



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI RENKTEKİ GÖLGELEME FİLELERİNİN TUZ STRESİ ALTINDAKİ ÇİLEKTE BÜYÜME VE GELİŞME ÜZERİNE ETKİLERİ

Hatice SABIRLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

AĞUSTOS-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

FARKLI RENKTEKİ GÖLGELEME FİLELERİNİN TUZ STRESİ ALTINDAKİ ÇİLEKTE BÜYÜME VE GELİŞME ÜZERİNE ETKİLERİ

Hatice SABIRLI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2019, 87 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAT
Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

Bu çalışma, Camarosa çilek çeşidinde tuz stresi altındaki bitkilerde %50 geçirgen kırmızı, sarı, mavi, yeşil, beyaz renkli ve alüminyum gölgeleme filelerinin etkileri incelemek amacıyla yapılmıştır. Çilek fideleri nisan sonunda torf-perlit karışımı yetiştirme ortamı doldurulmuş saksılara dikilmiş ve bitkiler yeterli büyüklüğe gelinceye kadar sadece su verilmiş ve gölgeleme yapılmamıştır. Temmuz ayının sonunda tuz uygulamalarına ve aynı zamanda gölgeleme uygulamasına da başlanmıştır. Tuz uygulamaları, haftada 2 kez 50 mM NaCl olacak şekilde saksılara sulama suyu ile birlikte yapılmıştır. Eylül ayı sonunda bitkilerin sökümü yapılıp deneme sonlandırılmıştır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre; yaprak sayısı (7.21), gövde yaş (15.47 g) ve kuru ağırlığı (5.92 g), kök yaş (29.49 g) ve kuru ağırlığı (7.28 g), toplam yaprak alanı (25.29 cm^2), yaprak ölü doku yüzdesi (%68.98), stoma iletkenliği (98.36 $mmol/m^2s$), membran geçirgenliği (60.12), POT (1786.66 EU g-1 TA) ve H_2O_2 (48.81 µg g-1 TA) tuz uygulamasından kontrolde gölgeleme uygulamalarındaki bitkilere göre daha fazla olumsuz etkilenmiş, gölgelemenin bu paramatrelerde tuz stresinin etkilerini azalttığı bulunmuştur. YOSİ, KAT, gövde çapı ve gövde sayısı parametrelerinde, kontrolle gölgeleme uygulamaları arasında çok fazla farklılık bulunmamıştır. Kök uzunluğu kontrole göre gölgeleme uygulamalarında daha düşük bulunmuştur. Gövde çapı (16.62mm), yaprak ölü doku oranı (%36.85), membran geçirgenliği (%57.43) ve SOD (887.86 EU g-1 TA) değerleri diğer file uygulamalarına göre en yüksek sarı renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Diğer gölgeleme uygulamalarına göre; yaprak sayısı, kök ağırlığı, POD ve protein değerleri (32.62 µg g-1 TA) en düşük sarı renkli gölgeleme filesinde tespit edilmiştir. Yaprak sayısı (12.90) ve alanı (33.76 cm^2), kök yaş (55.36 g) ve kuru ağırlığı (12.44 g) parametreleri bakımından diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değerler yeşil renkli gölgeleme filesinde saptanmış olup yaprak ölü doku yüzdesi (%21.61) ve SOD (609.06 EU g-1 TA) değerleri en düşük bu uygulamada bulunmuştur. Mavi renkli gölgeleme filesinde; bitki yaşama yüzdesi (%90), YOSİ (%94.91), klorofil a (11.76 mg/l), klorofil b

(21.28 mg/l) ve toplam klorofil miktarı (33.06 mg/l), stoma iletkenliği (147.67 mmol/m^2s) ve protein miktarında (38.27 µg g-1 TA) diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değerler tespit edilmiştir. MDA (0.7923 nmol ml-1), H_2O_2 (12.58 µg g-1 TA) ve prolinde (13.41 µg g-1 TA) en düşük değerler bu uygulamada bulunmuştur. Gövde yaş (30.55 g) ve kuru ağırlığı (10.73 g) ve POD (5106.66 EU g-1 TA) değerleri gölgeleme uygulamaları arasında en yüksek beyaz renkli gölgeleme uygulamasında tespit edilmiş olup klorofil a (6.41 mg/l), klorofil b (11.73 mg/l) ve toplam klorofil (18.15 mg/l) değerleri en düşük bu file renginde bulunmuştur. Alüminyum gölgeleme filesinde diğer gölgeleme uygulamalarına göre kök uzunluğu (48.17 cm), bitki yaşama yüzdesi (%86.6), H_2O_2 (40.03 µg g-1 TA) ve prolin (76.06 µg g-1 TA) değerleri en yüksektir. Yaprak alanı (27.03 cm^2), membran geçirgenliği (36.76), stoma iletkenliği (123.17 mmol/m^2s), KAT (787 EU g-1 TA), POD (2328.0 EU g-1 TA) ve MDA (0.7710 nmol ml-1) değeri diğer file renklerine göre en düşük alüminyum gölgeleme filesi uygulamasında tespit edilmiştir. Kırmızı renkli gölgeleme filesinde gövde sayısı (2.27) ve MDA (1.5330 nmol ml-1) parametreleri diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değeri vermiştir. Gövde yaş ağırlığı (23.32 g), kök uzunluğu (45.91 cm), kök kuru ağırlığı (9.23 g) ve bitki yaşama yüzdesinde (%50) diğer file renklerine göre en düşük değerler kırmızı renkli gölgeleme filesinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Renkli Gölgeleme Fileleri, Tuz Stresi

ABSTRACT

MS

THE EFFECTS OF DIFFERENT COLOR SHADING NETS ON GROWTH AND GROWTH IN STRAWBERRY UNDER SALINITY STRESS

Hatice SABIRLI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY IN MECHANICAL ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2019, 87 Pages

Jury
Advisor Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAT
Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

This study was carried out to investigate the effects of 50% permeable red, yellow, blue, green, white and aluminum shading nets on salt stressed plants in Camarosa strawberry cultivar. At the end of April, strawberry seedlings were planted in pots filled with peat-perlite mixture and only water was given until the plants were large enough and there was no shading. At the end of July, salt treatments and shading were started. Salt treatments were applied to the pots with irrigation water at 50 mM NaCl twice a week. At the end of September, the plants were dismantled and the experiment was completed. According to the results of the study; number of leaves (7.21), stem age (15.47 g) and dry weight (5.92 g), root age (29.49 g) and dry weight (7.28 g), total leaf area (25.29 cm2), leaf dead tissue percentage (68.98%) , stomatal conductivity (98.36 mmol / m2s), membrane permeability (60.12), POT (1786.66 EU g-1 TA) and H2O2 (48.81 µg g-1 TA) were more adversely affected by salt application than in plants in shading applications. salt stress seems to reduce the effects. There was not much difference between YOSİ, KAT, body diameter and body number parameters between control and shading applications. Root length was lower in shading applications than control. Stem diameter (16.62mm), leaf dead tissue ratio (36.85%), membrane permeability (57.43%) and SOD (887.86 EU g-1 TA) values were found in the highest yellow shading net compared to other net applications. According to other shading applications; Leaf number, root weight, POD and protein values (32.62 µg g-1 TA) were determined in the lowest yellow shading net. In terms of number of leaves (12.90) and area (33.76 cm2), root age (55.36 g) and dry weight (12.44 g) parameters, the highest values were found in green shading net and leaf dead tissue percentage (21.61%) and SOD (609.06 EU g-1 TA) values were found to be the lowest in this application. Shading mesh in blue color; percentage of plant survival (90%), YOSI (94.91%), chlorophyll a (11.76 mg / l), chlorophyll b (21.28 mg / l) and total amount of chlorophyll (33.06 mg / l), stoma conductivity (147.67 mmol / m2s) and protein content (38.27 µg g-1 TA) was higher than other shading applications. The lowest values of MDA (0.7923 nmol ml-1), H2O2 (12.58 µg g-1 TA) and proline (13.41 µg g-1 TA) were found in this application. Body age (30.55 g) and dry weight (10.73 g) and POD (5106.66 EU g-1 TA) values were found to be the highest white shading applications among chlorophyll a (6.41 mg / l), chlorophyll b (11.73 mg). / l) and total chlorophyll (18.15 mg / l) values were the lowest in this mesh color. According to other shading applications, the root length (48.17 cm), percentage of plant survival (86.6%), H2O2 (40.03 µg g-1 TA) and proline (76.06 µg g-1 TA) were the highest in aluminum shading net. Leaf area (27.03 cm2), membrane permeability (36.76), stoma conductivity (123.17 mmol / m2s), CAT (787 EU g-1 TA), POD (2328.0 EU g-1 TA) and MDA (0.7710 nmol ml-1) value was found in the lowest aluminum shading net application compared to other mesh colors. Red shading net number of

body (2.27) and MDA (1.5330 nmol ml-1) parameters gave the highest value compared to other shading applications. The lowest values were obtained in red shading netting in terms of trunk wet weight (23.32 g), root length (45.91 cm), root dry weight (9.23 g) and percentage of plant survival (50%) compared to other net colors.

Keywords: Strawberry, Colored Shading Nets, Salt Stress

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın her aşamasında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN'e, Dr. Muzaffer İPEK'e ve Dr. Şeyma ARIKAN'a teşekkür ederim.

Maddi manevi desteklerini esirgemeyen saygıdeğer babam Vedat SABIRLI'ya, sevgili annem Ayşe SABIRLI'ya, sevgili kardeşlerim Hilal ve Havva Nur SABIRLI'ya, sevgili ablam Fatmana ELMASKAYA'ya en içten dileklerimle teşekkür ederim. Bu süreçte yardımlarını esirgemeyen kuzenlerime ve dostlarıma teşekkürü borç bilirim.

Hatice SABIRLI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **9**

2.1.Tuzluluğun Çileğe Etkileri 9
2.2.Gölgeleme Filelerinin Bitkilere Etkileri 12

3. MATERYAL VE YÖNTEM **25**

3.1. Materyal **25**

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Bitkisel Materyal 25
3.2.1. Araştırmada Kullanılan Gölgeleme Materyali 25

3.2.Yöntem **26**

3.2.1.Bitkilerdeki Vejetatif Değişimlerin İncelenmesi 26
3.2.1.1 Gövde çaplarının belirlenmesi 26
3.2.1.2. Gövde sayısı ve yaprak sayısı belirlenmesi 26
3.2.1.3. Gövde yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi 27
3.2.1.4. Kök yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi 27
3.2.1.5. Kök uzunluğunun belirlenmesi 27
3.2.1.6. Yaprak alanı ve yapraktaki ölü doku oranının belirlenmesi 27
3.2.1.7. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi 27
3.2.1.8. Yaprak nispi su içeriğinin belirlenmesi 28
3.2.1.10. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi 28
3.2.2.Bitkilerdeki Antioksidan Enzim Aktivitesindeki Değişimlerin İncelenmesi 28
3.2.2.1. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi 28
3.2.2.2. Peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi 29
3.2.2.3. Süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi 30
3.2.2.4. Malondialdehit miktarının belirlenmesi 30
3.2.2.5. Hidrojen peroksit konsantrasyonunun belirlenmesi 31
3.2.2.6. Çözünebilir protein miktarının tayini 31
3.2.2.7. Prolin miktarının tayini 32
3.2.2.8. Klorofil Miktarının Tayini 32
3.2.3. Bitkilerin Besin Elementi Miktarlarındaki Değişimlerin İncelenmesi 33

3.3.İstatistiksel Analizler **33**

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 34

4.1. Çilekte Tuz ve Gölgeleme Uygulamalarının Araştırma Sonuçları 34

4.1.1.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde çaplarına etkisi 34
4.1.2.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde ve yaprak sayısına etkisi 35
4.1.3. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde yaş ağırlığına etkisi 36
4.1.4.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök ağırlığına etkisi 37
4.1.5. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök uzunluğuna etkisi 38
4.1.6.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde kuru ağırlığına etkisi 39
4.1.7.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök kuru ağırlığına etkisi 40
4.1.8. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının bitki yaşama %'sine etkisi 41
4.1.9. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının yaprak alanına ve yaprak ölü doku oranına etkisi 42
4.1.10.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının membran geçirgenliğine etkisi 45
4.1.11.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının yaprak nispi su içeriğine etkisi 45
4.1.12.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının klorofil miktarına etkisi 46
4.1.13.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının stoma iletkenliğine etkisi 47
4.1.15.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının katalaz (KAT) enzim aktivitesine etkisi 48
4.1.16.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının peroksidaz (POD) enzim aktivitesine etkisi 49
4.1.17.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesine etkisi 50
4.1.18. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının Malondialdehit miktarına (MDA) etkisi 51
4.1.19.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna etkisi 52
4.1.20. Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının protein miktarına etkisi 53
4.1.21.Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının prolin miktarında etkisi 54
4.1.22. Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının bitkilerin besin elementi miktarlarına etkisi 55

4.2. Tartışma 57

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 65

5.1. Sonuçlar 65
5.2. Öneriler 67

KAYNAKLAR 68

ÖZGEÇMİŞ 75

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	:	Yüzde
°C	:	Santigrad derece
µ	:	Mikro

Kısaltmalar

APX	:	Askorbat Peroksidaz
ATP	:	Adenozin Trifosfat
Ca	:	Kalsiyum
Cl	:	Klor
cm	:	Santimetre
CO_2	:	Karbondioksit
CRY	:	Kriptokrom
Cu	:	Bakır
Dk	:	Dakika
EC	:	Elektriksel İletkenlik
EDTA	:	Etilen Diamin Tetra Asetikasit
FAR	:	Aktif radyasyon
Fe	:	Demir
FSI	:	Fotosistem I
FSII	:	Fotosistem II
G	:	Gram
GB	:	Glisin Betain
GR	:	Glutatyon Redüktaz
H	:	Hidrojen
H_2O	:	Su
H_2O_2	:	Hidrojen Peroksit
K	:	Potasyum
KA	:	Yaprak kuru ağırlığı
KAT	:	Katalaz
Kg	:	Kilogram
KH_2PO_4	:	Monopotasyum fosfat
L	:	Litre
LRWC	:	Yaprak bağıl su içeriği
M	:	Molar
MD	:	Meyve döneminde gölgeleme uygulaması
MDA	:	Malondialdehit
MDHA	:	Mono Dehidro Askorbat
Mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
mM	:	Milimolar
Mn	:	Mangan
Na	:	Sodyum
NaCI	:	Tuz
NADPH	:	Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat

NaH_2PO_4: Monosodyum fosfat
NAO : Net asimilasyon oranı
NBH : Nispi büyüme hızı
Nm : Nanometre
O_2 : Süperoksit
OGA : Oransal gövde ağırlık
OKA : Oransal kök ağırlık
OYA : Oransal yaprak ağırlık
PAR : Aktif radyasyon
PHY : Fitokrom
POD : Peroksidaz
ROS : Rekatif Oksijen Türleri
SG : Sürekli gölgeleme uygulaması
SK : Plastik serada gölgeleme uygulaması
SOD : Süperoksit Dismutaz
TA : Turgur ağırlığı
TBAA : Thiobarbiturik asit
TCA : Trikloroasetik asit
UV : Ultraviyole
YA : Yaprak ağırlığı
Zn : Çinko

1. GİRİŞ

Bitkiler doğaları gereği çevreleriyle sürekli etkileşim halindedir. Bu çevre koşulları olumsuz bir durum oluşturduğunda adaptasyon sağlayamayıp strese maruz kalırlar. Stres; bitkilerin bulundukları çevrede ara sıra veya sürekli oluşan, bitkinin metabolik faaliyetlerini, yaşama ve gelişme şansını etkileyen, birçok olumsuz koşuldur. Çevre faktörleri organizmayı farklı yollarla etkilemektedir (Bezirganoğlu, 2017), Metabolizmanın hızlı bir şekilde uyarlanma kapasitelerine ve biraz daha yavaş uyum yanıtlarına ve bazı stres tahammül mekanizmalarına rağmen, bitkiler genellikle hücre aktivitesini ve bitki büyümesini en aza indiren ani kısa süreli veya uzun süreli stres olaylarına maruz kalırlar. Bu, stresle başa çıkma mekanizmaları veya bitkilerin tamir mekanizmaları fazla çalıştığında, sonuçta hücre ölümüne yol açan ciddi bir hasara neden olabilir. Bitkileri yaşamları boyunca etkileyen stres faktörleri cansız (abiyotik) veya canlı (biyotik) stresler olarak da tanımlanabilir (Lichtenthaler, 1996). Büyüyen insan nüfusu, ek verimleri minimum ek kaynaklarla artırarak sürdürülebilir bir şekilde elde edilebilecek daha fazla gıda gerektirir. Şu anda, çoğu mahsulün büyümesi ve verimini bu abiyotik ve biyotik stresler ciddi şekilde etkilemektedir (Shahbaz ve ark., 2012). (Şekil 1.1.)

STRES FAKTÖRLERİ

Abiyotik Stresler

- Soğuk (donma ve don)
- Isı (yüksek sıcaklık)
- Tuzluluk (tuz)
- Kuraklık (su durumu)
- Aşırı su (Xooding)
- Radyasyonlar (ultraviyole ve görünür ışığın yüksek yoğunluğu)
- Kimyasallar ve kirleticiler (ağır metaller, böcek ilaçları ve aerosoller)
- Oksidatif stres (reaktif oksijen türleri, ozon)
- Rüzgar (rüzgarda kum ve toz parçacıkları)
- Toprakta besin yoksunluğu

Biyotik Stresler

- Patojenler (virüs, bakteri ve mantarlar)
- Böcekler
- Herbivorlar
- Kemirgenler
- Rekabet

Şekil 1.1. Bitkilerde strese neden olan faktörler (Lichtenthaler, 1996; Mahajan ve Tuteja, 2005)

Abiyotik stresler arasında, tuzluluk stresi, mahsul üretimi için en büyük tehditlerden biridir (Shahbaz ve ark., 2012). Çöller, stepler ve diğer bölgelerde de yaygın olarak abiyotik stresler görülür (Korkmaz ve Durmaz). Tuzluluk yarı kurak ve kurak alanlarda önemli sorulardandır. Son yıllardaki küresel iklim değişimlerinden kaynaklanan etkilerle tuzluluğun önemi bir kat daha artmıştır. Sıcaklıkların yükselmesi ve yağışların azalmasıyla kurak alanlarda toprağın üst katmanında tuz yıkanamayarak birikmektedir (Dölarslan ve Gül, 2012).

Tuzluluk stresi dünyada yaklaşık 9 milyon hektarlık bir alanda görülmektedir (Tuteja, 2007). Dünyada tarım arazilerinin %17'si sulanabilir ve bu arazilerinin yaklaşık %20'si tuzdan etkilenmektedir (Pitman ve Läuchli, 2002; Tuteja, 2007). Türkiye'nin yüzölçümünün %2'sini çorak alanlar oluşturur ve bu alanların %74'ü tuzlu topraklardır (Kanber ve ark., 2005). İki toprak tuzlanma kaynağı vardır: doğal veya birincil tuzluluk, uzun jeolojik dönemler boyunca topraklarda veya yeraltı sularında çözünür tuz birikiminden kaynaklanır ve ikincil tuzlanma, başta sulama ve gübreleme olmak üzere farklı tarımsal uygulamalardan ortaya çıkar. Dahası, ikincil tuzlanma oluşumu daha da belirginleşmektedir. Fazla gübreleme ve sulama ve yoğun ve sürekli yetiştiricilik, toprağın ikincil tuzlanmasının ana nedenleridir. Gübrelemeden kaynaklanan çözünmüş tuzlar sadece kısmen bitkiler tarafından emilir ve çoğunlukla toprakta bulunur. Sık sulama, topraklara tuz da ekleyebilir.

Tuzluluğa sebep olan bir diğer faktörde yanlış sulamadır. Topraktaki tuz yıkanarak yer altı sularına karışmakta, taban suyunun yükselmesiyle toprağın yüzeyine çıkan suyun buharlaşıp tuzun yüzeyde birikmesine neden olmaktadır.

Yüksek tuzluluk stresi, dünyadaki 800 milyon hektarın üzerinde bir alanda tarım yapılan arazilerin en az %20'sinde mahsul üretimini olumsuz etkileyen en ağır çevresel strestir. Bu olumsuzluk her geçen yıl tarım arazilerinde üretilen ürünlerde büyük kayıplara sebep olmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011; Talhouni ve ark., 2017). Türkiye'de toprakların yaklaşık 1.5 milyon ha alanında tuz ve alkali sorunu görülmektedir. Bu miktar sulanabilir arazi varlığının yaklaşık %32.5'i demektir (Kanber ve ark., 2005). Stresin bitkide neden olduğu tepkiler ve değişimlerin; geri dönüşümü olmasına rağmen strese sebep olan faktörler çevrede bulunmaya devam ettikçe bu değişim kalıcı hale gelebilmektedir (Bezirganoğlu, 2017).

Tuzluluk, morfolojik, fizyolojik fonksiyon ve verim dâhil olmak üzere bitkisel ürün gelişiminin her yönünü etkiler (Shahbaz ve ark., 2012). Tuz stresinin bitkiye verdiği hasar; gelişim evresi, tuzun çeşidi, stresin düzeyi ve süresi, bitkinin genotipi gibi faktörlerine göre değişmektedir. Tuzluluk metabolik olayların olumsuz etkilenmesinden, özellikle fotosentezin etkilenmesinden dolayı yaprağın ölüm riski, ardından bitkinin ölüm riskini artırmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011; Selda ve Ekinci, 2015).

Pek çok mahsul türü, toprak tuzluluğuna karşı çok hassastır ve glikofitler olarak bilinir, buna karşın tuza katlanabilen bitkiler halofitler olarak bilinir (Lu ve ark., 2002). Genel olarak, glikofitler 100 mM NaCl'de büyüyemezken, halofitler 250 mM NaCl üzerindeki tuzlarda büyüyebilir. Daha fazla sayıda kloroplast ve daha yüksek membran gliserolipid içeriği etli yaprak tipine sahip olmaları halofitlerin, yüksek oranda bir gaz değişimi ile karakterize edilen özelliklerindendir (Rozentsvet ve ark., 2018). Tuzluluğa duyarlı bitkiler, tuz alımını sınırlandırma ve prolinler, glisin betain (GB) ve şekerler gibi uyumlu çözünen maddelerin sentezi ile ozmotik bir denge sağlamaya çalışır. Tuzluluğa tahammüllü bitkiler, hücre boşluklarında tuz tutma ve biriktirme kapasitesine sahiptir, böylece sitozolde tuz birikmesini önlemekte ve hücrelerinde yüksek sitozolik K^+/Na^+ oranını koruyabilmektedir (Munns ve Termaat, 1986; Hu ve Schmidhalter, 2005; Goussi ve ark., 2018).

Çizelge 1.1. Bitkilerin tuza tepkisi ile ilgili genel kriterler (Amacher ve ark., 2000; Miyamoto ve ark., 2004).

Toprak Tuzluluk	Sınıfı Toprak Çözeltisi Elekktriksel İletkenliği (EC, dS/m)	Tuz Seviyesi (%)	Bitki Verimi
Çok az tuzlu	0 – 2	-	Tuzun etkisi ihmal edilebilir.
Hafif tuzlu	2 – 4	0-0.15	Hassas bitkilerin büyüme ve gelişimi kısıtlanabilir.
Orta derecede tuzlu	4 – 8	0.15-0.35	Birçok bitkinin büyüme ve gelişimi kısıtlanabilir.
Yüksek tuzlu	8 – 16	0.35-0.65	Sadece tuza toleranslı bitkiler ürün verebilir.
Çok Yüksek tuzlu	>16	>0.65	Tuza çok toleranslı bitki türü yetişebilir

Tuza katlanma ise, bitkinin stres oluşturabilecek tuzlu koşullarda normal büyümesine ve gelişmesine devam edebilmesi durumudur (Yıldız ve ark., 2010). Tuz

stresi bitkide vejetatif ve generatif olumsuz etkilere, döllenmede bozukluğa ve küçük meyveye sebep olmaktadır. Topraktaki tuz miktarlarına, farklı bitkilerin tepkileri ve dayanımları değişiklik göstermektedir (Dölarslan ve Gül, 2012). Tuzluluğun neden olduğu hasar, çoğunlukla sürgün dokularında aşırı konsantrasyonda tuz birikmesinden kaynaklanmakta ve bazı bitkiler filiz yapraklarında ve saplarında tuz birikimini sınırlayabilmektedir (Sykes, 1992).

Bitkilerin stresörler veya karmaşık stres olaylarına verdiği tepkiler ardışık dört aşamada gerçekleşmektedir:

1. Tepki Aşaması: (stresin başlangıcı) alarm reaksiyonu; işlevsel normların sapması, canlılığın azalması, katabolik süreçlerin anabolizmayı aşması.

2. İade Aşaması: (devam eden stres) direniş aşaması; uyum süreçleri, onarım işlemleri, sertleşme (yeniden etkinleştirme).

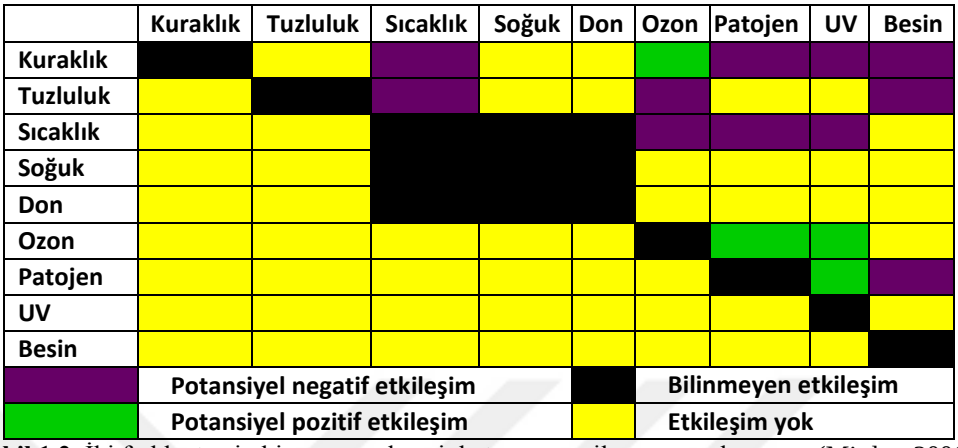
3. Son Aşama: (uzun süreli stres) tükenme evresi, stres yoğunluğu yüksek, uyum kapasitesinin aşırı yüklenmesi, kronik hastalık veya ölüm.

4. Rejenerasyon Aşaması: Stresör çıkarıldığında ve hasar çok yüksek olmadığında fizyolojik fonksiyonun kısmen veya tamamen yenilenmesi. (Lichtenthaler, 1996).

Yüksek tuzluluk stresine cevap olarak, doğrudan veya dolaylı olarak bitkilerin korunmasında yer alan çeşitli genler düzenlenmektedir. Genel olarak, bitkilerde yüksek tuzluluk stresine duyarlılık veya tahammül, aynı zamanda stres sinyali iletim yollarının diğer bileşenleri ile çapraz iletişim yapan, strese duyarlı çoklu genlerin koordineli bir eylemi olarak ifade edilmektedir (Tuteja, 2007; Bora, 2015). Bitkilerin bir kısmı tuzluluğa duyarlılık gösterirken, bir kısmı da savunma mekanizmalarıyla hayatta kalmaktadır. Bu biyokimyasal, moleküler ve fizyolojik savunma; iyonları bünyelerine almama, iyonların seçilip biriktirilmesi ya da sonrasında atılması olabilir. İyon alımının kökte ve sürgün iletiminde kontrolü, hücrede ve bitkinin belli bölümlerinde iyonların biriktirilmesi, antioksidan sistem ve osmotik düzenleyici sentezi oluşturulurken; moleküler savunmada işaret iletim yoluyla farklı gen aktivasyonu ya da inaktivasyonunu oluşturmaktadır (Levitt, 1980; Çulha ve Çakırlar, 2011).

Bitkilerde strese neden olan bu faktörler biyokimyasal ve fizyolojik zarar meydana getirerek, ürünün nitelik ve niceliğini de olumsuz etkileyebilmektedir. Bu olumsuzlukları engellemek ya da etkilerini hafifletmek için bitkilerin moleküler savunma mekanizmaları vardır. Bu moleküler savunma üç grupta toplanabilir; koruyucu

molekül sentezleri, iyon ve makro molekül iç dengeleri (homeostasileri), reaktif oksijen türleri (ROT) oluşumu ve detoksifikasyondur (Büyük ve ark., 2012; Saddhe ve ark., 2018)



Şekil 1.2. İki farklı stresin bir araya gelmesiyle tarıma verilen zararın kapsamı (Mittler, 2006).

Belirli bir stres durumundan ziyade birçok abiyotik stresin eşzamanlı olarak meydana geldiği durumların bitkiler için daha ölümcül olduğu bilinmektedir. Son çalışmalar bitkilerin iki farklı abiyotik stresin kombinasyonuna tepkisinin benzersiz olduğunu ve bitkilerin her bir strese doğrudan verdiği tepkilerin tahmin edilemeyeceğini ortaya koymuştur (Mittler, 2006). Tuz stresi; osmotik etkiyle bitkinin kullandığı su miktarını kısıtlayan, iyonik etki ile bitkinin iyon içeriğini toksik düzeye çıkaran kompleks yapıda bir abiyotik stres kaynağıdır. Bunun için tuzun bitki üzerindeki etkisini ve bitkinin dayanıklılık mekanizmasını anlayabilmek için, iyon ve osmotik stresin, bitkinin tüm hücre ve doku düzeyindeki etkilerine; fizyolojileri, morfolojileri, biyokimyaları ve moleküler mekanizmalarının kompleks bir şekilde incelenmesi gerekir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Bitki evrimini şekillendiren ve şekillendirmeye devam eden abiyotik faktörler arasında su mevcudiyeti en önemlisidir. Su stresi en geniş anlamıyla hem kuraklığı hem de tuz stresini kapsamaktadır. Kuraklık ve tuz stresi, düşük sıcaklıkla birlikte, tarım için temel problemlerdir çünkü bu olumsuz çevre şartları bitkilerin tam genetik potansiyellerini gerçekleştirmelerini önlemektedir (Zhu, 2002).

