istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde oldukları anlaşılmıştır.

Farklı düzeylerde sulama uygulamalarına göre bitki başına en yüksek toplam meyve ağırlığını kontrol uygulamasından (127 g) elde edilirken, en düşük toplam meyve ağırlığı ortalaması ise % 0 uygulamasından elde edilmiştir. % 25 ve % 50 sulama seviyeleri ise istatistiki olarak aynı önem seviyesinde kalmışlardır.

Çizelge 4.8. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
3,03 c	16,09 bc	23,49 bc	70,05 b	127,00 a



Şekil 4.7. Farklı su uygulamalarının yerkirazının bitki başına kabuklu meyve ağırlığı ortalamalarına etkisi (g) üzerine farklılıkları

Ergüder (2012) bazı yerkirazı genotiplerinin Tokat ekolojisindeki performanslarını incelediği çalışmada 2010 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve ağırlığının 2,59-527,58 g arasında değiştiğini, dekara kabuklu verim ise 3,24 kg-659,47 kg arasında belirlemiştir. Aynı çalışmada 2011 yılında bitki başına hasat edilen ortalama meyve ağırlığının 95,14-718,12 g arasında değiştiğini, dekara kabuklu verim ise 44,05 kg-332,46 kg arasında değiştiğini belirlemiştir.

Erken ve ark. (2012) tarla kapasitesine göre %100, % 66 ve % 33 olmak üzere üç farklı su kısıtının yerkirazı bitkisi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada bitki başına verimi sırasıyla 134,17 g/bitki, 106,40 g/bitki, 84,16 g/bitki olarak saptamışlardır.

Tulukcu (2012) tarafından yapılan kurak koşullarda yerkirazı yetiştiriciliğinin verim ve verim bileşenlerinin saptanması çalışmasında 2010 yılında bitki başına meyve ağırlığı büyük meyvede 177 g ve küçük meyvede 126 g olarak bulunmuştur. 2011 yılında bitki başına meyve ağırlığı büyük meyvede 217 g ve küçük meyvede ise 169 g olmuştur.

4.4 Fizyolojik Değişimlere İlişkin Sonuçlar

4.4.1 Zararlanma Dereceleri

Denemede yer alan yerkirazı bitkilerine uygulanan farklı su uygulamalarının yaprak skala ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

Zararlanma derecesi bakımından ele alınan farklı su uygulaması ortalamalarının incelenmesi sonucunda uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (% 1) önemli farklılık bulunmuştur.

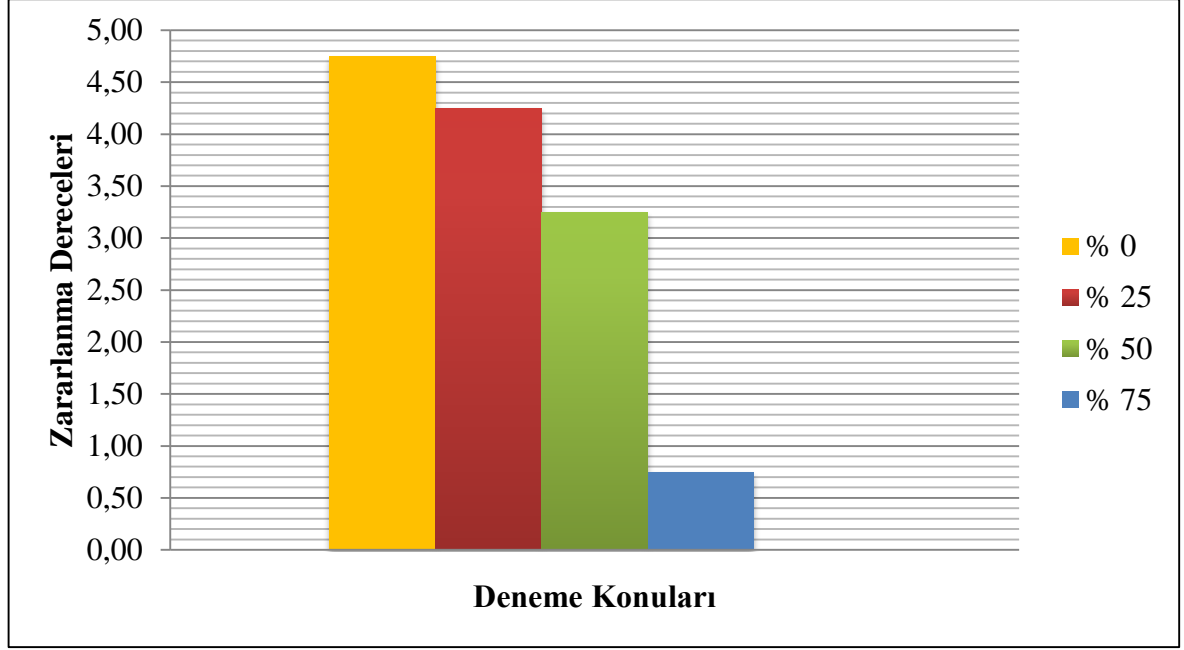
Yerkirazı bitkisinde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bitkiler semptomlarına ayrılmış ve zararlanma derecesine göre 0’dan 5’e kadar puan verilmiştir.

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

Çizelge 4.9. Farklı su uygulamalarının yerkirazında yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi ve LSD testine göre gruplar

%0	%25	%50	%75	Kontrol
4,75 a	4,25 ab	3,25 b	0,75 c	0,00 c

Deneme süresince elde edilen zararlanma derecesi değerleri Çizelge 4.1’de incelendiğinde su uygulaması yapılmayan bitkilerin (% 0) 4,75 skala değeri ile stresten en fazla zarar gördüğü, % 75 ve % 100 uygulaması sonucu skala değerinin düşmesi ile zararın en aza indiği saptanmıştır.



Şekil 4.8. Farklı su uygulamalarının yerkirazında yaprak zararlanma dereceleri ortalamalarına etkisi üzerine farklılıkları

Yapılan analizde zararlanma derecesinin % 0 uygulamasında en yüksek değere sahip olması yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı olduğunu göstermektedir. Bu durum % 0 uygulamasında sulamanın yapılmayıp bitkinin strese girdiğinin kanıtı olarak tespit edilmiştir. % 100 sulamanın yapıldığı kontrol uygulamasında ise; 0 değeri bulunmuş olup, bitkilerin normal gelişimlerini tamamladığı ve stres altında olmadıkları belirlenmiştir.

4.4.2 Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

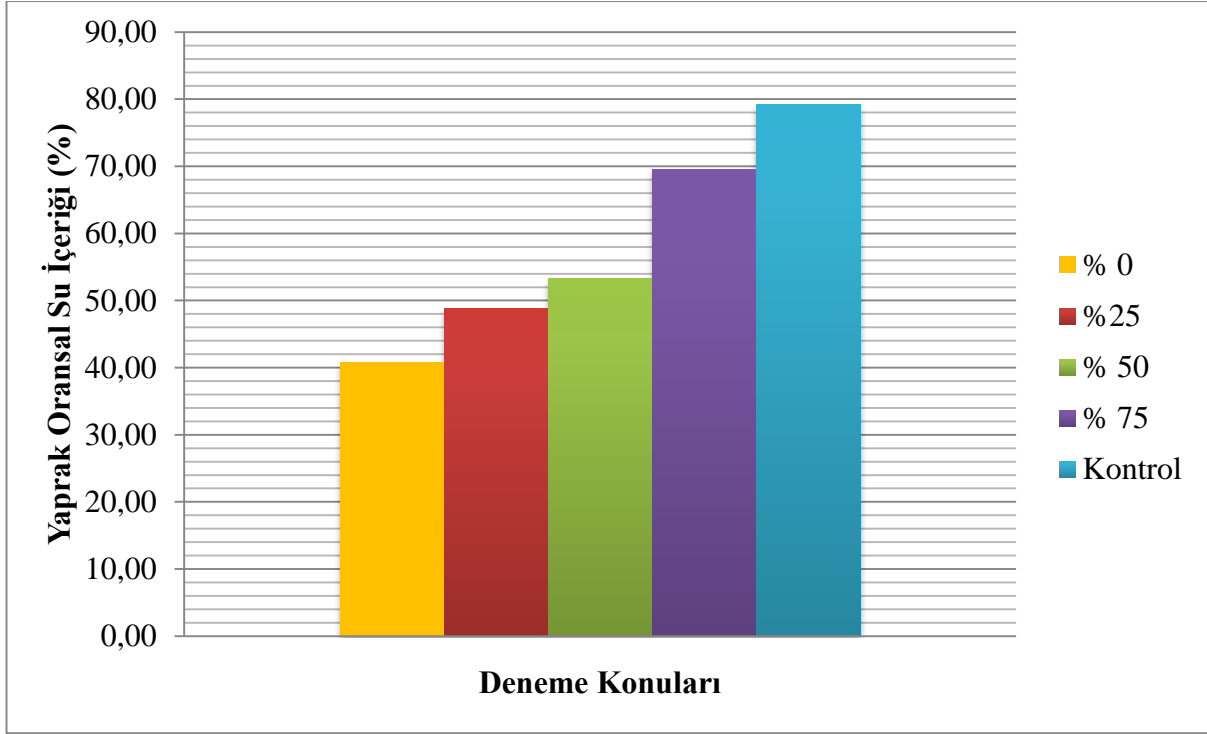
Farklı su uygulamalarının yaprak oransal su içeriği üzerindeki etkileri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Yaprak oransal su içerikleri üzerine sulama konularının yapmış olduğu etkinin istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli olduğu anlaşılmıştır.

