

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FARKLI PARTİKÜL FİLM KAPLAYICILARININ BADEM
AĞAÇLARINDA BAZI MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE MEYVE
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Hasan DENİZHAN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2024**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
2.1. Badem Üzerine Yürütülmüş Çalışmalar	12
2.2. Diğer Bitkiler Üzerine Yürütülen Çalışmalar	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26
3.1.1. Araştırma lokasyonları	26
3.1.2. Araştırma lokasyonlarındaki bitkisel materyallere ilişkin bazı özellikler	29
3.1.2.1. Çöğür anacının özellikleri	29
3.1.2.2. Garnem (GN-15) anacının özellikleri	30
3.1.2.3. Ferragnes çeşidinin özellikleri	30
3.1.3. Partikül film kaplayıcılar	31
3.1.3.1. Kaolin	31
3.1.3.2. Mikronize kalsit (CaCO_3)	32
3.1.3.3. Titanyum dioksit (TiO_2)	32
3.1.3.4. SP (UV yansıtıcı, fenolik asit, α -Tokoferol ve %2 Bor)	33
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Deneme deseni	33
3.2.2. Fenolojik gözlemler	35
3.2.2.1. İlk çiçeklenme	35
3.2.2.2. Tam çiçeklenme	35
3.2.2.3. Çiçeklenme sonu	36
3.2.2.4. İlk yapraklanma	37
3.2.2.5. Tam yapraklanma	37
3.2.2.6. Yaprak dökümü süreci	38
3.2.2.7. Hasat	39
3.2.3. Fizyolojik ölçümler	40
3.2.3.1. Yaprak sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	40
3.2.3.2. Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	40
3.2.3.3. Fotosentez hızı ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	41
3.2.3.4. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve klorofil miktarının belirlenmesi	42
3.2.3.5. Yaprak kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	43
3.2.3.6. Meyvelerde toplam yağ ve yağ asitleri oranlarının belirlenmesi	43
3.2.3.7. Prolin içeriğinin belirlenmesi	44
3.2.3.8. Malondialdehit (MDA) içeriğinin belirlenmesi	44
3.2.4. Pomolojik ölçümler	45
3.2.4.1. Kabuklu meyve ağırlığı (g)	45
3.2.4.2. İç meyve ağırlığı (g)	45
3.2.4.3. Randıman (%)	45
3.2.4.4. Meyve boyutları (mm)	46
3.2.4.5. Meyve buruşma oranı (%)	46
3.2.4.6. Küflü meyve (%)	47
3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	49
4.1. Fenolojik Bulgular	49
4.1.1. Kritik sıcaklık dereceleri üzerinde geçen süre	50

4.2. Fizyolojik Bulgular.....	51
4.2.1. Yaprak sıcaklığı (°C).....	51
4.2.1.1. 2021 yılı bulguları	51
4.2.1.2. 2022 yılı bulguları	53
4.2.2. Stoma iletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	57
4.2.2.1. 2021 yılı bulguları	57
4.2.2.2. 2022 yılı bulguları	58
4.2.3. Fotosentez hızı (µmol m ⁻² s ⁻¹).....	62
4.2.4. SPAD ve Yaprak Oransal Su Kapsamı (YOSK)	64
4.2.4.1. 2021 yılı bulguları	64
4.2.4.2. 2022 yılı bulguları	65
4.2.5. Yaprak ve meyve kimyasal özelliklerine ait sonuçlar	69
4.3. Pomolojik Bulgular	75
4.3.1. 2021 yılı bulguları	75
4.3.2. 2022 yılı bulguları	77
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	82
KAYNAKÇA.....	85
ÖZGEÇMİŞ	92



ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI PARTİKÜL FİLM KAPLAYICILARININ BADEM AĞAÇLARINDA BAZI MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE MEYVE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hasan DENİZHAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali İKİNCİ
Yıl: 2024, Sayfa: 92

Badem dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan sert kabuklu meyve türlerinden biridir. Türkiye badem üretim alanı ve üretim miktarı önemli ölçüde artmış olup Adıyaman ili ülkemiz badem üretiminde söz sahibi konumdadır. İlde meyvecilik kültürünün son yıllarda gelişmesi bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan bazıları da yaz döneminde meydana gelen yüksek sıcaklıklardan kaynaklı bitki fizyolojisini olumsuz etkileyen sıcaklık ve kuraklık stresleridir. Yüksek sıcaklık bitki sağlığını, gelişimini ve verimini önemli ölçüde kısıtlayan faktörlerden biridir. Bu nedenle yürütülen bu çalışma, 2021 ve 2022 yıllarının yaz döneminde Adıyaman ilinin Merkez ilçesi ve Şambayat Beldesi sınırlarında yer alan iki ticari badem bahçesinde kullanılan partikül film kaplayıcıların sıcaklık ve kuraklık stresine karşı etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada dört kaplayıcı iki farklı doz olarak kullanılmıştır. Yapılan uygulamaların etkinliğinin belirlenmesi için her iki yılda da fenolojik gözlemler, fizyolojik, kimyasal ve pomolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, yapılan uygulamaların badem ağaçlarının fenolojik, fizyolojik, kimyasal ve pomolojik özellikleri üzerine genel olarak olumsuz bir etkiye bulunmadığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalar ile yaprak sıcaklığı 2.7 °C ile 7.9 °C arasında düşürülmüştür. Yaprak sıcaklığının düşürülmesinde en başarılı uygulamalar kaolin, mikronize kalsit (CaCO_3) ve titanyum dioksit (TiO_2) uygulamaları olmuştur. Stoma iletkenliği açısından öne çıkan yansıtıcı TiO_2 olmuş olup özellikle Şambayat lokasyonunda %0.25 TiO_2 her iki yılda da stoma iletkenliğini istikrarlı bir şekilde artırmıştır. Uygulamaların yaprak fotosentez, prolin ve malondialdehit (MDA) değerleri üzerine herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Çalışmanın ilk yılında kuraklığın etkilerinin daha fazla hissedildiği Bozhüyük lokasyonunda %5 kaolin uygulaması iç randımanı %2.13 artırmıştır. Şambayat lokasyonunda ise ikinci yıl TiO_2 uygulamasının her iki dozu da iç randımanı %1.01-1.13 artırmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Abiyotik stres, kaolin, kuraklık, fotosentez, *Prunus dulcis*

ABSTRACT

PhD Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT PARTICULAR FILM APPLICATIONS ON SOME MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND FRUIT QUALITY CHARACTERISTIC ON ALMOND TREES

Hasan DENİZHAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ali İKİNCİ
Year: 2024, Page: 92

Almond is one of the nuts fruit species cultivated worldwide. Türkiye has significantly increased its almond production area and quantity, with Adıyaman province being prominent in the country's almond production. The recent development of fruit farming culture in the province has brought about some challenges, notably the temperature and drought stresses affecting plant physiology during the summer months. High temperatures are among the factors significantly limiting plant health, development, and productivity. Therefore, this study aimed to determine the effectiveness of particle film coatings used in two commercial almond orchards located in the Merkez district and Şambayat Town of Adıyaman province during the summer seasons of 2021 and 2022 against temperature and drought stresses. Four coatings were applied in two different doses in the study. Phenological observations, physiological, chemical, and pomological measurements were conducted to determine the effectiveness of the treatments in both years. As a result, it was found that the treatments generally did not have a negative effect on the phenological, physiological, chemical, and pomological properties of almond trees. The treatments reduced leaf temperature between 2.7 °C and 7.9 °C. The most successful treatments in reducing leaf temperature were kaolin, micronized calcium calcite (CaCO₃), and titanium dioxide (TiO₂) treatments. Reflective TiO₂ stood out in terms of stomatal conductance, particularly increasing stomatal conductance steadily by 0.25% TiO₂ in both years at the Şambayat location. The treatments did not have any effect on leaf photosynthesis, proline, and malondialdehyde (MDA) values. In the first year of the study, the 5% kaolin treatment increased kernel percentage by 2.13% in the Bozhüyük location where the effects of drought were more pronounced. In the Şambayat location, however, the TiO₂ treatment in the second year increased kernel percentage by 1.01-1.13%.

KEY WORDS: Abiotic stress, kaolin, drought, photosynthesis, *Prunus dulcis*

TEŞEKKÜR

Yürütmüş olduğum çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile yardım, öneri ve desteklerini esirgemedi beni yönlendiren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali İKİNCİ hocama en içten dileklerle teşekkürlerimi sunuyorum.

Arazi çalışmalarım esnasında desteklerini esirgemeyen, yardım ve deneyimlerinden faydalandığım, Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsünde beraber görev yaptığım mesai arkadaşlarım Ziraat Yüksek Mühendisi Ramazan Bestami KARAHAN, Ziraat Mühendisi İsmail YILDIZ, Ziraat Yüksek Mühendisi Mustafa ÜNAL ve Ziraat Yüksek Mühendisi Adil GEZER'e teşekkür ediyorum.

Çalışmayı yürütmem için ilgili konuda sunulmuş olan proje teklifini kabul ederek finansman sağlayan ve dolayısıyla çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesinin sağlanmasında büyük katkı sağlayan Güneydoğu Anadolu Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'na (GAP) teşekkür ediyorum.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tez çalışmam esnasında da maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen canım eşim Tuba DENİZHAN ve diğer AİLE fertlerime şükranlarımı sunuyorum.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü bahçenin konumu	26
Şekil 3.2. Ekolojik verilerin alındığı meteoroloji istasyonuna ait bir görüntü	27
Şekil 3.3. Kaplayıcı uygulamalarından (sol) ve fizyolojik ölçümlerden (sağ) bir görüntü	34
Şekil 3.4. İlk çiçeklenme tarihi.....	35
Şekil 3.5. Tam çiçeklenme tarihi.....	36
Şekil 3.6. Çiçeklenme sonu.....	36
Şekil 3.7. İlk yapraklanma tarihi	37
Şekil 3.8. Tam yapraklanma.....	38
Şekil 3.9. Yaprak dökümü başlangıcı.....	38
Şekil 3.10. Yaprak dökümü sonu	39
Şekil 3.11. Dış kabuğun sert kabuktan ayrılma dönemi	39
Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan kızılıötesi termometre	40
Şekil 3.13. Decagon SC-1 yaprak porometresi	41
Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan fotosentez cihazı	42
Şekil 3.15. SPAD-502 klorofilmetre	43
Şekil 3.16. Hassas terazi ile iç meyve ağırlığı tartımı	45
Şekil 3.17. Dijital kumpas ile meyve boyutları ölçümü	46
Şekil 3.18. Buruşuk meyve görüntüsü.....	47
Şekil 3.19. Pürüzsüz meyve görüntüsü	47
Şekil 3.20. Küflü meyve görüntüsü.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. İç bademin besin içeriği (100 g).....	3
Çizelge 1.2. Dünya sert kabuklu badem üretim miktarı ve son beş yıldaki değişimi.....	4
Çizelge 1.3. Dünya sert kabuklu badem üretim alanı ve son beş yıldaki değişimi.....	5
Çizelge 1.4. Türkiye badem üretim miktarı ve son beş yıldaki değişimi	6
Çizelge 1.5. Türkiye badem üretim alanı ve son beş yıldaki değişimi	6
Çizelge 3.1. Bozhüyük lokasyonunun 2021-2022 yıllarına ait meteorolojik verileri.....	28
Çizelge 3.2. Şambayat lokasyonunun 2021-2022 yıllarına ait meteorolojik verileri.....	29
Çizelge 3.3. Güneş yansıtıcılarının uygulama zaman ve dozları	34
Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait fenolojik bulgular	50
Çizelge 4.2. Çalışmanın birinci ve ikinci yılında fotosentetik faaliyetleri sınırlayan sıcaklık süreleri	51
Çizelge 4.3. Çalışmanın birinci yılda ölçülen yaprak sıcaklığı ölçüm sonuçları (°C)	53
Çizelge 4.4. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen yaprak sıcaklığı sonuçları (°C)	55
Çizelge 4.5. Çalışmanın birinci yılına ait stoma iletkenliği sonuçları (mmol m ⁻² s ⁻¹)	58
Çizelge 4.6. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen stoma iletkenliği sonuçları (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	59
Çizelge 4.7. Çalışmanın birinci yılında ölçülen fotosentez hızı sonuçları (µmol m ⁻² s ⁻¹).....	63
Çizelge 4.8. Çalışmanın birinci yılında ölçülen SPAD ve YOSK sonuçları	65
Çizelge 4.9. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen SPAD ve YOSK sonuçları	66
Çizelge 4.10. Bozhüyük lokasyonundaki yaprak besin elementi değerleri	70
Çizelge 4.11. Şambayat lokasyonundaki yaprak besin elementi değerleri.....	70
Çizelge 4.12. Bozhüyük lokasyonundaki meyve yağ ve yağ asidi sonuçları	72
Çizelge 4.13. Şambayat lokasyonundaki meyve yağ ve yağ asidi sonuçları	73
Çizelge 4.14. Partikül kaplayıcıların prolin ve MDA üzerine etkisi	74
Çizelge 4.15. Bozhüyük lokasyonunun 2021 yılı meyve pomolojik özellikleri	76
Çizelge 4.16. Şambayat lokasyonunun 2021 yılı meyve pomolojik özellikleri	77
Çizelge 4.17. Bozhüyük lokasyonunun 2022 yılı meyve pomolojik özellikleri	78
Çizelge 4.18. Şambayat lokasyonunun 2022 yılı meyve pomolojik özellikleri	79
Çizelge 4.19. Uygulamaların buruşuk ve küflü meyve oranlarına etkileri	81

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

N	Azot
Cu	Bakır
B	Bor
Zn	Çinko
Fe	Demir
P	Fosfor
g	Gram
İMB	İç Meyve Boyu
İME	İç Meyve Eni
İMK	İç Meyve Kalınlığı
KMB	Kabuklu Meyve Boyu
KME	Kabuklu Meyve Eni
KMK	Kabuklu Meyve Kalınlığı
Ca	Kalsiyum
KYA	Kuru Yaprak Ağırlığı
Mg	Magnezyum
MDA	Malondialdehit
Mn	Mangan
MPa	Megapaskal
m	Metre
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
µmol	Mikromolar
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
nmol	Nanomolar
K	Potasyum
cm	Santimetre
SPAD	Single-Photon Avalanche Diode
Na	Sodyum
YYA	Yaş Yaprak Ağırlığı
YOSK	Yaprak Oransal Su Kapsamı

1. GİRİŞ

Sistemantik sınıflandırmada Rosaceae familyasının *Prunus* cinsine dahil olan badem (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb), bu cins içerisinde yer alan diğer pek çok türün aksine, tohumları için yetiştirilen bir tür olması nedeniyle pomolojik olarak sert kabuklu meyveler sınıfına dahil edilmiştir (Socias i Company ve ark., 2017).