Yüksek tuz stresi ve kuraklık stresinin temel fizyolojisi birbiriyle örtüşmektedir. Topraktaki yüksek tuz birikintileri toprakta düşük su potansiyeli olan bir bölge oluşturmakta, bu da bitkinin hem suyu hem de besin maddelerini edinmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, tuz stresi temelde bitkiye sudan arındırılmış bir ortam

meydana getirir ve fizyolojik bir kuraklık şeklini alır. Tuz stresi işaretlerinde yer alan ana iyonlar arasında; Na^+, $K^{\pm}$, H^+ ve Ca^{2+} bulunmaktadır. Aşırı tuz konsantrasyonlarının bitkiler üzerindeki etkisi ozmotik strese neden olur ve Cl^- ve özellikle Na gibi toksik iyonların birikmesinden dolayı iyonik bir dengesizlik yaratır. Tuz stresi ayrıca bitkide mineral dengesi, özellikle Ca^{2+} ve K üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Mahajan ve Tuteja, 2005; Isayenkov, 2012). Tuzdan etkilenen bitkilerin yaprakları, bazı durumlarda daha kalın koyu yeşil renkli ve yapraklar normalden daha etlidir. Bitkiler, fide aşamaları sırasında, şaşırtmadan hemen sonra streslere maruz kaldıklarında, yüksek tuzluluk oranına daha duyarlı olurlar (Amacher ve ark., 2000).

Bitkilerin tuza tepkileri çoğunlukla büyümenin azalması ya da doku zararlanmaları şeklinde olmaktadır. Tuzun aşırı birikmesi sonucunda yaşlı yapraklarda ölümler meydana gelir. Bu ölümlerin oranı genç yaprakların oranından büyükse, genç yaprakların fotosentez ürünleri uzun sürede ihtiyaca yeterli olmaz (Yıldıztugay, 2011). Büyümenin azalmasının nedeni de genişletilmiş veya genişlemekte olan dokularda iyon fazlalığı ve buna bağlı gelişen su eksikliğidir. Yüksek tuz oranı fizyolojik kuraklığa neden olup büyümeyi sınırlandırmaktadır. Tuz, bitkinin negatif osmotik potansiyeliyle su elde etmesini engellediği gibi, sodyum, karbonat, klorid iyonlarıyla da temasını artırıp iki yönden de etkili strese sebep olmaktadır (Korkmaz ve Durmaz; Munns ve Termaat, 1986).

Yüksek tuzluluk stresi bitkilerin yapraklarında klorofil miktarını olumsuz etkileyerek fotosentezi azaltmaktadır (Sayed, 2003). Bu azalma; stomaların kapanmasına, hücrede CO_2 basıncının düşmesine, protein miktarında azalmaya (Sibole ve ark., 1998), fotosentetik pigmentlerde azalmaya (Sultana ve ark., 1999) ve iyon miktarında değişimlere sebep olmaktadır (Khan ve Ungar, 1997). Yaprak dokusundaki klorofillerin ve karotenoidlerin toplam içeriği de stresle azalmaktadır (Agastian ve ark., 2000). Tuzun yapraklardaki fazla birikimi karbon asimilasyonunu zamanla strese bağlı olarak azaltmaktadır (Munns ve Termaat, 1986)). Na^+ miktarındaki artışın bitki dokularında kloroplast yapısının bozulmasına neden olduğu bildirilmiştir (Parida ve Das, 2005). Buna bağlı olarak tuz CO_2 bağlayıp fotosentezde de bir azalmaya sebep olacaktır. Fotosentezde ışık ve karanlık tepkimeleri arasında belirli bir denge vardır. Enerji tutulması elektron taşınması ve dağıtımından daha hızlı meydana gelir, fotosentetik aygıtların stresten kaynaklı aşırı tahriki devamlı bir tehlikedir (Korkmaz ve Durmaz; Greenway ve Munns, 1980).

Fotosentez iki aşamada gerçekleşen bir işlemdir 1- ışık enerjisinin kimyasal bağlı enerjiye çevrildikten sonra tepkimelerin meydana geldiği aşama (aydınlık tepkimeleri), 2- kimyasal enerjinin kullanılıp (esas olarak çiçekli bitkilerde CO_2 bağlanması) tepkimelerin oluştuğu aşama (karanlık tepkimeleri) (Öpik ve ark., 2005). Canlı bitkilerde bu aşamalar aynı anda gerçekleşir fakat bunlar deneysel olarak ayrılabilmektedir. İlk kısımda (ışık tepkimesi) bu olay çok hızlı bir şekilde gerçekleşmekte, ışık enerjisi soğurulmakta ve fotokimyasal tepkimelerin bir dizi yolu ile özel enerjice zengin bileşikler olan ATP olarak bağlanmaktadır. İkinci kısımda (karanlık tepkimesi) ise enerjice zengin ara ürünler kullanılarak, CO_2'in gerçek bağlanması karmaşık biyokimyasal tepkimelerin bir dizisi ile meydana gelmektedir. Normal olarak ışık ve karanlık tepkimeleri arasında belirli bir denge vardır. Bununla beraber, bu denge düşük sıcaklık, kuraklık, tuzluluk ve besin elementi noksanlığı gibi stres şartları altında bozulabilmektedir. Bu gibi durumlarda, enerji tutulması, elektron taşınması ve dağıtımından daha hızlı meydana gelmekte ve böylece fotosentetik aygıtların aşırı tahriki devamlı bir tehlike olmaktadır. Karbon indirgenmesinin yetersiz olduğu şartlarda, fotosentetik dokuların ışıklanması fotoengelleme olarak adlandırılan durumu ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda, fotosentetik kapasitede önemli düşüşler meydana gelmektedir. Bundan dolayı tuzluluk ve kuraklık gibi pek çok abiyotik stres şartları altında ilave olarak ışık stresinin etkileri de ortaya çıkmaktadır. Aşırı ışığın tahrik ettiği klorofil, reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumunu teşvik etmektedir (O_2 ve süperoksit radikali O_2^-: ekstra eşleşmemiş elektronla oksijen). Bu kimyasallar ve onların türevleri fotosistem bileşiklerini tahrip etmekte ve fotosentetik aygıtların bu aşırı tahriki ayrıca FSII tepkime merkezinde zarara sebep olabilmektedir. Genel olarak, düşük sıcaklık, kuraklık, tuzluluk ve besin elementi noksanlığı gibi fotosentetik karbon metabolizmasının kapasitesini azaltan herhangi bir stres fotosengelleme ihtimalini artırmaktadır. Stres şartları altında, orta derecede ışıklanma bile fotosengelleyici zararı uyarabilir. Bundan dolayı, fotosentetik aygıtları ışık zararından koruma ekolojik ve fizyolojik öneme sahiptir (Hoch ve ark., 2001). Bitkilerde fotokorunma mekanizmaları; enerji kullanımını ve dağıtımını düzenleyen tahammül mekanizmalarını ve yeşil dokular tarafından ışığın soğurulmasını azaltan sakınma mekanizmalarını kapsar. Koruyucu işlem sırasında aşırı enerji tilakoidlerde bulunan karotenoitlerdeki tepkimelerde zararsız olarak (en sonunda ısı olarak) boşa harcanır ve ROT'un birikmesi önlenir. Bu işlemle FAY'da çok yükselme önlenmezse daha sonra zarar meydana gelir. Sakınma

mekanizmasının içinde ışık soğurulma mekanizmasını azaltmak için bünyedeki tedbirler kapsamında, kloroplast hareketleri ve koruyucu bileşikler birikimi söz konusudur. Bitkilerin kendilerini yüksek ışık enerjisinden korumak için geliştirdikleri bu mekanizmalara yardımcı olabilecek bir diğer uygulama ise gölgeleme olabilir. Strese maruz kalan bitkilere ulaşan ışık miktarının azaltılması ve aynı zamanda farklı renkte ışıkların bitkiye ulaşmasının sağlanması bu bitkilerin zararlarını azaltabilir (Eşitken, 2019). Böylece bu çalışmada amaç, tuz stresi altında olan çilek bitkilerine hem ışık yoğunluğunu azaltarak hem de farklı renklerde ışıkların ulaşmasını sağlayarak tuz stresinden daha az etkilenmelerini sağlamaya çalışmak ve ışık yoğunluğu ve niteliğinin etkilerini görmektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Tuzluluğun Çileğe Etkileri

Çilek, şekli, rengi, tadı ve antioksidan bileşikleri varlığı nedeniyle dünyada en popüler meyvelerden biridir. Tuza en fazla duyarlı bahçe bitkilerinden biri olup, şiddetli abiyotik stresler bitki büyümesinde zararlı sonuçlar doğurmaktadır. Dünyadaki yarı kurak bölgelerdeki sulama sularındaki tuzluluk derecesinin artması çilek üretimi için tehlike oluşturmaktadır (Galli ve ark., 2016; Ferreira ve ark., 2019).

Tuz stresi bitkilerin vejetatif büyümesini ve verimini azaltır. Çileklerde, kökler ve sürgünler arasındaki tuz duyarlılığındaki farklılıkların, genotipik olarak değiştiği görülmüştür. Tuz toleransı, yabani çilek türlerinde daha yüksektir (Dziadczyk ve ark., 2003). Genel olarak, NaCl'nin neden olduğu Na birikimi, duyarlı çeşitlerde toleranslı çeşitlere göre daha yüksektir. Toleranslı çeşitlerde Ca / Na ve K / Na oranları daha büyüktür. Tüm çeşitlerin malondialdehit içerikleri, NaCl nedeniyle artmıştır. Bununla birlikte, malondialdehit içeriği ve tuz toleransı arasında bir ilişki yoktur (Yildiz ve ark., 2008).

Tuzun neden olduğu hafif stresler, çilek bitkilerinde moleküler, biyokimyasal ve fizyolojik tepkilerini etkilemektedir. Hafif tuz stresi (40 ve 80 mmol/l NaCl) Camarosa çilek çeşidinde meyve verimini etkilemezken; düşük tuz stresi seviyeleri, fotosentezi olumlu yönde etkilemiş ve vejetatif büyümenin artmasına neden olmuştur. Antosiyaninlerin, L-askorbik, fenolikler ve sakaroz içeriğini artırmış ve daha yüksek tuz stresi seviyeleri kök büyümesi ve fenolik bileşiklerin birikmesini sağlamıştır. Bu nedenle, hafif tuz stresi uygulamaları, biyolojik uyarıcı bir uygulama olarak etkili olabilir (Galli ve ark., 2016; Perin ve ark., 2019). Ayrıca bazı çilek çeşitlerinde tuz stresiyle birlikte, antioksidan miktarlarında da (FRAP değeri) belirgin bir şekilde yükselme ve toplam glutatyon, SOD aktivitesinde artış belirlenmiştir (Keutgen ve Pawelzik, 2007).

Camarosada tuz stresinin özellikle yüksek konsantrasyonlarda bitki performansını azalttığını gösterilmiştir. Tuzluluk stresi, sürgün ve köklerin taze ve kuru ağırlığının arttırılmasıyla, net fotosentetik oranı ve stoma iletkenliği önemli ölçüde azalırken, hücreler arası CO_2 artmıştır (Faghih ve ark., 2017). Tuz uygulamaları toplam klorofil içeriğini değiştirmemiştir. Tuz uygulamaları ile gövdede; Fe, Cu ve Mn içeriği

artarken, kök kısmında; Fe, Zn ve Mn içeriğinin değişmediği tespit edilmiştir. Çilek bitkileri için tuzlu koşullarda mineral besinlerin miktarındaki farklılıklar, özellikle yüksek tuz konsantrasyonundaki büyümedeki azalma, bitkilerde suyun etkisiz kullanımına ve iyon alımına, iyon dengesizliği ile etkileşime bağlı olabilir (Turhan ve Eris, 2005). Camarosa bitkilerinde, bitkisel büyüme, yaprak bağıl su içeriği (LRWC), pigment konsantrasyonları, verim ve meyve büyüklüğü tuz stresi altında azalırken, prolin ve malondialdehit (MDA) konsantrasyonları artmıştır (Garriga ve ark., 2015).

Stres altındaki çileklerin tuzluluk seviyelerinin önemli olduğu, yüksek tuzun bitki metabolizmasında bozulmadan kaynaklı azot stresine neden olduğu, protein ve enzimleri etkilediği görülmüştür. Ayrıca tuz, meyvenin büyüklüğünü ve dolayısıyla ağırlığını, tadını ve protein içeriğini de azaltmaktadır. Çilek meyvesinde tuz stresine cevap olarak azotlu bileşiklerin artışı, kalitesini artırıcı gelişme olarak kabul edilmemektedir. Fakat esansiyel aminoasitlerdeki artış, insan beslenmesi için bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, bu artışın meyvenin yumuşamasını ve bozulmasını artırdığı görülmüştür (Keutgen ve Pawelzik, 2008).

Yapılan çalışmalarda çilek çeşitleri tuzluluk miktarının artmasına rağmen yapraklarda Na^+ birikimini sınırlandırabilse de her organda Cl birikimi olmaktadır. Hasar Cl yaprak hidatitlerinin, yaprak kenarlarındaki su ve klorürün guttasyon yoluyla sızdırması sonucu ortaya çıkar ve daha yaşlı yapraklarda daha çok görülür. Bu hidatitler Cl tarafından zarar gördüğünde, yaprak toksik Cl çıkarmak için tek yolunu kaybeder (Ferreira ve ark., 2019). Esas olarak çileklerin Cl' nin spesifik etkisine karşı duyarlı olduklarını kanıtlanmıştır. Toksisite, yapraklardaki anyonun aşırı seviyelerinden (%l'den fazla) kaynaklanmaktadır. Eğer seviyeler bunlardan daha yüksek olursa, hidrik açığın görülme sıklığının artmasından ve ayrıca Cl 'nin hareketine duyarlılığın artmasından dolayı yaprak hasarı riski artar Yaprak kavrulması temel olarak yaprak konsantrasyonundaki tuz artışından kaynaklanır. Doymuş toprak ekstraktının (EC) elektriksel iletkenliğinden kaynaklanan stres, yapraklar üzerindeki lezyonların gelişmesine katkıda bulunan olumsuz bir faktördür. (Barroso ve Alvarez, 1997).

Çilekte yapılan çalışmalarda toksik seviyede tuz uygulamalarının etkisinin, yaşlı yapraklarda sararma ve nekrozlarla başladığı gözlemlenmiştir. Bundan sonraki aşamada ise bitkinin ağırlığı ve yaprak alanı azalmıştır. İlerleyen zamanda tuzun birikmesiyle bu yaşlı yapraklar kuruyarak dökülmüş ve ölümler olmuştur. Yapraklarda daha fazla Na ve Cl iyonu biriken çeşitlerde tuz hasarı daha fazla olmuş, K^+/Na^+ oranının daha düşük

olduğu gözlemlenmiştir. Yapraklarda K^+/Na^+ oranı daha fazla olan çeşitlerde (Camarosa gibi) Na^+ ve Cl- birikimi fazla olsa bile zararın daha az olduğu gözlemlenmiştir. Bu duruma bakılarak tuz toleransının belirlenmesinde K^+/Na^+ oranını ölçüt olarak kullanılabileceği görülmüştür (Uzal ve Yıldız, 2014).

Tuzluluğun vejetatif büyüme ve fizyolojik özellikler üzerine etkisini inceleme amacıyla Şili'de yapılan çalışmada tuz stresine karşı duyarlılıklarını belirlemek için üç zıt çilekli genotip (Camarosa F. × ananassa çeşidi ve F. chiloensis'in iki farklı genotipi) seçildi. Bitkiler 0, 30 veya 60 mM NaCl' ye tabi tutuldu. Her üç genotipte tuz stresi yaprak sayısını, yaprak alanını, yaprak ve köklerin taze ve kuru ağırlığının yanı sıra klorofil, antosiyanin, prolin ve MDA konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltma görülmüş, her iki genotipin NaCl'ye benzer bir duyarlılık derecesine sahip olduğunu düşündürmektedir. Camarosa da NaCl stresinden olumsuz etkilendi. Meyve boyutunun azalması, bitki tarafından su alımının azalmasını telafi ederken meyve sertliği oluşmasına neden olmuştur. Her ne kadar, morfolojik parametreler, ortamın tuz konsantrasyonundaki artış ile azalmaya meyilli olsa da, bunlardan hiçbirinde istatistiksel etki gözlenmemiştir (Garriga ve ark., 2015).

Dokuz farklı çilek çeşidiyle (Kabarla, Redland Hope, California Giant 2, Sweet Charlie, Carmine, California Giant 4, Camarosa, California Giant 5, California Giant 3) yapılan çalışmada 2000 mg/l NaCl uygulamasının etkilerini gözlemlemek amaçlanmıştır. Sonuçlara göre tuz bütün çeşitlerde yaprakta Na^+ ve Cl iyonu içeriğini önemli ölçüde artırmıştır. Çalışmada abiyotik strese sebep olacak düzeydeki toksik tuz çilekte ilk olarak yaşlı yaprakları etkilemiş, yapraklarda sararma ve nekroza sebep olmuştur. Bunun sonucunda ise toksisitenin daha çok artmasıyla bu yapraklarda kenardan içeriye doğru kurumalar gözlemlenmiş, kuruyarak dökülmüş ve hassas çeşitlerde ölümler meydana gelmiştir (Uzal ve Yıldız, 2014). Tioga ve Camarosa çilek çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, 10 hafta boyunca bitkilere çeşitli konsantrasyonlarda NaCl (0, 500, 1000 ve 2000 mg/L) uygulanmıştır. Tuz uygulamalarının toplam klorofil içeriğinde değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür. Tuz uygulamaları ile Tioga çilek çeşidinde Fe, Mn, Zn içeriği artmıştır. Camarosa çeşidinde kök kuru ağırlığı artmış, Tioga tuz uygulamalarından etkilenmemiştir Sonuç olarak belirli bir süre bitkilerin tuz stresine tahammülünün olduğu ifade edilmiştir. 10 hafta sonunda bitkilerin yapraklarında, kuru ağırlık ve kök kuru ağırlıklarında artışlar gözlemlenmiştir. Yüksek

tuza bağlı olarak iyon alımı ve iyonik dengesizliği sonucu, büyüme ve verimde de dengesizlik görülmüştür (Turhan ve Eris, 2005).

2.2.Gölgeleme Filelerinin Bitkilere Etkileri

Çevre faktörlerini iyileştirmek amacı ile yapılan gübreleme, sulama, yabancı ot, hastalık ve zararlıların mücadelesi için kullanılan kimyasallar verimde büyük artışlar sağlamasına rağmen, pahalı ve uzun vadede doğayı kirletip ekolojik dengeyi olumsuz etkilemektedir. Çevresel farkındalığın artması ve teknolojiler hakkında bilgi sahibi olunmasıyla, tarım ve bahçecilik sektörlerinde tekstil yapılarının kullanılması, tarım ürünlerinin kalitesinin ve veriminin arttırılması için geleneksel olmayan teknik uygulamalar önem kazanmaya başlamıştır (Pimentel ve ark., 1997; Hatipoğlu, 1999). Tarıma tekstil ürünlerinin ilk girişi 1948 yılında olmuş, tarımsal plastikler, son 50 yılda çok yönlülük, hafiflik ve düşük maliyet gibi birçok özellik sayesinde dünya çapında yayılmıştır (Scarascia-Mugnozza ve ark., 2011).

Stresteki bitkileri yüksek ışık enerjisinin olumsuz etkisinden koruyabilmek için kullanılabilecek uygulamalardan birisi de gölgeleme olabilir. Bitkilerin üzerinin farklı renkteki gölgeleme filesi ile örtülmesi bitkiye ulaşan ışık miktarını ve kalitesini değiştireceği için bitkilerin aşırı ışık enerjisi tahrikinden korunmasına yardımcı olabilir. Gölge toleranslı bitkiler, fotosentezlerini, düşük ışık koşullarında en uygun şekilde çalışmak üzere uyarlamıştır. Bu bitkiler bu nedenle bir gölgelik altında uzun süreli hayatta kalma yeteneğine sahiptir. Bununla birlikte, bitki tepkisini destekleyen ve kırmızıdan uzak kırmızı ışığa olan oranlardaki değişikliklere uyum sağlayan mekanizmaların açığa çıkarılması, ışık için rekabet edebilecek genel mahsul yeteneğini bozmadan, zaman ve mekanda, gölge kaçınmalarını hassas bir şekilde modüle etmek için yeni stratejiler tasarlamanın anahtarıdır (Ruberti ve ark., 2012).

Prizmadan geçen güneş ışığı görülebilir kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi-yeşil, mavi ve mor renklere ayrılır. Prizmadan geçtikten sonra değişik renklerde görülen ışıklar ise çeşitli dalga boyuna sahiptirler. Dalga boyu birbiri ardına gelen iki dalganın tepe noktaları arasındaki uzaklıktır. Bitkiler fotosentezde insan gözünün görebildiği ışık dalga boyundan (400-700 nm) faydalanır. Bu sınırlara fotosentetik olarak aktif radyasyon (FAR) adı verilir. Uzun dalga boylarına (kırmızı ışık) göre kısa dalga boyları (mavi ışık) daha yüksek enerjilidir (Folta ve Maruhnich, 2007; Demotes-Mainard ve ark., 2016). Fotoreseptörler ve sinyal iletim zincirlerinden geçen ışık sinyalleri,

organizmayı mevcut koşullara en iyi şekilde uyacak şekilde bitki büyümesini, gelişimini, fizyolojisini ve metabolizmasını şekillendirir (Spalding ve Folta, 2005).

Yapılan çalışmalarda, meyve ağaçlarına ulaşan ışığın saçılmasıyla, meyve verimi artmış ve bunun sonucunda ticari avantaj sağlamasının mümkün olabileceği savunulmuştur. Çiçek sayısının artmasının nedeni; bitkinin iç kısımlarına daha fazla ışık ulaşması ya da bitkinin iç kısmına daha fazla ışık dağılması olabilir (Ada ve ark., 2008). Fileler güneş ışınlarını dağıtır, bitkilerin her taraftan ışık almasını sağlar, böylece meyve üretimi gelişir ve olgunlaşma süreci daha fazla olur. Ayrıca fileler, aynı zamanda, ürünün üretim değerini arttırmak ve uzun süre taze, yüksek kaliteli ürünlerin mevcudiyetini daha eşit bir şekilde dağıtmak için düzenli üretim dönemini değiştirmek için de kullanılabilir (Briassoulis ve ark., 2007a).

Anti-dolu fileler; güneşin ışık miktarını engellemeden meyve ve yaprakları dolu zararına karşı korumaktadır. Bununla birlikte rüzgâr ve kuş zararı ile yağmurdan da korumaktadır. Yağmurlardan koruma, genellikle çiçek ve kabuksuz meyvelerin korunması için gerekmektedir ve ızgara şeklinde olmaktadır. Dolu fileleri bunların yanında güneşin ışınımını azaltmakta ve iç sıcaklığı da düşürmektedir (Chakrabarti ve ark., 2011; İlhan, 2015).

Rüzgâr fileleri, şiddetli rüzgârlarda bitkide oluşan mekanik (kırılmalar, kurumalar, yırtılmalar, dökülmeler) ve biyolojik (meyve zedelenmesi, fazla terleme, dişicik tepesinin kuruması) zararları engellemek için kullanılır. Böcekleri barındırmaz, rüzgârın soğuğundan bitkileri korur, bazı durumlarda rüzgâr hızını azaltarak meyve sıcaklıklarını arttırılabilir (Chakrabarti ve ark., 2011). Ayrıca ağaçların üzerindeki rüzgârı kırmanın; meyve bahçesi mikro iklimi, ağaç fizyolojisi, su durumu ve meyve üretimi alanlarında da olumlu sonuçları vardır (Shahak ve ark., 2004; Briassoulis ve ark., 2007b).

Anti-Kuş Fileleri; bitkilerin çoğunda kuşlar tarafından çok büyük zararlar meydana gelir. Sert kabuklu meyveler hariç diğer meyve türlerinde çok ciddi ürün kayıplarına yol açabilmektedir. Bu kayıpları engellemek için fileler kullanılır. Özel açık yapı kuşları savuştururken, minimum gölgeleme ve mükemmel hava sirkülasyonu sağlar (Scarascia-Mugnozza ve ark., 2011).

Anti-böcek fileleri; böcekten koruyucu fileler zararlı böcek türlerini bitkilerden uzak tutmak, tarım ilacı kullanımını azaltmak, çevre ve insan sağlığını korumak amacıyla tarım ilaçlarına bir seçenek olarak düşünülmekte ve çoğunlukla organik

tarımda kullanılmaktadır. Böcek Fileleri, ayrıca, yaban arıları gibi tozlaşan böceklerin kaçmasını önlemek için seraların açıklıklarına yerleştirilebilir. Thrips ve beyaz sinekler, koruyucu yapılar altında yetiştirilen sebzelerin ve çiçeklerin başlıca zararlılarıdır. Güney İsrail'de yapılan çalışmada; Thripslerin, siyah, sarı, mavi ve kırmızı renkli gölgeleme fileleri içinde sarı ve mavi gölgeleme filelerine iniş yapmayı tercih ettikleri, beyaz sineklerin ise sarı renkli gölgeleme filelerine iniş yapmayı tercih ettikleri görülmüştür. Bu zararlıların, tercih ettikleri renkli filelerin üzerinde uzun bir süre kaldıkları ve sonuç olarak bunların altındaki bitkileri daha az istila ettikleri gözlemlenmiştir (Ben-Yakir ve ark., 2008; İlhan, 2015).

Fileler, ürün ile atmosfer arasındaki radyasyon, kütle, ısı ve momentumun değişim hızını engellediğinden, ürünün mikro iklimini ve su gereksinimlerini değiştirirler. Yetiştiriciler tarafından gölgeleme filelerinin kullanımının artması, seraların mikroklima ve bitki su tüketimi üzerindeki etkilerinin yanı sıra kalite ve verimi arttırmak üzerine araştırmaların genişlemesini sağlamıştır (Tanny, 2013). Fileler güneşli günlerde ısı yakalamaya yardımcı olur ve geceleri yerden yayılan ısıyı korur. Bu da beklenmedik geç soğuklarda genç sürgünleri don etkisinden korur ve hassas bitkilerin 24 saat korunmasına yardımcı olur (Chakrabarti ve ark., 2011).

Akdeniz iklimine sahip ülkelerde yaz aylarında ortaya çıkan yüksek sıcaklık ve buhar basıncı, seralarda üretilen ürünlerin kalitesinin ve veriminin düşmesine neden olmaktadır. Bu dönemde bitki stresini azaltmak ve pazara kaliteli ürün sunabilmek için seraların serinletilmesi gerekmektedir (Boyacı ve ark., 2017). Fileler, tarımsal ürünleri aşırı güneş ışınından, çevresel tehlikelerden ve zararlılardan korumak için yaygın olarak kullanılır. Gölgedeki ışığın kalitesi, tarımsal ürünlerde gölgeleme uygulamalarında dikkate alınması gereken yeni bir özelliktir. Filelerin, mikro iklimin iyileştirilmesi ile eşzamanlı olarak istenen fiziki şartları sağlamanın yanı sıra, gelen radyasyonun spektrumunu farklı şekilde modifiye eden ve aynı zamanda saçılmış ışığın nispi içeriğini zenginleştiren güneş ışığının spesifik modifikasyonu için kullanıldığı yeni bir konsept geliştirime ihtiyacı doğmaktadır (Shahak ve ark., 2004).

Mavi ışığın arttırılması, genellikle hücre bölünmesini, hücre genişlemesini engeller ve böylece yaprak alanını azaltır. Kalın yapraklar birim alandaki fotosentetik oranlarının daha yüksek olmasına karşın radyasyon yakalama oranını düşürür. Foton yakalamadaki bu mavi ışığa bağlı azalma, birim yaprak alanı başına artan fotosenteze rağmen, büyümenin azalmasının temel nedenidir (Bugbee, 2016).

Gölgeleme filesinin ışık yayılımı net sıcaklığa, renge, gözenekliğe ve doku tipine bağlıdır. File sıcaklığı geceleri azaldıkça, geçirgenlik azalmakta ve yansıma net gözenekliğin azalmasından etkilendiği gibi artmaktadır (Abdel-Ghany ve Al-Helal, 2012).

Güneş ışığı bileşimi meyve bahçelerinde geniş ölçüde değişmekte, fitokrom (PHY) ve kriptokrom (CRY) aktivitesinin aracılık ettiği meyve ağaçlarında farklı bitki tepkilerine neden olmaktadır. Kırmızı (K) ışığa göre yüksek oranda uzak kırmızı (FR) oranı absorbsiyon süresini uzatırken, mavi (M) ışığın absorbsiyonu cüceliğe neden olur. Kırmızı ve ultraviyole (UV) ışığın absorbsiyonu meyve kabuğundaki antosiyanin sentezini arttırırken, FR ışığının absorbsiyonu olumsuz bir etki gösterir. Kırmızı ve mavi ışık, meyve ağaçlarındaki yaprak morfo-fizyolojik özelliklerini, palisad kalınlığını, stoma açıklığını ve klorofil içeriğini de değiştirebilir. Fotosentetik olarak aktif radyasyonun mevcudiyetini iyileştirir. Işık kalitesinin düzenlenmesiyle bitkinin tepkisi sürgün büyümesi ve meyve renk gelişiminde açıkça görülmektedir. Işık kalitesinin değiştirilmesi, meyve ağaçlarının tepkilerini önemli ölçüde etkiler ve modern meyve bahçelerinde verim ve kalitenin sürdürülebilir (örneğin, kimyasalların ve işçilik uygulamalarının düşük kullanımı) yönetimi için yararlı bir araç olabilir (Bastías ve ark., 2012).

Çizelge 2.1.Gölgeleme fileleri tarafından ışık kalitesi değişikliği (Shahak, 2006).