Bitkilere uygulanan su miktarları ile yaprak oransal su içeriği arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). Yaprak oransal su içeriğinin, bitkilere uygulanan su kısıtlamalarına paralel olarak düştüğü saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Yaprak oransal su içeriğindeki en büyük düşüş % 0 konusunda görülmüştür. % 100 konusu en yüksek yaprak oransal su içeriği değerine (% 79,22) sahip olmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak oransal su içeriği ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
40,79 d	48,79 d	53,20 c	69,48 b	79,22 a



Şekil 4.9. Farklı su uygulamalarının yerkirazının YOSİ değerlerinin kontrol bitkilerine oranla % değişim oranları (%) üzerine farklılıkları

Yaprak oransal su içeriğindeki azalmaya, toprakta yarayışsız suyun oluşu (Shalhevet 1993) ya da absorbe yüzeyinde azalma nedeniyle terleme ile kaybolan su miktarını karşılayamayan kökler sebep olabilmektedir (Gadallah 2000).

Tuna ve ark. (2010), cam serada kavun bitkilerinde su stresi üzerine potasyumun etkilerini incelemişlerdir. Kontrol ve su stresi konularında bulunan bitkilere 3 farklı dozda potasyum gübrelemesi (besin solüsyonu olarak 6, 9 ve 12 mM) uygulamışlardır. Kontrol konusunda 6, 9 ve 12 mM miktarlarında potasyum gübrelemesi yapılması ile beraber yapraklarda oransal su içeriği sırasıyla % 80.6, 80 ve 82.6 bulunmuştur. Su stresi ile beraber 6, 9 ve 12 mM potasyum gübrelemesi sonucunda yaprak oransal su içeriği sırasıyla % 64.3, 70.6 ve 73 değerlerine düşmüştür.

Köksal (2006)'a göre; şekerpancarı bitkisinde yaprak su içeriği (YSİ) ve yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri konulara verilen sulama suyu miktarları arttıkça artmış, azaldıkça azalmıştır.

Kırnak ve ark. (2001b) patlıcanda su stresinin yaprak oransal su içeriği ve vejetatif gelişimi önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir.

Araştırmacıların farklı bitkilerde bulduğu sonuçlar denemeden elde edilen sonuçları destekler biçimdedir.

4.4.3 Yaprak Su Potansiyeli Ölçümü (MPa)

Gün ortası yaprak su potansiyelleri Smith ve Prichard (2002)'e göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.11).

Farklı su uygulamalarının yerkirazının gün ortası (ψ_{go}) yaprak su potansiyeli üzerine etkileri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.10' de gösterilmiştir.

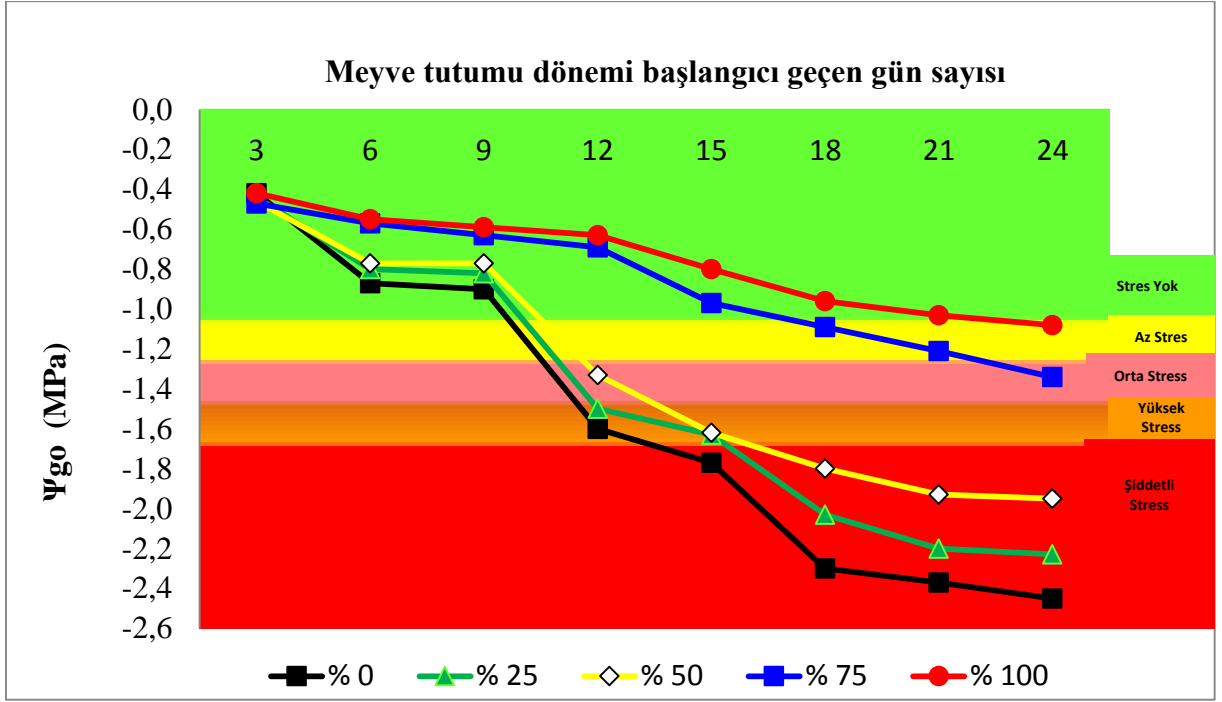
Yaprak su potansiyeli incelenmesinde, çiçeklenme dönemi başlangıcında uygulanmaya başlanan su uygulamalarının sonucunda yaprak su potansiyeli değerinin -2.45, -0,42 MPa arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Omcada gün ortası yaprak su potansiyellerine göre stres seviyeleri (Smith ve Prichard 2002).

Sınıf	Gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) (MPa)	Stres seviyesi
0	$\psi_{go} > -1.0$ Mpa	Stres yok
1	$-1.0 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.2 \text{ MPa}$	Hafif stres
2	$-1.2 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.4 \text{ MPa}$	Orta stres
3	$-1.4 \text{ MPa} \geq \psi_{go} \geq -1.6 \text{ MPa}$	Yüksek stres
4	$-1.6 \text{ MPa} > \psi_{go}$	Şiddetli stres

Çizelge 4.12. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli (ψ_{go}) üzerine etkileri (MPa)

Su Uygulaması	Çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısı							
	3	6	9	12	15	18	21	24
% 0	-0,42	-0,87	-0,90	-1,60	-1,77	-2,30	-2,37	-2,45
% 25	-0,44	-0,80	-0,82	-1,50	-1,63	-2,03	-2,20	-2,23
% 50	-0,46	-0,77	-0,77	-1,33	-1,62	-1,80	-1,93	-1,95
% 75	-0,47	-0,57	-0,63	-0,69	-0,97	-1,09	-1,21	-1,34
% 100	-0,42	-0,55	-0,59	-0,63	-0,80	-0,96	-1,03	-1,08



Şekil 4.10. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go}) etkileri (MPa) üzerine farklılıkları

Araştırmamızda çiçeklenmeden hasada kadar geçen süre içerisinde sulamada meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin azaldığı belirlenmiştir. Buna göre su kısıtlaması arttıkça en düşük yaprak su potansiyeli elde edilirken sulama oranı arttıkça yaprak su potansiyeli ortalamalarının arttığı görülmüştür.

Su kısıtlamasının başlamasından 3 gün sonra yapılan ilk ölçümde sulama rejimleri arasında bir farklılığın oluşmadığı (-0.47, -0.42 MPa) ve Şekil 4.7’de görüldüğü gibi stres oluşmadığı belirlenmiştir. Çiçeklenmeden 9 gün sonra yaprak su değerleri arasında farklılıklar oluşmaya başlamış ve eşik değer olan -1 MPa sınırının altına inmeyerek tüm sulama konularının stres eşiğini aşmadıkları belirlenmiştir.