Arkeolojik kayıtlara göre ana vatanı esas olarak Güney ve Batı Asya olan badem, yaklaşık 10.000 yıl önce doğadan toplanarak tüketilmiş, daha sonra M.Ö. 3000’li yıllarda kültüre alınmıştır (Albala, 2009). Tarihsel süreçte badem yetiştiriciliğinin İran, Türkiye, Filistin ve Suriye’de başladığı ve buralardan sırasıyla Yunanistan, İtalya ve Kuzey Amerika’ya taşındığı bildirilmiştir (Kester ve ark., 1975).

Badem, iç meyvesi tüketilen yüksek besin değerlerine sahip bir meyve türüdür. Yapılan çeşitli analiz ve incelemelerde, bademin kimyasal özelliklerinin çeşitten çeşide önemli oranda değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Saura Calixto ve Canello, 1982; Romojaro ve ark., 1988, Schirra ve ark., 1988). Yetiştiricilik koşulları ve ekolojik özelliklerin yanı sıra coğrafi yapı da bu farklılığın temel sebeplerinden olmuştur. Bademin besin içeriği üzerine yapılan çeşitli çalışmaların kapsamlarının geniş olmasına rağmen, meyve kalite bileşenlerinin kalıtsal ve genetik kontrolü ile ilgili çok az şey bilinmektedir. Her ne kadar dış yeşil kabuk ve sert kabuğun kimyasal bileşenlerindeki farklılıklar nihai pazar kalitesini etkilese de tüketilen ürün olan iç meyvenin tat ve besin değerlerini gıda güvenliği açısından en üst düzeye çıkarmak oldukça önemli olduğundan iç meyvedeki biyokimyasal farklılıklar en önemli hususu oluşturmaktadır (Socias i Company ve ark., 2017).

Bademin yağ kompozisyonun çoğunluğunun doymamış yağ asitlerden oluştuğuna dikkat çeken Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi, on yılı aşkın süre önce günlük 1.5 onsluk (yaklaşık 42 g) badem tüketiminin diyet için önemli olduğunu ve bilhassa kolesterol ile kalp hastalıkları riskini azalttığını

bildirmiştir. Dünya badem tüketiminin yıldan yıla hızla arttığı göz önünde bulundurulduğunda; yapılan birçok çalışmada düzenli badem tüketiminin kanser (Davis ve ark., 2003), obezite (Kendall ve ark., 2003), diyabet (Scott ve ark., 2003) ve kalp hastalıklarını (Jenkins ve ark., 2002; Sabate ve ark., 2003) önlemede yardımcı olduğu bildirilmiştir.

Besin değerleri oldukça yüksek olan badem 578 kcal ile en fazla enerji içeren kabuklu yemişlerden olmanın yanı sıra potasyum, fosfor, kalsiyum, demir, magnezyum vb. besin elementleri açısından da oldukça zengindir (Çizelge 1.1.). Özellikle potasyum açısından en zengin meyvelerden biri olan muzdan iki kat daha zengindir. Yapısındaki zengin mineral içeriğinin yanı sıra başta E vitamini olmak üzere, B vitaminlerini yoğun olarak içeren badem, günlük besin ihtiyacının vazgeçilmez ürünlerinden biridir. İç meyvesinin neredeyse yarısı yağ olan badem, çoğunluğu doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşan Omega-3 ve Omega-6 açısından oldukça zengindir. İçerdiği yüksek proteinin yapı taşı olan aminoasitlerden olan glutamik asit, aspartik asit, arjinin, lösin, glisin ve fenilalanin gibi önemli aminoasitler bademin yapı taşını oluşturur (Socias i Company ve ark., 2008).

İçerdiği önemli besin kaynağı ile değerli kabuklu yemişlerden olan badem, aynı zamanda eski tıp kitaplarında ve dini metinlerde reçete edilen ve bahsedilen şifalı bitkiler arasındadır (Cioacă ve Stănică, 2021). Kullanım alanı geniş olan badem hem çağla hem de iç meyvesi tüketilen bir meyve türüdür. Çerezlik olarak tüketilmesinin yanında çikolata, şekerleme, pasta ve kozmetik sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Eti ve ark., 1993). Bunların dışında, olgunlaşma esnasında ekzokarp ve mezokarp tabakası kuruyan dış meyve %18-30 arasındaki şeker içeriği ile hayvan yemi katkısı olarak kullanılmaktadır (Aguilar ve ark., 1984).

Çizelge 1.1. İç bademin besin içeriği (100 g)

Besin	Değer	Besin	Değer	Besin	Değer
<u>Genel</u>		<u>Vitaminler</u>		<u>Amino asitler (devam)</u>	
Su	5.25 g	B1 (Tiyamin)	0.241 mg	Metiyonin	0.188 g
Enerji	578 kcal	B2 (Riboflavin)	0.811 mg	Sistein	0.282 g
Protein	21.26 g	B3 (Niacin)	3.925 mg	Fenilalanin	1.148 g
Toplam yağ	50.64 g	B5 (Pantothenik asit)	0.349 mg	Tirozin	0.530 g
Kül	3.11 g	B6	0.131 mg	Valin	0.799 g
Karbonhidrat	19.74 g	B9 (Folik asit)	29 µg	Arjinin	2.466 g
Lif	11.8 g	A	5 IU	Histidin	0.592 g
<u>Mineral</u>		E (alfa-tokoferol)	25.87 mg	Alanin	1.000 g
Kalsiyum (Ca)	248 mg	<u>Lipitler</u>		Aspartik asit	2.733 g
Demir (Fe)	4.30 mg	Doymuş yağ	3.881 g	Glutamik asit	5.171 g
Magnezyum (Mg)	275 mg	Doymamış yağ	32.155 g	Glisin	1.468 g
Fosfor (P)	474 mg	Çoklu Doymamış Yağ	12.214 g	Prolin	0.968 g
Potasyum (K)	728 mg	<u>Amino asitler</u>		Serin	1.005 g
Sodyum (Na)	1 mg	Triptofan	0.192 g	<u>Diğer</u>	
Çinko (Zn)	3.36 mg	Treonin	0.678 g	Beta karoten	3 µg
Bakır (Cu)	1.11 mg	İzolösin	0.691 g	Lutein & Zeaxanthin	1 µg
Mangan (Mn)	2.54 mg	Lösin	1.469 g		
Selenyum (Se)	2.8 µg	Lizin	0.601 g		

Dünya sert kabuklu badem üretimi 2022 yılı itibarıyla 3.630.427 ton olarak gerçekleşmiş ve son beş yıl içerisinde yaklaşık olarak %17 artmıştır (FAO, 2022). Amerika Birleşik Devletleri 1.858.010 tonluk üretim ile dünya badem üretiminin %51'ini karşılamıştır. Avustralya ise 360.328 tonluk üretimi ile ikinci sırada yer almıştır. Uzun yıllardır dünya badem üretiminde ikinci sırayı koruyan ancak Avustralya'daki artıştan sonra üçüncü sıraya gerileyen İspanya badem üretimi ise 245.990 ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz dünya badem üretiminde dördüncü sırada olup 190.000 tonluk üretim ile toplam miktarın %5.23'ünü karşılamıştır. Türkiye son 5 yıl içerisinde üretim miktarını %111 artırmış olup oransal olarak Afganistan'dan sonra üretimin en yoğun şekilde yükseldiği ülke konumundadır. Üretim miktarı hızla artan ülkelerden biri de yaklaşık %94'lük artış ile Avustralya'dır. Daha önceki yıllarda badem üretiminin yoğun olduğu İran, İspanya ve İtalya ülkelerinin üretiminde ise düşüş kaydedilmiştir (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.2. Dünya sert kabuklu badem üretim miktarı ve son beş yıldaki değişimi

ÜLKELER	Üretim Miktarı (ton)		Artış Oranı (%)
	2017	2022	
ABD	1.716.850	1.858.010	8.2
Avustralya	185.980	360.328	93.8
İspanya	255.503	245.990	-3.7
Türkiye	90.000	190.000	111.1
Fas	116.923	175.763	50.3
Çin	86.000	104.000	20.9
İran	129.566	88.560	-31.7
İtalya	79.599	74.590	-6.3
Tunus	67.000	70.000	4.5
Afganistan	27.291	64.000	134.5
Diğer Ülkeler	353.015	399.186	13.1
TOPLAM	3.107.727	3.630.427	16.8

Dünyada 2022 yılı itibarıyla badem üretim alanı 2.357.075 ha olarak gerçekleşmiş ve son beş yılda %23 artmıştır. Dünyada en fazla badem üretim alanına sahip olan ülke 761.660 ha alan ile İspanya'dır. Bunu ABD (546.332 ha), Fas (226.213 ha) ve Tunus (194.785 ha) takip etmiştir. Son 5 yıldaki badem üretim alanı artış oranları dikkate alındığında Avustralya yaklaşık %98'lik artış ile birinci sırada yer alırken ikinci sırayı yaklaşık %88'lik artış ile Portekiz almıştır. Türkiye ise son 5 yıllık badem üretim alanında %79'luk artış ile üçüncü sırada yer almış olup ülkemizi İran ve Fas takip etmiştir. Bu süreçte en fazla üretim alanı düşüşü %-6.5 ile Tunus'ta gerçekleşmiştir (Çizelge 1.3.).

Çizelge 1.3. Dünya sert kabuklu badem üretim alanı ve son beş yıldaki değişimi

ÜLKELER	Üretim Alanı (ha)		Artış Oranı (%)
	2017	2022	
İspanya	633.562	761.660	20.2
ABD	416.830	546.332	31.1
Fas	170.864	226.213	32.4
Tunus	208.205	194.785	-6.5
İran	50.856	73.857	45.2
Suriye	72.296	70.881	-1.96
Portekiz	34.002	63.880	87.9
Türkiye	35.202	63.266	79.7
Libya	59.754	61.882	3.6
Avustralya	29.282	57.872	97.6
Diğer ülkeler	208.448	236.447	13.4
TOPLAM	1.919.301	2.357.075	22.8

TÜİK (2023), verilerine göre ülkemizde 170.000 ton badem üretimi gerçekleşmiş olup Adıyaman ili 21.299 ton ile birinci sırada yer almıştır. Adıyaman'ı sırasıyla Mersin (19.052 ton), Şanlıurfa (9.833 ton) ve Muğla (9.785 ton) illeri takip etmiştir. Ülkemizde badem üretim miktarı son beş yılda %70 artmıştır. Bu artış il bazlı incelendiğinde en fazla oransal üretim artışı Karaman (%193.4), Diyarbakır (%139.9) ve Şanlıurfa (%117.8) illerinde görülmüştür. Çizelge 1.4.'te görüldüğü gibi ülkemizde badem yetiştiriciliği Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmıştır.

Ülkemizde 2023 yılında 686.966 dekar alanda badem üretimi yapılmıştır. En fazla üretimin yapıldığı il 111.214 dekar alan ile Adıyaman olup bu ilimizi sırasıyla; Şanlıurfa (70.503 da), Manisa (62.600 da) ve Mersin (59.080 da) illeri takip etmiştir. Bununla birlikte, ülkemizdeki badem üretim alanları son beş yılda %63 artış göstermiştir. İl bazlı üretim alanı artışı incelendiğinde en fazla artış %326.5 ile Konya ilinde gerçekleşirken bunu sırasıyla Diyarbakır (%233.8), Elazığ (%147.8), Mersin (%110.3), Mardin (%92.5) ve Adıyaman (%90.3) illeri takip etmiştir. Özellikle Konya, Diyarbakır ve Elazığ illerinin üretim alanı artışları, yakın gelecekte bu illerin de badem üretimine önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir (Çizelge 1.5.).