File Rengi	Absorbsiyon	Geçirgenlik	Saçılma
Mavi	UV+S+K+UK	M+Y	++
Kırmızı	UV+M+Y	K+UK	++
Sarı	UV+M	Y+S+K+UK	++
Beyaz	UV	M+Y+S+K+UK	++
İnci	UV	M+Y+S+K+UK	+++
Gri	Hepsi (+KÖ)	-	+
Siyah	Hepsi	-	0

UV:Ultraviyole, K:Kırmızı, UK:Uzak Kırmızı , M: Mavi, S: Sarı, Y: Yeşil, KÖ: Kızılötesi

Saçılma: Doğal olarak her bir fileye göre ışık dağılması oranını ifade eder.

Çiçekli bitkilerde ışığın miktarının ve kalitesinin büyüme ve gelişmeyi nasıl etkilediğini araştırmak için Kolombiya'da serada yapılan çalışmada; sarı, yeşil, mavi, şeffaf ve kırmızı renkli gölgeleme fileleri, plastik örtü ve örtüsüz (kontrol) uygulamalar

kullanılarak farklı ışık kalitesi rejimleri altında bitkiler yetiştirilmiştir. Bu renkli fileler ayrıca bitkilere farklı gölgeleme seviyeleri sağlamıştır. Işık fileleri, bitki yapraklarının 1 m yukarısına yerleştirilmiş ve hasada kadar yerinde tutulmuştur. Net asimilasyon oranı şeffaf file ve kontrol altında azalmıştır. Yeşil file; yaprak bölgesinde, köklenme oranında, yaprak ağırlık oranında ve belirli yaprak alanında artışa sebep olmuştur. Mutlak ve bağıl büyüme oranı, yeşil file altında yetiştirilen bitkilerde azalmıştır. Sonuçlar ayrıca yeşil filelerin diğer uygulamalara göre çilek büyümesi üzerindeki çarpıcı etkisini göstermiştir (Casierra-Posada ve ark., 2012).

İngiltere'de bir serada yapılan çalışmada Rapella çilek çeşidi taşyünü küplerine dikilmiş ve bitkilerin en üstteki yapraklarının yaklaşık 1 m yukarısında yeşil gölgeleme filesi uygulaması yapılmıştır. Konsantre bir damla sulama sistemi vasıtasıyla bitki başına 60 ml NaCl çözeltisi gelecek şekilde günde 6 kez uygulama yapılmıştır. Çilekte; yaprak alanı, yaprak sayısı, çiçeklenme sayısında ve kuru ağırlıktaki azalmalar tuz ve gölgelemeden kaynaklanmıştır. Vejetatif büyüme üzerinde gölgelendirme ve tuzluluğun belirgin bir etkisi olmamıştır. Gölgeleme meyvenin kuru ağırlığını artırmış, taze ağırlığını etkilememiştir; bu da daha yüksek su içeriğine sahip meyvelerin meydana gelmesini sağlamıştır. Meyve sayısı gölgeli koşullar altında azalmıştır. Tuzluluk meyve sayısını etkilememiş, ancak meyvenin hem taze hem de kuru ağırlıkları yüksek tuzlulukta daha düşüktür. Yüksek tuzluluğun meyve verimi üzerindeki olumsuz etkileri gölgeli koşullar altında daha belirgindir. Şeker konsantrasyonunun arttırılması, sadece gölgesiz bitkilerde görülmüştür. Taze meyvelerdeki asitlik, hem gölgeli hem de gölgesiz koşullar altında artan tuzluluk ile artmıştır (Awang ve Atherton, 1995).

Sweet Charlie ve Camarosa çilek çeşitlerinde yapılan bir çalışmada; net asimilasyon oranında (NAO) ve nispi büyüme hızında (NBH) gölgelemenin etkisi araştırılmıştır. Uygulamalar; plastik serada gölgesiz, plastik serada sürekli gölgelemeli ve açıkta (A) yapılmıştır. Genellikle Camarosa çilek çeşidinde plastik serada sürekli gölgelemede yetişen bitkilerin NAO ve NBH'ları plastik serada gölgesiz ve açıkta yetişen bitkilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sweet Charlie çilek çeşidinde ise daha düşüktür. Sweet Charlie'nin Camarosa'ya göre gölgelemeye daha hassas olduğu söylenebilir (Öztürk ve ark., 2014).

Dolu fileleri altındaki mikroiklimin yaprakların ve adaksiyal yaprak kütiküllerinin mikromorfolojik özellikleri üzerindeki potansiyel etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, beyaz (3×9mm) ve kırmızı-siyah (2.5×6.5mm) dolu fileleri

yüksek ve düşük ışık geçirgenliği olanların temsilcileri olarak seçilmiştir. 2007 ve 2008 yılı büyüme dönemlerinde Almanya'nın Bonn kentinde her ikisi de M9 anacı üzerine aşılı Fuji Kiku 8 ve Pinova beş yaşındaki elma ağaçları, Haziran, Ağustos, Eylül ve 15 Ekim tarihlerinde mevcut yıllık sürgünlerinden 5. ila 7. tamamen açılmış yaprakları toplanmıştır. Benzer şekilde, iki tip dolu fileleri ve kaplanmamış ağaçlar altında, ağaçlarda yetişen yaprak kütikülleri arasında kalsiyum için kalınlık ve geçirgenlik açısından bir fark bulunamamıştır. Değerlendirilen tüm parametreler için, incelenen iki çeşit arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Genel olarak sonuçlar, dolu filelerinin hem ışık hem de nemde %6-10 oranında azalmasının, elma yapraklarının yüzey özelliklerini ve kütiküllerin geçirgenliğini etkilemekte yetersiz kaldığını göstermektedir. Mikroklima değişikliklerinin vejetatif büyümeyi arttırmak ve gölge kaçınma sendromunu teşvik etmek için yeterli olduğunu, ancak yaprak kütiküler özelliklerini etkilemediğini göstermektedir (Hunsche ve ark., 2010).

Gölgelendirme fileleri, Bologna'daki (İtalya) bir yıllık kuraklık olayının Imperial Gala elma çeşidinde verim üzerindeki etkisini azaltmak için düzeltici bir araç olarak keşfedilmiştir. Ağaçlar farklı gölgeleme seviyelerinde; kırmızı %50, beyaz %50 ve siyah %20 üç renk filenin altında ve fileleri olmadan yetiştirilmiştir. Bu uygulamalar tam çiçeklenmeden 60 gün sonra hasada kadar üç sulama; 260 (kontrol), 115 (orta su stresi, SS) ve 50 (ağır SS) mm su kullanılarak yapılmıştır. Gölgelendirme fileleri altında yetişen ağaçların su gereksinimleri, filesiz yetiştirilen ağaçlardan daha azdır. Bu durumun sebebi, gölgelemenin yapraklar üzerindeki aşırı fotonu azaltmasıyla yaprak fotosentetik etkinliğinin artmasından kaynaklanmaktadır. Gölgeleme su kaybını engelleyip verimi arttırmıştır. Bu, elma ağaçlarının Akdeniz bölgesinde olduğu gibi aşırı ışığa maruz kalması durumunda, %50'lik bir ışık azalmasına kadar iyi performans gösterebileceği göstermektedir. File rengin etkisi gözlenmemiş ancak etkisinin uzun vadede gözlenebileceği savunulmuştur. Gölgeleme, fileler olmadan yetiştirilen ağaçlara kıyasla hasat tarihini bir hafta geciktirmiş ve verimi düşürmüştür. Her ne kadar bu çalışma kuraklık koşullarında su stresinin azaltılmasına odaklanmış olsa da, filelerle gölgelemenin sulama ihtiyaçlarını azaltmak ve su tasarrufu için son derece yararlı olabileceği açıktır (Lopez ve ark., 2018).

Galaxy Gala elma çeşidinde 2014-2015 yıllarında yapılan çalışmada, UV dayanımı artırılmış ve monofilament yapıda %20 gölgelemeli beyaz (pearl) örtü, %30 gölgelemeli kırmızı örtü ve %55 gölgelemeli siyah örtü kullanılmıştır. Yapılan çalışma

sonucunda; açıkta yetiştiriciliğe göre filelerin her iki yılda da sıcaklığı azalttığı, ışık dalga boyunu bitkilerin kullanımı için daha yarayışlı hale getirdiği ve bununla birlikte de gelişme ortamını daha da iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Soğuk birikimi de yeterli seviyede olmuştur. Siyah file sıcaklığı en çok düşüren file olmuş, güneş yanıklığının önlenmesinde de diğer file renklerinden daha başarılı olmuştur. Ancak renklenmesi sorunlu olan elma çeşitlerinde siyah file kullanmak yerine sıcaklığı belli oranda düşürüp güneş yanıklığını da engelleyen, ışık dalga boyunu da etkileyen renklenmeyi arttırıcı beyaz ve kırmızı renkli gölgeleme fileleri kullanılmalıdır. Derim tarihi beyaz filede kontrole göre 5-6, siyah fileye göre 10 gün erken olmuş, renklenme en iyi gözlemlenmesine karşın güneş yanığını engellemede yetersiz kalmıştır. Siyah ve kırmızı renkli filelerde daha ağır meyveler gözlemlenip diğer renklerle de çok fark görülmemiştir. Siyah filedeki meyvelerde; meyve eti sertlik, SÇKM ve toplam asitlik değeri parametreleri bakımından en düşük değerler gözlemlenmiştir. Siyah ve kırmızı filenin; fotosentez hızı, stomal iletkenliği, transpirasyon oranı, yaprak su kullanım oranı, yaprak klorofil miktarı, quantum verimi parametrelerine olumlu etkisinin olduğu saptanmıştır. Kırmızı file Galaxy Gala elma çeşidinde renklenme ve güneş yanığını önlemede orta düzeyde başarılı olmuştur ve kullanımı diğer renklere göre daha uygun bulunmuştur (İmrak, 2016).

İspanya'da Mondial Gala elma çeşidinde, 2000-2003 yıllarında yapılan çalışma nisan ayından ekim ayına kadar gölgelendirmeyle yürütülmüştür. Kristalin (şeffaf) ve siyah renkli filelerin; meyveleri doludan korunması, ışığın, sıcaklığın ve nemin, meyvenin kalitesine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Fileler, doluya karşı meyveleri korumuş, maksimum bahçe sıcaklığını, artan asgari sıcaklık ve bağıl nem azaltmıştır. FAR değerlerine bakıldığında siyah file, kontrolden %25 ve kristal fileden %12 daha fazla radyasyona maruz kalmıştır. Siyah filenin kullanılması, SÇKM, verimi ve renk yoğunluğu azaltarak hasadı geciktirmiştir. Kristal filede, siyah file ve kontrol arasında kontrole yakın değerler gözlemlenmiştir. Her iki filede, güneş yanığını azaltmasına rağmen renklenme düşmüştür. Siyah file, ağaçların gücünü artırmıştır. Titre edilebilir asitlik ve meyve çatlaması açısından tutarlı bir etki bulunamamıştır (Iglesias ve Alegre, 2006).

0900 Ziraat kiraz çeşidinde yapılan çalışmada amaç hasatın olgunlaşma süresini uzatarak, meyvenin kalitesini arttırmaktır. Çalışmada; siyah renkte %55 ve %75 gölgelemeye file kullanılıp; 10 ppm GA3 uygulaması ile verim budaması yapılmıştır.

Uygulama sonuçlarında %55 gölgelemeye sahip file uygulaması kontrole göre 8 gün geçcilik sağlamış, %75 gölgelemeye sahip file uygulaması ise kontrole göre 23 gün geçcilik sağlamıştır. Meyve ağırlık, elastikiyet, çap ve sap uzunluk parametreleri bakımından kalitede önemli kayıplar görülmemiştir. SÇKM oranında düşüş gözlemlenmiş; file hasada bir hafta kala kaldırılırsa bu sorunun çözülebileceği savunulmuştur. GA_3 ve verim budaması uygulamalarında kontrole oranla meyve ağırlıklarında artışlar gözlemlenmiştir (Önen ve Küden, 2010)

Brezilya'da 1350 m rakımda MM111 anacına aşılı Gala ve Fuji elma çeşitlerinde 2002-2005 arasında yapılan çalışmada, elmaları dolu fırtınasından korumak için mart ayından ekim ayına kadar beyaz renkli gölgelendirme filesi kullanılmıştır. Beyaz file kontrole göre fotosentetik aktif radyasyonu %18.4 oranında azaltmıştır. Her iki çeşitte de klorofil içeriği artmış olup, Galada daha yüksek bir özgül yaprak alanı oluştuğu gözlemlenmiştir. Verim, meyve ortalama ağırlığı, meyve tohum sayısı etkilenmemiştir. Beyaz file Galada güneş yanığını azaltmış, her iki çeşitte de soğuk depolama sırasında acı beneği azaltmıştır. Fujide soğuk depolamanın ardından hasatta elma kabuklarının azalması ve çürümede azalma olmuştur. Meyve sineği hasarının filelere takılarak azaldığı görülmüştür. 'Gala' çeşidinde meyve eti sertliği, SÇKM ve nişasta miktarı arttırmış. Her iki çeşitte de file renklenmeyi olumsuz olarak etkilemiştir (do Amarante ve ark., 2011).

Subtropik bölgelerde kirazda çok sık görülen ikiz meyve oluşumunun önlemek amacıyla Adana'da yürütülen çalışmada, 5 yaşlı Bingspur, Lapins, Cristobalina, Vanspur (Early Van Compact) ve Na-1 çeşitlerii ve gölgeleme materyali olarak %55 gölgeleme özelliğine sahip yeşil renkte file kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre file, sıcaklığı 1.9 ile 3.1ºC arasında azaltmış, sıcaklıktaki bu azalma sonucunda çoklu dişi organ oluşumu; Lapins'de %27.81, Cristobalina'da %29.49, Bing Spur'da %30.17, Na-1'de %37.98, Early Van Compact'de %60.87 oranında azaltmıştır. Genel olarak çift pistil oluşumunun tüm çeşitlerde %60.87-%27.81 arasında azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrım periyodu döneminde oluşan 30°C'nin üstündeki sıcaklıkların ikiz meyve oluşumunu çok fazla etkilemediği savunulmuştur (İmrak ve Küden, 2012).

M9 anacı üzerine aşılı üç yaşındaki Fuji elma çeşidinde yapılan bir çalışmada güneş yanıklığının etkilerinden çok, ışık spektrumundaki değişikliklere karşı meyvenin büyüme tepkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmada, mavi (400-500 nm), kırmızı (600-700 nm) ve uzak-kırmızı (700- 800 nm)) diferansiyel güneş ışığı iletimli

renkli filelerin kullanımının etkisi incelenmiştir. Gölgeleme materyali olarak %40 gölgelendirmeli mavi, kırmızı, nötr gri fileler ve %20 gölgelendirmeli nötr beyaz fileler kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda fotosentetik aktif radyasyon kırmızı ve mavi filede aynı oranda azalmış (%27), ışık ilişkileri ise kontrole göre mavi file %30 oranında artmış, sırasıyla mavi-kırmızı ve kırmızı-uzak kırmızı ışık ilişkileri ile %10 azalmıştır. Mavi ve gri filelerin altındaki meyve büyüme oranı, kontrolden %15-20 daha fazla olmuştur. Mavi file altında meyve ağırlığı kontrolden %17 daha fazla olduğu görülmesine rağmen kırmızı file ve kontrol arasında meyve ağırlığında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Mavi file altında yaprak fotosentezi ve toplam yaprak alanı sırasıyla %28 ve %30 daha yüksek, C asimilasyon oranı ve toplam kuru madde üretimi üzerinde de olumlu etki gözlemlenmiştir (Bastías ve ark., 2012).

Sweet Charlie çilek çeşidinde yapılan çalışmada farklı gölgeleme uygulamalarının (plastik serada gölgeleme uygulaması, sürekli gölgeleme uygulaması, meyve döneminde gölgeleme uygulaması ve açıkta) büyüme üzerindeki etkileri kantitatif analizlerle incelenmiştir. Gölgeleme uygulamalarında %50 gölgelemeye sahip koyu yeşil fileler kullanılmıştır. Gölgeleme bitkilerde yaprak alanını artırırken; yaprak kalınlık, net asimilasyon oranı, kök, gövde, yaprak ve toplam bitki kuru ağırlıklarının azaldığı görülmüştür. MD uygulamasındaki bitkilerde gövde kuru ağırlıklarının, SG uygulamasındaki bitkilerin gövde kuru ağırlıklardan yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Genelde ise oransal kök ağırlık (OKA) ve oransal gövde ağırlıkları (OGA) kış döneminde artmışken oransal yaprak ağırlıkları (OYA) azalmıştır. OGA, SK en yüksek gözlemlenmiştir. OYA, A en düşük iken 20 Mayıs'tan sonra diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Verim dönemlerinde; Nispi büyüme hızı (NBH), OGA, OKA azalmıştır (Öztürk ve Demirsoy, 2006; 2014).

Narenciye meyvelerinde gölgeleme yaz mevsiminde yaprak sıcaklığını ve ışık yoğunluğunu, fotosentetik yaprak su kullanım verimliliğinde artışa neden olmaktadır. Bu verimliliğin limondaki etkilerini araştırmak amacıyla İspanya'da 2008–2011 yıllarında 7 yaşındaki Fino 49 limon çeşidinde yapılan çalışmada %50 gölgelendirmeye sahip file kullanılmıştır. Narenciye bahçesindeki file hava sıcaklığını ve güneş ışınımını düşürerek bir mikroklima oluşturduğu, bunun da limon ağaçlarının vejetatif büyümesini arttırarak, meyve kalitesini etkilemeden verimi azalttığı gözlemlenmiştir. Tam güneş ışığı altında C. macrophylla ve C. aurantium L 81 ve 45 kg/ağaç meyve verirken, gölge altındaki ağaçlar sırasıyla 70 ve 33 kg/ağaç meyve vermiştir. Bu nedenle, tüm yıl

boyunca bir gölge perdesinin kurulması, tarımsal açıdan bakıldığında, kurak veya yarı kurak bir iklimde limon ağaçlarında meyve verimini arttırmak için iyi bir strateji olarak görülmemiştir (García-Sánchez ve ark., 2015).

İlkbahar ve yaz aylarında görülen yüksek sıcaklıkların verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemesi sebebiyle yapılan çalışmada GF 677 üzerine aşılanmış 5 yaşında Independence nektarin çeşidi ve %0 (kontrol), %35, %55 ve %80 gölgeleme özelliğine sahip fileler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gölgeleme miktarındaki artışa göre; toprak, hava, yaprak ve meyve sıcaklıklarında azalmalar gözlemlenmiştir. Yaz ortasında kontroldeki en yüksek sıcaklık 48.0 °C olurken, bu değer, %80 gölgeleme filesi uygulamasında 40.2 °C olarak gözlemlenmiştir. Taç içindeki FAR değeri açık havada 405 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ölçülmüşken, %80 gölgeleme filesi altında 110 µmol $m^{-2}s^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Gölgeleme filesi uygulamaları, meyve tutum oranını azaltmıştır. Gölgelemeyle yaprak alanı ve yapraktaki klorofil içeriği artmıştır. Farklı yoğunluktaki gölgeleme filesi uygulamalarının; meyve ağırlık, meyve eti sertlik, meyve renk, pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik oranı parametrelerini de etkilemektedir. Fileler meyve iriliğinde artış sağlamış, meyve parlaklığında da iyileşme sağlayarak pazarlanabilirliği arttırmıştır (Söylemez ve Bolat, 2017).

Şili'de doğal olarak yaprak döken ormanların altında gelişen yabanmersinini (Vaccinium corymbosum L.) mevsiminden daha önce üretmek amacıyla çevresel stresleri (sıcaklık, radyasyon ve bağıl nem) azaltmak için gölgelendirme çalışması yapılmıştır. Gölgeleme uygulaması için, 4 renk file; beyaz, siyah, gri ve kırmızı ve 2 gölgeleme yoğunluğu; %35 ve %50 ve kontrol olmak üzere 9 uygulama yapılmıştır. Kontrole göre; beyaz (%35 ve %50), gri (%35 ve %50) ve kırmızı (%35), FAR radyasyonunu %29 azaltmış, kırmızı %50; %41, Siyah %35; %47, FAR radyasyonunu azaltmıştır. Renkli fileler, hava sıcaklığını, toprak nemini, bağıl nemi sürgün sayısını ve yaprak uzunluğu/genişlik oranını, meyve büyüklüğünü ve SÇKM'yi sürekli olarak etkilememiştir. Belirli uygulamaların (beyaz %50, gri %35 ve kırmızı %50), sürekli olarak artan verim üzerinde olumlu etkisi olduğu, yetiştiriciler tarafından yaygın olarak kullanılan siyah filenin verim üzerinde uzun vadeli olumsuz etkilere sahip olduğu görülmüştür (Retamales ve ark., 2006).

Brezilya'da seralarda görülen yüksek sıcaklıklar ve yüksek atmosferik buhar basıncı, turunçgil yetiştiriciliğine bitki büyümesi üzerindeki zararlı etkilerle fotosentetik aktivitede azalmaya yol açmaktadır. Bu çalışmanın amacı zararlı etkilerin; CO_2

asimilasyonu, transpirasyon hızı, stoma iletkenliği ve klorofil miktarını ölçerek, narenciye bitkilerinin fotosentez performansı üzerine yansıtıcı alüminize polipropilen %50 gölgelendirmeli filenin etkilerini incelemektir. Yapılan çalışmada gölgeleme fileleri kullanılan ağaçlarda fotosentetik aktif radyasyon (FAR) seviyeleri ve yaprak sıcaklıkları azalmış, stoma iletkenliği ve CO_2 asimilasyonu artmıştır. Günlük CO_2 alımının %20 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Gölgeleme fileleri aşırı ışığı yansıttığı için, aynı zamanda daha çok elektron iletim oranına sahip olup, verimini sürdüren fotosentezin fotoinhibisyonunun önlenmesinde de etkili olmuştur. Bu nedenle, sonuçlar açık bir şekilde, seralarda yetiştirilen turunçgillerin fotosentez performansının yansıtıcı fileler kullanılarak geliştirilebileceğini göstermiştir. Uygun etkiler sadece gaz değişimi için uygun stomatal açıklığın korunması değil, aynı zamanda foto-inhibitör olmayan koşullar altında fotosistem II'de daha iyi sonuçlar vermiştir (Medina ve ark., 2002).

Arjantin'de yüksek sıcaklık ve ışık yoğunluklarından kaynaklanan güneş yanıklığını engellemek için gerçekleştirilen çalışmada, M9 anaçları üzerinde yetişen yedi yaşındaki Fuji elma çeşidine hasattan 80 gün önce %55 ve %15 gölgelemeye sahip siyah gölge fileleri ile uygulama yapılmıştır. Gölge fileleri, mevcut FAR'ı azaltmış; meyve rengini (kızarıklık), SÇKM, meyve et sertliğini, özgül yaprak ağırlığı da düşürmüştür. %55 gölgelendirmeli file güneş yanığını azaltmıştır, ancak %15 gölgelendirmeli file ve kontrol uygulamaları arasında hiçbir fark bulunmamıştır. Olgunlaşma sırasında yüksek sıcaklık ve yoğun güneş ışığından korunmak için yoğun gölgeli fileler kullanılması gerektiği savunulmuştur (Dussi ve ark., 2005).

İsrail'de Volcamarianna anacı üzerine aşılı genç Marsh çekirdeksiz greyfurt (Citrus paradisi L.) çeşidinde yapılan çalışmada, güneş ışığının azalmasının bitki fizyolojisi, büyüme ve verim üzerindeki etkisini anlamak amacıyla, %30 ve %60 alüminize yansıtıcı gölgelemeli fileler yatay olarak yerleştirilmiştir. Meyve tutumundan sonra gölgelendirme yapılmış olup hasattan bir, iki hafta önce kaldırılmıştır. Çalışma sonucunda gölgelendirme yaprak sıcaklığını, fotosentetik aktif radyasyonu azaltmış, net CO_2 alımını ve iletkenliğini arttırmıştır. Yaprak alanını %30 arttırmıştır. Artan iletkenliğin % 60 gölgelemede yapraklarda ve meyvenin flavedo kısmının karbon izotop oranlarında azalmalara rastlanmıştır. Gövde kesiti, meyvenin toplam verimi ve boyut dağılımı gölgeden çok az etkilenmiştir. Gölgeli ağaçların ortasında bulunan meyvelerin, ilk 2 yıl içinde sürekli olarak daha ağır ve daha büyük olduğu, ancak kabuk genişliğinin

etkilenmediği gözlemlenmiştir. Meyve suyu içeriği ikinci ve üçüncü yıllarda azalmış, SÇKM etkilenmemiştir. Ağustos ve Eylül aylarında gün içi yaprak su potansiyelleri %60 gölgenin altında %13 artmıştır. Gölgeleme meyve verimini önemli ölçüde azaltmamıştır (Cohen ve ark., 2005).

Erkenci nektarin ve şeftali çeşitlerinde karşılaşılan çoklu meyve oluşumlarını azaltılması amacıyla yapılan çalışmada, GF-677 anacına aşılanmış 10 yaşındaki Early Maycrest, Francoise, şeftali ve Superred, Early Silver nektarin çeşitleri kullanılmıştır. Tomurcuk ayrım safhasındaki dönemde oluşan yüksek sıcaklıkları önlemek amacı ile %55 gölgelemeye sahip siyah file ile %3+3'lük kaolin uygulamaları yapılmıştır. Uygulama sonucunda sıcaklıkların; file+kaolin uygulamasında tomurcuklarda 7.05 °C azalttığı, kaolin uygulamasının 5.45 °C azalttığı, file uygulamasınınsa 1.38 °C azalttığı gözlemlenmiştir Bu sonuçlar ışığında çoklu meyve oluşumunu azaltan en iyi uygulama olan file+kaolin kombinasyonunda ortalama %66.85 olmuş, kaolin uygulaması ortalama %52.60 ile bunu izlemiştir. Uygulamaların pomolojik dinlenme, fenolojik parametreleri bakımdan olumsuz etkileri gözlemlenmemiştir (İmrak ve ark., 2013).

Gölgelemenin hasatta ve soğuk depolama sırasında meyve kalitesine etkilerini incelemek için İtalya'da, 7 yaşındaki Bruno anaçları üzerine aşılanan Hayward kivi çeşidinde gerçekleştirilen çalışmada, dört renk gölgelendirme filesi; mavi, gri, kırmızı, beyaz kullanılmıştır. Gölgelendirme, bu çalışmada ölçülen niteliksel parametrelerin çoğunu önemli ölçüde etkilemiştir. Kırmızı ve beyaz fileler meyvelerde yüksek miktarda kuru madde birikmesi görülmüştür. Mavi ve gri fileler meyvenin kuru madde miktarını ve SÇKM içeriğini olumsuz yönde etkilemiştir. Beyaz ve mavi filelerin, klorofil konsantrasyonu ve rengi üzerinde hafif bir olumsuz etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Kırmızı filelerin altındaki meyve taze ağırlığı ve verimde kontrole yakın değerler gözlemlenmiştir. Test edilen tüm fileler, hasatta polifenol konsantrasyonunu ve antioksidan aktivitesini azaltmıştır. İyi bir korunma şartı olması durumunda, gölgelendirmeli dolu fileler önerilmiştir (Basile ve ark., 2012).

İsrail'de Grand Nain muz çeşidinde yapılan çalışmada, siyah gölgeleme filelerinin üç gölge seviyesi; %20, %40, %70 kullanılmış, muzlarının morfolojisi, büyümesi ve verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Fotosentetik foton akısı yoğunluğu (PPFD), gölgelendirme seviyelerinde kontrole göre %80, %60 ve %30 azalma görülmüştür. Ağır gölge vejetatif büyümeyi etkilemiş, ortalama ağırlıklar sırasıyla orta ve ağır tonlarda %7 ve %32 azalmıştır. Çiçeklenme tarihi 6 gün, 9 gün ve 15 gün

geciktirilmiş, demet ağırlığı sırasıyla %20, %40, %70 gölgelendirmede, %8, %21 ve %55 oranında azalmış ve verim kaybı olmuştur. Gölgeleme yaprak oluşumu, yaprak alanı, bitki boyu ve psödostem çevresinin oranını azaltmıştır. Yapraklar, daha az sayıda stoma ve daha yüksek klorofil içeriği ile daha ince tabakalara sahiptir. Fotosentetik aktiviteyi sınırlamak, büyüme periyodunun sınırlı olduğu subtropiklerde muz için çok önemli olabilir. Bununla birlikte, diğer çevre faktörleri, özellikle sıcaklık, önemli bir rol oynayabilir. Tropik bölgelerde, diğer özellikler su ve besin kaynağı, optimal seviyelerin yakınında olduğunda, ışık ana sınırlayıcı faktör olabilir (Israeli ve ark., 1995).

İtalya'da 2008-2010 arasında şeftalide yapılan bir çalışmada beş renkli file; %40 gölgelemeye sahip mavi, kırmızı, inci ve %12 (nötr file) gölgelemeye sahip gri ve sarı fileler kullanılmıştır. Kontrole göre kırmızı ve inci renkli gölgelendirme filelerinin fotosentetik aktif radyasyon oranının düşmesinden dolayı vejetatif büyümeyi etkilemiştir. Sarı ve gri file için bitkisel büyümesinde esas olarak radyometrik özelliklerine bağlı yaz stres koşullarını azaltmıştır. Bitkisel büyüme, nötr ve mavi file ile kaplı seralarda daha az belirgin olmuştur. Sürgün uzunluğundaki farklılıklar kontrolle nötr arasında çok farklılık göstermese de, mavi ve kırmızı filede %43.0, incide %50.8 artış göstermiştir. Kontrole kıyasla mavi, kırmızı, gri, sarı fileler hasatta gecikme sağlamıştır. Ortalama meyve ağırlığı mavi, kırmızı, gri, sarı gölgelemede azalırken incide artmıştır. Meyve eti sertliği mavi ne kırmızı renkte yüksekken, inci ve nötrde düşüktür (Schettini, 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma 2018-2019 döneminde Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma alanında yürütülmüştür. Denemede Camarosa çilek çeşidine ait fideler kullanılmıştır.