Stres koşulları çiçeklenmeden 12 gün sonra başlamış ve bu dönemde % 0 ve % 25 sulama rejimleri yüksek stres oluştururken (-1,60, -1,50 MPa), % 50 sulama rejimi ise orta stres şartları içerisinde kalmıştır. Çiçeklenmeden 15 gün sonra % 0, % 25 ve % 50 sulama yapılan yer kirazlarında şiddetli stres oluşurken (-1,77, -1,63 ve -1,62 MPa), % 100 ve % 75 sulama koşullarında yetişen yer kirazlarının stres eşiğini hala aşmadığı (-0,97, -0,80 MPa) görülmüştür.

Son ölçüm tarihi olan 24. günde % 100 sulamada yetiştirilen yer kirazlarının gün ortası yaprak su potansiyeli (GOYSP) az stresli (-1,08 MPa), % 75 sulama koşullarında GOYSP değerlerinin orta stresli dönemde (-1,34 MPa) olduğu görülmüştür. % 0 , % 25 ve % 0 sulama şartlarında ise şiddetli stres şartlarının artarak devam ettiği anlaşılmıştır.

Karipçin (2009), karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmasında su düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin negatif yönde arttığı, yani stres koşulları arttıkça yaprak su potansiyelinin de arttığı saptanmıştır. Bu durum denemeden elde edilen sonuçlar ile uyum göstermektedir.

Yaprak su potansiyelinde Deveci ve Uyan (2011) çalışmalarında araştırmaya paralel sonuçlar bulmuşlardır. İspanağın 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 stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenerek çıktığını tespit etmişlerdir. Fakat % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığını bulmuşlardır

Kaya (2011), tuz ve kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerin yaprak oransal su içeriği değerleri incelemiş kuraklık stresinde bitkilerin yaprak oransal su içeriğinde azalma gösterdiğini belirtmiştir.

4.4.4 Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)

Denemede yerkirazı bitkilerinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması bakımından yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre sulama ana etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.11).

Yaprak hücrelerinde membran zararlanması yönünden Çizelge 4.13 ve Şekil 4.11'in incelemesinden de anlaşılacağı gibi değerler % 8,14 ile % 76,36 arasında değişim göstermiştir. En düşük değer kontrol uygulamasından (% 8,14) elde edilirken en yüksek değer hiç su uygulamasının yapılmadığı % 0 uygulamasından elde edildiği saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
76,36 a	69,34 b	47,10 c	38,45 d	8,14 e

Kırnak ve ark. (2001a)'e göre su stresinin patlıcan bitkisine uygulanması elektrolit sızmasını (EL) önemli ölçüde düşürmüştür.

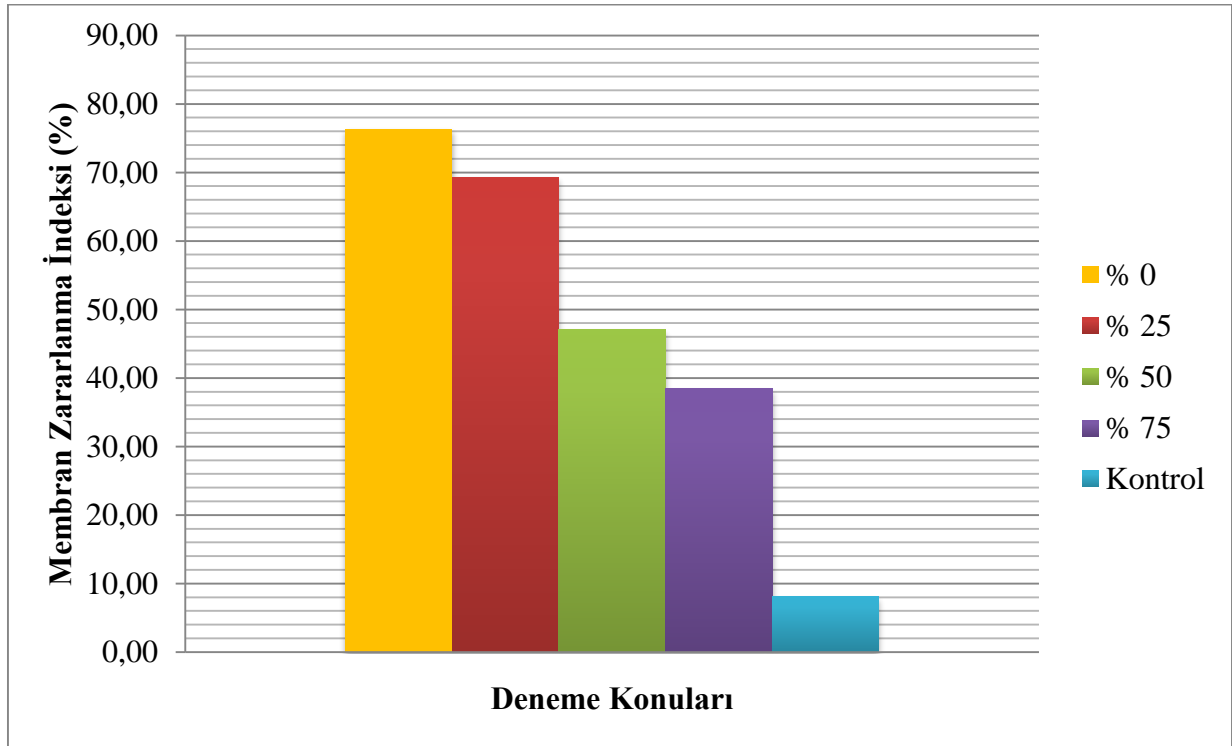
Kaya ve Daşgan (2013) fasulye genotipleriyle yaptıkları bir çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin yaprak membran zararlanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Premachandra ve ark. (1992), McDonald ve Archbold (1998) su kullanımında azalmaların elektrolit sızmasını etkilediğini bildirirken, Kırnak ve ark. (2001b), Dhindsa ve ark. (1981), Chen ve ark. (1991) klorofil konsantrasyonlarında (yaprak dökümü nedeniyle) azalmaların elektrolit sızıntısını artırmasıyla bağlantılı olduğunu bildirmiştir.

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.

Araştırmacıların ortaya koyduğu sonuçlar, çalışmada sunulan bulguları da desteklemektedir.



Şekil 4.11. Farklı su uygulamalarının yerkirazının yaprak hücrelerinde membran zararlanması ortalamalarına etkisi (%) üzerine farklılıkları

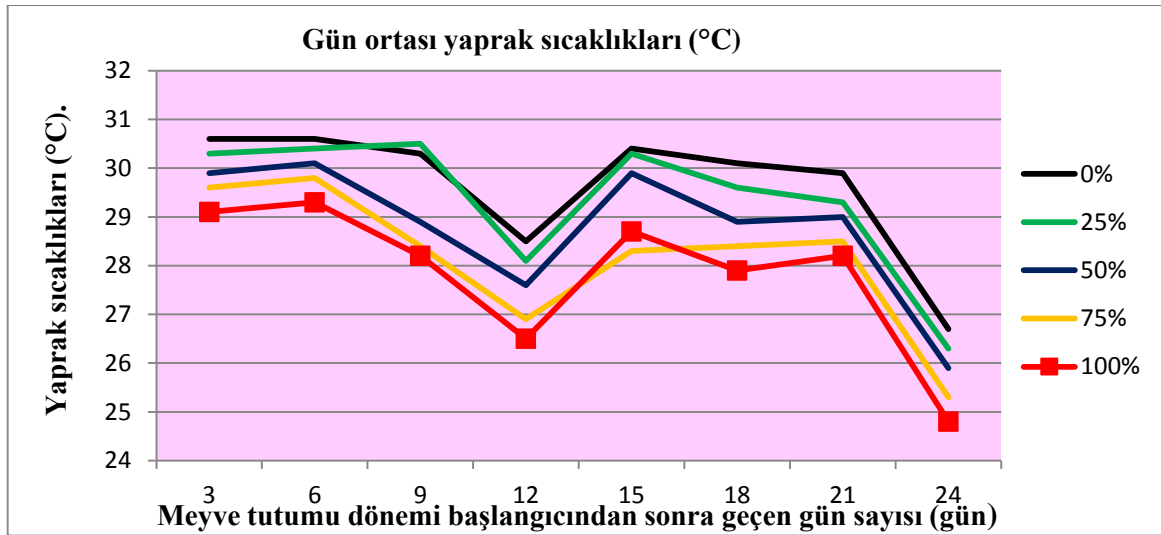
4.4.5 Yaprak Sıcaklıklarının Saptanması (°C)

İnfrared termometre yardımıyla sulama uygulamaları öncesi gerçekleştirilen sıcaklık ölçümlerine ait ortalamalar Çizelge 4.14 ve Şekil 4.12' de gösterilmiştir.

Çizelgeden anlaşılacağı gibi yaprak sıcaklıklarının en yüksek değeri gün ortası ölçümlerinde % 0 uygulamasından elde edilirken, en düşük değer kontrol uygulamasının ölçümlerinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarında üzerine etkileri (°C).