Çizelge 1.4. Türkiye badem üretim miktarı ve son beş yıldaki değişimi

İller	Üretim Miktarı (ton)		Artış Oranı %
	2018	2023	
Adıyaman	11.747	21.299	81.3
Mersin	14.141	19.052	34.7
Şanlıurfa	4.515	9.833	117.8
Muğla	5.028	9.785	94.6
Çanakkale	5.098	8.206	61.0
Karaman	2.730	8.009	193.4
Antalya	6.358	7.689	20.9
Diyarbakır	2.899	6.955	139.9
Manisa	5.817	6.356	9.3
Adana	3.324	5.005	50.6
Isparta	2.700	4.954	83.5
Gaziantep	2.673	4.553	70.3
Elazığ	2.155	3.806	76.6
Ankara	1.863	3.753	101.4
Mardin	1.702	3.614	112.3
Diğer İller	27.250	47.131	73.0
TOPLAM	100.000	170.000	70.0

Çizelge 1.5. Türkiye badem üretim alanı ve son beş yıldaki değişimi

İller	Üretim Alanı (da)		Artış Oranı %
	2018	2023	
Adıyaman	58.430	111.214	90.3
Şanlıurfa	39.639	70.503	77.9
Manisa	43.390	62.600	44.3
Mersin	28.095	59.080	110.3
Elazığ	12.867	31.888	147.8
Diyarbakır	7.910	26.404	233.8
Karaman	12.438	23.086	85.6
Konya	5.400	23.031	326.5
Antalya	17.561	22.780	29.7
Muğla	21.477	22.570	5.1
Malatya	11.677	21.583	84.8
Ankara	10.452	14.330	37.1
Mardin	7.347	14.144	92.5
Denizli	13.726	18.636	35.8
Kahramanmaraş	12.193	17.118	40.4
Diğer İller	119.312	147.999	24.0
TOPLAM	421.914	686.966	62.8

Dünyadaki ve ülkemizdeki yayılım alanlarına bakıldığında badem, genelde sıcak ve kurak iklimlerde yetiştirilen ve bu nedenle abiyotik stres faktörlerinin etkisi altında olan bir meyve türü olarak bilinmektedir. Nitekim badem Akdeniz iklimi ile özdeşleşmiş bir meyve türüdür. Akdeniz iklimi, meyve ağaçlarında yoğun olarak

kuraklık stresine neden olabilen sıcak ve kurak yaz mevsiminin yanı sıra, değişken uzunlukta don olaylarının meydana geldiği ılıman kış ayları ile karakterize edilir. Badem yetiştiriciliğinin yoğun olduğu alanlarda yağış genellikle kıt veya düzensizdir.

Geçmişten günümüze etkileri gittikçe daha fazla hissedilen küresel iklim değişikliği nedeniyle bitkisel üretimin olumsuz etkilendiği ve bununla birlikte gıda güvenliğinin arz ve talep boyutunda teknolojik gelişmelerin ön plana çıktığı bir dönem yaşanmaktadır (Ak, 2016). Uluslararası İklim Değişikliği Paneli raporuna göre hava ve okyanus sıcaklıklarının yükselmesi ve sera gazlarının arttığı kesinleşmiştir. Bu rapora göre 1880-2012 yılları arasında kara ve okyanus sıcaklıkları ortalama olarak 0.85 °C artmıştır. Sera gazları karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitroz oksit (N₂O) konsantrasyonları son yıllarda 300 ppm'e ulaşan net emisyonlarla artmıştır (Lamaoui ve ark., 2018). Bu değişimler, mevcut kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılmasının yanı sıra meydana gelebilecek risklerin ortadan kaldırılmasını veya bunun azaltılmasını sağlayabilecek planlamaları zorunlu hale getirmiştir. Ülkemiz değişken coğrafi ve ekolojik özellikleri nedeniyle küresel ısınma kaynaklı olarak meydana gelecek iklim değişikliğinden en çok etkilenebilecek ülkeler arasında görülmüştür. Ülkemizde GAP ve TRC1 bölgeleri küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgeler arasındadır. Bu nedenle küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine yönelik olarak çalışmalar yapılması büyük bir önem arz etmektedir (Ünal, 2021).

Tarımsal üretimde temel amaç, kabul edilebilir kalitede mümkün olabildiğince en yüksek verime sahip ürünlerin üretilmesidir. Ancak, bu hedefe ulaşmak için çok sayıda engel vardır (Gupta ve ark., 2014). Artan küresel ısınma ile birlikte etkileri daha fazla hissedilen çevresel stres faktörleri ve karmaşık çevre şartlarının neden olduğu birçok stres (Ör: ışık, sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, ağır metal, don, yetersiz oksijen vb.) faktörleri bulunmaktadır. Çevresel stres faktörleri; bitkilerde stoma aktivitesi ve fotosentezi olumsuz etkileyerek, üretimde kayba yol açar. Sıcaklık, kuraklık ve ışık stresi hem verimi hem de kaliteyi etkileyen stres faktörlerindendir. Bu nedenle, bu stres faktörlerinin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi büyük önem

taşımaktadır. Dünyada badem üretimi yapılan alanların büyük bir bölümünün hiç sulanmayan veya kısıtlı sulama imkânlarına sahip olan alanlar ile güneş radyasyonunun yüksek olduğu bölgelerde yapıldığı göz önüne alındığında bu konu daha fazla önem kazanmaktadır (Karaat ve Denizhan, 2022).

Badem, geleneksel olarak olumsuz çevre koşullarına uyum sağlamış bir meyve türü olarak kabul edilmiştir. Ancak, değişen iklim koşullarının olumsuz etkileri nedeniyle üretimde meydana gelen yıllık dalgalanmalar, bademin farklı iklimlere yayılmasına izin vermişse de bu uyumun gerçek olmadığını göstermektedir. Badem ağaçlarının gelişimini kısıtlayan çevresel stres faktörlerinin başında kuraklık, sıcaklık ve ışık stresi faktörleri gelmektedir. Bunlara ilaveten; don stresi, aşırı yağış ve olumsuz toprak koşulları yetiştiriciliği kısıtlamaktadır (Alonso, 2017).

Bitkilerde stres, biyotik ve abiyotik etmenlerin etkisi altında ortaya çıkan değişimler olarak ifade edilmiştir. Kuraklık ve sıcaklık, özellikle iklim değişikliğinin mevcut ve artan etkileri ile her iki stres faktörünün ortaya çıkışındaki ve şiddetindeki artışlar göz önüne alındığında ürün verimini azaltan ve küresel gıda güvenliğini zayıflatan başlıca abiyotik stres faktörleridir. Bu iki stres faktörünün ürün verimini %50 kadar azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Lamaoui ve ark., 2018). Abiyotik stres faktörlerinden olan kuraklık stresi; toprak ve atmosfer neminin düşük, hava sıcaklığının yüksek olmasıyla ortaya çıkar. Kuraklık stresi, bitki vejetasyon süresinin herhangi bir zamanında günlük veya çok daha uzun süreli olarak meydana gelebilmektedir. Bitkilerde büyüme ve gelişme üzerine olumsuz etkilerde bulunan kuraklık stresi durumunda turgor yitmesi sonucu hücre büyümesi yavaşlar veya durur. Bu durum büyümeyi teşvik eden hormonların üretiminin azalmasına yol açarak, hücre duvarı sentezinin de yavaşlamasına neden olur. Kuraklık stresinin devam etmesi durumunda bitkide klorofil sentezi, fotosentez ve solunum olumsuz etkilenir. Hücre büyümesinin olumsuz etkilenmesi nedeniyle yapraklar küçülür, stomalar kapanır ve bu olay daha az fotoasimilat birikimine neden olur. Bitkilerde ksilem iletim borularındaki su potansiyelinin azalmasının bir sonucu olarak daha az üretilen fotoasimilatların alt organlara taşınımı yavaşlar. Yapraklarda solunumun yavaşlaması ve ilerleyen evrede durması halinde besin alışverişi sınırlanır. Bu olaylar

zincirinin meydana getirdiği hasar oldukça büyük sorunlara yol açar. Yapraklar küçüldüğü gibi bitkinin oluşturduğu meyve sayısı azalır, meyve kalitesi düşer ve meyve boyutu küçülür (Kaçar ve ark., 2013). Badem ağaçlarında toprak seviyesinden itibaren 19 cm derinlikten sonra su ve nemin azaldığı ve aşırı sıcak geçen yaz dönemlerinde transpirasyonun arttığı koşullarda gelişim son derece kısıtlanır. Normal şartlarda 130-150 cm aralığında toprak nemliliği fotosentez ve respirasyonun dengelenmesi için ideal bir değer olarak bilinmektedir. Bu durumda transpirasyon dengelenebilmektedir. Ancak, şiddetli su stresine maruz kalınması durumunda stomaların açıklığı sınırlanır, karbonhidrat üretimi, fotosentez ve gaz değişimi azalır. Bu olaylar sonucunda vejetatif gelişim kısıtlanır, çiçek tomurcuğu gelişimi engellenir ve tepe tomurcuğu daha erken oluşur. Bunların yanı sıra, ağacın meyve verimi ve iç meyve kalitesi düşer (Doll, 2017).

Sıcaklık stresi, toprak ve hava sıcaklığının bitki büyüme ve gelişmesinde kalıcı zararlar meydana getirecek şekilde belirli bir süre için eşik değerin üzerine çıkması olarak tanımlanır. Hava sıcaklığı optimum koşullarda iken bitkide buhar şeklinde su yitmesi (transpirasyon) artar. Buna karşılık, hava sıcaklığı optimumun üzerine çıktığı koşullarda bitki transpirasyonu azaltmak için yaprak alanını azaltır, yaprak kenarlarında kıvrılmalar görülür ve yapraklar küçülür. Sıcaklık stresine sürekli maruz kalan bitkilerde yaprak kalınlığı ve tüylülüğünde artış ile birlikte stoma sayısında azalma görülür. Birçok açıdan kuraklık stresi ile benzer etkileri gösteren sıcaklık stresi durumunda da artan sıcaklıklarla beraber kloroplastlarda bulunan klorofil pigmentleri azalır ve bu olaylar sonucunda besin taşınımı sınırlanır (Lamaoui ve ark., 2018).

Işık stresi, gün ışığının bitkilerde meydana getirdiği bir stres faktörüdür. Özellikle fotosentez üzerine etkili olan ışık bitkilerin metabolik faaliyetlerinin devam etmesi için vazgeçilmez bir kaynaktır. Atmosferden geçen güneş ışığının yaklaşık %47'si yeryüzüne ulaşırken, bu ışığın %41'i bitkiler için önemlidir. Bitkilerde fotosentetik faaliyetler için optimum dalga boyu 400-700 nanometre arasındadır. Bitkiler güneşten gelen ışığı yaprak yapısı ve konumuna göre yansıtırlar. Bitkinin ışığı yansıtma kapasitesi yaprağın yüzey genişliği ile bağlantılı olup, yapraktaki

tüylülük arttıkça güneş ışığının yansıtılma derecesi de artar. Kızılötesi ışığın %70'i, görülebilir ışığın %6-12'si ve ultraviyole ışığının ise %3 kadarı bitki tarafından yansıtılmaktadır. Işık bitki ihtiyacı kadar bulunmaması durumunda ışık stresi ortaya çıkar. İdeal ışık şiddetinde bitkilerde fotosentez artsa da bu şiddet çok yüksek olduğunda fotosentez azalır. Zararlı ışınlar arttıkça yaprak sıcaklığı da artar ve stomalar kapanır. Stoma geçirgenliği azalan bitkilerde, transpirasyon dengesi bozularak metabolik faaliyetler sınırlanır. Bu da fotosentezin azalmasına ve besin alışverişinin bozulmasına yol açar. Gelişimi yavaşlayan bitkilerde cüceleşme, boğum aralarında kısılma, yapraklarda tüylenme ve büyümede yavaşlama görülür. Karbonhidrat miktarının azalması sonucu yapraklarda kalın mum tabakası oluşmaya başlar (Kaçar ve ark., 2013).

Gittikçe artan sıcaklık ve beraberinde getirdiği kuraklığın olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi için tarımsal alanda yeni uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Bunlardan biri de 'partikül film kaplayıcı' kullanımıdır. Partikül (reflektif) film kaplayıcıların çoğu suda kolaylıkla çözülen ve kimyasal olarak dağılan, şişmeyen, gözeneksiz, ince tabaka plaka şeklinde alüminosilikat minerali olan kaolin tabanlıdır. Ham olarak elde edilen ve işleme sırasında etkisinin artırılması için eser miktarda Fe_2O_3 (demir oksit) ve TiO_2 (titanyum dioksit) içeren kaolin %99 saflıkta ve %85 parlaklığa sahiptir (Glenn ve Puterka, 2010; Sharma ve ark., 2015). Günümüzde kaolin işlemedeki teknik ilerlemenin sağlanması sayesinde artık belirli bir şekil, boyut ve ışığı yansıtma özelliklerine sahip partikül kaplayıcılar üretmek mümkündür. Kaolin; seramikte, tıpta, tuğla üretiminde, kuşe kağıt üretiminde, gıda katkı maddesi üretiminde, diş macunu üretiminde, beyaz ampüllerde ışık yayıcı malzeme olarak, kozmetikte ve diğer birçok uygulamada dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Kaolin en çok kağıt endüstrisinde parlaticı olarak kullanılmaktadır (Glenn ve ark., 2001).

Tarımsal üretimde partikül film kaplayıcıları fungal ve bakteri kaynaklı hastalık kontrolü (Thomas ve ark., 2004), virüs kaynaklı hastalık kontrolü (Creamer ve ark., 2005), zararlı kontrolü (Unruh ve ark., 2000; Thomas ve ark., 2004), don zararına karşı kontrol (Wisniewski ve ark., 2002) ve meyve kalite özelliklerini iyileştirmek (güneş yanıklığı, renk, boyut, tat) için (Glenn ve ark., 2001; Wand ve

ark., 2006) kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda, kaolinin hem böcek kontrolünde (Glenn ve ark., 1999; Thomas ve ark., 2004) hem de elmada meyve kalitesi, meyve boyutu ve meyve rengi üzerine olumlu etkilerde bulunduğu saptanmıştır (Glenn ve ark., 2001). Bunlara ilaveten, yapılan çalışmalarda kaolin vb. partikül film kaplayıcıların bitki fizyolojisine önemli etkilerde bulunduğu bildirilmiştir. (Glenn ve ark., 2001; Jifon ve Syvertsen, 2003; Lombardini ve ark., 2005; Rosati ve ark., 2006).