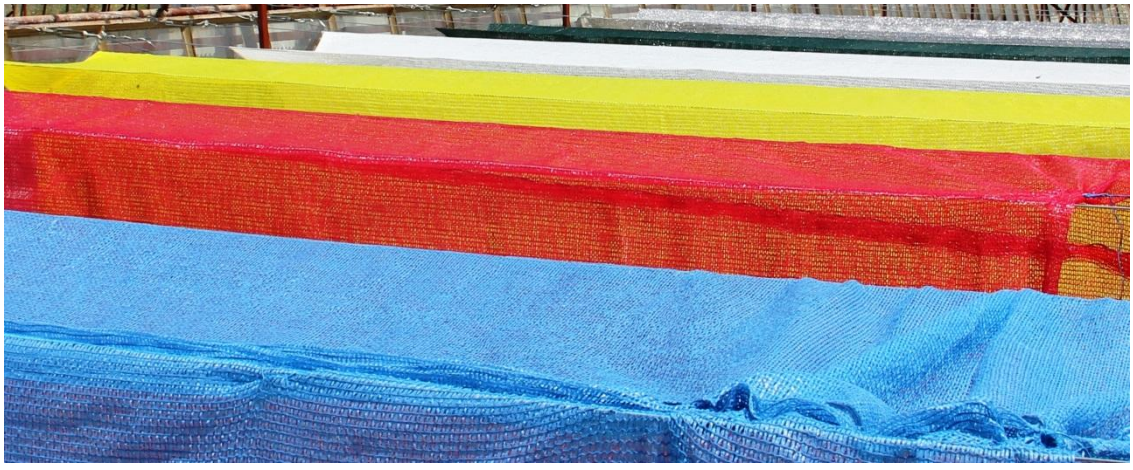
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Bitkisel Materyal

Camarosa çilek çeşidi dünyada en çok üretimi yapılan çeşitlerdendir. Bitkileri orta yoğunluğa sahip orta güçte olan bir çeşittir. Bitkilerin verimlilikleri yüksek olarak tanımlanabilir. Yaprakları elips-yuvarlak ve açık yeşil renktedir. Erkenci ve kısa gün çeşidi olan bu çilek çeşidinin meyveleri büyük ve silindiriktir. Meyvelerinin iç ve dış rengi tuğla kırmızısı, aromalı ve tatlı olan bu çeşit orta düzeyde parlaklık göstermektedir. Meyveleri yola dayanıklı, antraknoz'a hassastır (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013),

3.2.1. Araştırmada Kullanılan Gölgeleme Materyali

Araştırmada gölgeleme materyali olarak %50 gölgelemeye sahip mavi, sarı, yeşil, kırmızı, beyaz renkte ve alüminyum fileler kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan gölgeleme fileleri(orijinal)

3.2.Yöntem

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Çilek fideleri nisan sonunda torf-perlit karışımı yetiştirme ortamı doldurulmuş, 8 lt'lik saksılara dikilmiş ve bitkiler yeterli büyüklüğe gelinceye kadar ve sadece su verilmiş ve gölgeleme yapılmamıştır. Gübreleme uygulaması ayda bir kez makro (N, P, K), mikro (Fe, Cu, Zn…) elemenler içeren gübre karışımı ile yapılmıştır. Temmuz ayının sonunda tuz uygulamalarına ve aynı zamanda gölgeleme uygulamasına da başlanmıştır. Tuz uygulamaları, haftada 2 kez 50 mM NaCl olacak şekilde saksılara sulama suyu ile birlikte yapılmıştır. Eylül ayı sonunda bitkilerin sökümü yapılıp deneme sonlandırılmıştır.

Gölgeleme uygulamaları şu şekilde yapılmıştır:

1. Gölgeleme yok (Kontrol)
2. %50 ışık geçirgenliğine sahip Kımızı gölgeleme filesi
3. %50 ışık geçirgenliğine sahip Sarı gölgeleme filesi
4. %50 ışık geçirgenliğine sahip Yeşil gölgeleme filesi
5. %50 ışık geçirgenliğine sahip Mavi gölgeleme filesi
6. %50 ışık geçirgenliğine sahip Beyaz gölgeleme filesi
7. %50 ışık geçirgenliğine sahip Alüminyum (Gri) gölgeleme filesi

3.2.1.Bitkilerdeki Vejetatif Değişimlerin İncelenmesi

3.2.1.1 Gövde çaplarının belirlenmesi

Gövde çapı her bir bitki için, kök boğazının biraz üzerinden dijital kumpas ile ölçülüp belirlenmiştir. (Arıkan, 2017)

3.2.1.2. Gövde sayısı ve yaprak sayısı belirlenmesi

Gövde sayısı ve yaprak sayısı her bir bitki için sayılarak belirlenmiştir (İpek, 2015).

3.2.1.3. Gövde yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi

Deneme sonunda sökülen bitkilerin kök kısmı dışında kalan kısmı hassas terazi ile tartılıp gövde yaş ağırlığı belirlenmiştir. 72°C'de etüvde 48 saat kurutularak hassas terazi ile tartılıp kuru ağırlıklar belirlenmiştir (İpek, 2015).

3.2.1.4. Kök yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi

Deneme sonunda sökülen bitkilerin kök kısmı hassas terazi ile tartılıp belirlenmiştir. Kökler 72°C'de etüvde 48 saat kurutularak hassas terazi ile tartılıp kuru ağırlıklar belirlenmiştir (İpek, 2015).

3.2.1.5. Kök uzunluğunun belirlenmesi

Deneme sonunda sökülen bitkilerin kök uzunluğu şerit metre yardımı ile ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.1.6. Yaprak alanı ve yapraktaki ölü doku oranının belirlenmesi

Bitkilerden alınan yapraklar tarayıcıdan taranıp winfolia paket programı ile yaprak alanı ölçülmüştür (İpek, 2015). Ölçümler her uygulamadan, bitkilerden şansa bağlı olarak seçilen 6 yaprakta yapılmıştır.

Tarayıcıdan taranan yaprakların winfolia paket programı ile kahverengi (ölü) kısımların içinde kalan (yeşil kısım) alanı ölçülüp toplam yaprak alanından çıkartılmasıyla ölü doku alanı bulunmuştur. Ölü doku alanın toplam yaprak alanına oranlanmasıyla ölü doku yüzdesi hesaplanmıştır.

3.2.1.7. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi

Yapraklardan her biri 1 cm^2 büyüklüğünde 3 disk alınmıştır. Bu diskler 3 kez saf suda çalkalanır. Daha sonra cam tüplerde 10 ml saf su eklenir ve 24 saat 25°C'de çalkalayıcıda çalkalanır. Bu işlemin ardından EC ölçülmüştür (C1). Daha sonra aynı örnekler 20 dk 120°C'de otoklav yapılır ve sonrasında soğutulup 25°C' de EC

ölçülür(C2). Aşağıdaki formülü kullanarak membran geçirgenliği hesaplanmıştır (Lutts ve ark., 1996).

Membran geçirgenliği= C1 / C2 X 100

3.2.1.8. Yaprak nispi su içeriğinin belirlenmesi

Yapraklardan her biri 1 cm² büyüklüğünde 3 disk alınmış ağırlıkları ölçülmüştür (YA). Daha sonra saf su dolu cam tüplere konulup bekletilmiş turgur ağırlık (TA) değerleri ölçülmüştür. Hemen ardından yaprak 80°C etüvde 48 saat kurutulup kuru ağırlığı (KA) ölçülmüştür. Aşağıdaki formülü kullanarak yaprak nispi su içeriği hesaplanmıştır (Lutts ve ark., 1996).

YNSİ(%) = [(YA-KA) / (TA-KA)] x 100

3.2.1.10. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi

Olgun yapraklardan rastgele seçim yapılıp, öğle saatlerinde yaprağın orta kısımlarından “Leaf Porometer’’ cihazı ile ölçüm yapılmıştır (Arıkan, 2017).

3.2.2.Bitkilerdeki Antioksidan Enzim Aktivitesindeki Değişimlerin İncelenmesi

3.2.2.1. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi

Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden örnekler alınıp, Katalaz’ın aktivite tayini için Havir ve Mchale’nin (1987) Luck’e (1965) göre uyguladığı metot kullanılmıştır (Lück, 1965; Havir ve McHale, 1987). Bu metot, katalazın ortamdaki H_2O_2’nin su ve oksijene dönüşümünü sağlarken, meydana gelen absorbans değişimlerinin 240 nm’de izlenmesi esasına dayanmaktadır. Analiz aşamaları şu şekilde yapılmıştır:

a) Öncelikle reaksiyonda dönüşümden dolayı azalan H_2O_2 miktarını belirlemek için standart grafik hazırlanır.
b) Standart grafiğin hazırlaması için, 3 mL'lik spektrofotometre tüplerine 5 mM H_2O_2 çözeltisinden, sırasıyla; 0,15- 0,3- 0,45- 0,6- 0,75- 0,9- 1,05- 1,2- 1,35 ve

1,5 ml konulur ve saf su ile 1,5 ml'ye tamamlanır. Her tüpe 1,47 ml 103,5 mM KH_2PO_4ve 30 µl su ilave edilmiştir.

c) Spektrofotometreye küvetin yerleştirilmesinin ardından 240 nm'de absorbans kör numuneye karşı okunmuş ve değerlerine karşılık gelen µM H_2O_2 değerleri ile standart grafik elde edilmiştir.
d) Aktivite ölçümü çözeltisi ise 3 ml'lik spektrofotometre küvetlere, 103 mM KH_2PO_4tampondan 1,475 ml ve 40 mM'lık H_2O_2 substrat çözeltiden 1,5 ml konulduktan sonra, 25 µl enzim ekstraktı ilave edilerek yapılmıştır.
e) Sektrofotometreye küvetin yerleştirilmesinin ardından 240 nm'de 3dk. boyunca 1 dakikalık aralıklarla kör numuneye karşı absorbansı okunur.
f) Ölçümlerde absorbans değerlerinin doğrusal olarak azaldığı aralıktan dakika başına absorbansta azalma hesaplanmıştır. Ortalama absorbans, standart grafik yardımıyla µmol cinsinden H_2O_2miktarına dönüştürüldü. 1 dakikada 25°C'de, absorbans değerlerinin 1µmol azaltan enzim miktarı 1enzim ünitesi olarak kabul edilir. Sonuçlar ise yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU g-1 TA) olarak sunulur (Gong ve ark., 2001).

3.2.2.2. Peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi

Tuz uygulaması yapılan bitkilerden örnekler alınıp Peroksidaz aktivitesi tayini için Angelini ve Federico (Angelini ve Federico, 1989),uyguladığı metot kullanılmıştır. Bu metot, H_2O_2 ve guaikolün substrat olduğu reaksiyon ürünü olan renkli bileşiğin meydana getirdiği absorbans artışının 470 nm'de izlenmesi esasına dayanmaktadır Angelini ve Federico, (1989). Aktivite ölçümü için spektrofotometre küvetine; 100 ml 0.1 M, NaH_2PO_4 (pH: 5,5) ve 5 mM guaikol ve 5mM H_2O_2 içeren substrat çözeltisinden 3 ml konulduktan sonra, üzerine 10 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir. 470 nm'de 5 dk. boyunca absorbans artışı 1 dakika aralıklarla kaydedilmiş ve absorbansın doğrusal olarak arttığı kısımdaki absorbans artışı bir dakikaya oranlanmıştır. 25ºC'de 1 dakikada, absorbansı 0.01 artıran enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilmiş ve sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU g-1 TA) olarak sunulmuştur (Ye ve ark., 2003).

3.2.2.3. Süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi

SOD aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun SOD radikalleri ile mavi renkteki formazona fotokimyasal indirgenmesinin reaksiyonu SOD enzimi tarafından engellenmesinin spektrofotometrik olarak belirleme esasına dayanır. Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden örnekler alınıp, analiz aşamaları şu şekilde yapılmıştır:

a) Reaksiyon karışımı 3 mL; 50 mM KH_2PO_4 (pH: 7.8), 13 mM metiyonin, 63 µM NBT, 13 µM riboflavin ve 0.1 mM EDTA içermelidir.
b) SOD aktivitesi ölçümü için spektrofotometre küvetlerine 3 mL yukarıdaki reaksiyon karışımından (riboflavin içermeyen) 2,58 ml alınmış ve üzerine 30 µL enzim ekstraktı eklenmiştir.
c) Spektrofotometre küvetlerine 13 µM'lık riboflavin çözeltisini 390 µL ekledikten sonra beyaz renkli ışık kaynağı önüne yerleştirilmiş ve reaksiyon başlatılmıştır. Tüpler ışık kaynağı önüne 15 dk tutulmuştur ve reaksiyon durdurulmuştur.
d) Kör, aynı işlemin enzimsiz karışımından hazırlanmış 15 dakikada NBT'nin rengindeki açılma yoğunluğunun Spektrofotometre 560nm'de köre karşı okunmuştur.
e) SOD aktivitesinin 1 ünitesi, Spektrofotometre okumasında gözlemlenen NBT indirgenmesinin %50 inhibisyonuna sebep olan enzim miktarı kabul edilmiştir (EU/g) (Yordanova ve ark., 2004) (Agarwal ve Pandey, 2004).

3.2.2.4. Malondialdehit miktarının belirlenmesi

Tuz uygulaması yapılan bitki yapraklarında lipid peroksidasyonu malondialdehit'in, başlıca bir 2- thiobarbiturik asit (TBAA) reaktif çeşidi ve lipid peroksidasyon ürün miktarının ölçülmesiyle belirlenmektedir (Heath ve Packer, 1968). Yaprak örneklerinden 0.2 g tartılıp üzerine %0.1' lik trikloroasetik asitten (TCA) 3 ml eklenmiş ve bekletilmiştir. Homojenata 10.000 rpm'de 10 dakika santrifüj işlemi yapılmış ve yüzeysel kalıntı parçasının üzerine 4 ml'lik %20 TCA ve %0.5'lik TBAA karışımı eklenmiştir. Karışım 95 ºC sıcaklıkta 30 dakika ısıtıldıktan sonra buzda serinletilmiş ve ardından 5 dakika boyunca 10.000 rpm'de santrifüj işlemi yapılmıştır.

Yüzeysel kalıntının geçirgenliği 532 ve 600 nm'de ölçülüp ve aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

MDA (nmol ml-1) = [(A532-A600) / 155 000] 106

3.2.2.5. Hidrojen peroksit konsantrasyonunun belirlenmesi

H_2O_2'nin konsantrasyonunun belirlenmesi için, tuz uygulaması yapılan bitki yapraklarından 0.2 g tartılmış, %0.1' lik TCA'dan 5 ml eklenip buz banyosunda bekletilmiş ve 15 dakika boyunca 12.000 xg de santifüjü yapılmıştır (Velikova ve ark., 2000). Yüzeysel kalıntısının 0.5 ml'si 0.5 ml fosfat tamponu (pH 7.0) ve 1 ml 1 M'lık KI karışımına eklenmiştir. Karışımın geçirgenliğinin 390nm'de okuması yapılmıştır. H_2O_2'nin konsantrasyonu standart grafikten hesaplanmıştır. Standart grafiği, mevcut protokolde hidrojen peroksitin 0- 50 μmol konsantrasyonları kullanılarak oluşturulmuştur.

3.2.2.6. Çözünebilir protein miktarının tayini

Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden örnekler alınıp, "Bradford" metoduna göre protein miktarı hesaplanmıştır. Analiz aşamaları şu şekilde yapılmıştır:

a) Bitki örneklerinden 0.5 g'lık bitki örnekleri tartılıp küçük parçalara ayrılır ve 10 misli fazla hacimdeki 0.05 M fosfat tamponla (6.5 pH) havanda ezilerek homojenizasyon yapılır.
b) Hazırlanan homojenat santrifüj tüplerine alındıktan sonra 20 dk, 15.000 rpm'de santrifüj yapılır ve tüplerin üst kısmında kalan sıvı faz (süpernatant) protein tayininde kullanılmak için alınır.
c) Metot için gerekli olan standart grafiğinin hazırlaması için; içeriğinde 1 ml'sinde 1mg protein bulunduran standart sığır albumin çözeltisi tüplere 100, 90, 80,70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 μg protein içerecek şekilde aktarılıp, bütün tüplerin hacimleri saf su ile 0.2 ml'ye tamamlanmıştır. Hemen ardından tüplere 3'er ml Bradford tampon çözeltisinden ilave edilip vorteks ile karıştırılmıştır.
d) Daha sonra spektrofotometrik ölçümler için 0,2 ml aynı tampondan ve 3 ml Bradford tampon çözeltisi karışımı kör numune olarak kullanılmıştır. Spektrofotometrik ölçümlerin sonucunda, standart grafik 595 nm'deki absorbans

değerlerine karşılık gelen protein değerlerinden yararlanılıp elde edilmiştir (Şekil 3.11).

e) Ölçümler için 0,2 ml bitkimizden elde ettiğimiz çözeltiden ve 3 ml Bradford tampon çözeltisinden karıştırıp, 595 nm'de absorbansları ölçülerek, standart grafikten yararlanılır ve 0,2 ml bitki özütdeki protein miktarları belirlenir.
f) En son aşama olarak gerekli hesaplamalar yapılarak protein miktarları mg protein/g doku olarak hesaplanır (Bradford, 1976).

3.2.2.7. Prolin miktarının tayini

Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden örnekler alınıp, spektrofotometrik olarak asit-ninhidrin metoduna göre prolin miktarı hesaplanmıştır (Bates ve ark., 1973). Analiz aşamaları şu şekilde yapılmıştır:

a) Yapraklardan 0.1 g doku tartılıp porselen havanda konulur ve 10 ml %3'lük sülfosalisilik asit içinde ezilerek homojenize edilir. Homojenat filtre kâğıdıyla huniden süzülür ve karışımdan 2 ml alınır.
b) Her bir tüpün içerisine 1 ml'sinde 200 µg prolin bulunduran stok çözeltiden 0,2- 0,4-0,6- 0,8- 1,0- 1,2- 1,4- 1,6- 1,8 ve 2,0 ml konulup üzeri saf su ile 2 ml'ye tamamlanır. Hemen ardından tüplere 2 ml asit-ninhidrin çözeltisi ve 2 ml glasiyal asetik asit ilave edilir ve örnekler 100°C sıcaklıktaki etüve konulur.
c) Etüvde bir saat kaldıktan sonra çıkarılır ve 10 dk buz banyosuna alınır
d) Buz banyosundan sonra tüplere toluen ilave edilir ve vorteksle 20- 30 sn karıştırılır.
e) Karıştırma işleminden sonra üstte kalan faz tüpten otomatik pipetle çekilerek absorbansları 520 nm'de ölçülmüş, kör numune olarak toluen kullanılmıştır
f) 520 nm'de ölçülen değerler standart grafik (Şekil 3.13) üzerinde µg prolin/g taze yaprak olarak bulunmuştur.

3.2.2.8. Klorofil Miktarının Tayini

Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden yaprak örnekler alınıp, her gram yaprak için 50 ml %100 saf aseton ile birlikte homojenize edilerek filtre kâğıdından süzülür (Arnon, 1949). Elde edilen karışım; toplam klorofil 652 nm'de

klorofil a 663 nm'de ve klorofil b 645 nm'de spetrofotometrede okuması yapılmıştır (Lichten ?)

Klorofil a (mg/g TA): 11,75 x Abs (663 nm) – 2,35 Abs x (645 nm)

Klorofil b (mg/g TA): 27,05 x Abs (645 nm) – 3.90Abs x (663 nm)

Toplam Klorofil (mg/g TA): Abs (652 nm) x 27,8

3.2.3. Bitkilerin Besin Elementi Miktarlarındaki Değişimlerin İncelenmesi

Tuz stresi altındaki her bir uygulamaya ait bitkilerden örnekler alınıp, laboratuvara getirilip yıkanmış, sonrasında 70°C'de kurutulmuştur. Kurutulmuş yapraklar havanda öğütülmüştür. ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer) cihazında makro ve mikro elementlerin analizleri yapılmıştır (Soltanpour ve ark., 1979).

3.3.İstatistiksel Analizler

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulup yürütülmüş olan çalışmada, elde edilen veriler SPSS 21.0-JMP 8.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamaların karşılaştırılması %5 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır (Mstat, 1980).

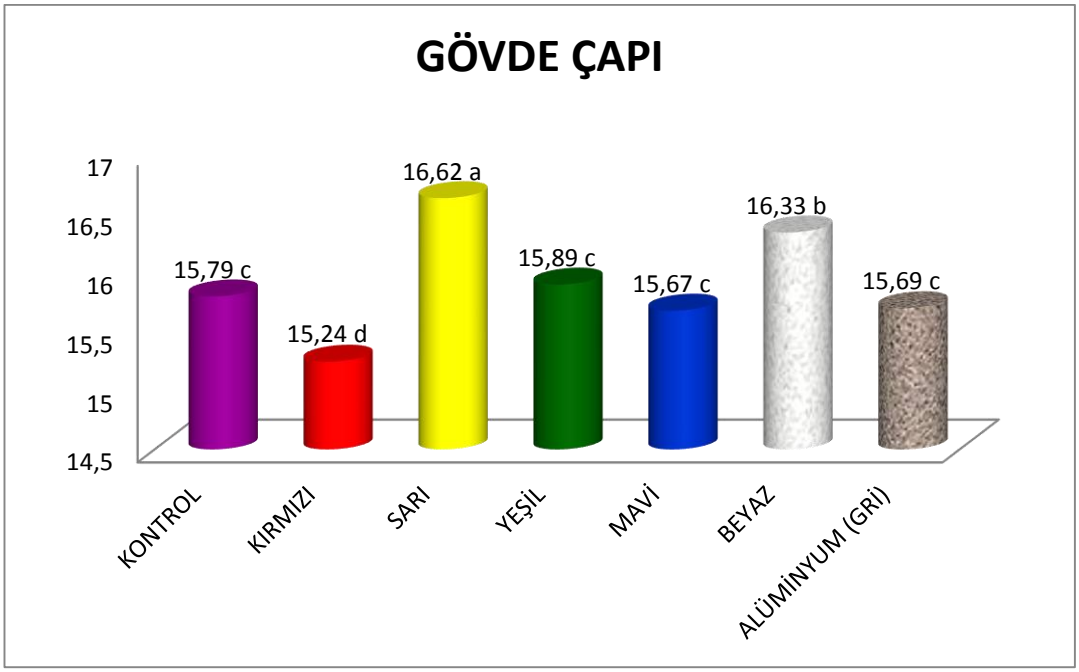
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Çilekte Tuz ve Gölgeleme Uygulamalarının Araştırma Sonuçları

4.1.1.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde çaplarına etkisi

Camarosa çilek çeşidinde farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin ve tuz stresinin gövde çapına etkileri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çilekte tuz ve renkli gölgeleme filesi uygulamalarının gövde çaplarına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Gövde çapları incelendiğinde en yüksek değer sarı renkli gölgeleme filesi (16,62 mm) altındaki çileklerde belirlenmiş olup, beyaz renkli gölgeleme filesi altındaki (16.33 mm) bitkilerden alınan sonuçlar onu takip etmekte ve fark istatistiki olarak önemli bulunmaktadır. Yeşil, mavi renkli ve alüminyum gölgeleme filesi ile kontrol uygulamaları arasında farklılık tespit edilmemiş olup diğer uygulamalarla arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük değer kırmızı renkli gölgeleme filesinde (15,24 mm) saptanmış olup sarı renkli gölgeleme filesine göre %9, kontrole göre %3.6 gövde çapında azalma tespit edilmiştir.



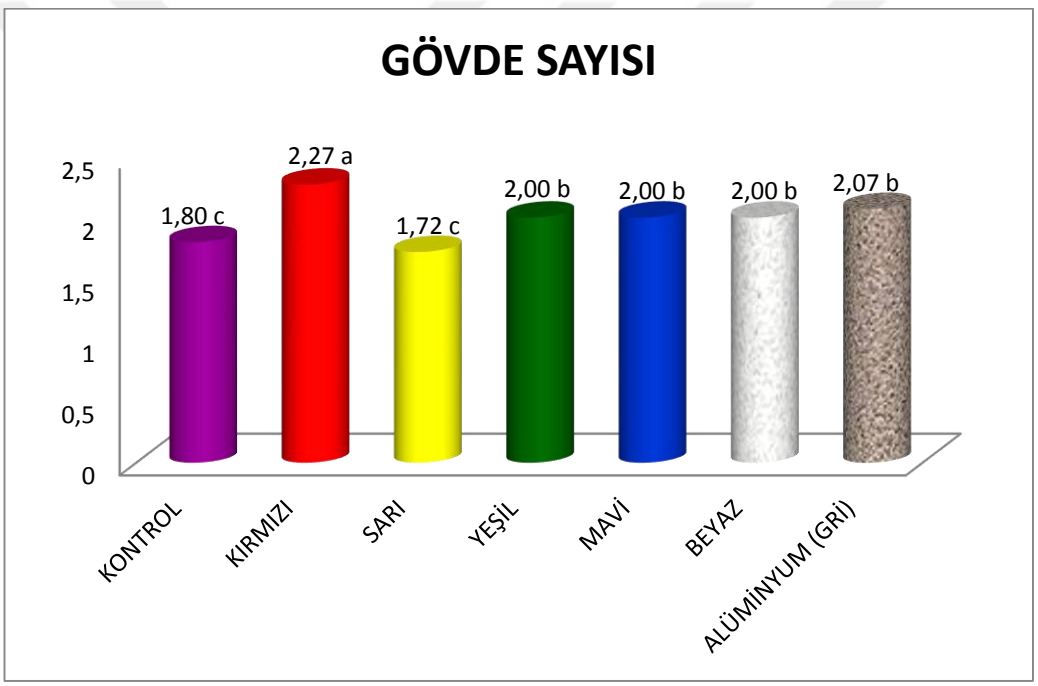
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,39***

Şekil 4.1. Camarosa çilek çeşidinin gövde çapında (mm) meydana gelen değişimler

4.1.2.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde ve yaprak sayısına etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin gövde sayısına etkileri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Gövde sayısında en yüksek değer kırmızı renkli gölgeleme filesinde (2,27) bulunmuştur. Yeşil, mavi, beyaz renkli ve alüminyum gölgeleme fileleri arasındaki fark önemsiz olup kırmızı file ile aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük gövde sayısı sarı renkli gölgeleme filesi (1,72) ve kontrolde (1.80) tespit edilmiştir. Gövde sayısı kırmızı renkli gölgeleme filesine göre kontrolde %26,1, sarı renkli filede ise %31,9 azalmıştır.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,18***

Şekil 4.2. Camarosa çilek çeşidinin gövde sayısında meydana gelen değişimler

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin yaprak sayısına etkileri Şekil 4.3'te verilmiştir.

Yaprak sayısında en yüksek değer yeşil renkli gölgeleme filesinde (12.90) bulunmuş olup onu sırasıyla beyaz (12.26), alüminyum (11.88), mavi (11.67), kırmızı (11.40), sarı (10.72) ve kontrol (7.21) takip etmiştir. Mavi renkli gölgeleme filesiyle, alüminyum ve kırmızı renkli fileler arasındaki fark önemsiz olup diğer uygulamalar

arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kontrolde kırmızı renkli gölgeleme filesine göre %44.1'lik bir azalma belirlenmiştir.



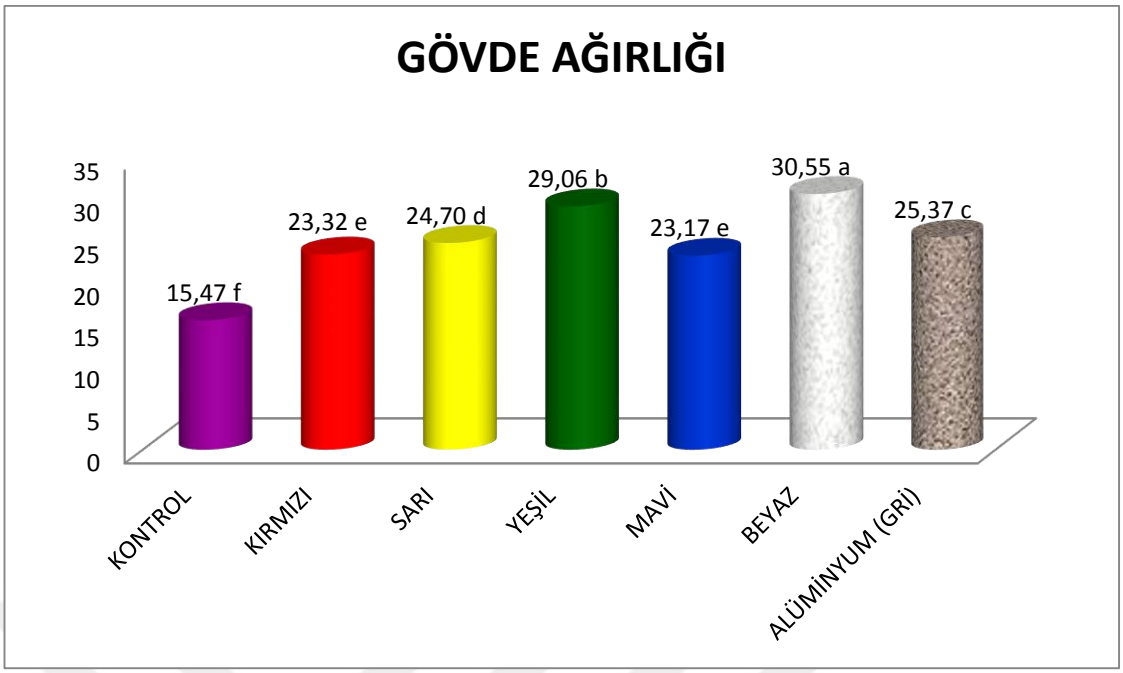
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,43***

Şekil 4.3. Camarosa çilek çeşidinin yaprak sayısında meydana gelen değişimler

4.1.3. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde yaş ağırlığına etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin gövde yaş ağırlığına etkileri Şekil 4.4'de verilmiş olup uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Deneme sonu itibariyle yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri beyaz renkli gölgeleme filesinde (30.55) tespit edilmiş olup kontrolde (15.47) %49.4 oranında azalmıştır. Kırmızı renkli gölgeleme filesi ile mavi renkli file arasındaki fark önemsiz olup, diğer uygulamalar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır.