Su Uygulaması	Çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısı(gün)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
% 0	30,6	30,6	30,3	28,5	30,4	30,1	29,9	26,7
% 25	30,3	30,4	30,5	28,1	30,3	29,6	29,3	26,3
% 50	29,9	30,1	28,9	27,6	29,9	28,9	29,0	25,9
% 75	29,6	29,8	28,4	26,9	28,3	28,4	28,5	25,3
% 100	29,1	29,3	28,2	26,5	28,7	27,9	28,2	24,8



Şekil 4.12. Yerkirazında farklı su uygulamalarının gün ortası yaprak sıcaklıklarına etkileri (°C) üzerine farklılıkları.

Walker ve Hatfield (1979) bitki yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına oranla daha fazla artmasının bitkinin su stresine girdiğinin bir belirtisi olduğunu bildirmektedir.

Jackson ve ark. (1986)'ya göre, uzaktan algılama ile bitki koşullarının gözlenmesi sadece verim tahmin etmede değil aynı zamanda günlük olarak bitki yönetiminde etkilidir.

Birçok arazi denemesi kurularak el radyometreleri ile bitki karakteristiklerinin spektral tepkileri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalara göre, radyometrik bir biçimde ölçülen bitki örtü sıcaklığı referans bir sıcaklık ile karşılaştırıldığında (hava sıcaklığı), su stresine ilişkin önemli bir gösterge niteliğindedir.

Idso ve ark. (1990)'a göre bitkilerin en üst düzeyde transpirasyon yapabildikleri düzey (hiç su stresi yaşanmayan su düzeyi) ile hiç transpirasyon yapamadıkları düzey bitki su stresi indeksi hesaplamada temeldir.

4.5 Kimyasal Değişimlere İlişkin Sonuçlar

4.5.1 Toplam Fenolik Madde Tayini (mg/100 g)

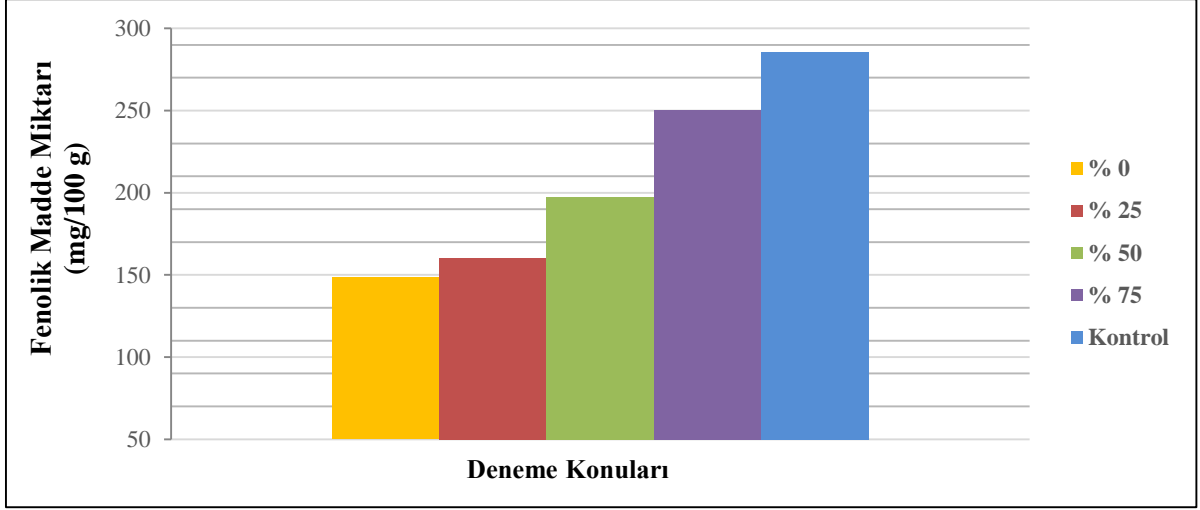
Farklı su uygulamalarının yerkirazı bitkisinin toplam fenolik madde miktarı ortalamaları ve bu ortalamaların istatistikî açıdan oluşturdukları önem sıralamaları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14'ün incelemesinden anlaşılacağı üzere % 0 ve % 25 uygulamaları arasında istatistikî olarak bir fark bulunamazken diğer bütün uygulamalar % 1 önem düzeyinde önemli olarak saptanmıştır.

Sulama suyu uygulamalarının etkisini, toplam klorofil miktarı açısından incelediğimizde ortalamalar 148,50 mg/100g – 285,77 mg/100g arasında değişirken en yüksek toplam fenolik madde miktarı kontrol uygulamasından (285,77 mg/100g) elde edilirken en düşük toplam klorofil miktarı % 0 uygulamasından (148,50 mg/100g) elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam fenolik madde miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100g) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
148,50 d	160,29 d	197,55 c	250,66 b	285,77 a



Şekil 4.13. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam fenolik madde tayini miktarı ortalamalarına etkisi (mg/100 g) üzerine farklılıkları

Silvana ve ark. (2013) iki olgunluk döneminde yerkirazının (*Pysalis peruviana* L.) flavonol ve antioksidant aktivitesini belirlemek için yaptığı çalışmada rutin, myricetin ve quercetin fenolik maddelerinin küçük meyveler ile büyük meyvelerde ayrı ayrı olmak üzere olgunluk başlangıcı ve sonundaki değerlerini saptamıştır. Rutin fenolik maddesi olgunluk başlangıcında küçük meyvelerde $5.89 \pm 0.75 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde $4.46 \pm 0.17 \mu\text{g g}^{-1}$ belirlenirken olgunluğun son aşamasında küçük meyvelerde $6.90 \pm 0.40 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde ise $6.76 \pm 0.07 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Myricetin fenolik maddesi olgunluk başlangıcında küçük meyvelerde $1.11 \pm 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde $1.31 \pm 0.04 \mu\text{g g}^{-1}$ olurken olgunluğun son aşamasında küçük meyvelerde $1.08 \pm 0.01 \mu\text{g g}^{-1}$, büyük meyvelerde ise $1.17 \pm 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$ olmuştur. Quercetin fenolik maddesi ise tespit edilememiştir (Silvana ve ark. 2013).

Catalina ve ark. (2008) Ekvador'un başlıca meyvelerinin toplam fenolik bileşikler ve antioksidant kapasiteleri üzerine yaptıkları çalışmada, *Physalis* türünün toplam çözünür fenolik bileşik içeriğini $87 \pm 19 \text{mg GAE}/100 \text{g}$ olarak tespit etmişlerdir.

4.5.2 Toplam Klorofil Tayini (SPAD)

Farklı su uygulamalarının yerkirazı bitkisinin toplam klorofil miktarı ortalamaları ve bu ortalamaların istatistikî açıdan oluşturdukları önem sıralamaları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

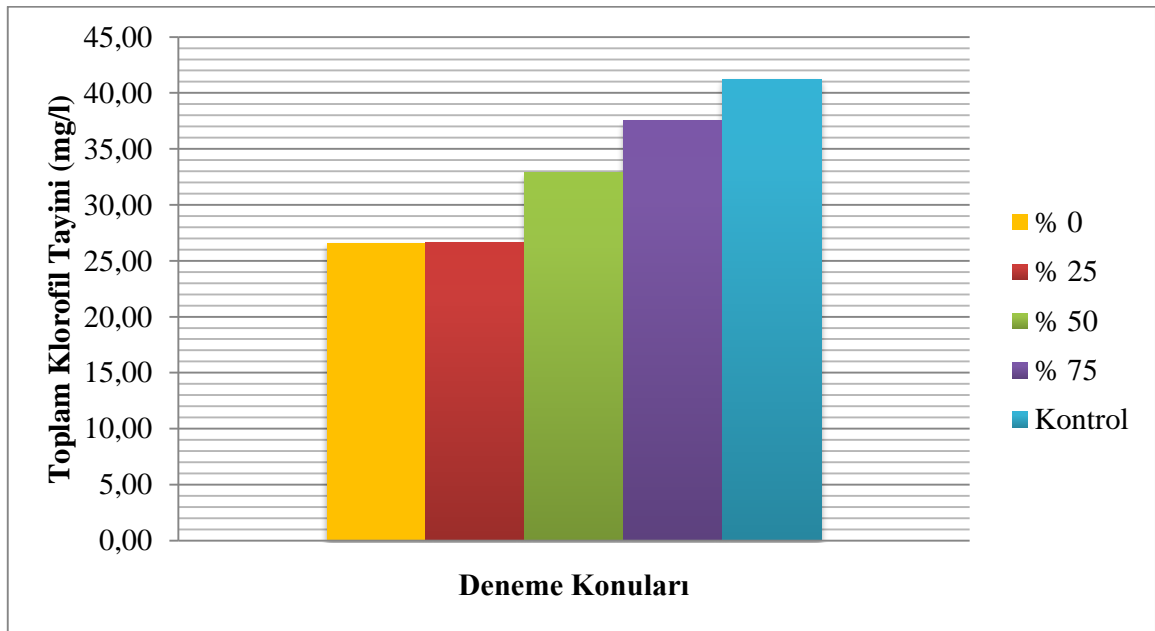
Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14'ün incelemesinden anlaşılacağı üzere % 0 ve % 25 uygulamaları arasında istatistikî olarak bir fark bulunamazken diğer bütün uygulamalar % 1 önem düzeyinde önemli olarak saptanmıştır.