Bu çalışmada, gittikçe artan kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmak, özellikle de kısıtlı sulanan veya sulanmayan koşullar altında yetiştiricilik yapılan alanlarda kuraklık, sıcaklık ve ışık streslerinin olumsuz etkilerini azaltmak hedeflenmiş ve buna yönelik kullanılan partikül film kaplayıcıları badem ağaçlarına farklı form ve dozlarda uygulanmış, yapılan uygulamaların fizyolojik, pomolojik ve meyve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Günümüzde dünya genelinde yetersiz ve düzensiz yağış ile birlikte kuraklık baskın hale gelmiştir. Suyun sınırlı bir kaynak olduğu göz önünde bulundurulduğunda tarımsal üretimde ekonomik olarak yüksek verimde ve kalitede ürün alabilmek için kuraklığın etkilerini azaltmaya yönelik çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Kısıtlı sulama stratejileri ile bitkilere ihtiyacından az sulama uygulamaları yapılmış ancak su stresi seviyesi arttıkça bitki sağlığı, meyve kalitesi ve verim olumsuz etkilenmiştir. Bu nedenle bitki yapraklarına ince bir film tabaka ile uygulanarak bitkileri dış etkilere karşı koruyan, zararlı UV ışınlarını yansıtarak fizyolojik olayları dengeleyen, meyve üzerine uygulandığında güneş yanıklığını azaltan partikül film kaplayıcılarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda belirli bir seviyede su stresine maruz bırakılan bitkilerde, kısıtlı sulama ile birlikte yapılan partikül film uygulamaları su stresinin etkilerini azaltmada etkili olabilmektedir. Özellikle kısıtlı sulama ile birlikte yapılan kaolin uygulamalarının kuraklığın olumsuz etkilerini en aza indirmede başarılı olduğu ve su tasarrufuna katkı sağladığı bildirilmiştir (Boari ve ark., 2015).

2.1. Badem Üzerine Yürütülmüş Çalışmalar

Gharaghani ve ark. (2023), İran'ın Şiraz kentinde 6×5 m aralıklarla dikilen, acı badem çöğür anacı üzerine aşıllı 9 yaşındaki 'Tardy Nonpareil' çeşidine, bitki su ihtiyacının (ET_c) %50, %75 ve tamamının karşılandığı (%100) koşullarda, haziran ayının başında %3 ve %6'lık kaolin uygulamaları yapmışlardır. Çalışmada bitki su ihtiyacının yarısı (ET_{50}) kadar sulanan bitkilerde sürgün gelişimi, yaprak fotosentez miktarı, stoma iletkenliği ve meyve biyokimyasal özelliklerinde önemli ölçüde değişiklikler meydana geldiği bildirilmiştir. Kaolin uygulamalarının ET_{75} ve ET_{50} olarak sulanan bitkilerde daha etkili olduğunu ve stresin olumsuz etkilerini azalttığını belirten araştırmacılar, sürgün gelişimini ET_{100} , ET_{75} ve ET_{50} olarak sulanan bitkilerde sırasıyla %14.7, %31.1 ve %23.1 oranında iyileştirdiği bildirilmiştir. Aynı zamanda, su stresine maruz kalan ağaçlarda kaolin uygulamasının yaprak dökümünü geciktirdiği bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca kaolin uygulamasının bitki fizyolojisine

ve verimine de önemli ölçüde etki ettiği bildirilmiş olup uygulama yapılan ağaçların yaprak sıcaklıklarının diğerlerine kıyasla 3.3 °C düşük bulunduğu, fotosentez oranı ile stoma iletkenliğinin ise arttığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda bitki su ihtiyacının %75'inin karşılandığı koşullarda yapılan kaolin uygulamasından en net sonuçların alındığı, özellikle de verim açısından kaolinin suyun eksikliğini kısmen giderdiği bildirilmiş ancak şiddetli derecede su stresine maruz kalan ağaçlarda (ET₅₀) kaolin uygulamalarının kısa vadede etkili olmadığı rapor edilmiştir.

Cajales (2011), ABD'nin Kaliforniya Eyaleti'ne bağlı Colusa kasabasında 2009-2010 yıllarında, 6.6 x 4.8 m aralıklarla dikilen, 'Lovell' şeftali anacı üzerine aşıllı 10 yaşındaki 'Nonpareil' çeşidinde, farklı sulama seviyeleri ile birlikte yapılan %4'lük kaolin uygulamasının etkisini incelemiştir. Çalışmada kullanılan ağaçların bir kısmının hiç sulanmayan ağaçlardan oluştuğu (yaprak su potansiyeli -3.7 MPa), bir kısmının ise sırasıyla 127 mm (yaprak su potansiyeli -2.7 MPa), 254 mm (yaprak su potansiyeli -2.3 MPa) ve 1016 mm (kontrol / yaprak su potansiyeli -1.1 MPa) sulandığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda su stresi arttıkça hem meyve tutumu hem de verimin ciddi oranda azaldığı bildirilmiştir. Sulanmayan ağaçlarda, özellikle de -3 MPa altına düşen su potansiyeli değerlerinde meyve tutumu %12.8, su stresine maruz kalmayan ağaçlarda ise %34.5 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmada ayrıca, su stresi şiddeti artan ağaçlarda kaolin uygulamasının bir sonraki vejetasyon döneminde verim üzerine önemli katkılar sağlamadığı, strese maruz kalan ağaçlarda tam sulanan ağaçlara göre %87 daha az meyve alındığı ve iç meyve ağırlığının da istatistiksel açıdan önemli oranda düşük bulunduğu bildirilmiştir.

Holtz ve Martin-Duvall (2010), 'Nonpareil' ve 'Carmel' badem çeşitlerine 2002-2008 yıllarının yaz döneminde 3 kez sabit olarak %3 ve 2009 yılında %6 olmak üzere toplamda 8 yıl boyunca kaolin uygulaması yapmışlardır. Çalışmada kaolin uygulamalarının sürgün ve gövde gelişimi, tomurcuk sendromu ve ağaç verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kaolin uygulanan ağaçların kontrole göre sürgün gelişiminin 2-6 cm ve gövde çapının ise 1-4 cm daha fazla bulunduğu bildirilmiş olup kaolin uygulamalarının tomurcuk sendromuna etkisinin sadece 'Carmel' çeşidinde çalışmanın beşinci yılı itibarıyla çok az etki ettiği

bildirilmiştir. Ayrıca, kaolin uygulanan ağaçlarda ilk uygulama yılı itibarıyla dördüncü yılda meyve veriminin önemli oranda arttığı bildirilmiştir. Verimin her iki çeşitte de 2007 yılından başlamak üzere 2009 yılına kadar belirgin şekilde arttığını bildiren araştırmacılar, kaolin uygulaması ile çalışmanın altıncı ve sekizinci yılları arasında kümülatif iç badem veriminin 'Carmel' çeşidinde 53 kg da⁻¹, 'Nonpareil' çeşidinde ise 31 kg da⁻¹ yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Rosati ve ark. (2006), Kaliforniya'da sulanan ve su stresi uygulanan koşullarda 7 × 6 m aralıklarla dikilen 8 yaşındaki 'Nonpareil' badem çeşidi ile 7.3 × 4.7 m aralıklarla dikilen 10 yaşındaki 'Chandler' ceviz çeşidine yaz sezonunda bir kez %6'lık kaolin uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar yaprak su potansiyeli, karbon asimilasyonu, hücrelerarası CO₂ konsantrasyonu, yaprak fotosentez oranı, yaprak sıcaklığı ve stoma iletkenliği parametrelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kaolin uygulamasının yaprak sıcaklığını kontrole göre 1-3 °C düşürdüğünü, yaprak su potansiyeline ve stoma iletkenliğine olumsuz bir etkide bulunmadığını, bunlara karşılık hücrelerarası CO₂ konsantrasyonunu 10 µmol mol⁻¹ artırdığını, ancak karbon asimilasyonunu ve yaprak gaz değişimini 1-3 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ azalttığını bildirmişlerdir.

2.2. Diğer Bitkiler Üzerine Yürütülen Çalışmalar

Chamchaiyaporn ve ark. (2013), mango ağaçlarına ilk yapraklanmadan hasada kadar haftada iki kez %6 kaolin uygulaması yapmışlardır. Kaolin uygulamalarının yaprak fotosentez hızına, stoma iletkenliğine, transpirasyon oranına, yaprak sıcaklığına, hücrelerarası CO₂ konsantrasyonuna, ağaç verimine ve meyve kalite değerlerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada; kaolin uygulamaları ile meyve veriminin %40, meyve ağırlığının ise %44 oranında arttığı ve aynı zamanda antraknoz ve meyve çürüklüğü hastalıklarını engellemede başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca, kaolin uygulamaları ile yaprak sıcaklığının düştüğü ve buna bağlı olarak yaprak gaz değişiminin azaldığı bildirilmiş olup bu olaylara bağlı olarak hem fotosentez hem de stoma iletkenliğinde artış olduğu rapor edilmiştir.

Mahmoudian ve ark. (2021), İran'ın Simnan yakınlarında 'Frenquette' ve 'Chandler' ceviz çeşitleri ile 'K72' ve 'SG' ceviz genotiplerinde, iki yıl süreyle, bitki su ihtiyacının tamamı karşılanan (ET_{100}) ve kısıtlı sulanan (ET_{50}) koşullarda yapılan %0, %2.5, %5.0 ve %7.5 kaolin uygulamalarının fiziksel, fizyolojik ve meyve kalite özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, en düşük yaprak klorofil içeriğinin kuraklık stresi altındaki bitkilerde ölçüldüğü, ancak kaolin uygulamaları ile klorofil içeriğinin arttığı, özellikle de %5.0 kaolin dozunun etkili olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca en yüksek yaprak oransal su kapsamı ve potasyum (K) içeriğinin %5.0 ve %7.5 kaolin uygulanan ağaçlarda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra kaolin uygulamaları arttıkça prolin içeriğinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Faghih ve ark. (2021), bitki su ihtiyacının (ET_c) %100, %85 ve %70'i gibi farklı düzeylerde sulanan 'Golab' ve 'Shafin-Abadi' elma çeşitlerinde iki yıl süreyle; ilk yıl %3 ve %6, ikinci yıl %1.5 ve %3'lük kaolin uygulamalarının bazı morfolojik, pomolojik ve fizyolojik özellikler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bahse konu çalışmada, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı koşullarda kaolin uygulaması ile meyve ağırlığında %33'lük bir artış ile birlikte ET_{70} sulama konusunda meyve boyunun her iki yılda da olumsuz etkilendiği, ancak kaolin uygulanan ağaçlarda meyve boy değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Çalışmada aynı zamanda kısıtlı sulanan ağaçlarda stres durumunun ortaya çıkışıyla orantılı olarak yaprak prolin içeriğinin arttığı bildirilmiş olup kısıtlı sulanan ve %6 kaolin uygulanan ağaçlarda en yüksek glisin-betain, hidrojen peroksit ve malondialdehit bulunduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda kısıtlı sulanan bahçelerde, kuraklık stresine tolerans sağlanması açısından kaolinin etkili ve kullanılabilir olduğu tavsiye edilmiştir.

Segura-Monroy ve ark. (2015), ısı ve nem kontrollü sera koşullarında farklı sulama stratejileriyle sulanan goji berry (kurt üzümü) bitkisinde %6 kaolin uygulamasının etkisini inceledikleri çalışmalarında, su stresi uygulanan bitkilerde uygulamanın 15. gününden 45. gününe kadar yaprak oransal su kapsamının iyi sulananlara göre %12 düştüğünü belirtmişlerdir. Düzenli sulanan ve kaolin uygulanan gruptaki bitkilerin transpirasyonunun kaolin uygulanmayanlara göre

uygulamanın 15, 30 ve 45. günlerinde sırasıyla %65, %30 ve %40 düştüğünü bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra kaolin uygulanan ağaçlarda uygulamanın 15. gününden itibaren yaprak oransal su kapsamının düşmesine yol açtığını bildirmiş olup, buna karşılık yaprak SPAD değerlerinin daha yüksek okunduğunu rapor etmişlerdir.

Sotelo-Cuitiva ve ark. (2011), iyi sulanan ve kısıtlı sulanan gül bitkilerinin vejetasyon süresinde iki kez yapılan %5'lik kaolin uygulamasının bazı morfolojik, fizyolojik ve verim değerleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, su stresi altındaki gül bitkilerinde stoma iletkenliğinin, yaprak oransal su kapsamının, sürgün uzunluğunun ve çiçek sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Kaolin uygulamasının ise bitkilerin SPAD değerine, stoma iletkenliğine, yaprak oransal su kapsamına, sürgün uzunluğuna ve gül sayısına önemli etkisinin olmadığını, sadece yaprak sıcaklığını 2.5 °C azalttığını bildirmişlerdir.

Wand ve ark. (2006), Güney Afrika'da yetiştirilen elma ağaçlarında güneş yanıklığı nedeniyle %50 kayıp meydana geldiğini belirtmiş ve bunun üzerine bazı elma çeşitlerine iki yıl süreyle yılda iki kez sırasıyla %5.5 ve %3 kaolin uygulamaları yapmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda, kaolin uygulamasının özellikle 'Royal Gala', 'Fuji' ve 'Granny Smith' elma çeşitlerinin hasat sonrası depolama ömrünü uzattığını, güneş yanığı zararını önemli ölçüde azalttığını ve meyve kalite değerlerini artırdığını bildirmişlerdir.