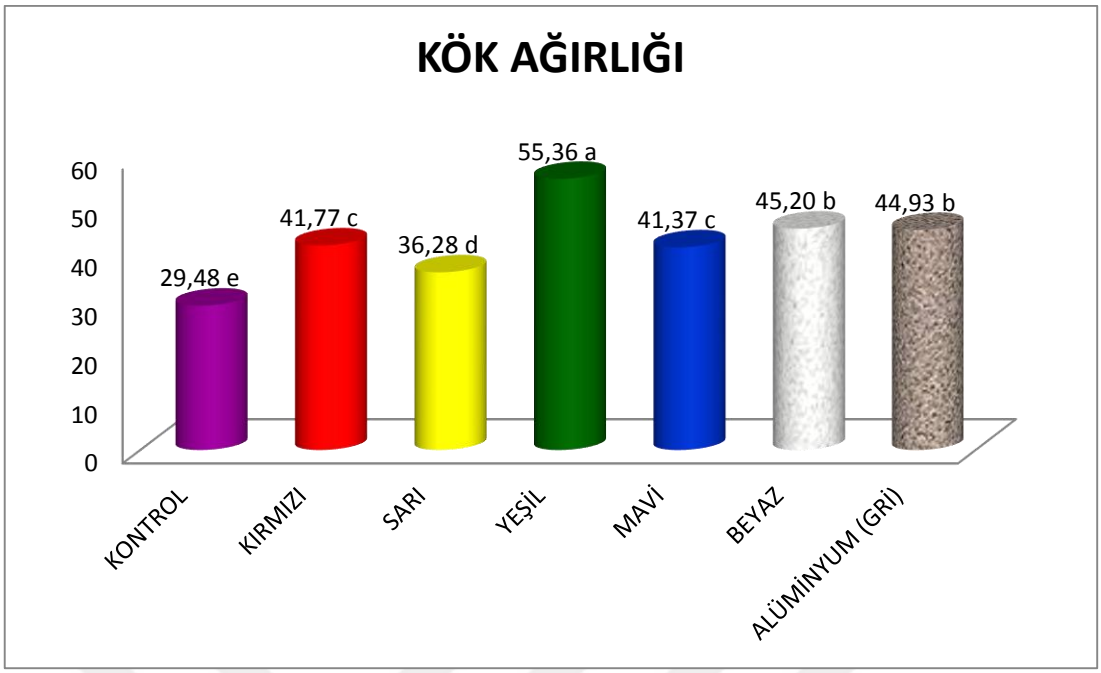
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,49***

Şekil 4.4. Camarosa çilek çeşidinin gövde ağırlığında meydana gelen değişimler

4.1.4.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök ağırlığına etkisi

Gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki çilek bitkilerinin kök ağırlığına etkileri Şekil 4.5'de verilmiştir.

Tuz ve gölgeleme fileleriyle yapılan çalışmada kök ağırlığında en düşük değer kontrolde (29.48) tespit edilmiştir. Bu değer en yüksek kök ağırlığı olan yeşil gölgeleme filesine (55.36) göre %46.7 azalmıştır. Kırmızı ve mavi renkli fileler arasındaki fark önemsiz olup beyaz renkli ve alüminyum gölgeleme fileleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Kök ağırlığında diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır.



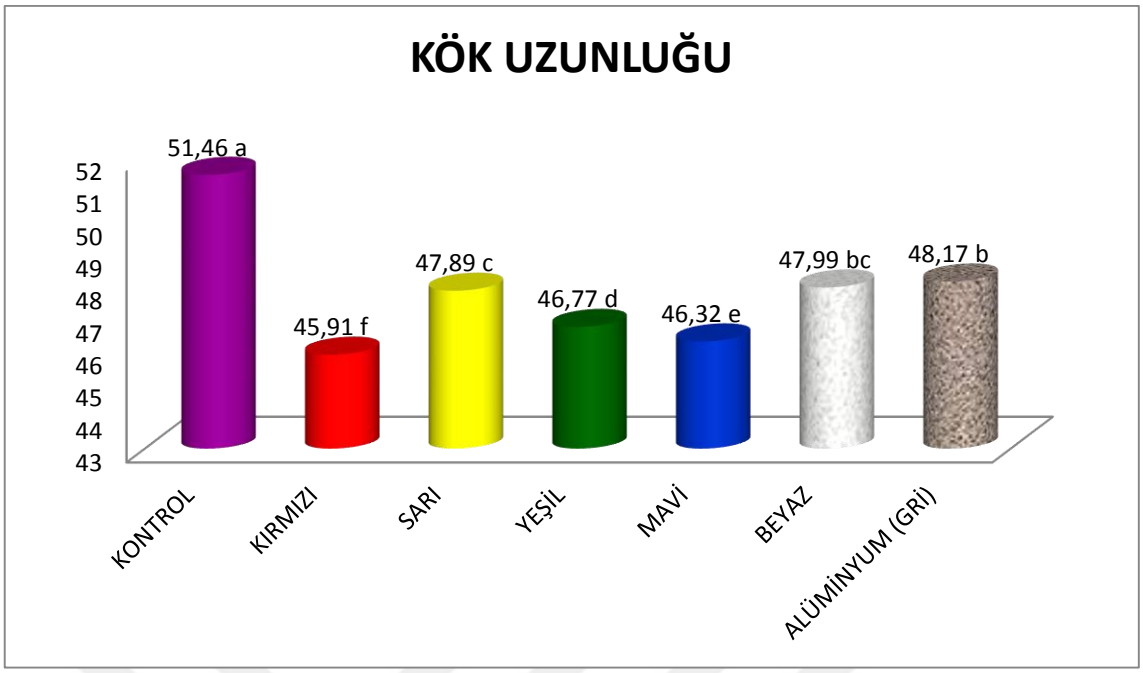
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,79***

Şekil 4.5. Camarosa çilek çeşidinin kök ağırlığında meydana gelen değişimler

4.1.5. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök uzunluğuna etkisi

Camarosa çilek çeşidinde yapılan tuz ve gölge uygulamalarının kök uzunluğuna etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuş ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Yapılan çalışmada en yüksek kök uzunluğu değeri kontrolde olup diğer uygulamalarla arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu kontrole göre; alüminyum gölgeleme filesinde %6.4, beyaz renkli gölgeleme filesinde %6.7, sarı renkli gölgeleme filesinde %6.9, yeşil renkli gölgeleme filesinde %9.11, mavi renkli gölgeleme filesinde %10 ve kırmızı renkli gölgeleme filesinde de %10.7 azalmıştır. Beyaz renkli gölgeleme filesinin, sarı renkli ve alüminyum gölgeleme fileleriyle arasındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Denemedeki diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



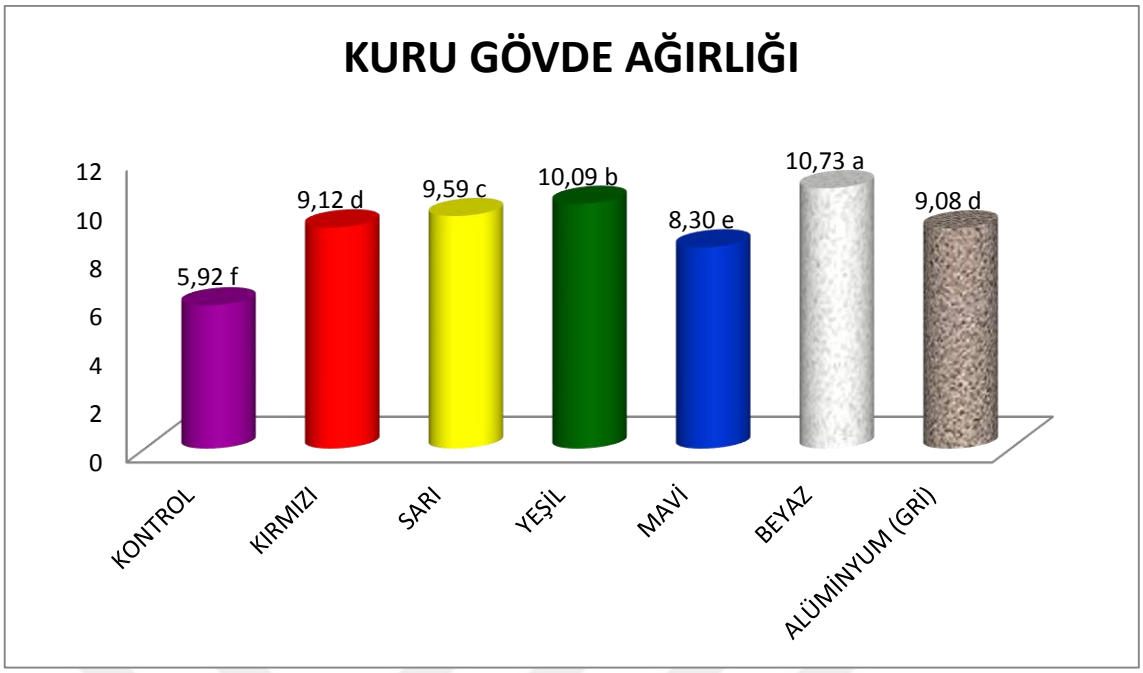
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0.28***

Şekil 4.6. Camarosa çilek çeşidinin kök uzunluğunda (mm) meydana gelen değişimler

4.1.6.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının gövde kuru ağırlığına etkisi

Çilekte farklı renklerdeki gölgeleme fileleri ve tuz stresi altında yapılan çalışmanın çilek gövde kuru ağırlığına etkisine ait değerler Şekil 4.7'de verilmiştir.

Deneme sonu itibariyle en yüksek gövde kuru ağırlığı beyaz renkli gölgeleme filesinde (10.73) saptanmış, çalışmadaki diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Beyaz renkli gölgeleme filesini sırasıyla; yeşil (10.09), sarı (9.59), kırmızı (9.12) renkli ve alüminyum (9.08) gölgeleme fileleri takip etmiş, en düşük değer kontrol grubundan (5.92) alınmıştır. Kırmızı renkli ve alüminyum gölgeleme fileleri arasındaki fark önemsizdir. Gövde kuru ağırlığı kontrolde, beyaz renkli gölgeleme filesine göre %44.8 azalmıştır.



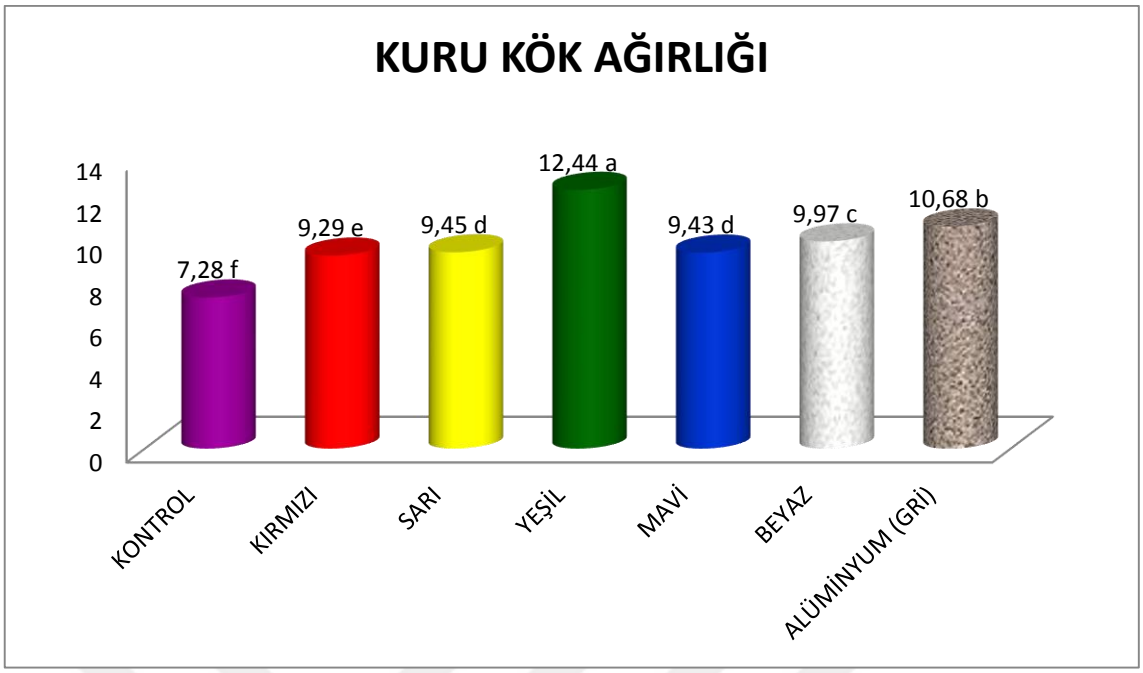
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,18***

Şekil 4.7. Camarosa çilek çeşidinin kuru gövde ağırlığında meydana gelen değişimler

4.1.7.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının kök kuru ağırlığına etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme fileleri ve tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin kök kuru ağırlığına etkileri Şekil 4.8'de verilmiş ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çilekte tuz ve gölgeleme uygulaması yapılan denemede kök kuru ağırlığının en yüksek olduğu değer yeşil renkli gölgeleme filesi (12.44) altındaki bitkilerde tespit edilmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı kontrolde (7.28) bulunmuş olup yeşil renkli gölgeleme filesine göre %41.5 azalmıştır. Sarı ve mavi renkli gölgeleme fileleri arasındaki fark önemsiz olup diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



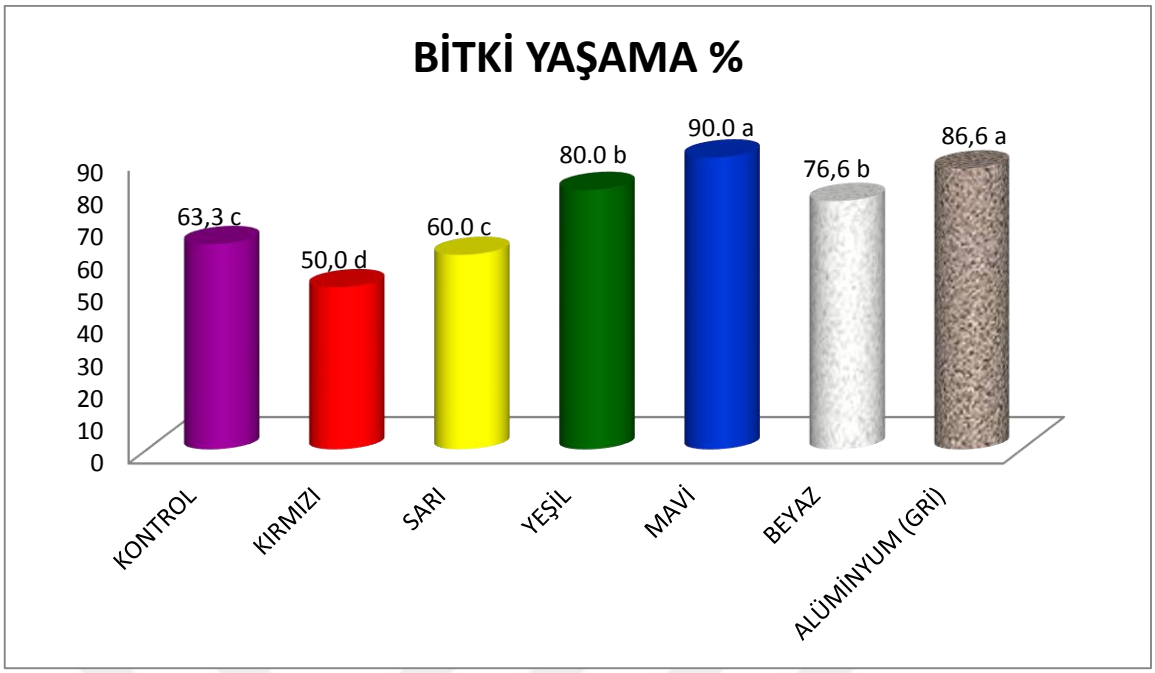
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,12***

Şekil 4.8. Camarosa çilek çeşidinin kuru kök ağırlığında meydana gelen değişimler

4.1.8. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının bitki yaşama %'sine etkisi

Çilekte gölgeleme ve tuz stresi uygulamalarının bitki yaşama yüzdesine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuş ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Deneme sonu itibariyle bitki yaşama yüzdesi en yüksek mavi renkli (%90) ve alüminyum (%86.6) gölgeleme filelerinde tespit edilmiş olup aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük bitki yaşama yüzdesi kırımızı renkli gölgeleme filesinde bulunmuş ve kontrolle arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Kırmızı renkli gölgeleme filesi; mavi renkli gölgeleme filesine göre %40, kontrole göre %13.3 azalmıştır. Kontrole göre; beyaz renkli gölgeleme filesinin %13,3, yeşil renkli gölgeleme filesinin %16.7, alüminyum gölgeleme filesinin %23.3 ve mavi renkli gölgeleme filesinin %26.7 artış gösterdiği saptanmıştır.

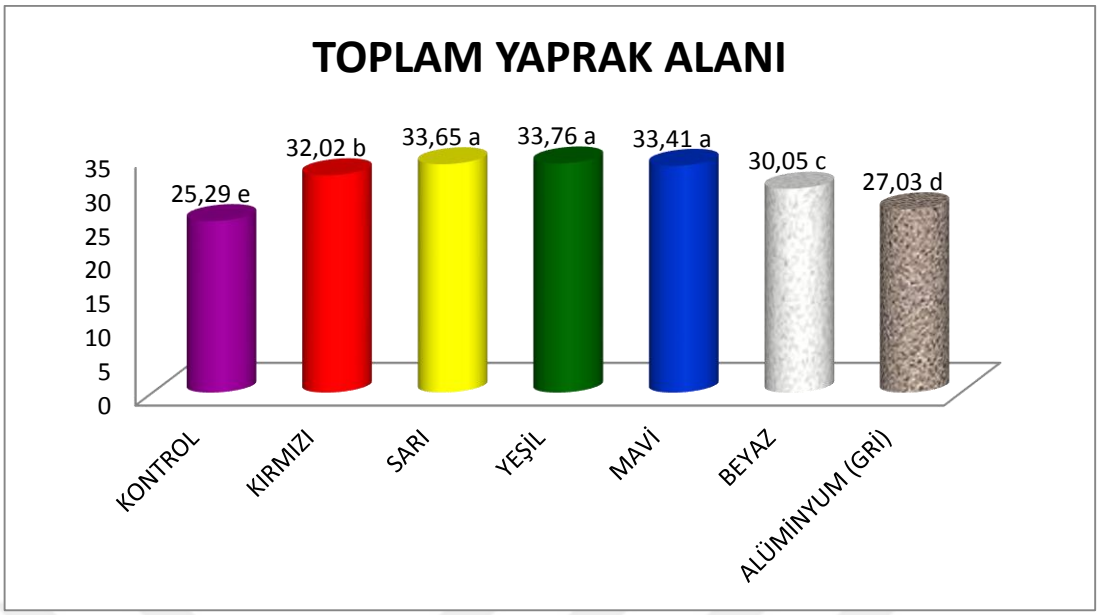


Şekil 4.9. Camarosa çilek çeşidinin bitki yaşama %'de meydana gelen değişimler

4.1.9. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının yaprak alanına ve yaprak ölü doku oranına etkisi

Farklı renklerde gölgeleme fileleri kullanılarak tuz stresi altında yapılan çalışmada Camarosa çilek çeşidinin toplam yaprak alanındaki değişimler Şekil 4.10'da verilmiştir.

Toplam yaprak alanı en yüksek yeşil (33.76 cm^2), sarı (33.65 cm^2) ve mavi (33.41 cm^2) renkli gölgeleme filelerinde bulunmuş olup aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsizdir. En düşük yaprak alanı kontrolde tespit edilmiş ve kontrole göre; alüminyum gölgeleme filesi %6.9, beyaz renkli gölgeleme filesi %18.8, kırmızı renkli gölgeleme filesi %26.6, mavi renkli gölgeleme filesi %32.1, sarı renkli gölgeleme filesi %33 ve yeşil renkli gölgeleme filesi %33.5 artmıştır. Kırmızı renkli gölgeleme filesi, beyaz renkli gölgeleme filesi, alüminyum gölgeleme filesi ve kontrol arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

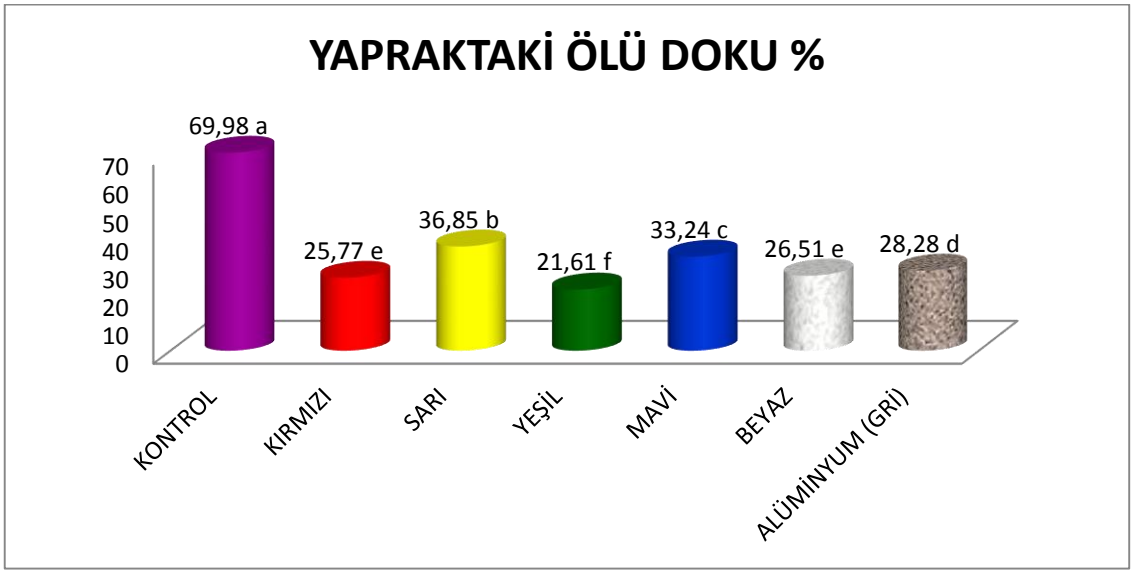


* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0.87***

Şekil 4.10. Camarosa çilek çeşidinin toplam yaprak alanında meydana gelen değişimler

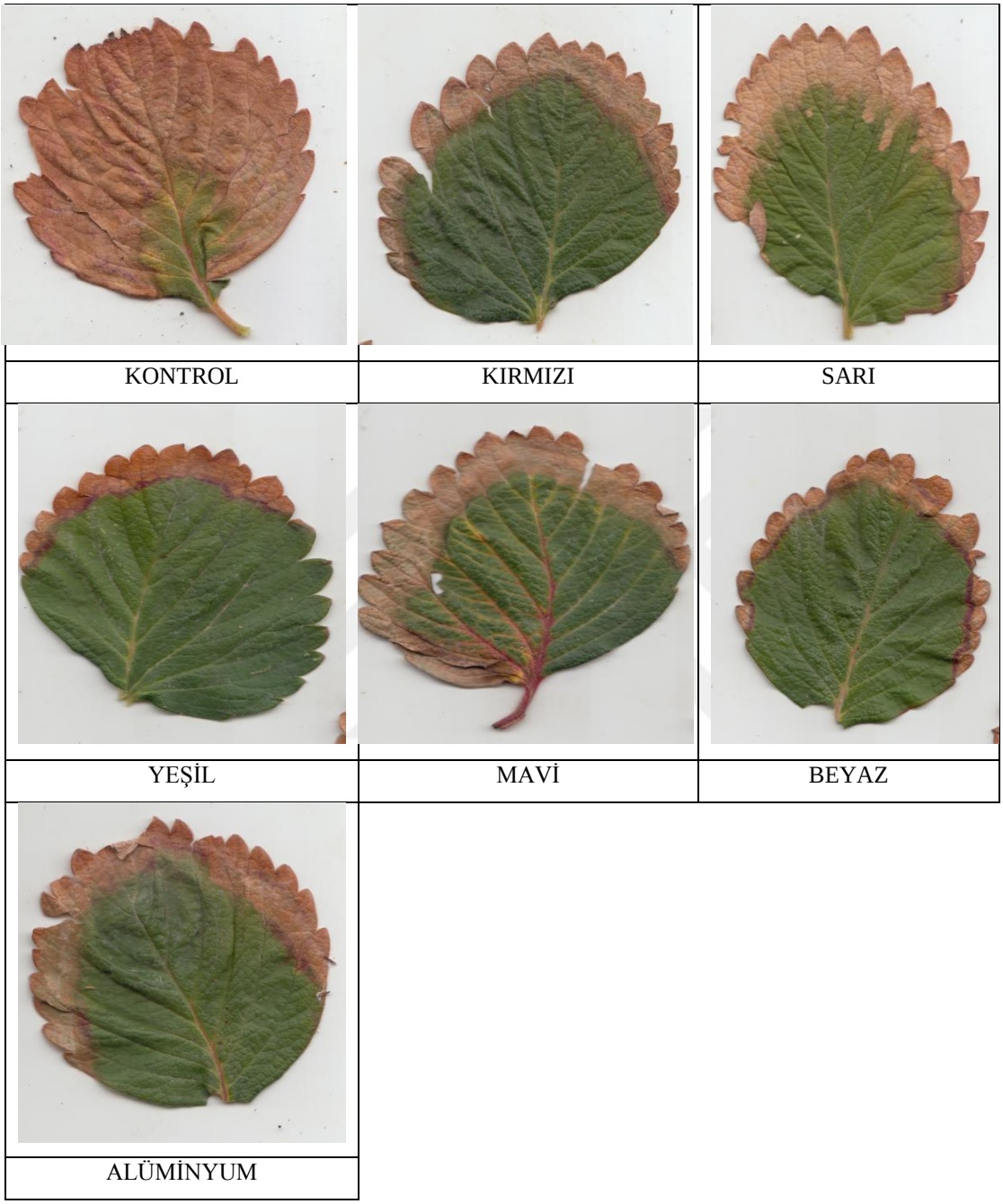
Gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki çilek bitkilerinin yaprak kenarı ölüm yüzdesine etkileri Şekil 4.11' de verilmiştir.

Çalışma sonu itibariyle en yüksek yaprak kenarı ölüm yüzdesi kontrolde (%69.98) tespit edilmiştir. Kontrolü sırasıyla; sarı renkli (%36.85), mavi renkli (%33.24), alüminyum (%28.28), beyaz renkli (%26.51), kırmızı renkli (%25.77) ve yeşil renkli (%21.61) gölgeleme fileleri takip etmiş olup aralarındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük yaprak kenarı ölüm yüzdesi yeşil renkli gölgeleme filesinde saptanmış ve kontrolden %48.37 azaldığı tespit edilmiştir.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 1.07***

Şekil 4.11. Camarosa çilek çeşidinin yapraktaki ölü doku %'sinde meydana gelen değişimler

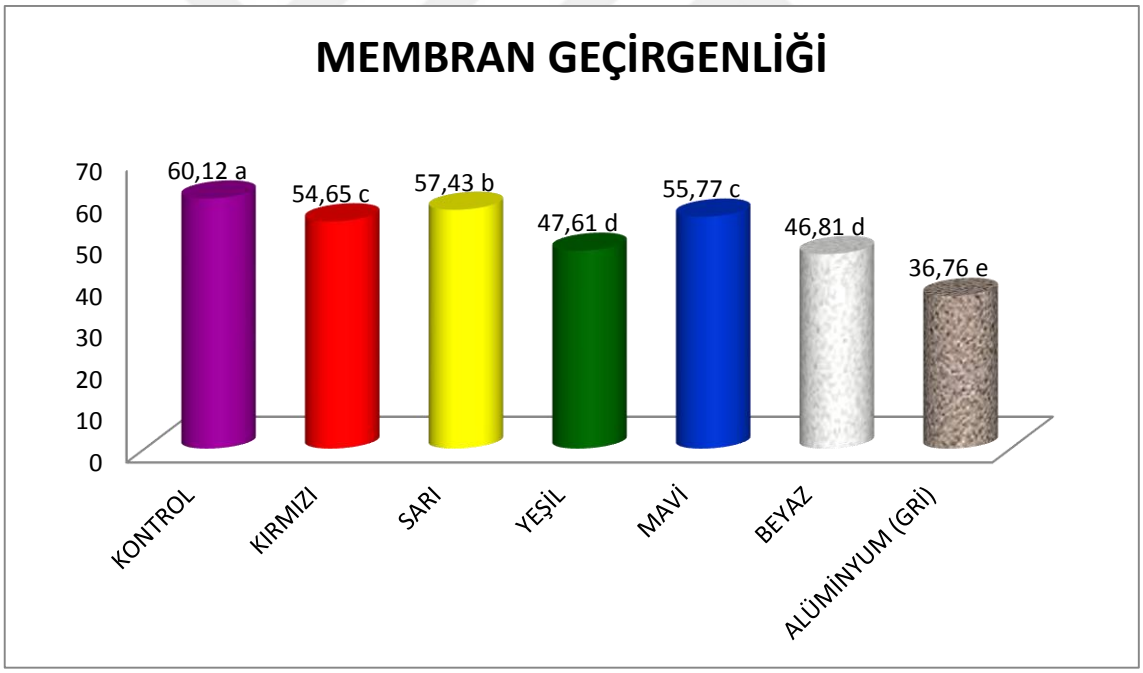


Şekil 4.12. Camarosa çilek çeşidinin yaprak örneklerinde meydana gelen değişimler (orijinal)

4.1.10.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının membran geçirgenliğine etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin membran geçirgenliğine etkileri Şekil 4.13'de verilmiş olup uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışma sonunda en yüksek membran geçirgenliği kontrolde tespit edilmiştir. Kontrole göre membran geçirgenliği; sarı renkli gölgeleme filesi %4.5, mavi renkli gölgeleme filesi %7.2, kırmızı renkli gölgeleme filesi %9.1, yeşil renkli gölgeleme filesi %20.8, beyaz renkli gölgeleme filesi %22.1 ve alüminyum gölgeleme filesi % 38.5 azalmıştır. Kırmızı renkli gölgeleme filesi ile mavi renkli gölgeleme filesi arasındaki fark önemsizdir. Yeşil renkli gölgeleme filesi ile beyaz renkli gölgeleme filesi arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Diğer uygulamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır.