Sulama suyu uygulamalarının etkisini, toplam klorofil miktarı açısından incelediğimizde ortalamalar 26,60 mg/l – 41,23 mg/l arasında değişirken en yüksek toplam klorofil miktarı kontrol uygulamasından (41,23 mg/l) elde edilirken en düşük toplam klorofil miktarı % 0 uygulamasından (26,60 mg/l) elde edilmiştir.

Kontrol uygulamasına kıyasla su stresinin artışıyla toplam klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisindedir (Bradford ve Hsiao 1982, Chartzoulakis ve ark.1993).

Çizelge 4.16. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) ve LSD testine göre gruplar

% 0	% 25	% 50	% 75	Kontrol
26,60 d	26,62 d	32,90 c	37,55 b	41,23 a



Şekil 4.14. Farklı su uygulamalarının yerkirazının toplam klorofil miktarı ortalamalarına etkisi (mg/l) üzerine farklılıkları

Kırnak ve ark. (2001a) tarafından bildirildiğine göre kavun bitkilerine uygulanan su stresi uygulamaları kuru madde ve klorofil içeriğini azaltmaktadır.

Steinberg ve ark. (1990) tarafından genç şeftali ağaçları için klorofil konsantrasyonu üzerine su stresinin zıt etkisi bildirilmiştir.

Klorofil miktarındaki azalma fotosentetik yapıların zarar görmesinin yanı sıra (Yasseen 1983), klorofil parçalanmasından sorumlu olan (Sabater ve Rodriguez 1978) klorofilaz enzimi gibi proteolitik (proteinleri parçalayıcı) enzimlerin oluşumları sebebiyle olabilmektedir.

4.5.3 Makro ve Mikro Besin Elementi Miktarları

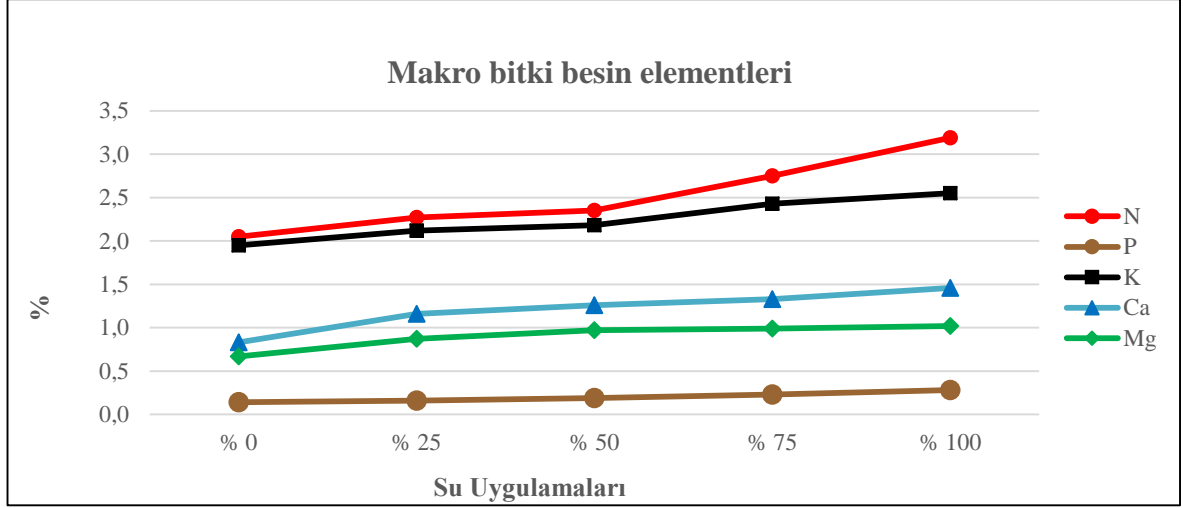
Yerkirazi bitkisinin farklı sulama uygulamalarındaki makro ve mikro besin elementi miktarları Çizelge 4.17 ve 4.18 ile Şekil 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.15'den de anlaşıldığı üzere yerkirazına ait makro besin elementleri topluca bir çizelgede gösterilmiş ve burada azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarları % cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.17 de ele alınan tüm makro besin elementleri istatistiksel olarak % 1 hata sınırları içinde kaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı su uygulamalarının yerkirazi yapraklarındaki makro besin elementleri ortalamalarına etkisi (%) ve LSD testine göre gruplar.

	N	P	K	Ca	Mg
% 0	2,05 d	0,14 e	1,95 d	0,83 e	0,67 d
% 25	2,27 cd	0,16 d	2,12 c	1,16 d	0,87 c
% 50	2,35 c	0,19 c	2,18 c	1,26 c	0,97 b
% 75	2,75 b	0,23 b	2,43 b	1,33 b	0,99 b
% 100	3,19 a	0,28 a	2,55 a	1,46 a	1,02 a



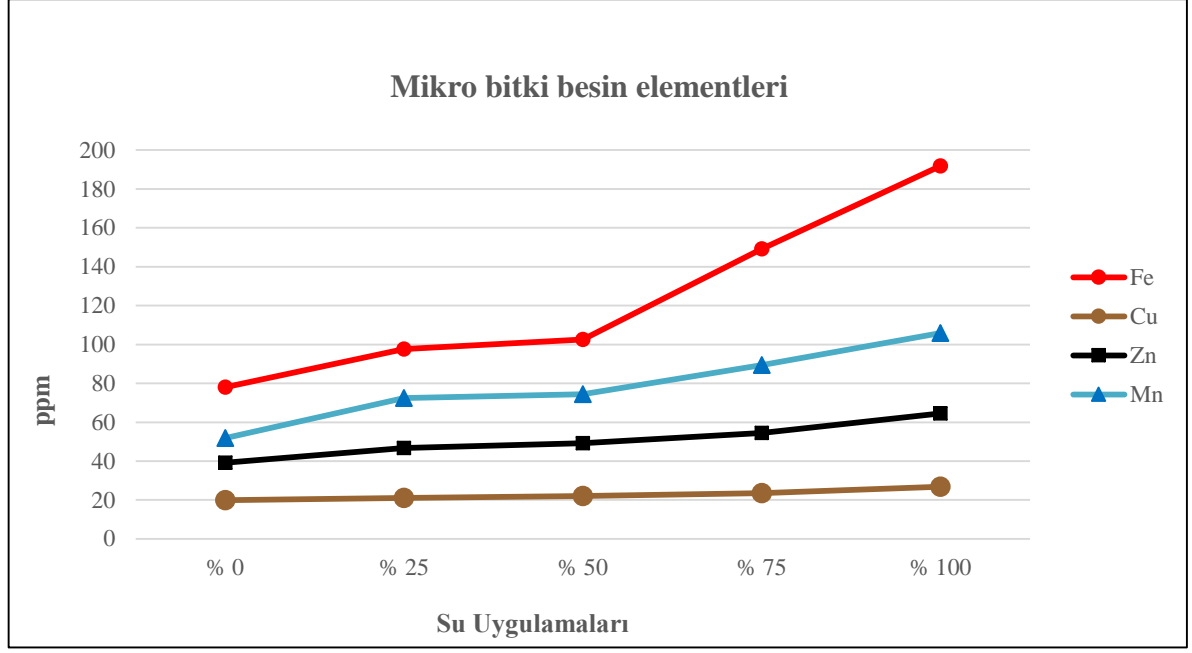
Şekil 4.15. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki makro besin elementleri (%) farklılıkları

Makro besin elementi miktarlarına ait ortalamalarda potasyum ortalamalarında % 50 ve % 25, magnezyum da ise % 75 ve % 50 sulama oranlarının aynı istatistiki önem grubunda kaldıkları tespit edilmiştir.