Sugar ve ark. (2005), 'Comice' armut çeşidine üç yıl süreyle, her yıl altı kez %3 ve %6 dozlarında yapılan kaolin uygulamalarının; gövde çapı, sürgün gelişimi, bir sonraki ürün yılındaki çiçek yoğunluğu, meyve tutumu, meyve ağırlığı, meyve verimi ve SÇKM içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Kaolin uygulamasının art arda yapılmasının ağaçlar üzerinde olumsuz bir etkide bulunmadığını, ancak ölçülen hiçbir parametreye de olumlu veya olumsuz etki etmediğini bildirmişlerdir.

Colavita ve ark. (2011), ticari bir armut bahçesinde %3 ve %6 dozlarında yapılan kaolin uygulamalarının, 15 yaşındaki 'Beurre d'Anjou' ve 'Packham's

Thriumph' armut çeşitlerinin bazı morfolojik, fizyolojik özellikleri ile meyve kalite değerlerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar kaolin uygulamalarının meyve ağırlığı, suda çözünür kuru madde, meyve eti sertliği, meyve nişasta içeriği ve yıllık sürgün uzunluğu üzerine olumlu veya olumsuz bir etkide bulunmadığını, sadece 'Packham's Thriumph' çeşidinin klorofil içeriği üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Kaolinin bitki fizyolojik faaliyetlerine olan etkisini de inceleyen araştırmacılar, kaolin uygulaması ile yaprak hücre membran zararlanmasının önemli ölçüde (%10) azaldığını bildirmişlerdir.

Azizi ve ark. (2013), 30, 50 ve 70 gün aralıklarla yapılan sulama uygulamaları ile birlikte %2.5 ve %5 dozlarında yapılan kaolin uygulamalarının 'Ohadi' antepfıstığı çeşidinin bazı fizyolojik ve pomolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, sık sulanan ve %2.5 kaolin uygulaması yapılan ağaçların yaprak besin elementi içeriklerinin arttığını, aynı zamanda %2.5 kaolin uygulaması ile birlikte 70 gün aralıklarla sulanan ağaçların yapraklarının prolin içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca sadece kaolin uygulanan ağaçlarda yaprak alanının azaldığını, %5 kaolin uygulaması yapılan ağaçların taze meyve ağırlığının arttığını, sadece 70 gün aralıklarla sulanan ağaçlarda meyve veriminin azaldığını bildirmişlerdir.

Ennab ve ark. (2017), 'Balady' mandarin çeşidinin meyve verimi ve meyve kalitesi üzerine iki yıl süreyle yaz sezonlarında üç kez %2, %3 ve %4 kaolin uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar, özellikle %3 ve %4 kaolin uygulamaları ile yaprak ve meyve sıcaklığının önemli ölçüde azaldığını, aynı zamanda meyve verimi, meyve kalitesi ve meyve ağırlığının önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Djurovic ve ark. (2016), Sırbistan'ın Belgrad kenti yakınlarındaki ticari bir bahçedeki domates bitkilerinde, üç yıl süreyle bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı (ET₁₀₀) ve sadece %50'sinin karşılandığı (ET₅₀) kısıtlı sulama düzeyi altında, her yıl çiçeklenme başlangıcından hasada kadar ortalama dört kez %5 kaolin uygulamasının meyve verimi ve meyve kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, tam sulanan bitkilerin meyve ağırlığının ve meyve veriminin

kısıtlı sulananlara göre daha yüksek (%16-21 daha fazla), ancak meyve antioksidan aktivitesi ve organik asit içeriğinin daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Kaolin uygulamalarının meyve biyokimyasal özelliklerine ve likopen içeriğine etki etmediğini, ancak meyve ağırlığını ve meyve verimini (%38) önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

Mohamad ve ark. (2021), Mısır'ın Zagazig Üniversitesi'nde saksıda yetiştirilen ve iki yıl süreyle bitki su ihtiyacının %100, %75 ve %50'si kadar sulanan pavlonya bitkilerine %0.4 kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve %3 kaolin uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar, kısıtlı sulama koşullarında bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve yaprak kuru ağırlığının önemli ölçüde azaldığını, ayrıca kaolin ve kalsiyum karbonat uygulamaları ile belirtilen bu özellikler üzerinde belli oranda iyileşme görüldüğünü rapor etmişlerdir. Araştırmacılar stres altındaki bitkilerin, başta kaolin olmak üzere kalsiyum karbonat gibi kaplayıcı uygulamalar ile kuraklığa direnç indeksi, yaprak oransal su kapsamı ve klorofil içeriğinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Ancak; stres durumunda daha fazla sentezlenen aminoasitlerden olan yaprak prolin içeriğinin, %50 su stresi uygulanan bitkilerle birlikte yapılan kaolin uygulamalarıyla en yüksek düzeyde, %100 sulama uygulamaları ile birlikte yapılan kaolin uygulamalarıyla normal oranda bulunduğu bildirilmiştir. Benzer değerler kalsiyum karbonat uygulamasında da görülmüştür.

Gharaghani ve ark. (2018), İran'ın Şiraz kenti yakınlarındaki ticari bir ceviz bahçesinde %3 ve %6 dozlarında yapılan kaolin uygulamalarının ceviz yaprak ve meyvelerinde bazı fiziksel, biyokimyasal ve fizyolojik özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kaolin uygulamalarının bitki yaprak alanını ve klorofil içeriğini sırasıyla %14.71 ve %11.9 artırdığını, yaprak ve iç meyve yanıklığını %50 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Bunlara ilaveten, %3 ve %6 kaolin uygulamalarının yaprak sıcaklığını sırasıyla 4.4 °C ve 5.6 °C azalttığını; fotosentez oranını, gaz değişimini, hücrelerarası CO_2 konsantrasyonunu ve su kullanım etkinliğini sırasıyla %29.85, %30, %10.97 ve %19.88 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca kaolin uygulamasının kabuklu ve iç meyve ağırlığı ile iç randımanı ve meyve yağ içeriğini sırasıyla %8.2, %16.1, %7.7 ve %11.3

artırdığını bildirmişlerdir. Kaolin uygulamasının meyvenin biyokimyasal özelliklerine de önemli oranda etki ettiğini bildiren araştırmacılar, kaolin uygulanan meyvelerin potasyum içeriğinin ve K/Na oranının arttığını, bunun yanında hem yaprak hem meyvede sodyum (Na) ve prolin içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Cantore ve ark. (2009), İtalya'nın güneyindeki Bari kentinde bulunan Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 'HLY 19' domates çeşidinin fizyolojisi, verimi ve kalitesi üzerine %5 kaolin uygulamasının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kaolin uygulaması ile bitki taç ve yaprak sıcaklıklarının yaklaşık olarak 1 °C arttığını, stoma iletkenliğinin %53, karbon asimilasyon oranının %26, hücrelerarası CO₂ konsantrasyonunun %15 ve transpirasyon oranının %34 azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara karşılık, kaolin uygulamasının güneş yanıklığını %96, böcek zararını %79 azalttığını, meyve verimini ise %21 artırdığını rapor etmişlerdir.

Maletsika ve Nanos (2013), Yunanistan'daki Thessaly Üniversitesine bağlı Velestion Araştırma İstasyonunda bulunan, bitki su ihtiyacının (ET_c) %80'i kadar sulanan ve GF-677 anacı üzerine aşılı olan 10 yaşındaki 'Royal Glory' şeftali çeşidine yaz sezonunda altı kez yapraktan %5 oranında kaolin uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar, yapılan uygulamaların şeftalide meyve ve yaprakların bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kaolin uygulaması ile yaprak sıcaklığında 3 °C ile 4.5 °C, meyve sıcaklığında ise 3.3 °C ile 4.5 °C arasında düşüş tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra, kaolin uygulaması yapılan ağaçların stoma iletkenliği, fotosentez hızı ve transpirasyon oranının kontrole göre daha yüksek bulunduğunu, yaprak alanının değişmediğini, ancak klorofil miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda, kaolin uygulamalarının şeftali ağaçlarında herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı gibi morfolojik ve fizyolojik özelliklerine olan olumlu etkilerinin gelecek yıllarda ağaç verimine de yansıtacağı bildirilmiş olup özellikle kısıtlı sulama koşullarında kaolin uygulamasının şeftali ağaçlarında yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Lombardini ve ark. (2005), pikan cevizinde iki yıl süreyle; ilk yıl 7, ikinci yıl 9 uygulama olmak üzere, %5 kaolin uygulaması yapmışlar ve kaolinin bazı bitkisel

özellikler (fiziksel, fizyolojik ve meyve kalitesi) ile zararlılar üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kaolin uyguladıkları ağaçların yaprak sıcaklıklarının kontrole göre 4-6 °C düşük bulunduğunu, karbon asimilasyon oranı, stoma iletkenliği, sap su potansiyeli, meyve boyutu, meyve kalitesi ve meyve randımanının olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir..

Sotiropoulos ve ark. (2016), M9 anacı üzerine aşılı 'Granny Smith' elma çeşidinde, yılda 5 uygulama olmak üzere, iki yıl boyunca yapılan 'Sun Protect' uygulamasının bazı meyve ve fizyolojik özelliklere etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 'Sun Protect' uygulaması ile meyve güneş yanıklığının önemli ölçüde azaldığını, meyve eti sertliği ve asitlik oranının etkilenmediğini, ancak antioksidan aktivitesinin kısmen azaldığını bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra, 'Sun Protect' uygulaması yapılan ağaçların yaprak su kullanım etkinliğini ve stoma iletkenliğinin daha yüksek bulunduğunu, ancak fotosentezin olumlu veya olumsuz etkilenmediğini vurgulamışlardır.

Frioni ve ark. (2019), İtalya'nın Piacenza şehrinde 5 yaşındaki 'Sangiovese' üzüm çeşidinde sulanan ve su stresi uygulanan bitkilere bir yıl süreyle yapılan %3 kaolin uygulamasının bazı fiziksel, fizyolojik, biyokimyasal özellikler ile verim üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, farklı sulama stratejileri ile kombine edilen kaolin uygulaması ile ağaç yandal ve sürgünlerindeki yaprak alanının değişmediğini, su stresi altındaki bitkilere kaolin uygulaması ile yaprak sıcaklığının 1.3 °C düştüğünü, bunun aksine sulanan bitkilere yapılan kaolin uygulaması ile yaprak sıcaklığının 1.4 °C daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca, kaolin uygulamaları ile verimin kısa vadede değişmediğini, sulama ile birlikte yapılan kaolin uygulamaları ile üzüm antosiyaninin ve fenolik içeriğinin yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Alvarez ve ark. (2015), %5 kaolin ve %5 mikronize edilmiş kalsiyum karbonat (CaCO_3) uygulamalarının 'Royal Gala' elma çeşidinde CO_2 asimilasyonu ve meyve yüzey sıcaklığına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, herhangi bir uygulama yapılmayan ağaçlarda meyve yüzey sıcaklığının hava sıcaklığından 20

°C'ye kadar daha yüksek bulunduğunu, kaolin uygulaması ile meyve yüzey sıcaklığının 1.1 ile 2.5 °C ve kalsiyum karbonat uygulaması ile 1.1 ile 2.1 °C daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kontrole kıyasla PAR (fotosentetik aktif radyasyon) değerine göre okunan karbon asimilasyonunun istatistiksel olarak önemli ölçüde düşük olmadığını; kaolinin %85.5, kalsiyum karbonatın ise %83.4 oranla kontrole göre ışığı daha fazla yansıttığını ve bunun sonucunda fotosentez hızının kısmen olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Jifon ve ark. (2003), yaz sezonunda haftada iki kez olmak üzere, üç hafta süreyle yapılan %6 kaolin uygulamasının 'Ruby Red' üzüm çeşidinin yaprak fotosentez ve su kullanım etkinliğine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kaolin uygulaması ile yaprak sıcaklığının 3 °C düştüğünü, su kullanım etkinliğinin (daha az su kullanımı ile daha fazla biyomas veya ürün üretimi) de %25 oranında arttığını bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra, kaolin uygulaması ile yansıtılan ışığın arttığını ve yapraktaki ışık geçirgenliğinin %28 oranında azalmasına rağmen, gün ortası stoma iletkenliğinin ve net karbondioksit (CO₂) asimilasyonunun kontrole göre daha yüksek bulunsu da hücrelerarası CO₂ miktarının olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir. Çalışmada kaolinin üzümde su kullanım etkinliği ve fotosentezi önemli ölçüde arttığını vurgulamışlardır.

Malgarejo ve ark. (2004), İspanya'da 2-3 hafta aralıklarla dört kez yapılan %2.5 ve %5 kaolin uygulamalarının, nar meyvelerinin güneş yanıklığına olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kaolinin meyve ve yaprak sıcaklıklarını sırasıyla 4.9 °C ve 2.5 °C düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu etkiler sonucunda gelişen meyvelerde güneş yanığı oranının kontrole kıyasla iki kattan daha fazla azaldığını, kısa vadede verimde ve meyve pomolojik değerlerinde herhangi bir değişiklik meydana getirmediğini bildirmişlerdir.

Campostrini ve ark. (2010), Brezilya'da ticari bir bahçede 'Golden' papaya çeşidi üzerine bir büyüme sezonunda iki kez %10 kaolin uygulaması yaptıkları çalışmalarında, kaolin uygulaması ile yapraklardaki ışık yansımasının daha fazla olmasına ve yaprak sıcaklığının önemli ölçüde düşmesine rağmen, net CO₂

asimilasyon oranı, stoma iletkenliği ve transpirasyonun olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Oğuz (2022), Antalya ilinin Serik ilçesinde ticari bir nar bahçesinde 8 yaşındaki 'Hicaznar' çeşidine bir büyüme sezonu içerisinde iki kez %3 ve %6 dozlarında kaolin uygulamaları yapmış, kaolinin yaprak besin içeriği ve meyve çatlamasına etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, kaolin uygulamalarının meyve çatlamasına etki etmediğini, yapraktaki N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn içeriklerine herhangi bir etkide bulunmadığını ancak Cu içeriğini önemli oranda düşürdüğünü bildirmiştir.