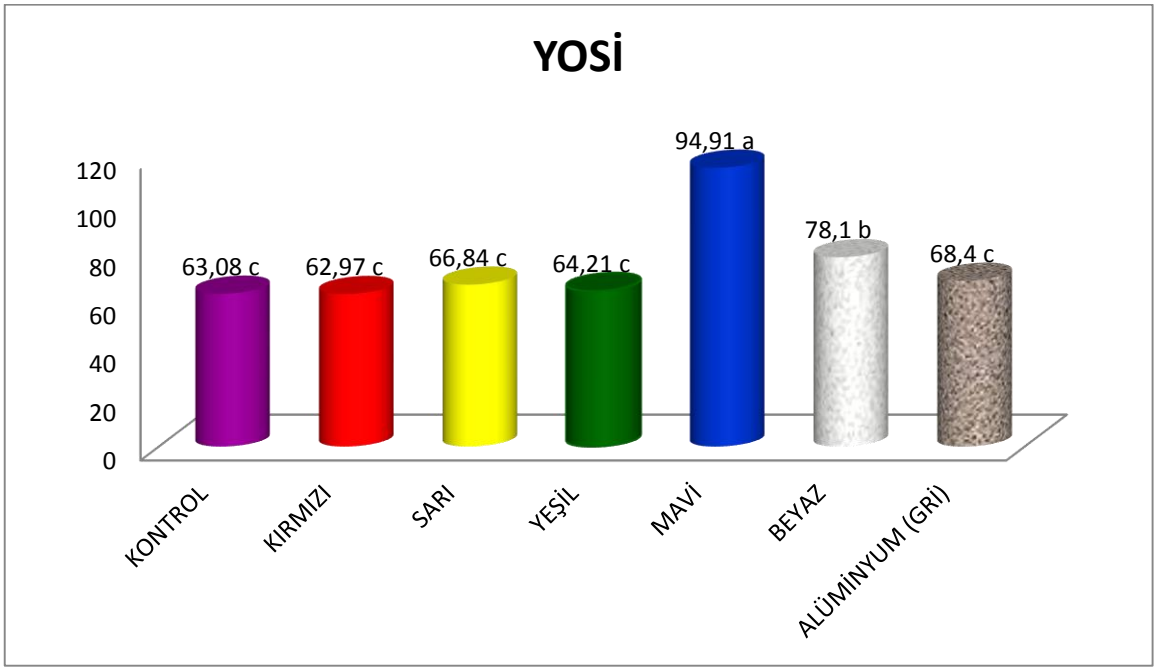
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 2.92***

Şekil 4.13. Camarosa çilek çeşidinin membran geçirgenliğinde meydana gelen değişimler

4.1.11.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının yaprak nispi su içeriğine etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin yaprak nispi su içeriğine etkileri Şekil 4.14'de verilmiştir.

Yaprak nispi su içeriği en yüksek mavi renkli gölgeleme filesinde (%94.91) tespit edilmiş ve onu takip eden beyaz renkli gölgeleme filesiyle (%78.1) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sarı renkli (%66.84), yeşil renkli (%64.21), kırmızı renkli (%62.97), alüminyum (%68.4) gölgeleme fileleri ile kontrol (%63.08) arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir. Mavi renkli gölgeleme filesinde yaprak nispi su içeriği kontrole göre %51.83 artmıştır. En düşük değer kırmızı renkli gölgeleme filesinde görülmüş olup kontrolle arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 7,69***

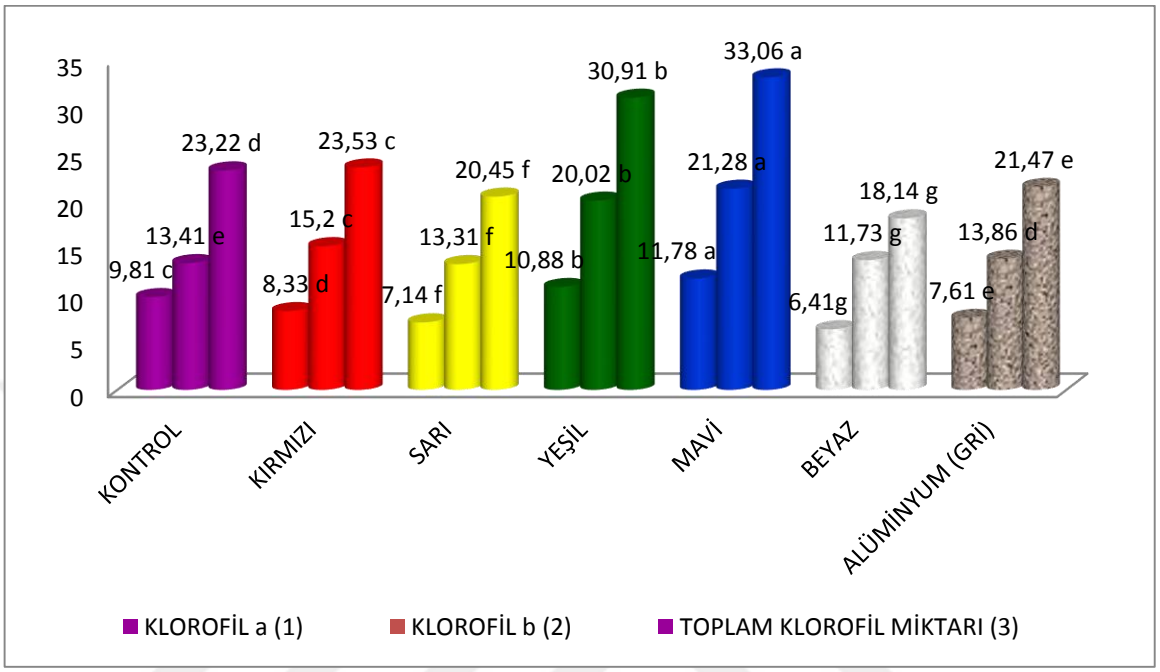
Şekil 4.14. Camarosa çilek çeşidinin YOSİ miktarında meydana gelen değişimler

4.1.12.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının klorofil miktarına etkisi

Çilekte farklı renklerdeki gölgeleme fileleri ve tuz stresi altında yapılan çalışmanın klorofil miktarına etkilerine ait değerler Şekil 4.15'de verilmiştir.

Klorofil a ve klorofil b değerinin en yüksek olduğu uygulama mavi renkli gölgeleme filesidir (21.28 mg/l). En düşük klorofil miktarı beyaz renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Klorofil a değerleri sırasıyla; mavi renkli (11.78 mg/l), yeşil renkli (10.88 mg/l), kontrol (9.81 mg/l), kırmızı renkli (8.33 mg/l), alüminyum (7.61 mg/l), sarı renkli (7.14 mg/l) ve beyaz renkli (6.41 mg/l) gölgeleme filelerinde tespit edilmiş olup uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir. Klorofil b

değerleri sırasıyla mavi renkli (21.28 mg/l), yeşil renkli (20.02 mg/l), kırmızı renkli (15.2 mg/l), alüminyum (13.86 mg/l), kontrol (13.41 mg/l), sarı renkli (13.31 mg/l) ve beyaz renkli (11.73 mg/l) gölgeleme filelerinde tespit edilmiş olup uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF (1) = 0.07*** AÖF (2) =3.06*** AÖF(3) = 0,60***

Şekil 4.15. Camarosa çilek çeşidinin klorofil a ve b, toplam klorofil miktarında miktarında meydana gelen değişimler

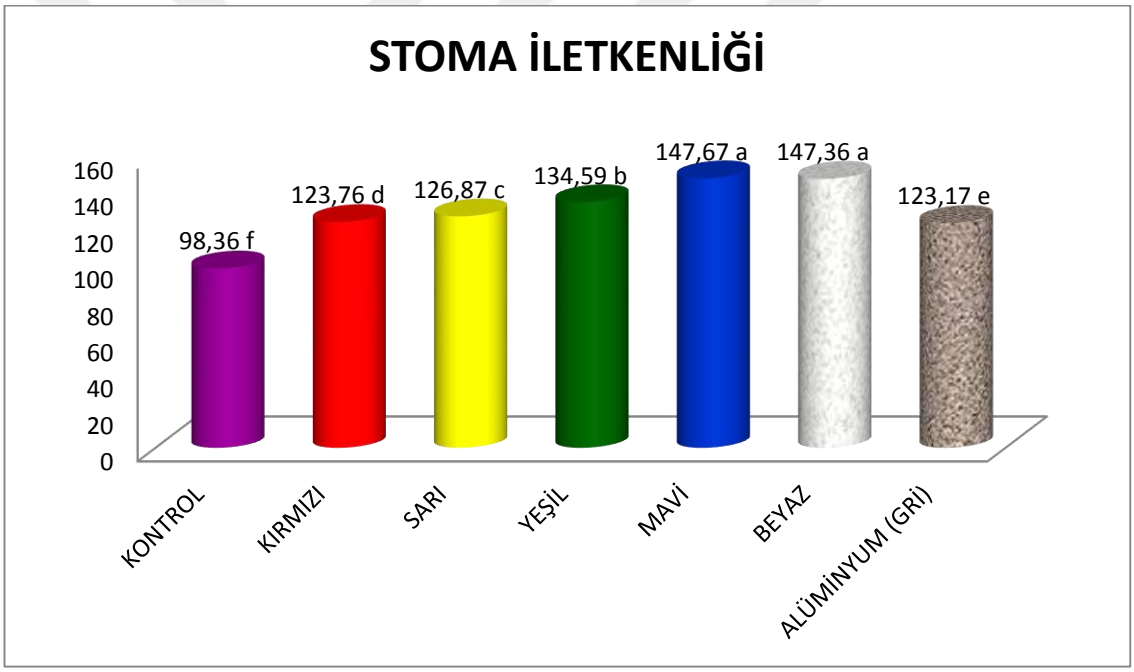
Çilekte yapılan çalışmada gölgeleme ve tuz uygulamasının toplam klorofil miktarına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuş ve Şekil 4.15' de verilmiştir.

Tuz stresi ve gölgeleme filesi uygulamasıyla yapılan çalışmada en yüksek toplam klorofil miktarı mavi renkli gölgeleme filesinde (33.06 mg/l) bulunmuş olup, onu sırasıyla yeşil (30.91 mg/l), kırmızı (23.53 mg/l), kontrol (23.22 mg/l), alüminyum (21.48 mg/l), sarı (20.46 mg/l) ve beyaz renkli gölgeleme fileleri (18.15 mg/l) takip etmiştir. En düşük toplam klorofil miktarı olan beyaz renkli gölgeleme filesi mavi renkli gölgeleme filesinden %45, kontrolde ise %21.8 azalma göstermiştir. Deneme sonu itibariyle uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

4.1.13.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının stoma iletkenliğine etkisi

Farklı renklerde gölgeleme fileleri kullanılarak tuz stresi altında yapılan çalışmada Camarosa çilek çeşidinin stoma iletkenliğindeki değişimler Şekil 4.16'de verilmiştir.

Deneme sonu itibariyle elde edilen verilere göre en yüksek stoma iletkenliği mavi (147.67 mmol/m^2s) ve beyaz (147.36 mmol/m^2s) renkli gölgeleme filelerinde tespit edilmiş ve iki grup arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu grupları takiben yeşil (134.59 mmol/m^2s), sarı (126.87 mmol/m^2s), kırmızı (123.76 mmol/m^2s) renkli ve alüminyum (123.17 mmol/m^2s) gölgeleme fileleri arasındaki farklılıklar önemli olup en düşük değer kontrolde (98.36 mmol/m^2s) bulunmuştur. Kontrolde, en yüksek stoma iletkenliği olan mavi renkli gölgeleme filesine göre %33.4 azalma saptanmıştır.



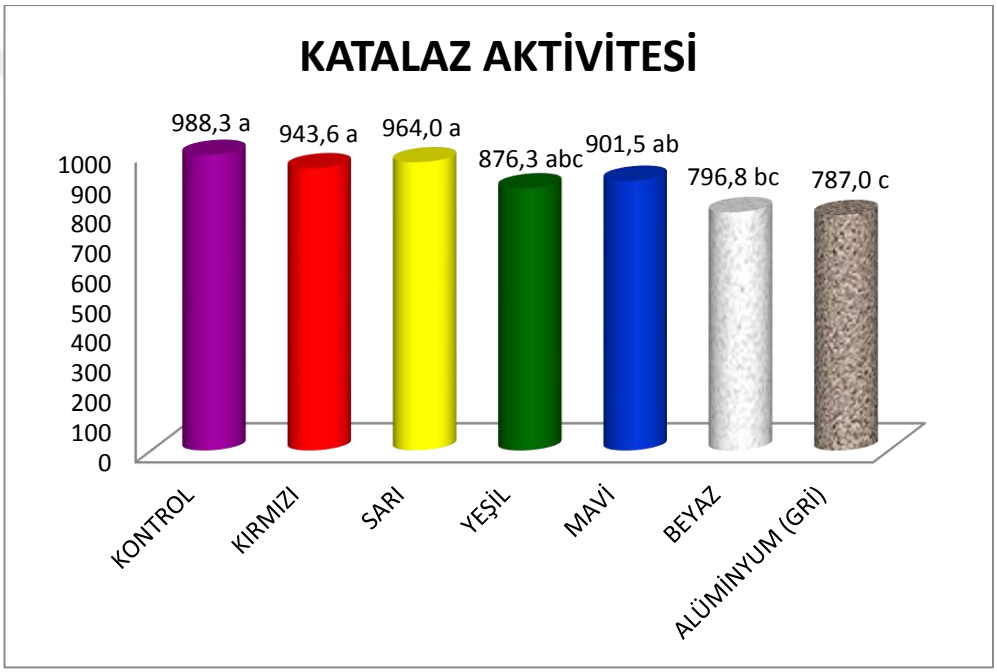
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0.79***

Şekil 4.16. Camarosa çilek çeşidinin stomal iletkenliğinde meydana gelen değişimler

4.1.15.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının katalaz (KAT) enzim aktivitesine etkisi

Gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki çilek bitkilerinin katalaz enzim aktivitesine etkisi istatistiki olarak önemli görülmüş Şekil 4.17'de verilmiştir.

Tuz ve gölgelendirme uygulamasının bitkideki etkilerine göre KAT enzim aktivitesinin en büyük değerleri kontrol uygulamasında 988.3 EU g^{-1} TA, sarı renkli file uygulamasında 964.0 EU g^{-1} TA, kırmızı renkli file uygulamasında 943.6 EU g^{-1} TA, mavi renkli file uygulamasında 901.5 EU g^{-1} TA, yeşil file renkli uygulamasında 876.3 EU g^{-1} TA olup aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Beyaz renkli file uygulamasında 796.8 EU g^{-1} TA ve alüminyum file uygulamasında 787.0 EU g^{-1} TA olup aralarındaki farklar önemsizdir. Tuz ve gölgeleme uygulamalarındaki en küçük KAT değeri alüminyum uygulaması olup kontrol, kırmızı, sarı, mavi renkli file uygulamalarıyla aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = **159,55****

Şekil 4.17. Camarosa çilek çeşidinin katalaz aktivitesinde meydana gelen değişimler

4.1.16.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının peroksidaz (POD) enzim aktivitesine etkisi

Çilekte farklı renklerdeki gölgeleme uygulamaları ve tuz stresinin peroksidaz enzim aktivitesine etkisi analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunup Şekil 4.18'de verilmiştir.

Tuz ve gölgelendirme uygulamasının bitkideki etkilerine göre POD enzim aktivitesinin en büyük değeri beyaz renkli gölgeleme filesinde (5106.66 EU g^{-1} TA)

saptanmıştır. Bunu kırmızı renkli file uygulaması (3469.33 EU g^{-1} TA), yeşil renkli file uygulaması (3218.66 EU g^{-1} TA), mavi renkli file uygulaması (3048.00 EU g^{-1} TA) takip etmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sarı renkli file uygulaması (2346.00 EU g^{-1} TA), ve alüminyum file uygulaması (2328.00 EU g^{-1} TA), aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Tuz ve gölgeleme uygulamalarındaki en küçük POD değeri kontrolde (1786.66 EU g^{-1} TA) bulunmuş ve beyaz renkli gölgeleme filesine göre %65 azalma tespit edilmiştir.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 146,49***

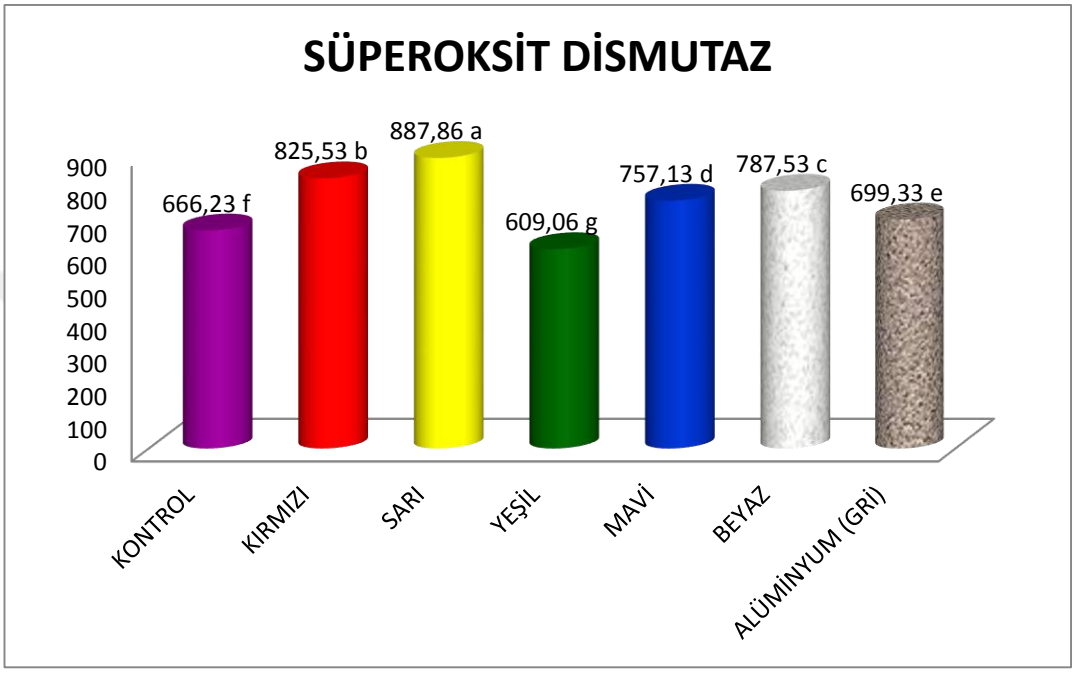
Şekil 4.18. Camarosa çilek çeşidinin peroksidaz (POD) enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

4.1.17.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesine etkisi

Camarosa çilek çeşidinde yapılana tuz ve gölge uygulamalarında süperoksit dismutaz enzim aktivitesi analizlerinde bulunan sonuçlar istatistiki olarak önemli görülüp Şekil 4.19'de verilmiştir.

Çalışmada SOD enzim aktivite verilerine göre en düşük değer yeşil renkli gölgeleme filesi (609.0 EU g^{-1} TA) altındaki bitkilerde bulunmuştur. Yeşil renkli gölgeleme filesini, kontrol (666.23 EU g^{-1} TA), alüminyum gölgeleme filesi (699.33 EU g^{-1} TA), mavi renkli gölgeleme filesi (757.13 EU g^{-1} TA), beyaz renkli gölgeleme filesi

(787.53 EU g^{-1} TA), kırmızı renkli gölgeleme filesi (825.53 EU g^{-1} TA) takip etmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tuz ve gölgeleme uygulamalarındaki en büyük SOD değeri sarı renkli gölgeleme filesinde (887.86 EU g^{-1} TA) tespit edilmiş ve yeşil gölgeleme uygulamasına göre %31.4, kontrole göre % 25 artış saptanmıştır.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 21,00***

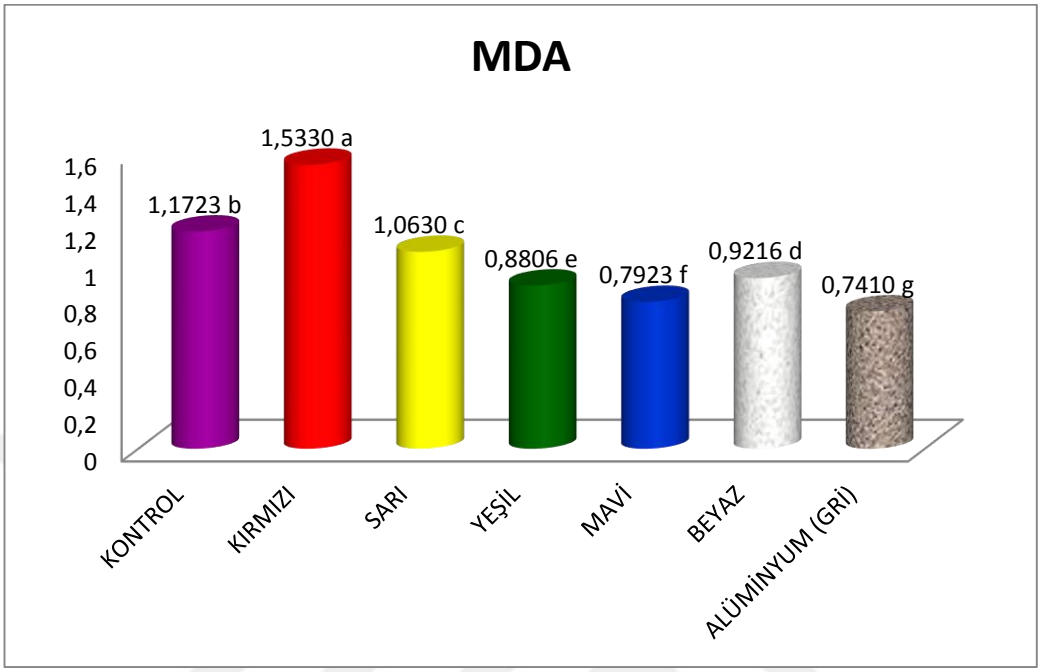
Şekil 4.19. Camarosa çilek çeşidinin süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

4.1.18. Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının Malondialdehit miktarına (MDA) etkisi

Çilekte yapılan çalışmada tuz stresi ve gölgeleme filesi uygulamalarının Malondialdehit miktarına etkisi istatistiki olarak önemli görülmüş Şekil 4.20'de verilmiştir.

Tuz ve gölgeleme uygulaması altındaki çilek bitkilerindeki MDA miktarları incelendiğinde en yüksek değerin kırmızı renkli gölgeleme filesinde 1.5330 nmol ml^{-1} olduğu saptanmıştır. Kırmızı renkli fileyi 1.1723 nmol ml^{-1} değeri ve %23.5 azalışla kontrol takip etmiştir. MDA miktarının sarı renkli gölgeleme filesinde 1.1723 nmol ml^{-1}, beyaz renkli gölgeleme filesinde 0,9216 nmol ml^{-1}, yeşil renkli gölgeleme filesinde 1.8806 nmol ml^{-1}, mavi renkli gölgeleme filesinde 0.7923 nmol ml^{-1} olduğu bulunmuş ve

aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. MDA miktarında en düşük değer alüminyum uygulamasında 0.7410 nmol ml^{-1} saptanmış, kırmızı renkli gölgeleme filesine göre %51.7, kontrole göre %36.8 oranında azalma tespit edilmiştir.



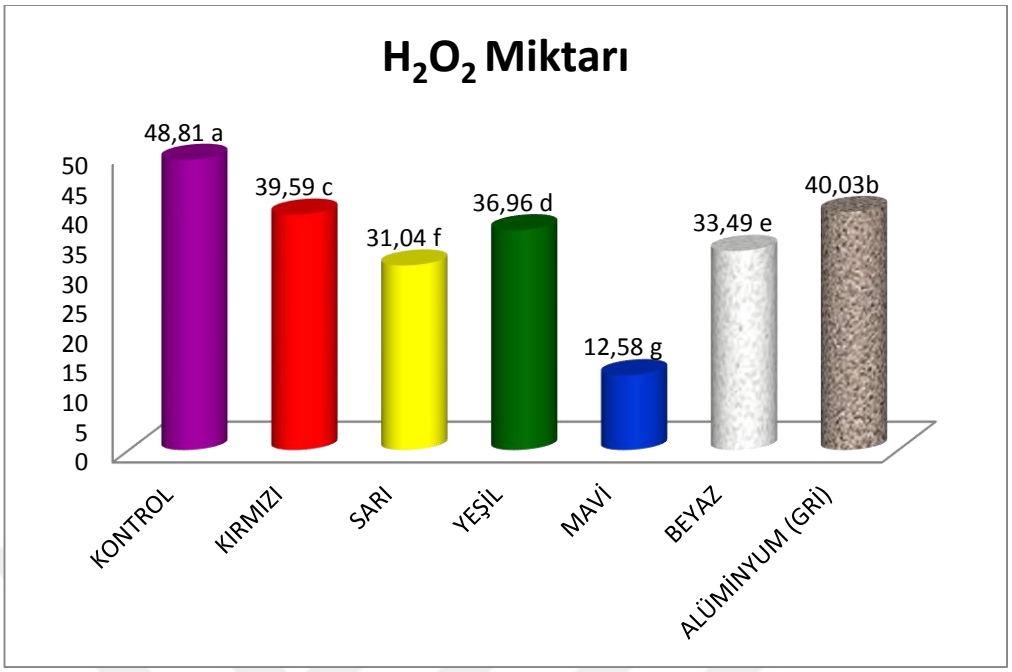
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,0522***

Şekil 4.20. Camarosa çilek çeşidinin Malondialdehit miktarında (MDA) meydana gelen değişimler

4.1.19.Çilekte tuz ve gölgeleme uygulamasının hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna etkisi

Çilekte gölgeleme ve tuz stresi uygulamalarının hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna etkileri istatistiki olarak önemli görülmüş Şekil 4.21' de verilmiştir.

Stres altındaki bitkilerin yapraklarında yapılan analiz sonuçlarına göre H_2O_2 miktarı en fazla kontrolde (48.81 µg g^{-1} TA) bulunmuştur. Hemen ardından %18 azalışla alüminyum gölgeleme filesi uygulaması (40.03 µg g^{-1} TA) gelmektedir. Kontrole göre kırmızı renkli gölgeleme filesi uygulaması (39.59 µg g^{-1} TA) %19, yeşil renkli gölgeleme filesi uygulaması (36.96 µg g^{-1} TA) %24.3, beyazı renkli gölgeleme filesi uygulaması (33.49 µg g^{-1} TA) %31.4, sarı renkli gölgeleme filesi uygulaması (31.04 µg g^{-1} TA) %36.4 oranında H_2O_2 konsantrasyonlarında azalama tespit edilmiş ve azalmalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. H_2O_2 miktarı en az mavi renkli gölgeleme filesi uygulamasında (12.58 µg g^{-1} TA) ölçülmüş ve kontrole göre %74.2 oranında azaldığı saptanmıştır.



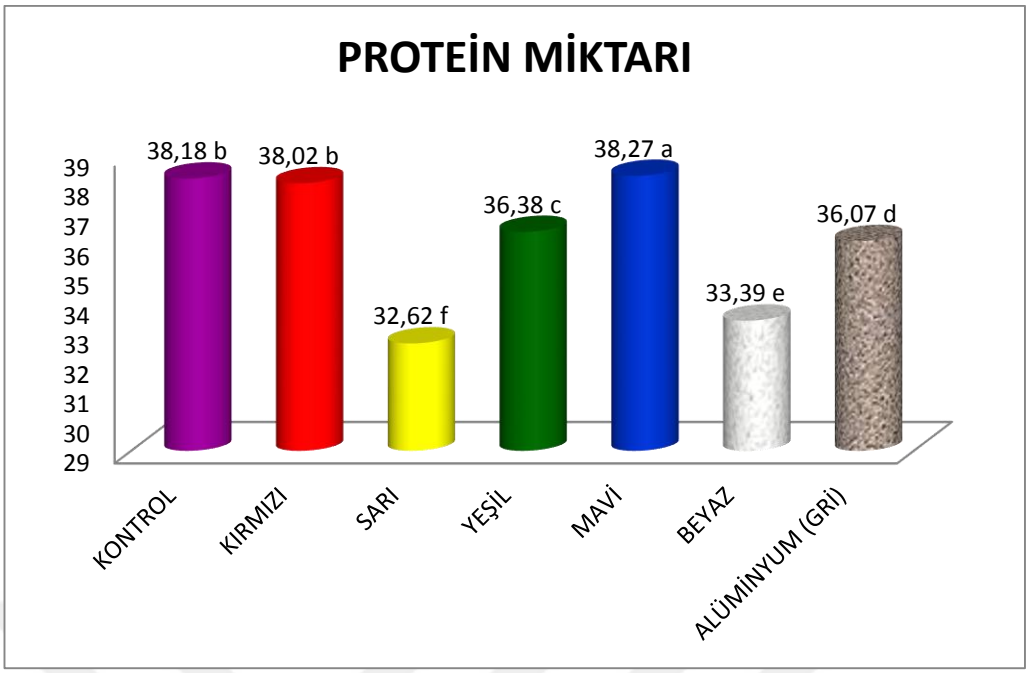
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0,170***

Şekil 4.1.21. Camarosa çilek çeşidinin H_2O_2 meydana gelen değişimler

4.1.20. Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının protein miktarına etkisi

Gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki çilek bitkilerinin protein miktarlarına etkileri istatistiki olarak önemli görülmüş Şekil 4.22'de verilmiştir.