Yerkirazında farklı su kısıtı uygulamalarının mikro besin elementi miktarları üzerine değişimi Çizelge 4.18 ve Şekil 4.16’da verilmiştir. Denemede ele alınan demir, bakır çinko ve mangan gibi mikro besin elementleri ortalamalarının farklı su kısıtlarında vermiş olduğu ortalamaların istatistiksel olarak % 1 hata sınırları içerisinde kaldığı anlaşılmıştır. Burada da mikro besin elementlerinin kontrol uygulamalarında en yüksek değerlere ulaştığı görülürken, % 0 sulama uygulamasının en düşük değere ulaştığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.18. Farklı su uygulamalarının yerkirazı yapraklarındaki mikro besin elementleri ortalamalarına etkisi (ppm) ve LSD testine göre gruplar

	Fe	Cu	Zn	Mn
% 0	78,00 e	19,88 d	39,24 c	51,92 e
% 25	97,65 d	21,13 c	46,80 b	72,44 d
% 50	102,60 c	22,01 c	49,22 b	74,48 c
% 75	149,15 b	23,50 b	54,48 b	89,48 b
% 100	191,85 a	26,89 a	64,60 a	105,84 a



Şekil 4.16. Farklı su uygulamalarının yerkirazi yapraklarındaki mikro besin elementleri (ppm) farklılıkları

Çizelge 4.18’de bakırın % 25 ve % 50 uygulamaları ile çinkonun % 25, % 50 ve % 75 uygulamalarının aynı istatistiki önem grubu içerisinde kaldıkları görülmektedir.

Sulama konularının yerkirazının makro-mikro besin elementi miktarları üzerine etkileri beraber irdelendiğinde; bitki kök bölgesindeki su tutma kapasitesinin % 50’sinin tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkararak kontrol (% 100) sulama uygulamaları tüm makro ve mikro besin elementi miktarlarını en yüksek seviyeye çıkarmıştır (Çizelge 4.17 ve 4.18).

Sulama miktarlarında yapılan kısıtlamalar ile makro ve mikro besin elementi miktarları azalmış, hiç su uygulamasının yapılmadığı % 0 uygulamasında tüm besin elementleri miktarları en düşük seviyeye düşmüştür.

Sulamanın tüm besin elementleri üzerine etkisinde kontrol sulama gruplarında en yüksek değerlere ulaşırken, en düşük değerlere % 0 uygulamalarında ulaşıldığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise; kontrol grubunda bitkilere % 100 sulama yapıldığı için gelişimlerini tam olarak tamamlamış olan yapraklar toprakta bulunan su ve suda erimiş besin maddelerini rahatlıkla alabilmiş ve fotosentez herhangi bir sekteye uğramadığı için bitki gelişimi ve buna paralel olarak da yapraklarda makro ve mikro besin elementleri miktarlarının arttığı düşünülmektedir.

% 0 su uygulaması grubunda en düşük çıkmasının sebebi ise; bitkinin strese girerek gelişimini tamamlayamadığı için bünyesindeki besin elementi birikimleri yeterli olmamıştır.

Gerakis ve ark. (1975), daha önce yapılmış çalışmalarda, 21 tezden 12 sinin su stresinin bitkilerdeki P konsantrasyonunu azalttığını ve 9 tezin su stresinin bitkilerin P durumunu etkilemediğini belirttiğine dikkat çekmiştir.

Mouatt ve Ness (1986), bitki için yeterli P'nin büyüme ortamında yeterince su olduğu zaman sağlanabileceğini söylemişlerdir.

Marais ve Wiersma (1975), düşük su içeriğinin P ve K alımı ile P ve K'nın difüzyon oranını azalttığını açıklamışlardır.

Colman ve Lazenby (1975), nitrojen alımının su stresinden daha az etkilendiğini fakat şiddetli su stresi altında nitrojen alımının azaldığını belirtmişlerdir.

Kırnak ve ark. (2003) çan şeklindeki biberler (*Capsicum annuum* L.) ile yaptıkları çalışmada, biberlerin özellikle çiçeklenme zamanında su stresine oldukça hassas olduklarını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada su eksikliği özellikle klorofil içeriğini etkilemiş ve yapraktaki bulunan bazı besin konsantrasyonlarını indirgemiş olduğu anlaşılmıştır. Bu besin elementleri; N, P, K, Ca ve Mg dur. Özellikle N ve Mg konsantrasyonlarını düşürmüştür. Ayrıca araştırmacılar, suyun doğru şekilde uygulanması çan şeklindeki biberler gibi ürünler için çok önemlidir, demişlerdir.

Toprak nem içeriğinde ki gerileme, kök yüzey absorpsiyonu için toprak matriksinden bitki besin maddelerinin difüzyon ile alım oranında azaltmaktadır (Viets 1972, Pinkerton ve Simpson 1986). Köklerden sürgünlere besin maddesi taşınımı, azalan terleme oranı ile yavaşlamakta, aktif taşınım ve membran geçirgenliğine zarar vermekte, böylelikle meyvesi yenen bitkilerde kök absorpsiyon gücü azalmaktadır (Hsiao 1973, Kramer ve Boyer 1995).

Isıtmasız sera ortamında yetiştirdiğimiz yerkirazından elde edilen makro ve mikro element miktarları ortalamaları diğer araştırmacının ortalama makro ve mikro element değerleri ile uyum içerisindedir (Aslıhan ve ark. 2011).

5. SONUÇ

Yerkirazi bitkisine uygulanan su kısıtı sonucunda; zararlanma derecesi ile yapılan değerlendirmeye göre; tüm denemede % 0 su kısıtlamasında yapraklarda şiddetli solgunluk, sararma ve bitkide solma gözlemlenirken, sulama oranı arttırıldığında bu zararlanmanın azaldığı yapraklarda görülen solgunluk ve bitki büyümesindeki yavaşlamanın azaldığı saptanmıştır.

Suyun kısıtlı olduğu durumlarda, bitkide hücre büyümesi ve bölünmesi, protein sentezi, enzim sentezi gibi önemli fizyolojik olaylar azalmaktadır. Bitkiler büyüme dönemlerinde su kısıtı meydana geldiğinde fizyolojik olaylar olumsuz etkilenecek, verim ve kalitede önemli ölçüde düşüşler olmuştur.

Denemede kontrol uygulamasına verilen sulama suyu miktarının belirli oranlarda (% 75, % 50 ve % 0) düşürülerek oluşturulan su kısıtlamalarına tepkileri ölçülmüştür. % 100 (kontrol) uygulamasında yerkirazi bitkisinin yaprak sayısı 218.50 adet, bitki başına toplam yaprak ağırlığı 198.60 g, yaprak alanı 7801.31 cm², yaprak oransal su içeriği % 79.22, kabuklu tek meyve ağırlığı 2,13 g, bitki başına meyve sayısı 78 adet, bitki başına toplam kabuklu meyve ağırlığı 127 g, toplam klorofil miktarı 41,23 mg/l, toplam fenolik madde miktarı 285,77 mg/100g değerlerini alırken, % 0 uygulamasında aynı kriterler sırasıyla ile 75.25 adet, 65.48 g, 1540.53 cm², % 40.79, 0.73 g, 4,25 adet, 3.03 g, 26.60 mg/l, 148.50 mg/100g değerlerine düşmüştür. Ayrıca bitkilere verilen sulama suyu miktarlarının azaltılmasıyla makro-mikro besin elementi miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. % 75 uygulaması sonucu yaprak sayısı (214.50 adet) ve bitki başına toplam yaprak ağırlığı (193.54 adet) kriterlerinden istatistiki olarak kontrol uygulamasıyla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bunun yanında % 100 sulama olarak kabul edilen kontrol sulama gruplarında yapraklarda zararlanma derecesi indeksi, yaprak kalınlığı, yaprak hücrelerinde membran zararlanma oranı sırasıyla 0, 0.36 mm, % 8.14 değerlerini alırken, % 0 uygulamasında sırasıyla 4.75, 0,82 mm, % 76.36 değerlerine yükselmiştir. Yaprak yüzey sıcaklıklarında da sulama suyu miktarının azalmasıyla birlikte artışlar meydana gelmiştir. % 75 konusundan zararlanma dereceleri kriteri (0.75) ile kontrol uygulaması arasında istatistiki olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada çiçeklenme döneminden hasada kadar geçen süre içerisinde sulamada meydana gelen azalmalar neticesinde yaprak su potansiyelinin azaldığı belirlenmiştir. Buna