Tefek (2016), Hatay'ın Yayladağı ilçesinde ticari bir ceviz bahçesinde 14 yaşındaki bazı ceviz çeşitlerinde, bir üretim sezonunda ilki %6 ve ikincisi %3 olmak üzere, iki kez kaolin uygulamış ve yapılan uygulamaların meyve sıcaklığı, yaprak sıcaklığı, yaprak ve meyve zararlı oranı, meyve verimi ve pomolojisine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; kaolin uygulamasının meyve irilik, ağırlık, randıman ve iç büzüşmesine etki etmediğini, buna karşılık güneş yanıklığına olumlu etkilerde bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı, iç meyvenin kontrole kıyasla daha az karardığını, birçok çeşitte yağ oranını artırdığını, ancak protein içeriğine önemli derecede etki etmediğini ve aynı zamanda iç kurdu zararına karşı da önemli ölçüde koruma sağladığını bildirmiştir.

Şahin (2017), Şanlıurfa ilinin Suruç ilçesinde sulanmayan 'Kırmızı' antepfıstığı çeşidinin meyve verim ve kalite değerleri üzerine, çiçeklenme öncesi iki kez, küçük meyve döneminde bir kez olmak üzere, nanofiber bariyer yaprak gübresi, nanoteknolojik kalsit ve kaolin uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. En yüksek ağaç veriminin kontrole kıyasla %107 artışla nanofiber bariyer yaprak gübresinden elde edildiğini, bunun yanı sıra kalsit ve kaolin uygulamalarının da kontrole göre verimi sırasıyla %70 ve %69 oranında artırdığını bildirmiştir. Çalışmada yapılan uygulamaların kabuklu meyve ağırlığına, kavlak meyve ağırlığına, meyve rengine ve meyve iç randımanına etki etmediğini bildirmiş olan araştırmacı, sürgün gelişiminin

kalsit ve nanofiber bariyer yaprak gübresi ile kısıtlandığını, buna karşılık yaprak sıcaklığının bu uygulamalarda daha düşük bulunduğunu bildirmiştir.

Tunç (2018), Kahramanmaraş'ın Türkoğlu ilçesinde sulanan ve sulanmayan koşullar altında yetiştirilen 'Gemlik' ve 'Ayvalık' zeytin çeşidine, ilk ikisi %5 üçüncüsü %2.5 olmak üzere kaolin uygulaması yapmış ve yapılan uygulamaların meyve kalite değerlerine ve verimi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda kaolin uygulamalarının meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni ve meyve et oranı ve protein içeriklerini önemli ölçüde artırdığını, bilhassa meyvelerin büzüşmesini önlemede kurak koşullarda oldukça başarılı sonuçlar alındığını bildirmiştir.

Kılıç (2014), Adana'da Çukurova Üniversitesi Araştırma ve Uygulama arazisinde, iki yıl süreyle her yıl 3 kez sırasıyla %6, %4 ve %2 dozlarında yapılan kaolin uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler ve meyve kalite değerleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; kaolin uygulamalarının verime etkisinin olmadığını, meyve iç randımanını kısmen artırdığını, meyve iriliğine etki etmediğini, ancak kabuklu meyve ağırlığını artırdığını, güneş yanıklığını kontrole göre %321 oranında azalttığını ve bunun sonucunda açık iç meyve oranını azalttığını bildirmiştir. Bunlara ilaveten, kaolin uygulamalarının yaprak sıcaklığını 2-3 °C, taç sıcaklığını 1-1.5 °C, meyve yüzey sıcaklığını ise 2-3 °C düşürdüğünü bildirmiştir. Tüm bunların yanı sıra kaolin uygulamalarının çalışmanın her iki yılında da yaprak stoma iletkenliğini ve klorofil içeriğini olumsuz etkilemediğini, ancak fotosistem kuantum etkinliğini %4-16 arasında düşürdüğünü bildirmiştir.

Yüksek (2009), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi deneme parsellerinde 'Gisela-5' anacı üzerine aşılı 'Lapins' kiraz ağaçları üzerine, bir sezon içerisinde 4 kez (ilk iki uygulama %5, son iki uygulama %2.5) kaolin ile birlikte ışığı %50 geçiren gölgeleme materyalleri kullanmıştır. Yapılan uygulamaların stoma iletkenliği, çiçek organları ve çift meyve oluşumuna etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda kaolin uygulaması ile tomurcuk sıcaklığının 1-2 °C, gölgeleme ile birlikte yapılan kaolin uygulaması ile 2-5 °C, sadece gölgeleme materyali ile 3-7 °C düşürüldüğünü bildirmiştir. Fizyolojik etkilere etkisi açısından incelenen kaolin ve

gölgeleme uygulamaları ile stoma iletkenliğinin önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir. Bunların yanı sıra, kaolin uygulamaları ile çift dişi organlı çiçek oranının azalmadığını, ancak hem kaolin hem de gölgeleme uygulamaları ile çift dişi organlı çiçek oranının yaklaşık olarak yarı yarıya azaldığını, buna karşılık çift meyve oranının kontrolde %26.2, gölgeleme ve kaolin kombinasyonu ile sadece gölgeleme uygulamasında ise %8 olduğunu rapor etmiştir.

Vanoğlu (2015), Hatay'ın Dört Yol ilçesinde ticari bir bahçede 9 yaşındaki 'Okitsu Wase' mandarin ağaçlarına küçük meyve dökümünden itibaren hasada kadar %5'lik kaolin uygulaması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda yapılan uygulamaların mandarin ağaçlarının yaprak sıcaklığını düşürdüğünü, yaprak oransal su kapsamını ve klorofil içeriğini artırdığını, meyve yüzey sıcaklığını düşürmek suretiyle güneş yanıklığını azalttığını ve meyve verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir.

Khavari ve ark. (2021), İran'ın Tahran yakınlarında bazı fındık çeşitlerinde 0, 1 ve 2 mM salisilik asit ve %0, %3 ve %6 kaolin uygulamalarının yaprak fizyolojisi, yaprak biyokimyasal özellikleri ve meyve pomolojisi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda %6 kaolin uygulamasının kabuklu ve iç meyve ağırlığını sırasıyla %5.6 ve %11.2 oranında artırdığını ve aynı zamanda yaprak sıcaklığını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Ancak, 1 mM salisilik asit ve %6 kaolin kombinasyonundan kontrole kıyasla en iyi kabuklu ve iç meyve ağırlığının elde edildiğini, bu kombinasyon ile klorofil a, b, a+b ve karetenoid içeriğinin de sırasıyla %45, %35, %40 ve %35 oranında arttığını bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra, %6 kaolin uygulanan bitkilerde yaprak oransal su kapsamının kontrole göre %12 daha yüksek ve membran hasarının ise %11.5 daha düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. 1 mM salisilik asit ve %6 kaolin uygulamaları ile membran hasarının %15.5 oranında azaltıldığını, kaolin uygulamaları ile prolin içeriğinin azaldığını, ancak antioksidan içeriğinin arttığını rapor etmişlerdir.

Yücel (2010), Kahramanmaraş'taki Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Merkezi'nde 'Tartan F1' karpuz çeşidine yaz döneminde farklı kombinasyon ve

sayıda %5 ve %2.5 kaolin uygulaması gerçekleştirmiş ve yapılan uygulamaların bazı morfolojik, fiziksel ve fizyolojik özelliklere etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, sezon içerisinde tek bir kez kaolin uygulanan karpuzların yaprak sıcaklığının kontrole göre 1 °C, iki kez uygulananların 2 °C, üç kez uygulananların 5 °C düşürüldüğünü bildirmiştir. Bunların yanı sıra, kaolinin meyve sıcaklığını da düşürdüğünü ve bunun sonucunda güneş yanıklığını, gövde uzunluğunu ve stoma iletkenliğini azalttığını, bunun yanı sıra suda çözünür kuru madde içeriğine de etki etmediğini bildirmiştir.

Ntanos ve ark. (2022), Yunanistan'ın Agrinion kentinde sıcaklık stresinin kivi üzerine olumsuz etkilerini azaltmak için yürüttüğü bir çalışmada %0.6 Glisin-Betain, %3 Kalsiyum Karbonat, 120 cc Sun Protect uygulaması yapmışlar ve yapılan uygulamaların bitki fizyolojisi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda fotosentezin, Glisin-Betain ile arttığını, ancak diğer uygulamaların fotosentez üzerine etkisinin olmadığını, yapılan uygulamaların stoma iletkenliğini artırdığını, ancak transpirasyona etki etmediğini, bunların dışında hücrelerarası karbondioksit miktarı arasında fark olmadığını, ancak yaprak sıcaklığının yapılan uygulamalar ile düştüğünü bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma lokasyonları

Bu çalışma 2021-2022 yıllarında Adıyaman ili Merkez ilçesinin Bozhüyük köyü ve Besni ilçesinin Şambayat beldesi sınırlarında bulunan iki farklı ticari badem bahçesinde yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Çalışma süresince gerçekleşen ekolojik olaylar Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait olan meteoroloji istasyonlarından alınmış olup (Şekil 3.2.), veriler Çizelge 3.1., Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'te sunulmuştur.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü bahçenin konumu

Şambayat lokasyonu: Şambayat beldesi sınırları içerisinde yer alan ticari bahçe il merkezine 15 km uzaklıkta olup 658 m yükseklikte 37°41' kuzey enlemi ve 38°03' doğu boylamlarındadır. Bahçe 2014 yılının kasım ayında 62 dekar alanda 5×5 m

dikim aralıklarıyla tesis edilmiştir. Bahçede ‘damlama sulama sistemi’ kurulu olup çalışma süresince %25 kısıntılı sulama (ET₇₅) uygulanmıştır. Bahçede, G×N serisinden ‘Garnem’ anacı üzerine aşıllı ‘Ferragnes’ (%45), ‘Ferraduel’ (%15), ‘Lauranne’ (%20) ve ‘Marta’ (%20) çeşitleri bulunmaktadır.

Bozhüyük lokasyonu: Adıyaman Merkez ilçesinin Bozhüyük köyü sınırları içerisinde yer alan ticari bahçe il merkezine 12 km uzaklıkta olup 617 m yükseklikte 37°37’ kuzey enlemi ve 38°17’ doğu boylamında yer almaktadır. Bahçe 2014 yılının kasım ayında 5 dekar alanda 5×5 m dikim aralıklarıyla tesis edilmiştir. Bahçede yaz dönemlerinde 3 kez karıkla sulama uygulaması yapılmıştır. Bahçede çöğür anacı üzerine aşıllı ‘Ferragnes’ (%40) ve ‘Ferraduel’ (%60) çeşitleri bulunmaktadır.



Şekil 3.2. Ekolojik verilerin alındığı meteoroloji istasyonuna ait bir görüntü

Her iki lokasyondaki iklimsel veriler Şekil 3.2.’de verilen ve ‘Metos Tr Bilişim Tarım Teknolojileri’ tarafından temin edilen ve lokasyonlara yakın olan iki farklı meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Meteoroloji istasyonlarından ortalama sıcaklık, maksimum ve minimum sıcaklık, ortalama nem ve yağış miktarları alınmıştır. Her iki lokasyondan alınan veriler küçük farklılıklar göstermiştir. Bozhüyük lokasyonunda 2021 ve 2022 yıllarında toplam yağış sırasıyla 333.7 mm ve 432.4 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3.1.). Şambayat lokasyonunda 2021 ve 2022 yıllarında toplam yağış sırasıyla 356.2 mm ve 430 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.1. Bozhüyük lokasyonunun 2021-2022 yıllarına ait meteorolojik verileri

Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama nem (%)	Yağış (mm)
2021	Ocak	5.1	15.9	-6.2	74.6	182.7
	Şubat	6.7	19.7	-8.1	72.9	9.0
	Mart	8.3	23.6	-4.7	72.1	48.8
	Nisan	14.8	35.0	-0.7	65.1	5.8
	Mayıs	22.7	39.5	4.2	42.5	9.8
	Haziran	26.4	42.9	10.5	37.1	0.0
	Temmuz	31.5	45.1	15.1	29.4	0.0
	Ağustos	29.9	45.3	16.1	32.9	8.6
	Eylül	24.2	40.1	6.4	35.0	0.6
	Ekim	17.6	33.7	3.7	38.4	21.2
	Kasım	11.3	27.1	0.2	67.4	11.6
	Aralık	8.8	17.2	-4.4	64.4	35.6
2022	Ocak	2.3	13.6	-16.0	83.2	70.6
	Şubat	7.0	20.6	-4.8	79.5	38.8
	Mart	6.2	23.8	-6.2	76.8	120.6
	Nisan	16.5	34.1	-2.4	54.2	11.8
	Mayıs	19.2	39.7	4.6	55.6	28.6
	Haziran	27.0	42.2	11.0	38.6	0.6
	Temmuz	30.5	44.0	14.7	27.1	0.0
	Ağustos	30.0	45.2	12.4	38.7	0.0
	Eylül	25.2	45.0	6.5	32.1	9.4
	Ekim	18.4	37.5	2.7	44.3	10.2
	Kasım	11.5	26.6	2.0	82.3	112.4
	Aralık	8.3	18.7	-3.0	90.1	29.4