Çilekte uygulamadan sonra veriler incelendiğinde protein miktarı en düşük değer 32.62 µg g^{-1} TA ile sarı renkli filede bulunmuştur. Sarı renkli filedeki bitkilerin protein miktarı en yüksek olan uygulamaya göre %14.8 ve kontrole göre %14.6 oranında daha az olduğu tespit edilmiştir. Beyaz renkli filede 33.39 µg g^{-1} TA, alüminyum filede 36.07µg g^{-1} TA, yeşil renkli filede 36.38 µg g^{-1} TA, alınan sonuçlar birbirini izlemiş ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Gölgeleme uygulamalarında protein miktarı kontrolde 38.18 µg g^{-1} TA ve kırmızı renkli filede 38.02 µg g^{-1} TA ölçülmüş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulamaların protein miktarında bakıldığında en yüksek değer mavi renkli filede 36.38 µg g^{-1} TA ile bulunmuştur.



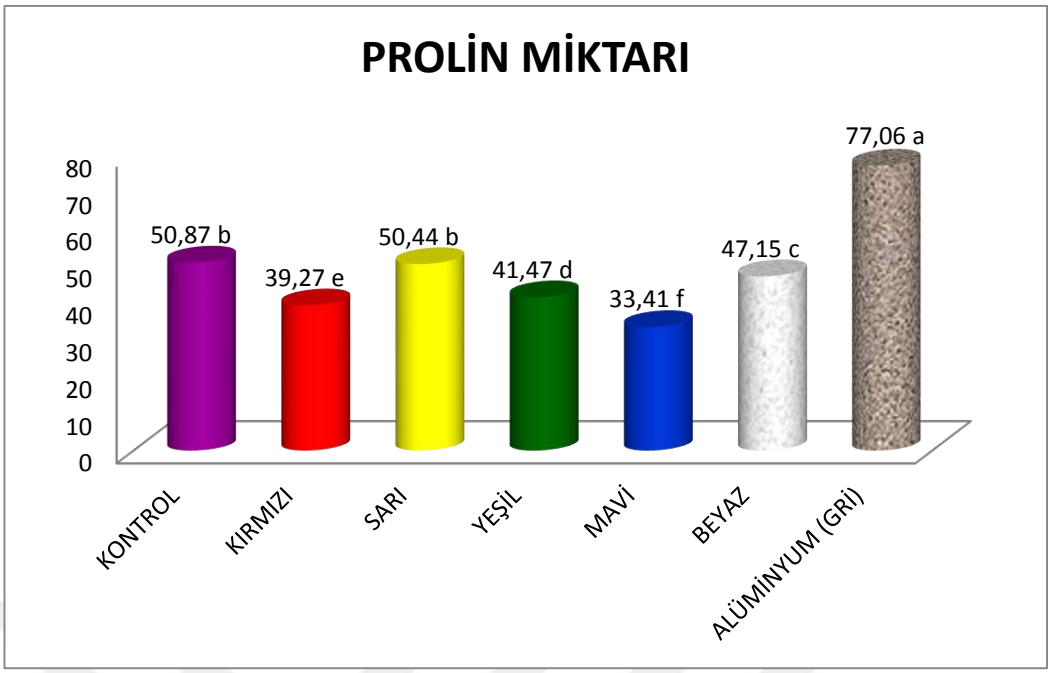
* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0.31***

Şekil 4.22. Camarosa çilek çeşidinin protein miktarında (µg g-1 TA) meydana gelen değişimler

4.1.21.Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının prolin miktarında etkisi

Farklı renklerdeki gölgeleme filelerinin, tuz stresi altındaki Camarosa çilek çeşidinin gövde çapına etkileri Şekil 4.23'de verilmiştir.

Çilekte tuz ve renkli gölgeleme file uygulamalarının prolin miktarına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Prolin miktarlarına bakıldığında en yüksek değer alüminyum gölgeleme filesi (76.06 µg g^{-1} TA) altındaki çileklerde saptanmıştır. Kontrol (50.87 µg g^{-1} TA) ve sarı renkli gölgeleme filesi (50.44 µg g^{-1} TA) arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Beyaz renkli gölgeleme filesi (47.15 µg g^{-1} TA), yeşil renkli gölgeleme filesi (41.47 µg g^{-1} TA), kırmızı renkli gölgeleme filesi (39.27 µg g^{-1} TA), mavi renkli gölgeleme filesi (33,41 µg g^{-1} TA) uygulamalarından alınan sonuçlar birbirini takip etmekte ve fark istatistiki olarak önemli bulunmaktadır. Prolin miktarında en düşük değer mavi renkli gölgeleme filesinde tespit edilmiş olup alüminyum gölgeleme filesine göre %56, kontrole göre %34.2 oranında azalma bulunmuştur.



* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001 AÖF = 0.94***

Şekil 4.23. Camarosa çilek çeşidinin prolin miktarında (µg g-1 TA) meydana gelen değişimler

4.1.22. Çilekte tuz ve gölgeleme filesi uygulamalarının bitkilerin besin elementi miktarlarına etkisi

Camarosa çilek çeşidinde yapılan tuz ve gölge uygulamalarının makro besin elementi alımına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş ve Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Deneme sonunda alınan yaprak örneklerinde yapılan bitki besin elementi analizleri incelendiğinde, makro elementlerden azot, kalsiyum, potasyum, fosfor ve magnezyum miktarlarında azalmalar saptanmıştır. En yüksek makro besin elementi değerleri kontrolde tespit edilmiştir. Azot, potasyum, fosfor ve kalsiyumda en düşük değerler kırmızı renkli gölgeleme filesinde, magnezyumda gri renkli gölgeleme filesinde tespit edilmiştir. Deneme uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4-1. Camarosa çilek çeşidinin tuz uygulamasının makro besin elementi alımına etkisi

	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
KONTROL	4,24 a	3610,3 a	22093,6 a	8622,3 a	3127,6 a
KIRMIZI	2,74 e	2447,0 f	18053,3 e	6894,6 g	2872,0 c
SARI	3,92 b	3230,0 b	19557,3 b	7823,0 b	2960,0 bc
YEŞİL	2,86 d	2617,6 e	19235,3 c	7261,0 e	2909,6 c
MAVİ	3,11 c	2761,0 d	18497,3 d	7366,6 d	2402,0 d

BEYAZ	2,86 d	2617,6 e	19235,3 c	7261,0 e	2909,6 c
GRİ	3,22 c	2871,3 c	19114,3 c	7624,3 c	2468,3 d
AÖF	0,16***	107,32***	361,8***	93,55***	141,9***

Camarosa çilek çeşidinde yapılan tuz ve gölge uygulamalarının mikro besin elementi alımına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Deneme sonunda alınan yaprak örneklerinde makro elementlerden demir, mangan, çinko ve bakır miktarlarında azalmalar tespit edilmiştir. Demir, bakır ve çinkoda en yüksek değerler kontrolde, manganda ise en yüksek değer gri renkli gölgeleme filesinde tespit edilmiştir. Demir, çinko ve bakırda en düşük değer mavi renkli gölgeleme filesinde, manganda en düşük değer sarı renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4-2. Camarosa çilek çeşidinin tuz uygulamasının mikro besin elementi alımına etkisi

	Fe (mg/kg)	**Mn (mg/kg)**	**Zn (mg/kg)**	**Cu (mg/kg)**	**B (mg/kg)**
KONTROL	176,6 a	39,65 c	42,11 a	17,26 a	13,97 b
KIRMIZI	122,0 d	37,24 d	37,32 ab	15,71 de	16,68 a
SARI	165,6 b	35,81 e	36,44 ab	16,69 b	13,39 b
YEŞİL	146,6 c	37,10 d	42,08 a	16,04 cd	16,03 a
MAVİ	104,0 e	39,13 c	34,04 b	15,66 e	9,43 d
BEYAZ	138,3 c	40,46 b	40,60 ab	15,76 de	15,92 a
GRİ	114,3 d	42,03 a	36,05 ab	16,29 c	10,34 c
AÖF	12,1***	1.05***	8,04*	0,47***	1,18***

4.2. Tartışma

Fotosentez iki aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşama ışık enerjisinin kimyasal bağlı enerjiye çevrildiği tepkimeler (aydınlık tepkimeleri), ikincisi ise kimyasal enerjinin kullanıldığı (CO_2 bağlanması) tepkimelerin oluştuğu aşamadır (karanlık tepkimeleri) (Öpik ve ark., 2005). İlk kısımda ışık enerjisi soğurulmakta ve fotokimyasal tepkimelerin bir dizi yolu ile özel enerjice zengin bileşikler olan ATP olarak bağlanmaktadır. Bitkilerde ışığın soğurulup bundan kimyasal enerjinin üretilmesi fotosistem adı verilen özel yapılarda gerçekleştirilmektedir. Fotosistemlerde üretilen ATP enerjisi daha sonra fotosentezin ikinci basamağı olan CO_2 bağlanmasının yapıldığı karanlık tepkimelerinde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Böylece, fotosistemler fotosentezin karanlık tepkimelerinde kullanılacak olan enerjinin üretim merkezi durumundadır. Fotosistem: tilakoyid zarların üzerinde bulunan proteinler, klorofil ve daha küçük inorganik moleküllerden oluşan, üzerinde birkaç yüz klorofil a, klorofil b ve karotenoid bulunduran kompleks bir yapıdır. İki farklı fotosistem bulunur; fotosistem 1 (FSI) ve fotosistem 2 (FSII). FSI reaksiyon merkezindeki klorofil P-700 olarak adlandırılıp, pigment 700 nm ve daha uzun dalga boyundaki ışığı en iyi absorbe etmektedir. FSII reaksiyon merkezindeki klorofil P-680 olarak adlandırılıp, pigment 680 nm dalga boyundaki ışığı en iyi absorbe eder. FSI, FS2 ye göre daha az klorofil b içerir. FSI'nın ana işlevi NADPH sentezidir. FSII'nin ana işlevi ATP sentezi ve suyun hidrolizidir (Nelson ve Yocum, 2006). Bitkilerdeki fotosistemler olumsuz çevre şartlarından pek etkilenmeden yaprağa gelen güneş enerjisinden sürekli kimyasal enerji üretirler. Buna karşılık fotosentezin karanlık tepkimeleri olumsuz çevre şartlarından çok fazla etkilenmekte ve şartlar uygun değilse CO_2 fiksasyonunu yapamamaktadır. Buna bağlı olarak stres altındaki bitkilerde fotosistemler tarafından üretilen enerji CO2 fiksasyonunda kullanılamazsa güneş enerjisinin zararlı etkileri ortaya çıkmaya başlamaktadır. Bu bakımdan tuzluluk gibi stres şartlarında bitkilerin yaprağına ulaşan güneş enerjisinin zararlı etkisinden kurtulması hayatlarını devam ettirme, büyüme ve gelişmeyi sürdürebilmeleri açısından önemlidir. Bu bakımdan stres şartlarında FSI ve FSII'de en fazla absorbe edilen ışık dalga boylarının yoğunluğunun artması bitkilerin ışığın zararlı etkilerinden daha fazla etkilenmelerine yol açabilir.

Bununla beraber tuzluluk gibi stres şartlarında enerji tutulması, elektron taşınması ve dağıtımından daha hızlı meydana gelmekte ve böylece fotosentetik

aygıtların aşırı tahriki devamlı bir tehlike olmaktadır. Karbon indirgenmesinin yetersiz olduğu şartlarda, fotosentetik dokuların ışıklanmasında fotoengelleme durumu ortaya çıkmaktadır. Bu durum fotosentetik kapasitede önemli düşüşler meydana getirmektedir. Aşırı ışığın tahrik ettiği klorofil, reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumunu teşvik eder. Tuzluluk stres şartları altında ışık stresinin etkileri de ortaya çıkmaktadır.

Tuz stresinin olmadığı şartlarda sakınma mekanizmasının içinde ışık soğurulma mekanizmasını azaltmak için, kloroplast hareketleri ve koruyucu bileşikler birikimi söz konusudur. Tuz stresi şartları bu mekanizmayı olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, bitkilerin kendilerini yüksek ışık enerjisinden korumak için geliştirdikleri bu mekanizmanın çalışmasına yardımcı olmak için tuz stresi altındaki bitkilere gölgeleme uygulamaları yapılmış, strese maruz kalan bitkilere ulaşan ışık miktarı azaltılmıştır. Sonuç olarak, farklı renkteki gölgeleme fileleri farklı renkteki ışıkların bitkiye ulaşmasını sağlamış ve bu durum genel olarak bitkilerdeki zararları azaltmıştır.

İnsan gözü genel olarak nesnelerin yansıttığı dalga boylarını görmekte, absorbe ettiği dalga boylarını ise görememektedir. Buna göre gölgeleme filelerinin altlarına geçen ve etrafa saçılan dalga boylarına göre renkler şöyledir: mavi renkli gölgeleme filesinde mavi ve yeşil renkli dalga boyu, kırmızı renkli gölgeleme filesinde kırmızı ve uzak kırmızı dalga boyu, yeşil renkli gölgeleme filesinde yeşil, sarı ve mavi dalga boyları, sarı renkli gölgeleme filesinde yeşil, sarı, kırmızı ve uzak kırmızı dalga boyları, beyaz renkli gölgeleme filesi ise mavi, yeşil, sarı, kırmızı ve uzak kırmızı dalga boylarını geçirmektedir (Çizelge 2.1).

Tuz gibi abiyotik stres şartları altındaki bitkilerde fotosentezin karanlık tepkimeleri basamağı yeterince çalışmamakta ve buna bağlı olarak aydınlık tepkimelerinde soğurulan ışık enerjisi bitkilere zarar vermeye başlamaktadır. Bu açıdan aydınlık tepkimelerinde soğurulan ışık enerjisinin azaltılması ışık kaynaklı zararın azaltılmasında büyük öneme sahiptir. Denemede elde edilen sonuçlara göre tuz stresi altındaki bitkilerde en yüksek ölüm kırmızı renkli filelerin altındaki bitkilerde meydana gelmiştir. Bunun sebebi kırmızı renkli filelerin altına özellikle kırmızı ve uzak kırmızı renklerin (650 nm<) geçiyor olmasının etkisi olabilir. Kırmızı ve uzak kırmızı renklerin örtünün altına fazla geçtiği file renklerinde, yapraklara ulaşan ve fotosistemde soğurulan renklerin yoğunluğunun artması ile soğurulan enerji daha fazla olacağından bitkinin yapraklarının tahrik edilmesi daha fazla gerçekleşmiş olacaktır. Buna karşılık fotosentezin karanlık tepkimelerinde enerji kullanımı çok sınırlı olduğu için bitkinin

yaprakları aşırı enerji yüklemesine maruz kalmış olacak ve bunun sonucunda başlangıçta hücre ve doku ölümleri sonrasında ise organ ve bitki ölümleri daha fazla gerçekleşmiş olabilir. Diğer taraftan file altına kırmızı ve uzak kırmızı renklerin geçişini sınırlandıran renkli filelerin altındaki bitkilerde yaprakların enerji yüklemesi daha az olacağı için bu bitkilerde ışığın olumsuz etkisi daha az meydana gelmiş olabilir. Mavi renkli fileler altına mavi ve yeşil, yeşil renkli fileler altına ise mavi, yeşil ve sarı renklerin geçmesi ile fotosistemde soğurulan renklerin enerjisi daha az olmuş bu da bitkinin yaprak tahrikini ve dolayısıyla ölümünü azaltmış olabilir. Beyaz renkli fileler altına mavi, yeşil, sarı, kırmızı ve uzak kırmızı renkleri geçirir. Bu geçirgenlik fotosentez için istenilen rengin seçilmesine olanak sağlar. Beyaz renkli gölgeleme filesinin ışık miktarını %50 azaltmasından kaynaklı olarak bitkide enerji yüklemesi daha az olup doku zararlanmasının azaldığı söylenebilir. Alüminyum gölgeleme filesi üzerine gelen ışığın büyük bir kısmını yansıtıp bitkiye ulaşan ışık miktarını azaltmaktadır. Bu durumun yaprak tahrikini ve buna bağlı olarak ölümü azaltabilir. Sarı renkli fileler yeşil, sarı, kırmızı ve uzak kırmızı renkleri geçirir. Sarı ve yeşil renklerin enerjilerinin düşük olmasına rağmen kırmızı ve uzak kırmızı renkleri de geçirip bitkide enerji yüklemesi daha fazla olmasına ve böylece doku zararlanmalarında artışa sebep olmuş olabilir.

Mevcut çalışmada gövde çapı uygulamalardan çok az etkilenmiştir. En yüksek gövde çapı sarı renkli gölgeleme filelerinde tespit edilmiş olup bu fileden absorbe edilip yaprağa ulaşan fotosistemde soğurulan renklerin enerjisi daha fazla olacağından fotosentez etkilenmiş ve gövde çapını genişlemesine sebep olmuştur. Mevcut çalışmada gövde sayısı da uygulamalardan çok az etkilenmiştir. En yüksek gövde çapı kırmızı renkli gölgeleme filelerinde görülmüştür. Kırmızı ve uzak kırmızı renklerin örtünün altına fazla geçtiği file renklerinde yapraklara ulaşan fotosistemde soğurulan renkler ve böylece enerji daha fazla olacağından yani bitkinin yapraklarının tahrik edilmesi daha fazla gerçekleşmiştir. Bu durum bitkinin gövde sayısında artışa sebep olmuştur. Bizim bulduğumuz sonuçlar greyfurtta (Cohen ve ark., 2005) yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Yaprak sayısı en yüksek yeşil renkli gölgeleme filesinde bulunmuş olup yeşil renkli file daha düşük enerjili renkleri geçirdiği için yapraklara ulaşan ve fotosistemde soğurulan renklerin enerjinin daha düşük olmasından kaynaklı olarak zararlanmanın daha az olduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak fotosentez miktarı artıp yaprak sayısını

arttırmış olabilir. Yaprak sayısı en düşük kontrolde tespit edilmiş olup tuz stresi altındaki bitkilerde gölgeleme uygulamasının ışığın zararlı etkisini azaltarak yaprak sayısı bakımından daha iyi sonuç vermiş olabilir. Çilekte tuz stresi altında yapılan çalışmada yaprak sayısında azalma belirlenmiştir (Garriga ve ark., 2015). Çilekte sera ortamında yapılan bir diğer çalışmada yeşil renkli gölgeleme filesi ve tuz stresi altında yaptığı çalışmada yaprak sayısının azaldığı bulunmuştur (Awang ve Atherton, 1995).

En düşük gövde yaş ve kuru ağırlığı kontrolde bulunmuş olup tuz stresi altında gölgeleme uygulamaları tuzun olumsuz etkisinin bir miktar azalmasına katkıda bulunmuştur. Gövde yaş ve kuru ağırlıkları en yüksek beyaz renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Beyaz renkli gölgeleme filesi ışık spektrumundaki bütün renkleri geçirmekle beraber %50 oranında daha az ışık bitkilere ulaştığından ışığın zararlı etkisi daha az gerçekleşmiş olabilir ve böylece beyaz file altındaki bitkiler diğerlerine göre daha yüksek fotosentez aktivitesi göstermiş olabilir. Fotosentez miktarının artması gövde ağırlığında artışa neden olmuş olabilir.

Kök uzunluğu en fazla kontrolde bulunmuş tuz stresinin fotosentezin karanlık tepkimeleri basamağını engellemiş buna bağlı olarak aydınlık tepkimelerde soğurulan ışık bitkilere zarar vermiştir. Gölgeleme uygulamalarında bu zarar ışık enerjisinin azaltılmasıyla engellenmeye çalışılmış, kontrolde tuzun etkisiyle yaprakta doku hasarları daha fazla olmuş ve azda olsa yapılan fotosentez ürünleri kök uzamasını arttırmış olabilir.

Kök yaş ve kuru ağırlığı en yüksek yeşil renkli gölgeleme filelerinde bulunmuş olup yeşil renkli file daha düşük enerjili renkleri geçirdiği için yapraklara ve fotosistemde soğurulan renklerin enerjinin daha düşük olmasından kaynaklı olarak zararlanmanın daha az olduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak fotosentez miktarının artmasıyla vejetetif büyüme artmış ve kök kuru ve yaş ağırlıklarını arttırmıştır. Kök yaş ve kuru ağırlığı en düşük kontrolde tespit edilmiş olup tuz stresinden kaynaklanan olumsuzluğun gölgeleme ile bir miktar azaltıldığı belirlenmiştir.

Yaprak alanı kontrole göre artış göstermiş olup en yüksek yaprak alanı sarı, yeşil ve mavi renkli gölgeleme filelerinde tespit edilmiştir. Yaprak alanı gölgeleme uygulamalarında artış göstermekte olup bu durum %50 gölgelemeyle ışık miktarının azaltılmasından kaynaklanmış olabilir. Sarı, yeşil, mavi renkli fileler düşük enerjili renkleri geçirdiği için yapraklara ulaşan ve fotosistemde soğurulan renklerin enerjisinin daha düşük olmasından kaynaklı olarak zararlanmanın daha az olduğu, bu durumun

yaprak alanını artırdığı söylenebilir. Elmada beyaz renkli gölgeleme filesiyle yapılan çalışmada, kontörle göre beyaz renkli gölgeleme filesinde yaprak alanının arttığını tespit etmiştir (do Amarante ve ark., 2011). Elmada yapılan diğer bir çalışmada mavi renkli gölgeleme filesi altında yaprak alanının arttığı tespit edilmiştir (Bastías ve ark., 2012). Nektarinde gölgeleme fileleri kullanılarak yapılan çalışmada, yaprak alanında artış görülmüştür (Söylemez ve Bolat, 2017).

Yapraktaki ölü doku tuz stresinden kaynaklı Cl'un yaprak hidatitlerinin, yaprak kenarlarındaki su ve klorürün guttasyon yoluyla sızdırılamaması sonucu ortaya çıkmaktadır. Yaprak kavrulması temel olarak yaprak konsantrasyonundaki tuz artışından kaynaklanmaktadır (Ferreira ve ark., 2019). Yapraktaki ölü doku yüzdesi en çok kontrolde görülmüş olup gölgeleme uygulamaları yaprak kenarı yanma alanını azaltmıştır. Yaprak dokularında tuz birikimi sonucunda fotosentezin karanlık tepkimeleri yeterince gerçekleşmemekte ve buna bağlı olarak ışık enerjisinin yakıcı etkisi daha fazla görülmektedir. Kontrol uygulamasında yaprağa ulaşan ışık miktarında herhangi bir azalma olmadığından yaprakta ölü doku oranı en yüksek gerçekleşmiş olabilir. Buna karşılık gölgeleme uygulamaları yaprağa ulaşan ışık miktarını azaltarak ışığın bu zararlı etkisini azaltmada faydalı olmuş olabilir.

Tuz stresi genellikle reaktif oksijen türünün miktarına bağlı olarak lipitlerin yapısında ve membran proteinlerinde meydana gelen bozulmalar nedeniyle hücre zararlanmalarına sebep olur. Hücre membranında oluşan zararlanmalar hücre içindeki iyonların sızmasına neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010). Mevcut çalışmada membran geçirgenliğinde artış en fazla kontrolde belirlenmiş olup gölgeleme fileleri membran zararlanmasını azaltmıştır. Renkli gölgeleme fileleri içerisinde membran geçirgenliği en yüksek olanlar sarı, kırmızı ve mavi renkli fileler altındaki bitkilerde tespit edilmiştir. Stres altındaki bitkilerde ışık klorofillerde ROT oluşumunu önemli ölçüde artıran bir etkendir. Bu bakımdan enerji içeriği yüksek olan dalga boylarının yaprağa ulaşması daha fazla ROT oluşumuna ve böylece daha fazla membran zararlanmasına sebep olması muhtemeldir. Bu açıdan file altına bu dalga boylarını daha çok geçiren sarı, kırmızı ve mavi filelerin altındaki bitkilerde membran zararlanmasının yüksek olmasının buna bağlı olabilir. Buna karşılık alüminyum fileler altındaki bitkilerde membran geçirgenliği en düşük bulunmuştur. Bunun sebebi ışığın hemen tamamını yansıtan alüminyum filelerin tuz stresine ilave ışık stresinin etkisini en aza indirmesi olabilir.

Tuz stresi altındaki bitkilerde gölgeleme uygulamaları bitkilerin YOSİ kontrole göre artmasına neden olmuştur. Gölgeleme filelerinin olumlu etkisi file altına ışığın ulaşmasını azaltarak sıcaklığın daha düşük olması ve böylece bitkilerden su kaybının daha az olmasını sağlaması ile bağlantılı olabilir.

Gölgeleme uygulamaları yaprak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarını kontrole göre artırmıştır. Elma ve kivide yapılan gölgeleme uygulamaları yaprak klorofil içeriğinin artmasını sağlamıştır (do Amarante ve ark., 2011; Basile ve ark., 2012; İmrak, 2016). Bunun yanı sıra renklerin klorofil miktarında da farklılıklar belirlenmiş ve en yüksek klorofil miktarı mavi renkli gölgeleme filesi altındaki bitkilerde tespit edilmiştir. Algde (Wyman ve Fay, 1986) ve mısırda (McWilliam ve Naylor, 1967) yapılan çalışmalarda klorofil sentezinin mavi ışık tarafından uyarıldığı ve kırmızı ışığın klorofil sentezine olumsuz etkisinin olduğu sonuçlar bulunmaktadır. Bu durum bizim çalışmamızda tuz stresi altındaki çilek bitkilerinde de tespit edilmiştir.

Deneme sonunda stoma iletkenliği kontrole göre gölgeleme uygulamalarında daha yüksek bulunmuştur. Yüksek tuzluluk stresi bitkilerin klorofil miktarını azaltıp fotosentezi olumsuz etkileyerek stomaların kapanmasına neden olmaktadır. Çilek tuz stresinin stoma etkinliğini azalttığını (Faghih ve ark., 2017), elmada (İmrak, 2016), turunçgilde (Dussi ve ark., 2005) gölgeleme uygulamalarının stoma iletkenliğini arttırdığını belirlemişlerdir. Bu durum bizim çalışmamızda tuz stresindeki çilek bitkilerinde de bulunmuştur.

Abiyotik stresler yüksek oranda reaktif ve toksik olan ve sonuçta oksidatif strese neden olan ve proteinlere, membran lipitlerine, karbonhidratlara ve DNA'ya zarar veren reaktif oksijen türlerinin aşırı üretilmesine neden olmaktadır. ROT üretimi kloroplaslarda, mitokondri ve peroksizomlarda olup ve hücreler için hayati öneme sahip kilit düzenleyici moleküller olarak kabul edilmektedir. ROT aşırı üretildiğinde veya antioksidan savunma sistemi düzgün çalışmadığında hücresel hasara neden olur ve CO_2 fiksasyonunu sınırlandırır. ROT; O_2^- (süperoksit radikalleri) OHa, (hidroksil radikleri), HO_2 (perhidroksi radikal) ve ROa (alkoksi radikalleri) hem de radikal olmayan (moleküler) formları H_20_2 (hidrojen peroksit) ve $^1O_2$ (singlet oksijeni radikallerini) içerir. Kloroplastlardaki PSI ve PSII, $^1O_2$ ve O_2^- üretimi için ana bölgelerdir. Bitki hücrelerinde H_2O_2 fazlalığının oksidatif stres oluşumuna yol açtığı tespit edilmiştir. Bitki normal koşullarda ROT molekülleri çeşitli antioksidan savunma mekanizmaları tarafından temizler. ROT üretim ve antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki

denge, tuzluluk, UV radyasyonu, kuraklık, ağır metaller, aşırı sıcaklıklar gibi çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile bozulabilir.

Bitkilerde ROT'un engelleyicileri enzimatik; SOD, CAT, APX, GR, MDHAR antioksidan savunma mekanizmaları ve enzimatik olmayan; askorbik asit, tokoferol, fenoller ve prolindir. Hücrelerde, tuz stresi altında SOD, CAT ve POD aktivitelerinde önemli bir azalma belirlenmiş, ancak prolinin, tuz stresi altındaki CAT ve POD aktivitelerindeki azalmayı hafiflettiği görülmüştür. Süperoksit dismutaz, O_2'yi H_2O_2'ye dönüştürür ve H_2O_2; diğer enzimatik sistemler POD, APX tarafından H_2O ve O_2'ye parçalanır. SOD'ların düzenlenmesi, ROT'larla mücadelede bitkilerin hayatta kalması için kritik rol oynar. Katalazlar, H_2O_2'yi doğrudan ayırabilen ve stres sırasında ROT detoksifikasyonunda vazgeçilmez olan başlıca temizleyici enzimlerdir. Katalaz aktivitesindeki artış, H_2O_2'nin toksik seviyelerini azaltarak doku metabolizmasındaki hasarın üstesinden gelmeye yardımcı olduğu düşünülmektedir. Abiyotik streslerden kaynaklı olarak ROT'un artmasıyla, proteinlerin sentezinin azaldığı görülmüştür (Ahmad ve ark., 2010; Gill ve Tuteja, 2010; Zhu, 2016).

MDA üretimi, lipit peroksidasyonunun ve dolayısıyla hücre zarı hasarının bir belirteci olarak kabul edilir. Tuzluluk stresinin çilekte yüksek MDA düzeylerine sebep olduğu iyi bilinmektedir (Keutgen ve Pawelzik, 2007). H_2O_2'nin hücre yaşamları için en önemli etkileri membran yapısında ve hücre bölünmesinde meydana getirdikleri değişmelerdir. Oluşan MDA, protein ve DNA'ya bağlanarak hücre membranının değişmesine yol açar (Karadağ, 2013). Prolin hücre membranını düzenleyerek tuzluluğun neden olduğu zararlanmalara karşı hücreyi korur. MDA değeri en yüksek kırmızı renkli gölgeleme filesinde bulunmuş olup kırmızı ve uzak kırmızı rengin hasarı arttırdığı tespit edilmiştir. Prolin miktarı çok enerjili dalga boylarında mekanizmanın engellenmesinden dolayı azalmış, az enerjili dalga boylarında ışığın olumsuz etkisinin düşük olmamasından dolayı azalmış olabilir. Prolin değeri en yüksek alüminyum gölgeleme filesinde saptanmış olup buna H_2O_2 değerinin alüminyum gölgeleme filesinde fazla olmasının sebep olduğu söylenebilir.