göre su kısıtlaması arttıkça en düşük yaprak su potansiyeli elde edilirken sulama oranı arttıkça yaprak su potansiyeli ortalamalarının arttığı görülmüştür. Bu dönemde oluşacak bir su stresinden sonra bitkilerin sadece kontrol ve % 75 oranında sulama yapılan grubunun stresten etkilenmediği ya da az etkilenecek çıktığı, fakat % 0, % 25 ve % 50 grubundaki bitkilerin stresi atlatamadığı tespit edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz N (1984). Tarla Deneme Tekniği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 448, 167 s, Bornova-İzmir.
- Aganchich B, Wahbi S, Loreto, F ve Centritto M (2009). Partial root zone drying: regulation of photosynthetic limitations and antioxidant enzymatic activities in young olive (*Olea europaea*) saplings Laboratoire de Biotechnologie et Physiologie Végétale, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Boulevard My Abdellah, BP 2390, Marrakech, Morocco.
- Anonim (1997). Cape Gooseberry (*P. peruviana* L.). California Rare Fruit Growers, Inc., <http://www.crfg.org/pubs/ff/capegooseberry.html>.
- Aslıhan E, Canan K, Ertan, Y, Hüseyin K ve Metin T (2011). Ameliorative Effect of Foliar Nutrient Supply on Growth, Inorganic Ions, Membrane Permeability, and Leaf Relative Water Content of *Physalis* Plants under Salinity Stress. *Soil Science and Plant Analysis*, 42:408–423, 2011.
- Asraf M ve Foolad MR (2007). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Aydemir O, İnce F (1988).” Bitki besleme” Atatürk Üniversitesi yayınları No:2 Diyarbakır 211-249.
- Begg JE, Turner NC (1976). Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28: 161-217.
- Beşirli G, Sönmez İ ve Erenoğlu B (2011a). Güney Marmara Koşullarında Güvey Feneri (*Physalis peruviana* L.) Üretim Potansiyeli. Uluslar arası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Cilt (II), 143-148, Eskişehir.
- Beşirli G, Şimşek G ve Sönmez İ (2011b). Farklı güvey feneri (*Physalis peruviana* l.) tiplerinde meyve ve tohum özellikleri. IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran, Samsun, Türkiye, 89-93.
- Blum A (1986). Breeding crop varieties for stress environments, *Crit. Rev. Plant Sci.*, 2, 199-23.
- Bradford KJ, Hsiao TC (1982). Physiological responses to moderate water stress. In: *Physiological plant ecology II. Water relations and carbon assimilation. Encyclop. Plant Physiol.*, Vol. 12B. Eds. Lange O., Nobel P. S., Osmond C. B., Zeigler H. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 263–324.
- Catalina V, Jenny R, Afaf Kafaf-Eldin (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry* 111 (2008) 816–823.
- Chartzoulakis K, Therios BNI (1993). Photosynthesis, plant growth and dry matter distribution in kiwifruit as influenced by water deficits. *Irrigation Sci.*, 14, 1–5.
- Chen CT, Li CC, Kao CH (1991). Senescence of rice leaves XXXI. Changes of chlorophyll, protein and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. *J. Plant Growth Reg.*, 10, 201–205.
- Collier DE ve Cummins WR (1996). The Rate of Development of Water Deficits Effect *Saxifraga Cernua* Leaf Respiration. *Physiol. Plant*, 96:291-297.

- Colman RL, Lazenby A (1975). Effect of moisture on growth and nitrogen response by Lolium prene Plant and Soil 42 (1975) 1,13.
- Çelik H (2011). Altın Çilek, Yeni Alternatif Meyve. www.gifimey.com.
- Çepel N (1995). Toprak Fizigi, 4.Ü Orman Fakültesi yayınları, İstanbul, 104-105.
- Çırak C, Esendal E (2006). Soyada Kuraklık Stresi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.
- Çokuysal B ve Erbaş E (2004). Bitkilerde Besin Maddeleri Noksanlıkları ve Toprak Tahlillerinin Değerlendirmesi. E.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü: 55, Kasım 2004.
- Davies WJ, Tadiou F, Trejo CL (1994). How do chemical signals work in plants that grow in drying soil. Plant Physiol. 104: 309-314.
- Day AD, Intalap S (1970). Some Effects of Soil Moisture on the Growth of Wheat, Agron. J., 62, 27-29.
- Deblonde PMK, Ledent JF (2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. Europ. J. Agronomy (14):31-41.
- Demir A (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi Cilt: 1 Sayı: 2 Sayfa: 037-054, Ankara.
- Deveci M, Arın L, Polat S (2006). Quickstar F1 ve Rapidstar F1 Alabaş (*Brassica Oleracea* var. *Gongylodes* 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.
- Deveci M ve Uyan B (2011). Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa.
- Dhindsa RS, Plumb-Dhindsa P, Thorpe TA (1981). Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. J. Exp. Bot., 32, 93-101.
- Dlugokecka E, Kacperska-Palacz A (1978). Re-Examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought Injury. Biologia Plantarum (Prague), 20: 262-267.
- Doğan N (2006). Su stresi altındaki fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin iyon alımı mekanizmasının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye: (I)s.
- Doorenboss J ve Kassam AH (1979). Yield Response To Water. FAO Irrigation and Drainage, Paper 33, Rome.
- Düzgüneş O (1963). Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv. Yayınları: 1021, Ders Kitabı No:295, İzmir.
- English MJ ve Nuss GS(1982). Designing for deficit Irrigation. Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Vol. 108, No: IR2.

- 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).
- Ergüder EG (2012). Bazı yerkirazı (*Physalis sp.*) genotiplerinin tokat ekolojisindeki performansları. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 22-26.
- Eriş A (1990). Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. U.Ü.Z.F. Yay.Ders Notları No: 11, Bursa.
- Erken O, Genç L, Kızıl Ü, İnalpulat M, Bahar E, Demirel K ve Çamoğlu G (2012). Farklı su kısıtı uygulamalarının yer kirazı üzerine etkileri ve yer kirazı veriminin tahmininde spektral indekslerin kullanımı. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 24-25 Mayıs, İzmir, 677-683.
- Fan S, Blake T (1994). Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species With Contrasting Ecological Requirements. *Physiologia Plantarum*, 90: 414-419.
- Fao (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level : An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa, Rome.
- Farah SM (1981). An examination of the effects of water stress on leaf growth of crops of field beans (*Vicia faba* L.) 1. Crop growth and yield. *J. Agric. Sci. Camb.* 96, 327-336.
- Fischer G (1995). Effect of root-zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry *Physalis peruviana* L. Tesis de doctorado. Universidad de Humboldt, Berlin.
- Gadallah MAA (2000). Effects of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. *Journal of Arid Environments* 44: 451-467.
- Gandar PW, Tanner CB (1976). Leaf growth, tuber growth and water potential in potatoes. *Crop Sci.* 16: 344-338
- Gates CT (1957). The response of the young tomato plant to a brief period of water shortage. *Journal Biology Science*, 10: 125-146.
- Gedik A (1997). Meteoroloji Ders Kitabı. O.M.Ü.Z.F. Yay., No: 10, Samsun.
- Gerakis PA, Geurrero FP, Wiilliams WA (1975). " Water relations and nutrition of three grassland annuals as affected by drought", *J Appl Ecol* 12, 125.
- 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.
- Gerçekçioğlu R ve Ergür EG (2013). Bazı altın çilek (*Physalis sp.*) genotiplerinin Tokat ekolojisindeki performansları. *TABAD*, 6 (1):01-05.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1155,371s. Ankara.
- Hoffman GJ, Howell TA ve Solomon KH (1992). Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, MI. 1040 p.
- Hsiao TC (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24: 519-570.

- Idso SB, Pinter Jr, PJ ve Reginato RJ (1990). Non-water stressed baselines: the importance of site selection for air temperature and air vapour pressure deficit measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53:73-80.
- Inman-Bamber NG (2004). Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. *Field Crops Research*, 89:107-122.
- İbrikci H, Gülüt KY ve Güzel N (1994). Gübrelemede Bitki Analiz Teknikleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No:95, Ders Kitapları Yayın No:8, S:16-17, Adana.
- Jackson RD, Pinter Jr PJ, Reginato RJ ve Idso SB (1986). Detection and evaluation of plant stress for crop management decisions. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 24(1):99-106.
- Kacar B, Katkat V ve Öztürk Ş (2002). Bitki Fizyolojisi, Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No.198, Vıpaş Yayınları 74, Bursa. S.1-563.
- Kadioğlu A (2007). Bitki Fizyolojisi, Efsen Ofset Matbaacılık, 406. s., Trabzon.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y (2005). The Effect of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. *G. U. Journal Of Science*, 18(4): 723- 740.
- Karıpçin MZ (2009). Yerli Ve Yabancı Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi Doktora Tezi, 259 Sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Kaya C, Higgs D, Kırnak H ve Tas I (2003). Mycorrhizal colonisation improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions. *Plant and Soil* 253:287–292.
- Kaya E (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotiplerinin Taranması. Yüksek Lisans Tezi, 213 sayfa, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana
- Kaya E ve Daşgan HY (2013). Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Yıl:2013 Cilt:29-2.
- Kılınç GÖ (2005). Potasyumlu Gübrelemenin Su Stresi koşullarında Mısırın Verim, Verim Komponentleri ile Büyüme ve Gelişme Parametrelerine Etkileri. *Ege Üni. Fen Bilimleri Ens. Toprak Bölümü Anabilim Dalı*, İzmir.
- Kırnak H, Kaya C, TAS I ve Higgs D (2001a). The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. *BULG. J. PLANT PHYSIOL.*, 27(3–4), 34–46.
- Kırnak H, Cengiz K, David H ve Sinan G (2001b). A long-term experiment to study the role of mulches in physiology and macro-nutrition of strawberry grown under water stress. *Austral. J. Agricult. Res.*, 52 (9) (In press).
- Kırnak H, Kaya C, Higgs D, Tas İ (2003). “Responses of drip Irrigated Bell Pepperto Water Stress and Different Nitrogen Levels with or without Mulch Cover”, *Journal of Plant Nutrition*, 26 (2003) 263-277.
- Köksal ES (2006). Sulama suyu düzeylerinin şekerpancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektrometre ile belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Ankara:67,68,69.

- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2008). Farklı bamyı genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos, Yalova, Türkiye, 329-333.
- Kuşvuran Ş, Daşgan HY, Abak K (2011). Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (YYU J AGR SCI) 21(3):209-219.
- Kraft A (1995). Flächenberechnung einer SW-Grafik Fläche packing programme.
- Kramer PJ ve Boyer JS (1995). Water Relations of Plants and Soils. San Diego, CA: Academic Press.
- Levitt J (1972). Responses of plants to environmental stresses, Academic Press, New York.
- Levitt J (1980). Responses of plants to environmental stresses II. water, Radiation, Salt and Other Stres, (Kozłowski editör) New York, London, Toronto San Francisco. Academic Press, 3-7, 25-74.
- Mahajan S ve Tuteja N (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview, archives of biochemistry and biophysics. 444: 139-158.
- Marais JN, Wiersma D (1975). "Phosphorus uptake by soybean as influenced by moisture stress in the fertilized zone" 67 (1975) 777.
- McDonald S, Archbold D (1998). Membrane competence among and within *Fragaria* species varies in response to dehydration stress. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 123(5), 808-813.
- Mirabad AA, Lotfi M ve Roozban MR (2013). Impact of Water-Deficit Stress on Growth, Yield and Sugar Content of Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). Intl J Agri Crop Sci. Vol., 5 (22), 2778-2782.
- Mitchell JP, Shennan C, Grattan SR ve May DM (1991). Tomato Fruit Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 116(2):215-221.
- Morton J (1987). Cape Gooseberry, Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL. p. 430-434.
- Mouatt MCH, Ness P (1986). "Influence of soil water content on the supply of phosphate to plants", Soil Res.(1986) 435
- Neumann PM, Volkenburg EV, Cleland RE (1988). Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. Plant Physiol. 88: 233-237.
- Ödemiş B, Baştug R (1999). Infrared Termometre Tekniğı Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Degerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması, Tr. J. of Agriculture and Forestry 23, 31-37.
- Öztekin GE (2009). Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi 342 sayfa.
- Papazafiriou ZG (1980). A compact procedure for trickle irrigation system design. ICID Bulletin 19(1):28-45.
- Pinkerton A ve Simpson JR (1986). Interactions of surface drying and subsurface nutrients affecting plant-growth on acidic soil profiles from an old pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26: 681-689.

- Premachandra GS, Saneoka H, Fufita K, Ogata S (1992). Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane competence, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *J. Exp. Bot.*, 43, 1569–1576.
- Pugnaire FI, Endolz LS ve Pardos J (1994). *Handbook of Plant and Crop Stress* (M. Pessaraki, ed.). p.247, Marcel Dekker, New York.
- Ramadan MF, Moersel JT (2004). Goldenberry: a novel fruit source of fat soluble bioactives. *INFORM 2004*, 15, 130–131.
- Ramadan MF, Moersel JT (2007). Impact of Enzymatic Treatment on Chemical Composition, Physicochemical Properties and Radical Scavenging Activity of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.) Juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:452-460.
- Reginato RJ (1983). “Field Quantification of Crop Water Stress”, *A.S.A.E* 772-775,781.
- Rhoades JD, Kandiah A ve Mashali AM (1992). *The Use of Saline Waters for Crop Production*. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 48. Rome. p. (<http://www.fao.org/docrep/T0667E/T0667E00.htm>)
- Rhoades JD, Lesch SM, Lemert RD ve Alves WJ (1997). Assessing irrigation drainage salinity management using spatially referenced salinity measurements. *Agr. Water Manage.* 35: 147-165.
- Robertson MJ, Giunta MJ (1994). Responses of Spring Wheat Exposed to Preanthesis Water Stress, *Aust. J. Agric. Res.* 45, 19- 35.
- Sabanek J (1992). *Plant Physiology*. Elsevier, Tokyo, 453 p.
- Sabater B ve Rodriguez MI (1978). Control of chlorophyll degradation in detached leaves of barley and oat through effect of kinetin on chlorophyllase levels. *Physiologia Plantarum* 43: 274–276.
- Sakuri N, Kuraishi S (1988). Water potential and mechanical properties of the cell wall of hypocotyls of dark grown squash (*cucurbita maxima* Duch.) under water stress conditions. *Plant Cell Physiol.* 29: 1337-1343
- Sanchez FJ, Andres EF, Tenorio JL, Ayerbe L (2004). Growth Of Epicotyls, Turgor Maintenance And Osmotic Adjustment In Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stress. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Silvana L, Luciano ADK ve Rosemary HR (2013). Flavonols and antioxidant activity of *Physalis peruviana* L. fruit at two maturity stages. *Acta Scientiarum, Maringá*, v. 35, n. 2, p. 393-399, Apr.-June, 2013.
- Scholander PF, Yamel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA (1965). Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148:339-346.
- Sezen M (2000). Çukurova ve Harran Ovası Koşullarında Buğdayda Azot-Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi ve Ceres-Wheat V.3 Modelinin Test Edilmesi (Doktora Tezi) Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Shalhevet J (1993). Plants under salt and water stress. In: *Plant Adaptation to Environmental Stress*, eds. L. Fowden, T. Mansfield, and J. Stoddart, pp. 133–154. London: Chapman and Hall.
- Smirnoff N (1993). The Role of Active Oxygen in The Response of Plants to Water Deficit and Desiccation. *New Phytol.*, 125: 27-58.

- Smith R, Prichard T (2002). UC Cooperative Extension August <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2161/41093.pdf>
- Steinberg SL, Miller JC, Mcfarland MJ (1990). Dry matter partitioning and vegetative growth of young peach trees under water stress, *Austral. J. Plant Physiol.*, 17, 6–23.
- Syvertsen PJ (1985). “Integration of water stress in fruit trees” *Hort Science* 1039-1043.
- Şensoy S, Ertek A, Gedik I, Kucukyumuk C (2007). Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). *Agri. Wat. Manag.* 88:269-274.
- Taiz L, Zieger E (2008). *Bitki Fizyolojisi* (Üçüncü baskıdan çeviri; Çeviri editörü İsmail Türkan). Palme Yayıncılık. 893s. Ankara.
- Tulukcu (2012). Determination of yield and yield components of gooseberry (*Physalis peruviana*) grown in dry conditions. *Int.J.Agric.R (IJAAR)*. Vol:2, No:2, p:22-29.
- Tuna AL, Kaya C ve Ashraf (2010). Potassium sulfate improves water deficit tolerance in melon plants grown under glasshouse conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 33:1276–1286.
- Tülücü K (1985). Tarımsal Sulamada Kısıtlı Su Uygulaması, Su-Üretim Fonksiyonu Kavramı ve Kaynaklarının En İyi Kullanımı, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, seri D.2, cilt 9, s.1, Adana.
- 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 Stress. *Plant Science*, 168; 223-231.
- Türkeş M, Sümer UM, Çetiner G (2000). ‘Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri’, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, 7-24.
- Ülgen N ve Yurtsever N (1974). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No:28, Ankara.
- Viets Jr F (1972). Water deficits and nutrient availability. In: *Water Deficits and Plant Growth*, ed. T. Kozlowski, pp. 217–239. New York: Academic Press.
- Walker GK ve Hatfield JL (1979). Test of stress-degree-day concept using multiple planting dates of red kidney beans. *Agronomy J.*, 71:967-971.
- Wu SJ, Ng LT, Huang YM, Lin DL, Wang SS, Huang SN, Lin CC (2005). Antioxidant Activities of *Physalis peruviana*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 28(6) 963-966.
- Yasseen BT (1983). An analysis of the effects of salinity on leaf growth in Mexican wheats. PhD Thesis, University of Leeds, Leeds, UK.
- Yılmaz C (2004). “Bitkisel Üretimde Besin Elementleri”, Hasad Yayıncılık, Kayseri, Türkiye, 16, 17, 39-70.

ÖZGEÇMİŞ

Üsküdar'da 1988 yılında doğdu. 2005 yılında Hacı Hatice Bayraktar Lisesi'ni bitirdikten sonra, aynı yıl Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü'ne girdi ve 2010 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2012 yılından beri Kartal Belediyesi bünyesinde mühendis olarak çalışmaktadır.