Çizelge 3.2. Şambayat lokasyonunun 2021-2022 yıllarına ait meteorolojik verileri

Yıllar	Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Maksimum sıcaklık (°C)	Minimum sıcaklık (°C)	Ortalama nem (%)	Yağış (mm)
2021	Ocak	5.3	18.4	-6.0	77.5	184.5
	Şubat	7.2	19.8	-6.9	69.6	8.5
	Mart	8.8	22.4	-3.5	67.6	56.8
	Nisan	15.1	33.5	-0.4	62.6	7.2
	Mayıs	23.0	39.0	3.3	39.2	7.0
	Haziran	26.2	41.7	9.6	38.2	0.0
	Temmuz	31.2	42.9	16.0	30.3	0.0
	Ağustos	29.9	44.2	16.3	32.7	0.0
	Eylül	24.2	39.0	6.7	37.3	0.4
	Ekim	17.9	34.2	4.2	38.2	8.8
	Kasım	11.3	29.1	-0.4	69.4	23.0
	Aralık	5.8	17.9	-7.1	72.8	60.0
2022	Ocak	2.9	16.5	-15.4	75.6	57.8
	Şubat	7.1	22.3	-4.5	73.1	71.6
	Mart	6.3	24.0	-5.7	68.5	97.8
	Nisan	16.7	31.9	-3.2	48.5	15.0
	Mayıs	19.1	39.2	5.2	53.2	39.2
	Haziran	26.0	40.8	11.7	46.3	4.8
	Temmuz	29.9	44.6	12.1	31.4	0.0
	Ağustos	29.6	44.5	13.3	44.1	0.0
	Eylül	25.5	44.0	7.0	33.1	0.0
	Ekim	18.9	39.1	3.1	42.6	8.6
	Kasım	11.3	27.2	1.3	78.8	106.2
	Aralık	7.7	20.8	-3.2	86.1	29.0

3.1.2. Araştırma lokasyonlarındaki bitkisel materyallere ilişkin bazı özellikler

Araştırmanın yürütüldüğü Bozhüyük ve Şambayat lokasyonlarındaki bahçeler içerisinde bulunan ve çalışmada kullanılan badem çeşit ve anaçlarıyla ilgili bilgiler aşağıda sunulmuştur:

3.1.2.1. Çöğür anacının özellikleri

Kökeni genellikle tatlı (*Prunus dulcis* Batch.) ve acı (*Prunus dulcis* var. *amara*) badem olan bu anaçlar, özellikle susuz yetiştiriciliğin yapıldığı koşullarda derine giden kök sistemleri sayesinde tercih edilmektedir. Ancak nematod, mantar,

bakteri vb. kaynaklı hastalıklara karşı oldukça hassas olup, drenajı iyi olmayan topraklarda asfiksiye (kök boğulmasına) toleransı düşüktür (Rubio, 2016; Rubio ve ark., 2017).

3.1.2.2. Garnem (GN-15) anacının özellikleri

İspanya'nın CITA araştırma kuruluşunda yürütülen anaç ıslah programında, *Prunus dulcis* × *Prunus persica* melezi olarak öne çıkan 'G×N' serisi içerisinde 'GN15' olarak adlandırılan anaçtır. 'Garnem' özellikle şeftali ve badem çeşitleri için oldukça uygun bir anaç olup, çelikle ve doku kültürüyle kolaylıkla çoğaltılabilmektedir. Özellikle amaca uygun şekilde anaç olarak ıslah edildiği için üzerine aşılı çeşidin gençlik kısırlığı süresini kısalttığı gibi, dallanma yoğunluğu ve verimini de önemli ölçüde artırır. Bunların yanı sıra pH'ı 8.0-8.5 olan topraklarda demir klorozuna toleransı iyi olup, birçok nematod türüne de direnci yüksektir. Özellikle sulanan koşullarda bitki sağlığı ve verimi üzerine oldukça olumlu etkilerde bulunur (Rubio, 2016; Rubio ve ark., 2017).

3.1.2.3. Ferragnes çeşidinin özellikleri

'Ferragnes' çeşidi, 1967 yılında Fransa'da bulunan Ulusal Araştırma Enstitüsü (INRA) tarafından Cristomorto × Ai melezi olarak ıslah edilmiştir. 'Ferragnes' kendine verimli olmayıp geç çiçeklenir. Ülkemizde en yaygın olarak yetiştirilen badem çeşidi olup iç randımanı yüksektir. Ağaçlar dik gelişir ve dengeli dallanır. Soğuklanma isteği ortalama 444 saat olup 600-900 m rakımlı bölgelerde genel olarak mart ayının ortalarında, 900 m rakımın üzerinde olan bölgelerde ise nisan ayının ilk haftasında çiçeklenmektedir (Socias i Company ve ark., 2008). Ortalama meyve tutumu %27-33 olup bakım koşullarına göre değişmekle birlikte, 100 ile 265 kg da⁻¹ arasında iç verim alınabilmektedir (Atlı ve ark., 2008; Miarnau ve ark., 2010). Meyve ağırlığı 1.6 g ve meyve iç randımanı %33-40 olup pomolojik olarak 'sert kabuklu badem' sınıfına girmektedir (Lovicu ve ark. 2001; Miarnau ve ark., 2010).

3.1.3. Partikül film kaplayıcılar

Antik dönemden bu yana bitkilerde böcek zararını en aza indirmek için kükürt ve sülfür içerikli uygulamalar yapılmaktaydı (Smith ve Secoy, 1975; Akgül ve Özgen, 2017). Zaman içerisinde kullanılan minerallerde birtakım değişimler meydana gelse de özellikle 1980'li yıllardan itibaren böcek kontrolü için beyaz kaplayıcılar popüler hale gelmiştir. Bu dönemde 'Surround', 'Coccon', 'Purshade', 'Parasol', 'Screen' ve 'Eclipse' gibi ürünlerin ortaya çıkması ile partikül film kaplayıcılarının tarımdaki kullanım alanı da artmıştır (Sharma ve ark., 2015; Akgül ve Özgen, 2017). Tarımda çevre sağlığı için artan kimyasal kullanımının azaltılması amacıyla yeni çalışmalar yapılmıştır. Bunun neticesinde, bademde iyi tarım uygulamalarında sıvı formülasyondan oluşan ve bitkiler için özel formüle edilen kaplayıcı materyalleri tavsiye edilmiştir (Glenn ve Puterka, 2010). Meyve ağaçlarında partikül film kaplayıcılar başlıca; meyve güneş yanıklığını ve çevresel stres faktörlerini önlemede, böcek zararı kontrolünde, hastalık kontrolünde ve don zararına karşı kullanılmaktadır (Sharma ve ark., 2015).

UV (Ultraviyole) radyasyonu, geniş elektromanyetik spektrumun doğal bileşeni olup, UVa (315-400 nm), UVb (280-315 nm) ve UVC (100-280 nm) olmak üzere üç bant genişlik altında kategorize edilmiştir. Ultraviyole radyasyonu; DNA dimerleri oluşturup fotosistem II ve rubisco aktivitesini inhibe ederek bitkilere zarar verir. Partikül filmler UV radyasyonunu yansıtırlar. Yansıma oranı kullanılan parçacığın formülasyonuna ve boyut dağılımına bağlı olarak değişir. Partikül filmlerin UV hasarını azaltmadaki etkisinin ana prensibi, ışığı yansıtarak, serinletme etkisi yaratmasıdır (Sharma ve ark., 2015). Yürütülen bu çalışmada kullanılan partikül kaplayıcılar aşağıda özetlenmiştir:

3.1.3.1. Kaolin

Çin dilinde 'Kao-ling' kelimesinden türeyen kaolinin Avrupa'daki kullanımı 18. yy'da yaygınlaşmıştır. En önemli kaolin minerali $Al_2O_3 \cdot 2H_2O \cdot 2SiO_2$ olan kaolinittir. Kaolin dünyada en çok ABD, İngiltere ve Brezilya ülkelerinde üretilmekte olup değerli fiziksel ve reolojik yapıları nedeniyle uluslararası pazarlarda oldukça yüksek

talep görmektedir. Türkiye’de ise bilinen kaolin yataklarının olduğu illerimiz Balıkesir, Çanakkale, Bursa, Kütahya, Uşak, Eskişehir, Bolu, Sivas, Niğde ve Nevşehir ili sınırları içerisindeki bazı alanlardır. Kaolinin en fazla kullanım alanı kâğıt ve ince seramik olup ülkemizde daha çok beyaz çimento ve seramik sanayisinde kullanılmaktadır. Ülkemizdeki kaolinler genelde düşük Fe_2O_3 içeriği sayesinde pişme sonrasında yüksek kalitede beyazlık sağlamaktadır (Akgül ve Özgen, 2017).

Bitkilerde güneş yanıklığı hasarlarını, sıcaklık stresinin neden olduğu kayıpları ve böcek saldırılarını azaltmak için uygulanan kaolin, yaprakların gözenekli beyaz ince bir tabaka ile kaplanması işlemidir. Kaolin uygulaması, sıcak yaz mevsimi boyunca güneşin yakıcı ışınlarını yansıtarak koruma sağlamak ve bitkiyi serin tutarak, strese neden olan faktörlerin etkilerini azaltmak için yapılmaktadır (Akgül ve Özgen, 2017). Yürütülen bu çalışmada %95 beyazlıkta olan kaolin kili kullanılmıştır.

3.1.3.2. Mikronize kalsit (CaCO_3)

Mikronize kalsit bariyer görevi gören koruyucu bir film tabaka oluşturarak bitkileri ultraviyole ve kızılötesi ışınlarının zararlı etkilerinden korumaktadır. Üretici firma tarafından sıcaklığın 32°C ’nin üzerine çıktığı dönemlerde yapılan uygulamalar ile güneş yanıklığı oluşumuna engel olmakla beraber, bitki su kaybını azaltarak suyun daha etkin kullanılmasını sağlamak suretiyle stresin olumsuz etkilerini en aza indirebileceği bildirilmiştir (Basaran ve ark., 2019).

3.1.3.3. Titanyum dioksit (TiO_2)

Titanyum dioksit (TiO_2), güneşin zararlı (UV_b ve UV_a) ışınlarının bitki yapraklarında stres oluşturmasını, meyve renginin kararmasını ve güneş yanığı nedeniyle yara oluşumunu azaltmak, depolama ömrünü uzatmak ve verim ve albeniyi artırmak üzere geliştirilen partikül film kaplayıcıdır. Üretici firma tarafından etken maddesinde ‘Rutil’ kristal yapıya sahip Titanyum dioksit (TiO_2) molekülleri bulunmakta olup UV_b ve UV_a ışınlarını yüksek oranda yansıtma özelliğine sahip olduğu, dolayısıyla vejetatif ve generatif aksamaların yüzeylerinin aşırı ısınmasının

önüne geçerek stres nedeniyle meydana gelebilecek olan bitki gelişiminin yavaşlamasını azalttığı bildirilmiştir. İçeriğinde net %35 Titanyum dioksit içeren bu ürünün bakırlı bileşikler dışındaki birçok tarım ilacı ile karıştırılarak kullanılabileceği önerilmiştir (Basaran ve ark., 2019).

3.1.3.4. SP (UV yansıtıcı, fenolik asit, α -Tokoferol ve %2 Bor)

Almanya’da üniversite ve enstitülerle yürütülen proje sonucu olarak üretilen bu ürün, özellikle güneş yanıklığına hassasiyet gösteren meyve ve sebze üretim alanlarında kullanılmaktadır. İçeriğinde UV yansıtıcı, fenolik asitler, α -tokoferol ve %2 oranında bor bulunan bu saydam yansıtıcının bitkileri güneş yanıklığına ve abiyotik stres faktörlerine karşı koruduğu bildirilmiştir (Satiropoulos ve ark., 2016).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Partikül film yansıtıcı uygulamaları, her yılın yaz sezonunda ikişer kez olmak üzere, çalışmanın her iki yılında toplam dört kez yapılmıştır. Daha önce Holtz ve Martin Duvall (2010) tarafından yürütülen çalışmada %3 ve %6 kaolin uygulamalarının bademde verim üzerine olumlu etkileri bildirilmiş ve herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı rapor edilmiştir. Buna karşılık Rosati ve ark. (2006) tarafından yürütülen çalışmada ise %6 kaolin uygulaması yapılan badem ağaçlarının fotosentez faaliyetlerinin sınırlandığı rapor edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada seçilen partikül kaplayıcıların her biri yüksek doz (literatürde çoğunlukla kullanılan ancak fizyolojik ölçümlerin yetersiz olmasından dolayı etkisi net tespit edilmeyen) ve düşük doz (literatürde nadiren kullanılan ve yüksek doza kıyasla etki derecesi net olarak belirlenemeyen) uygulaması yapılmıştır. Doz çalışması sadece kaolinin literatürde sıklıkla kullanılan %5 dozuna göre belirlenmiş olup diğer yansıtıcılarda ise ticari olarak tavsiye edilen doz ve bu dozun yarısı denenmiştir. Düşük dozun denenme sebebi yukarıda açıklanmış olup bunun yanında etki mekanizması yüksek dozdan daha etkili ise veya benzer etkileri gösteriyorsa ekonomik olarak

uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Her iki lokasyonda da dört farklı yansıtıcının iki farklı dozu denenmiştir. Kaolin %2.5 ve %5; CaCO_3 %1.25 ve %2.5; TiO_2 %0.25 ve %0.50; SP %0.15 ve %0.30 olarak uygulanmıştır. İlk uygulamadan sonra ikinci uygulamada da aynı doz kullanılmıştır. Uygulamalar her iki lokasyonda 2021 yılında 22-23 Haziran ve 27-28 Temmuz tarihlerinde, 2022 yılında ise 21-22 Haziran ve 11-12 Ağustos tarihlerinde yapılmıştır. Uygulamaların yapıldığı aylar ve dozlar Çizelge 3.3.'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Güneş yansıtıcılarının uygulama zaman ve dozları

Yansıtıcılar	1. doz		2. doz	
	Haziran	Temmuz	Haziran	Temmuz
Kaolin	% 5	% 5	% 2.5	% 2.5
CaCO_3	% 2.5	% 2.5	% 1.25	% 1.25
TiO_2	% 0.5	% 0.5	% 0.25	% 0.25
SP	% 0.3	% 0.3	% 0.15	% 0.15

Çalışmanın birinci yılında uygulamaların etkinlik sürelerinin belirlenmesi için, birinci uygulamadan 3 gün, 10 gün ve 17 gün sonra olmak üzere 3 kez fizyolojik ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Kaplayıcı uygulamalarından (sol) ve fizyolojik ölçümlerden (sağ) bir görüntü

3.2.2. Fenolojik gözlemler

Çalışmanın her iyi yılında da çiçeklenme döneminde yapılan gözlemler ile ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu, ilk yapraklanma, tam yapraklanma ve hasat tarihi belirlenmiştir. Tüm fenolojik gözlemler Hassan Sakar ve ark. (2019)'nın bildirdiği şekilde yapılmıştır.