Protein miktarı zararlanmanın az olmasından dolayı en yüksek mavi renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Mavi renkli gölgeleme filesi, yeşil ve mavi renkli dalga boylarını geçirdiği için ve fotosistemlerde absorbsiyonu kırmızıya göre daha az olmasından hücrede zararı daha az gerçekleşmiş olabilir.

H_2O_2 değeri en yüksek kontrolde bulunmuş olup gölgeleme uygulamaları H_2O_2 miktarını azaltmıştır. Bitki hücrelerinde H_2O_2 fazlalığının oksidatif stres oluşumuna yol açtığı tespit edilmiştir. En düşük H_2O_2 değerleri enerjisi düşük olan dalga boyunu geçiren gölgeleme filelerinde görülmüştür.

SOD, O_2'yi H_2O_2'ye dönüştürür ve H_2O_2; diğer enzimatik sistemler POD tarafından H_2O ve O_2'ye parçalanır. H_2O_2 değeri en yüksek kontrolde olmasına rağmen SOD ve POD değerleri en düşük kontrolde bulunmuştur. Abiyotik stres fazla olmasına rağmen bu değerlerin düşük olmasının sebebi, tuz stresinin antioksidan mekanizmasının çalışmasını engellenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. SOD ve POD miktarı kontrole göre, gölgeleme uygulamalarında artış göstermiştir.

Katalazlar, H_2O_2'yi doğrudan ayırabilen ve stres sırasında ROT detoksifikasyonunda vazgeçilmez olan başlıca temizleyici enzimlerdir (Gill ve Tuteja, 2010). Katalaz miktarı, kontrol ve kırmızı ve uzak kırmızıyı geçiren gölgeleme filelerinde yüksek bulunmuştur. Genel olarak stres altında antioksidan enzim aktivitesinin yükselmesi stresin olumsuz etkilerini azaltma açısından faydalıdır. Bununla beraber, çalışmamızda kırmızı ve uzak kırmızı renkleri daha çok geçiren fileler altındaki bitkilerde KAT gibi antioksidan gibi enzimlerin aktivitesi daha yüksek olmasına rağmen bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkisi daha çok tespit edilmiştir. Bunun sebebi antioksidan enzim aktivitesinin yüksek olmasına rağmen bu bitkilerde ROT üretiminin de çok fazla olması dolayısıyla dengelemenin yeterince yapılamaması olabilir.

Farklı renklerde gölgeleme fileleri ve tuz stresi altında yapılan çalışmada ölçülen mikro ve mikro besin elementlerine ait değerler en yüksek kontrolde tespit edilmiştir. Gölgeleme uygulamaları kontrole göre besin elementi miktarlarını azaltmıştır. Çilekte yapılan çalışmada tuz uygulamalarının gövdede; Fe, Cu ve Mn içeriğini arttırıp, kök kısmında; Fe, Zn ve Mn içeriğini değiştirmediği tespit edilmiştir (Garriga ve ark., 2015). Çilekte tuz stresinde yapılan çalışmada mevcut çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yıldız ve ark., 2010).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Abiyotik stres faktörleri; bitkilerin bulundukları çevrede ara sıra veya sürekli oluşan, bitkinin metabolik faaliyetlerini, yaşama ve gelişme şansını etkileyen, birçok olumsuz koşuldur. Bu faktörler; soğuk, ısı, tuzluluk (tuz), kuraklık, aşırı su, radyasyonlar (ultraviyole ve görünür ışığın yüksek yoğunluğu), kimyasallar ve kirleticiler, oksidatif stres, rüzgâr ve toprakta besin yoksunluğudur. Tek bir stres durumundan ziyade birçok abiyotik stresin eşzamanlı olarak meydana geldiği durumların bitkiler için daha ölümcüldür. Çilek tuza en fazla duyarlı bahçe bitkilerinden biri olup, şiddetli abiyotik stresler bitki büyümesinde zararlı sonuçlar doğurmaktadır. Dünyada yarı kurak bölgelerdeki sulama sularındaki tuzluluk derecesinin artması çilek üretimi için tehlike oluşturmaktadır.

Stresteki bitkileri yüksek ışık enerjisinin olumsuz etkisinden koruyabilmek için kullanılabilecek uygulamalardan birisi gölgelemedir. Bitkilerin üzerinin farklı renkteki gölgeleme filesi ile örtülmesi bitkiye ulaşan ışık miktarını ve kalitesini değiştireceği için bitkilerin aşırı ışık enerjisi tahrikinden korunmasına yardımcı olur.

Camarosa çilek çeşidinde tuz stresi altındaki bitkilerde %50 geçirgen kırmızı, sarı, mavi, yeşil, beyaz renkli ve alüminyum gölgeleme fileleri kullanılarak yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre; yaprak sayısı, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, toplam yaprak alanı, yaprak ölü doku yüzdesi, stomal iletkenlik, membran geçirgenliği, SOD, POD ve H_2O_2 kontrole göre gölgeleme uygulamalarındaki etkisi yüksek olup gölgelemenin bu paramatrelerde tuz stresinin etkilerini azalttığı söylenebilir. YOSİ, KAT gövde çapı ve gövde sayısı parametrelerinde, kontrolle gölgeleme uygulamaları arasında çok fazla farklılık bulunmamıştır. Kök uzunluğu kontrole göre gölgeleme uygulamalarında daha düşük bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre gölgeleme uygulamalarında farklı file renklerinin çilekteki etkileri ve gölgeleme uygulamaları arasındaki farklar aşağıda verilmiştir.

Gövde çapı, toplam yaprak alanı, yaprak ölü doku oranı, membran geçirgenliği ve SOD değerleri diğer file uygulamalarına göre en yüksek sarı renkli gölgeleme filesinde bulunmuştur. Diğer gölgeleme uygulamalarına göre; yaprak sayısı, kök

ağırlığı, POD ve protein değerleri en düşük sarı renkli gölgeleme filesinde tespit edilmiştir.

Yaprak sayısı ve alanı, kök yaş ve kuru ağırlığı parametreleri bakımından diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değerler yeşil renkli gölgeleme filesinde saptanmış olup yaprak ölü doku yüzdesi ve SOD değerleri en düşük bu uygulamada bulunmuştur.

Mavi renkli gölgeleme filesinde; bitki yaşama yüzdesi, yaprak alanı, YOSİ, klorofil a,b ve toplam klorofil miktarı, stoma iletkenliği ve protein miktarında diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değerler tespit edilmiştir. MDA, H_2O_2 ve prolin de en düşük değerler bu uygulamada bulunmuştur.

Gövde yaş ve kuru ağırlığı, stoma iletkenliği ve POD değerleri gölgeleme uygulamaları arasında en yüksek beyaz renkli gölgeleme uygulamasında tespit edilmiş olup klorofil a, b ve toplam klorofil değerleri en düşük bu file renginde bulunmuştur.

Alüminyum gölgeleme filesinde diğer gölgeleme uygulamalarına göre kök uzunluğu, bitki yaşama yüzdesi, H_2O_2 ve prolin değerleri en yüksektir. Yaprak alanı, membran geçirgenliği, stoma iletkenliği, KAT, POD ve MDA değeri diğer file renklerine göre en düşük alüminyum gölgeleme filesi uygulamasında tespit edilmiştir.

Kırmızı renkli gölgeleme filesinde gövde sayısı ve MDA parametreleri diğer gölgeleme uygulamalarına göre en yüksek değeri vermiştir. Gövde yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve bitki yaşama yüzdesinde diğer file renklerine göre en düşük değerler kırmızı renkli gölgeleme filesinde elde edilmiştir.

5.2. Öneriler

Deneme sonu itibariyle elde edilen verilere göre tuz stresi altındaki çilekte yapılan gölgeleme uygulamalarından kırmızı renkli gölgeleme filesi, birçok parametrede kontrolden düşük değerler gösterip bitki ölümünü arttırdığı için kullanılması önerilmemektedir. Ayrıca, file altına kırmızı ve uzak kırmızı renkleri geçiren filelerin de tuz gibi stres şartlarında kullanılmaması tavsiye edilebilir.

File uygulamalarının tuzluluğun fazla olduğu topraklarda tuz stresinin etkilerini azaltarak bitkilerin yaşaması için uygun ortamı sağladığı söylenebilir. Ancak bu konudaki çalışmalar yetersiz olup gölgeleme uygulamalarının strese etkileri üzerine daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abdel-Ghany, A. ve Al-Helal, I., 2012, A method for determining the long-wave radiative properties of a plastic shading net under natural conditions, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 99, 268-276.

Ada, N.-L., Farkash, L., Hamburger, D., Ovadia, R., Forrer, I., Kagan, S. ve Michal, O.-S., 2008, Light-scattering shade net increases branching and flowering in ornamental pot plants, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83 (1), 9-14.

Agarwal, S. ve Pandey, V., 2004, Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in Cassia angustifolia, *Biologia Plantarum*, 48 (4), 555-560.

Agastian, P., Kingsley, S. ve Vivekanandan, M., 2000, Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes, *Photosynthetica*, 38 (2), 287-290.

Ahmad, P., Jaleel, C. A., Salem, M. A., Nabi, G. ve Sharma, S., 2010, Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress, *Critical reviews in biotechnology*, 30 (3), 161-175.

Amacher, J. K., Koenig, R. ve Kitchen, B., 2000, Salinity and plant tolerance, *AG-SO*, 3, 1.

Angelini, R. ve Federico, R., 1989, Histochemical evidence of polyamine oxidation and generation of hydrogen peroxide in the cell wall, *Journal of plant physiology*, 135 (2), 212-217.

Arıkan, Ş., 2017, Faydalı rizobakteri uygulamalarının tuzlu toprak şartlarında elma ve kirazda etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Awang, Y. B. ve Atherton, J., 1995, Growth and fruiting responses of strawberry plants grown on rockwool to shading and salinity, *Scientia Horticulturae*, 62 (1-2), 25-31.

Barroso, M. M. ve Alvarez, C., 1997, Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water, *Scientia Horticulturae*, 71 (3-4), 177-188.

Basile, B., Giaccone, M., Cirillo, C., Ritieni, A., Graziani, G., Shahak, Y. ve Forlani, M., 2012, Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit, *Scientia Horticulturae*, 141, 91-97.

Bastías, R. M., Manfrini, L. ve Grappadelli, L. C., 2012, Exploring the potential use of photo-selective nets for fruit growth regulation in apple, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72 (2), 224.

Bates, L. S., Waldren, R. P. ve Teare, I., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, *Plant and Soil*, 39 (1), 205-207.

Ben-Yakir, D., Hadar, M., Offir, Y., Chen, M. ve Tregerman, M., 2008, Protecting crops from pests using OptiNet (R) screens and ChromatiNet (R) shading nets, *Acta Horticulturae*, 770, 205-212.

Bezirganoğlu, İ., 2017, Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve biyogüvenlik, *Pegem Atıf İndeksi*, 1-289.

Bora, M., 2015, Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi, *Namık Kemal Üniversitesi*.

Boyacı, S., Akyüz, A., Üstün, S., Baytorun, A. N. ve Güğercin, Ö., 2017, seralarda yüksek sıcaklıkların azaltılmasında kullanılan yöntemler, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), 89-95.

Bradford, M. M., 1976, A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical biochemistry*, 72 (1-2), 248-254.

Briassoulis, D., Mistriotis, A. ve Eleftherakis, D., 2007a, Mechanical behaviour and properties of agricultural nets—part I: testing methods for agricultural nets, *Polymer Testing*, 26 (6), 822-832.

Briassoulis, D., Mistriotis, A. ve Eleftherakis, D., 2007b, Mechanical behaviour and properties of agricultural nets. Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultural nets, *Polymer Testing*, 26 (8), 970-984.

Bugbee, B., 2016, Toward an optimal spectral quality for plant growth and development: the importance of radiation capture, *VIII International Symposium on Light in Horticulture 1134*, 1-12.

Büyük, İ., Soydam-Aydın, S. ve Aras, S., 2012, Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar, *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69 (2).

Casierra-Posada, F., Peña-Olmos, J. E. ve Ulrichs, C., 2012, Basic growth analysis in strawberry plants (Fragaria sp.) exposed to different radiation environments, *Agronomía Colombiana*, 30 (1), 25-33.

Chakrabarti, R., Gowri, K. ve Senthil Kumar, R., 2011, Agro Textiles-A Review, *Fibre2Fashion, January*, 17, 2011.

Cohen, S., Raveh, E., Li, Y., Grava, A. ve Goldschmidt, E., 2005, Physiological responses of leaves, tree growth and fruit yield of grapefruit trees under reflective shade screens, *Scientia Horticulturae*, 107 (1), 25-35.

Çulha, Ş. ve Çakırlar, H., 2011, Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 11-34.

Demotes-Mainard, S., Péron, T., Corot, A., Bertheloot, J., Le Gourrierec, J., Pelleschi-Travier, S., Crespel, L., Morel, P., Huché-Thélier, L. ve Boumaza, R., 2016, Plant responses to red and far-red lights, applications in horticulture, *Environmental and Experimental Botany*, 121, 4-21.

do Amarante, C. V. T., Steffens, C. A. ve Argenta, L. C., 2011, Yield and fruit quality of 'Gala'and 'Fuji'apple trees protected by white anti-hail net, *Scientia Horticulturae*, 129 (1), 79-85.

Dölarslan, M. ve Gül, E., 2012, Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (2), 56-59.

Dussi, M. C., Giardina, G., Sosa, D., Junyent, R. G., Zecca, A. ve Reeb, P. R., 2005, Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. Fuji, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3 (2), 253-260.

Dziadczyk, P., Bolibok, H., Tyrka, M. ve Hortynski, J. A., 2003, In vitro selection of strawberry (Fragaria× ananassa Duch.) clones tolerant to salt stress, *Euphytica*, 132 (1), 49-55.

Eşitken, A., 2019, Bitki fizyolojisi, p.

Faghih, S., Ghobadi, C. ve Zarei, A., 2017, Response of strawberry plant cv.'Camarosa'to salicylic acid and methyl jasmonate application under salt stress condition, *Journal of Plant Growth Regulation*, 36 (3), 651-659.

Ferreira, J. F., Liu, X. ve Suarez, D. L., 2019, Fruit yield and survival of five commercial strawberry cultivars under field cultivation and salinity stress, *Scientia Horticulturae*, 243, 401-410.

Folta, K. M. ve Maruhnich, S. A., 2007, Green light: a signal to slow down or stop, *Journal of experimental botany*, 58 (12), 3099-3111.

Galli, V., da Silva Messias, R., Perin, E. C., Borowski, J. M., Bamberg, A. L. ve Rombaldi, C. V., 2016, Mild salt stress improves strawberry fruit quality, *LWT*, 73, 693-699.

García-Sánchez, F., Simón, I., Lidón, V., Manera, F. J., Simón-Grao, S., Pérez-Pérez, J. G. ve Gimeno, V., 2015, Shade screen increases the vegetative growth but not the production in 'Fino 49'lemon trees grafted on Citrus macrophylla and Citrus aurantium L, *Scientia Horticulturae*, 194, 175-180.

Garriga, M., Muñoz, C. A., Caligari, P. D. ve Retamales, J. B., 2015, Effect of salt stress on genotypes of commercial (Fragaria x ananassa) and Chilean strawberry (F. chiloensis), *Scientia Horticulturae*, 195, 37-47.

Gill, S. S. ve Tuteja, N., 2010, Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants, *Plant physiology and biochemistry*, 48 (12), 909-930.

Gong, Y., Toivonen, P. M., Lau, O. ve Wiersma, P. A., 2001, Antioxidant system level in'Braeburn'apple is related to its browning disorder, *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42.

Goussi, R., Manaa, A., Derbali, W., Cantamessa, S., Abdelly, C. ve Barbato, R., 2018, Comparative analysis of salt stress, duration and intensity, on the chloroplast ultrastructure and photosynthetic apparatus in Thellungiella salsuginea, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 183, 275-287.

Greenway, H. ve Munns, R., 1980, Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes, *Annual review of plant physiology*, 31 (1), 149-190.

Hatipoğlu, R., 1999, Bitki biyoteknolojisi, *ÇÜ Zir. Fak. Gn. Yay* (190).

Havir, E. A. ve McHale, N. A., 1987, Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves, *Plant Physiology*, 84 (2), 450-455.

Hoch, W. A., Zeldin, E. L. ve McCown, B. H., 2001, Physiological significance of anthocyanins during autumnal leaf senescence, *Tree physiology*, 21 (1), 1-8.

Hu, Y. ve Schmidhalter, U., 2005, Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168 (4), 541-549.

Hunsche, M., Blanke, M. M. ve Noga, G., 2010, Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles?, *Journal of plant physiology*, 167 (12), 974-980.

Iglesias, I. ve Alegre, S., 2006, The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala'apples, *Journal of Applied Horticulture*, 8 (2), 91-100.

İlhan, İ., 2015, Tarımsal Uygulamalarda Kullanılan Tekstil Ürünleri, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 183-196.

İmrak, B. ve Küden, A., 2012, Bazı kiraz çeşitlerinin subtropik iklim koşullarındaki çokludişi organ oluşımı sorununun çözümüne ilişkin araştırmalar

İmrak, B., Sarıer, A., Çimen, B., Çömlekçioğlu, S., Tütüncü, M., Küden, A. B. ve Küden, A., 2013, Bazı Şeftali Ve Nektarin Çeşitlerinin Subtropik İklim Koşullarindaki Çoklu Meyve Oluşumu Sorununun Çözümüne İlişkin Araştırmalar, *Tabad*, 6 (1), 25-33.

İmrak, B., 2016, Farklı Renkte Örtü Sistemlerinin 'Galaxy Gala'Elma Çeşidinde Meyve Kalite ve Fotosentetik Parametreler Üzerine Etkileri, *Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Adına Sahibi*, 29.

İpek, M., 2015, In vıtro şartlarda Garnem ve Myrobolan 29C anaçlarının kurak stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Isayenkov, S., 2012, Physiological and molecular aspects of salt stress in plants, *Cytology and Genetics*, 46 (5), 302-318.

Israeli, Y., Plaut, Z. ve Schwartz, A., 1995, Effect of shade on banana morphology, growth and production, *Scientia Horticulturae*, 62 (1-2), 45-56.

Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005, Sulama, drenaj ve tuzluluk, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7.

Karadağ, F., 2013, Farklı dozlarda selenyum uygulamalarının haşhaş (Papaver somniferum L.) yapraklarında antioksidan enzimler üzerine etkisi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Keutgen, A. J. ve Pawelzik, E., 2007, Modifications of strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress, *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (10), 4066-4072.

Keutgen, A. J. ve Pawelzik, E., 2008, Contribution of amino acids to strawberry fruit quality and their relevance as stress indicators under NaCl salinity, *Food chemistry*, 111 (3), 642-647.

Khan, M. A. ve Ungar, I. A., 1997, Effects of thermoperiod on recovery of seed germination of halophytes from saline conditions, *American Journal of Botany*, 84 (2), 279-283.

Korkmaz, H. ve Durmaz, A., Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Karşı Geliştirilen Cevaplar, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 192-207.

Kuşvuran, Ş., 2010, Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi*.

Levitt, J., 1980, Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses, Academic Press., p.

Lichtenthaler, H. K., 1996, Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants, *Journal of plant physiology*, 148 (1-2), 4-14.

Lopez, G., Boini, A., Manfrini, L., Torres-Ruiz, J., Pierpaoli, E., Zibordi, M., Losciale, P., Morandi, B. ve Corelli-Grappadelli, L., 2018, Effect of shading and water stress on light interception, physiology and yield of apple trees, *Agricultural water management*, 210, 140-148.

Lu, C., Qiu, N., Lu, Q., Wang, B. ve Kuang, T., 2002, Does salt stress lead to increased susceptibility of photosystem II to photoinhibition and changes in photosynthetic pigment composition in halophyte Suaeda salsa grown outdoors?, *Plant Science*, 163 (5), 1063-1068.

Lutts, S., Kinet, J. ve Bouharmont, J., 1996, Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (Oryza sativa L.) cultivars differing in salinity resistance, *Plant Growth Regulation*, 19 (3), 207-218.

Lück, H., 1965, Catalase, In: Methods of enzymatic analysis, Eds: Elsevier, p. 885-894.

Mahajan, S. ve Tuteja, N., 2005, Cold, salinity and drought stresses: an overview, *Archives of biochemistry and biophysics*, 444 (2), 139-158.

McWilliam, J. ve Naylor, A., 1967, Temperature and plant adaptation. I. Interaction of temperature and light in the synthesis of chlorophyll in corn, *Plant Physiology*, 42 (12), 1711-1715.

Medina, C. L., Souza, R. P., Machado, E. C., Ribeiro, R. V. ve Silva, J. A., 2002, Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets, *Scientia Horticulturae*, 96 (1-4), 115-125.

Mittler, R., 2006, Abiotic stress, the field environment and stress combination, *Trends in plant science*, 11 (1), 15-19.

Miyamoto, S., Martinez, I., Padilla, M., Portillo, A. ve Ornelas, D., 2004, Landscape plant lists for salt tolerance assessment, *Texas & University Agricultural Research and Extension Center, El Paso*.

Mstat, C., 1980, Mstat User's guide: statistics (verison 5), *Michigan State University. Michigan, USA*.

Munns, R. ve Termaat, A., 1986, Whole-plant responses to salinity, *Functional Plant Biology*, 13 (1), 143-160.

Nelson, N. ve Yocum, C. F., 2006, Structure and function of photosystems I and II, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 521-565.

Önen, M. ve Küden, A., 2010, 0900 ziraat kiraz çeşidinde Ga3,budama ve gölgeleme uygulamalarının derim zamanı ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması.

Öpik, H., Rolfe, S. A. ve Willis, A. J., 2005, The physiology of flowering plants, Cambridge University Press, p.

Öztürk, A. ve Demirsoy, L., 2006, Gölgelemenin Camarosa çilek çeşidinde büyümeye etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (3), 283-288.

Öztürk, A. ve Demirsoy, L., 2014, Değişik gölgeleme uygulamalarının Sweet Charlie çilek çeşidinde büyümeye etkisinin kantitatif analizlerle incelenmesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2), 87-99.

Öztürk, A., Demirsoy, L. ve Demirsoy, H., 2014, Çilekte net asimilasyon oranı ve nispi büyüme hızı üzerine değişik gölgeleme uygulamalarının etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3), 167-173.

Parida, A. K. ve Das, A. B., 2005, Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and environmental safety*, 60 (3), 324-349.

Perin, E. C., da Silva Messias, R., Borowski, J. M., Crizel, R. L., Schott, I. B., Carvalho, I. R., Rombaldi, C. V. ve Galli, V., 2019, ABA-dependent salt and drought stress improve strawberry fruit quality, *Food chemistry*, 271, 516-526.

Pimentel, D., Huang, X., Cordova, A. ve Pimentel, M., 1997, Impact of population growth on food supplies and environment, *Population & Environment*, 19 (1), 9-14.

Pitman, M. G. ve Läuchli, A., 2002, Global impact of salinity and agricultural ecosystems, In: Salinity: environment-plants-molecules, Eds: Springer, p. 3-20.

Retamales, J., Montecino, J., Lobos, G. ve Rojas, L., 2006, Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries, *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Cultivation and Utilization of Asian, 770*, 193-197.

Rozentsvet, O., Nesterov, V., Bogdanova, E., Kosobryukhov, A., Subova, S. ve Semenova, G., 2018, Structural and molecular strategy of photosynthetic apparatus organisation of wild flora halophytes, *Plant physiology and biochemistry*, 129, 213-220.

Ruberti, I., Sessa, G., Ciolfi, A., Possenti, M., Carabelli, M. ve Morelli, G., 2012, Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response, *Biotechnology advances*, 30 (5), 1047-1058.

Saddhe, A. A., Malvankar, M. R., Karle, S. B. ve Kumar, K., 2018, Reactive nitrogen species: paradigms of cellular signaling and regulation of salt stress in plants, *Environmental and Experimental Botany*.

Sayed, O., 2003, Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal crop research, *Photosynthetica*, 41 (3), 321-330.

Scarascia-Mugnozza, G., Sica, C. ve Russo, G., 2011, Plastic materials in European agriculture: actual use and perspectives, *Journal of Agricultural Engineering*, 42 (3), 15-28.

Schettini, E., 2011, Nets for peach protected cultivation, *Journal of Agricultural Engineering*, 42 (4), 25-32.

Selda, Ö. ve Ekinci, M., 2015, Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi, *Derim*, 32 (2), 237-250.

Shahak, Y., Gussakovsky, E. E., Gal, E. ve Ganelevin, R., 2004, ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology, *VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition 659*, 143-151.

Shahak, Y., 2006, Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel, *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Cultivation and Utilization of Asian, 770*, 161-168.

Shahbaz, M., Ashraf, M., Al-Qurainy, F. ve Harris, P. J., 2012, Salt tolerance in selected vegetable crops, *Critical reviews in plant sciences*, 31 (4), 303-320.

Sibole, J. V., Montero, E., Cabot, C., Poschenrieder, C. ve Barceló, J., 1998, Role of sodium in the ABA-mediated long-term growth response of bean to salt stress, *Physiologia Plantarum*, 104 (3), 299-305.

Soltanpour, P., Workman, S. ve Schwab, A., 1979, Use of Inductively-coupled Plasma Spectrometry for the Simultaneous Determination of Macro-and Micronutrients in NH4HCO3-DTPA Extracts of Soils 1, *Soil Science Society of America Journal*, 43 (1), 75-78.

Söylemez, S. ve Bolat, İ., 2017, Farklı Gölge Düzeylerinin Nektarinde Bazı Bitki ve Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 48-56.

Spalding, E. ve Folta, K., 2005, Illuminating topics in plant photobiology, *Plant, Cell & Environment*, 28 (1), 39-53.

Sultana, N., Ikeda, T. ve Itoh, R., 1999, Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains, *Environmental and Experimental Botany*, 42 (3), 211-220.

Sykes, S., 1992, The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species, *Plant and Soil*, 146 (1-2), 123-129.

Talhouni, M., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş. Ş. ve Kuşvuran, Ş., 2017, Tuz stresi altında yetiştirilen aşılı patlıcan bitkilerinde bazı bitki ve meyve özelliklerinin incelenmesi, *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 71-80.

Tanny, J., 2013, Microclimate and evapotranspiration of crops covered by agricultural screens: A review, *Biosystems Engineering*, 114 (1), 26-43.

Turhan, E. ve Eris, A., 2005, Changes of micronutrients, dry weight, and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (7-8), 1021-1028.

Tuteja, N., 2007, Mechanisms of high salinity tolerance in plants, In: Methods in enzymology, Eds: Elsevier, p. 419-438.

Türemiş, N. ve Ağaoğlu, Y., 2013, Çilek, *Üzümsü Meyveler (Ed. Ağaoğlu, S. ve Gerçekçioğlu, R.), Ankara Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları* (1), 55-117.

Uzal, Ö. ve Yıldız, K., 2014, Bazı çilek (Fragaria x ananassa L.) çeşitlerinin tuz stresine tepkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 159-167.

Velikova, V., Yordanov, I. ve Edreva, A., 2000, Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines, *Plant Science*, 151 (1), 59-66.

Wyman, M. ve Fay, P., 1986, Underwater light climate and the growth and pigmentation of planktonic blue-green algae (Cyanobacteria) II. The influence of light quality, *Proceedings of the Royal society of London. Series B. Biological sciences*, 227 (1248), 381-393.

Ye, G.-N., Colburn, S. M., Xu, C. W., Hajdukiewicz, P. T. ve Staub, J. M., 2003, Persistence of unselected transgenic DNA during a plastid transformation and segregation approach to herbicide resistance, *Plant Physiology*, 133 (1), 402-410.

Yildiz, K., Uzal, Ö. ve Yilmaz, H., 2008, Consequences of NaCl salinity on growth and ion accumulation in selected strawberry cultivars, *European Journal of Horticultural Science*, 73 (2), 69.

Yıldız, M., Terzi, H., Cenkci, S., Arıkan Terzi, E. S. ve Uruşak, B., 2010, Bitkilerde tuzluluğa toleransın fizyolojik ve biyokimyasal markörleri.

Yıldıztugay, E., 2011, Endemik centaurea Tuzgoluensis Aytaç & H. Duman ve Centaurea lycaonica Boiss. & Heldr.'nın fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine tuz stresinin etkileri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Yordanova, R. Y., Christov, K. N. ve Popova, L. P., 2004, Antioxidative enzymes in barley plants subjected to soil flooding, *Environmental and Experimental Botany*, 51 (2), 93-101.

Zhu, J.-K., 2002, Salt and drought stress signal transduction in plants, *Annual review of plant biology*, 53 (1), 247-273.

Zhu, J.-K., 2016, Abiotic stress signaling and responses in plants, *Cell*, 167 (2), 313-324.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	**Hatice Sabırlı**
Uyruğu	**:**	**T.C**
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	**Bademli ve 1991**
Telefon	**:**	**5435881222**
Faks	**:**	
e-mail	**:**	**haticesabirli.91@gmail.com**

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	**:**	**Ali Akkanat Anadolu Lisesi**	**2009**
Üniversite	**:**	**Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi**	**2014**
Yüksek Lisans:		**İş Sağlığı ve Güvenliği**	**2019**

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014-2016	**Süleyman Demirel Üniversitesi Yenişarbademli MYO**	**Ücr. Öğr. Gör.**
2015-2017	**MEB-Konya Komek**	**Ücr. Öğretmen**