3.2.2.1. İlk çiçeklenme

Badem ağaçlarında yapılan gözlemsel incelemelerde, %10 çiçeklenmenin tespit edildiği tarih ilk çiçeklenme tarihi olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. İlk çiçeklenme tarihi

3.2.2.2. Tam çiçeklenme

Badem ağaçları üzerindeki çiçeklerin yaklaşık %50'sinin tamamen açıldığı dönem tam çiçeklenme tarihi olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Tam çiçeklenme tarihi

3.2.2.3. Çiçeklenme sonu

Badem ağaçları üzerindeki çiçeklerin taç yapraklarının kuruduğu ve dökülmeye başladığı tarih çiçeklenme sonu olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Çiçeklenme sonu

3.2.2.4. İlk yapraklanma

Badem ağaçları üzerindeki vejetatif tomurcukların patlayarak ilk kahverengimsi yeşil yaprakların tespit edildiği tarih ilk yapraklanma tarihi olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. İlk yapraklanma tarihi

3.2.2.5. Tam yapraklanma

Badem ağaçları üzerindeki yaprakların tam olgunluklarını aldığı tarih tam yapraklanma tarihi olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Tam yapraklanma

3.2.2.6. Yaprak dökümü süreci

Badem ağaçları üzerindeki yaprakların olgunlaşıp sararmaya başladığı dönem (senesens), yaprak dökümü başlangıcı (Şekil 3.9.), yaprakların tamamının döküldüğü tarih ise yaprak döküm sonu olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.9. Yaprak dökümü başlangıcı



Şekil 3.10. Yaprak dökümü sonu

3.2.2.7. Hasat

Badem ağaçları üzerindeki meyvelerin mezokarp ve ekzokarp kısmının tamamen ayrıldığı tarih, optimum hasat olgunluğu tarihi olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Dış kabuğun sert kabuktan ayrılma dönemi

3.2.3. Fizyolojik ölçümler

Çalışmada yaprak sıcaklığı, stoma iletkenliği, fotosentez, yaprak oransal su kapsamı, yaprak ve meyve kimyasal özellikleri ile prolin ve MDA içerikleri incelenmiştir. Fizyolojik ölçüm metotları, partikül film kaplayıcıların badem ağaçlarının fizyolojisi üzerine etkilerini inceleyen Rosati ve ark. (2006) ve Gharaghani ve ark. (2023)'na göre seçilmiştir.

3.2.3.1. Yaprak sıcaklığı (°C)

Çalışmanın birinci yılının ilk uygulamasında, her iki lokasyonda da seçilen ağaçlarda 3, 10 ve 17 gün sonra olmak üzere üç kez, ikinci uygulamadan 7 gün sonra bir kez olmak üzere Rosati ve ark. (2006)'nın bildirdiği şekilde saat 11.00-13.00 arasında ağaçların güneybatı cephesinde ışık alan 4 yaprağın sıcaklığı ölçülerek kaydedilmiştir. Yaprak sıcaklığı $\pm 1.5-3$ °C hassasiyete sahip TFA-Dostmann GmbH & Co. KG (tfa-dostmann.de) marka kızılötesi termometre ile ölçülmüştür (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan kızılötesi termometre

3.2.3.2. Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Uygulamaların yaprak üzerindeki stomaların direncine olan etkisini belirlemek için, çalışmanın birinci yılının ilk uygulamasından 3, 10 ve 17 gün sonra üç kez, ikinci uygulamadan 10 gün sonra bir kez saat 11.00-13.00 arasında her ağaçtan

seçilen iki yaprağın stoma iletkenliği ölçülmüştür. Ölçümler 'SC-1, Decagon Devices, Washington, DC, USA' ticari markalı yaprak porometresi aracılığıyla, her ölçümden önce gerekli kalibrasyon işlemleri tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Decagon SC-1 yaprak porometresi

3.2.3.3. Fotosentez hızı ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Çalışmanın birinci yılında yapılan ilk uygulamadan 3, 10 ve 17 gün sonra üç kez ölçüm yapılmıştır. Daha sonraki uygulamadan ise 10 gün sonra bir kez ölçüm yapılmıştır. Ağaçların ışık gören güneybatı yönünden seçilen sürgünlerin orta kısmında bulunan meyvesiz buketlerden 2 adet yaprak seçilmiş ve fotosentez hızı ölçümleri 11.00-13.00 saatleri arasında, 'Ears Minippm-300' cihazı ile $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 3.14.). Çalışmanın ikinci yılında fotosentez cihazının arızalanması sebebiyle fotosentez ölçümleri yapılamamıştır.



Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan fotosentez cihazı

3.2.3.4. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve klorofil miktarının belirlenmesi

Çalışmanın birinci yılında YOSK; ilk uygulamadan 3 gün, ikinci uygulamadan 10 gün sonra olmak üzere iki kez ölçülmüştür. Çalışmanın ikinci yılında ise ikinci uygulamadan 10 gün sonra bir kez ölçülmüştür. Ölçümler 11:00-13:00 saatleri arasında ağaçların güneybatı yönünden toplanan 50 adet yaprak üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her ağaçtan toplanan 50 adet yaprağın taze ağırlıkları ölçülmüş ve daha sonra 4 saat saf suda bekletilerek turgor ağırlıkları ölçülmüştür (Turner, 1981; Faghih ve ark., 2021). Bunun ardından yapraklar sabit bir ağırlığa gelene kadar 65 °C sıcaklıkta etüvde bekletilmiş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra aşağıdaki formüle göre % olarak yaprak oransal su kapsamı hesaplanmıştır (Cheng ve ark., 2011).

$$\text{Yaprak Oransal Su Kapsamı} = \frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}}{\text{Turgor Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}} \times 100 \quad (3.1.)$$

Çalışmanın birinci yılında, ilk uygulamadan 15 gün sonra ‘Single-Photon Avalanche Diode (SPAD)’ aracılığıyla klorofil değerleri ölçülmüştür. Ölçümler her ağacın güneybatı yönünden seçilen sürgünlerin orta kısmında yer alan ve güneş alan meyvesiz buketler üzerindeki yapraklarda gerçekleştirilmiştir (Vanoğlu, 2015). Ölçümler ‘SPAD-502’ (Konica Minolta Optics, Japan) ticari isimli ± 1 SPAD birimi hassasiyetine sahip klorofilmetre ile yapılmıştır (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. SPAD-502 klorofilmetre

3.2.3.5. Yaprak kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmanın birinci yılında yapılan uygulamaların yaprak ve meyve içeriğine etkisinin belirlenmesi için uygulama yapılan her ağaçtan yaprak örnekleri alınmış (Simith ve ark., 2012) ve kese kağıtlarına konularak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara taşınan yapraklar üzerindeki kaplayıcı materyallerin tozları ve diğer yabancı maddeler, çeşme suyu ve saf su aracılığıyla ile uzaklaştırılmıştır. Daha sonra yapraklar etüvde 65 °C’de kurutulmuş ve ardından öğütülerek analiz için saklanmıştır. Yapraklar yaş yakma tekniği ile (1/3) nitrik/perklorik asit karışımı ile sıvı faza geçirildikten sonra, ICP-OES cihazında P, K, Ca, Mg, Na içerikleri belirlenmiştir (İnal ve Kaçar, 2010).

3.2.3.6. Meyvelerde toplam yağ ve yağ asitleri oranlarının belirlenmesi

Alınan meyve örneklerinin toplam yağ oranı 'Soxhlet' cihazında ekstraksiyon işleminden sonra vakumlu evaporatörde hexan uçurulmuş ve elde edilen yağ miktarı % olarak belirlenmiştir (Parlakçı, 2008). Sert kabukları ayrılan meyvelerin boyutları 'Waring Blender' ile 0.3-0.5 mm boyutlarına kadar küçültülmüş ve ardından petrol eter kullanılarak 'Soxhlet' metodu ile yağ ekstrakte edilmiştir. Yapılan ekstraksiyon sonucu solvent, rotary evaporatör aracılığıyla uzaklaştırılmıştır. Badem yağı AOCS (1989)’a uygun olarak %10 (v/v) BF₃-MeOH aracılığıyla esterleştirilmiştir. Yapılan

bu işlemler neticesinde elde edilen yağ asidi metil esteri (FAME) CHCl_3 ile çözülmüş ve bunun sonucunda 'Thermo Quest CE GC-MS' ile yağ asitlerinin tayinleri gerçekleştirilmiştir (Aslan ve ark., 2002; Parlakçı, 2008).

3.2.3.7. Prolin içeriğinin belirlenmesi

Uygulama yapılan ağaçlardan toplanan yapraklardaki prolin miktarı Bates ve ark. (1973) ve Shabnam ve ark. (2016)'nın bildirdiği şekilde yapılmıştır. İlk olarak uygulama yapılan ağaçların güneybatı yönündeki yıllık sürgünlerin orta kısımlarındaki yapraklardan 0.5 g örnek alınmış ve alınan yaprak örnekleri sülfosalisilik asit (5 mL % 3'lük) ile homojenize edilmiştir. Ardından Whatman filtre kâğıdından geçirilen örneklerden 2 mL ekstrakt alınmıştır. Alınan örneklerin üzerine sırasıyla 2 mL asit anhidrin, 2 mL glasiyal asetik asit eklenmiş olup, karışım 100 °C su banyosunda 1 saat süreyle bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında buz banyosunda 5 dakika soğutulan karışıma 5 mL toluen eklenmiş, bunun ardından vortex ile 15-20 saniye karıştırılmıştır. Elde edilen bu reaksiyon karışımından oluşan iki fazdan, üst faz alınmış ve spektrofotometrede 515 nm'de okunarak, absorbans değeri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen prolin içeriği $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.8. Malondialdehit (MDA) içeriğinin belirlenmesi

Badem yapraklarındaki malondialdehit (MDA) miktarı Dhindsa ve ark. (1981)'in belirttiği şekilde yapılmıştır. İlk olarak ağaçların güneş gören sürgünlerin orta kısmından alınan yapraklardan 0.5 g alınmış ve %0.1'lik 10 mL trikloroasetik asitte (TCA) homojenize edilmiştir. Elde edilen ekstrakt 15.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Ardından 1 mL ekstrakt alınmış ve 4 mL %20'lik TCA'da çözülmüştür. Elde edilen reaksiyon karışımına % 0.05'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenerek, 95 °C'de su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Elde edilen ekstrakt soğuma işlemi için buz banyosuna alınmış ve tekrar 10.000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Bunun ardından, absorbans değerleri için karışım 532 nm ve 600 nm spektrofotometrede okunmuş ve elde edilen değerler $\mu\text{g g}^{-1}$ nmol/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. Pomolojik ölçümler

Pomolojik ölçümler Gharaghani ve ark. (2023)'nın bildirdiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1. Kabuklu meyve ağırlığı (g)

Uygulama yapılan her ağaçtan rastgele seçilen 100 meyvenin kabuklu ağırlığı 5 tekrarlı olarak 0.01 g hassasiyete sahip terazi (Şekil 3.16.) ile belirlenmiştir.

3.2.4.2. İç meyve ağırlığı (g)

Uygulama yapılan her ağaçtan rastgele seçilen 100 meyvenin iç ağırlığı 5 tekrarlı olarak 0.01 g hassasiyete sahip terazi ile belirlenmiştir (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Hassas terazi ile iç meyve ağırlığı tartımı

3.2.4.3. Randıman (%)

Kırılan tüm meyvelerde sağlam olan (çürük olmayan) iç meyve ağırlığı belirlenerek, toplam meyve ağırlığına bölünmesi ile % olarak aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir:

$$\text{Randıman} = \frac{\text{Çürük olmayan iç meyve ağırlığı}}{\text{Toplam kabuklu meyve ağırlığı}} \times 100 \quad (3.2.)$$

3.2.4.4. Meyve boyutları (mm)

Her uygulamada numunesi alınan meyvelerin en, boy ve kalınlık ölçümleri 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile 3 tekrarlı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Dijital kumpas ile meyve boyutları ölçümü

3.2.4.5. Meyve buruşma oranı (%)

Uygulama yapılan her ağaçtan rastgele toplanan 100 meyveden 5 tekrarlı olarak buruşuk olanların sayısı, pürüzsüz olanlara oranlanarak % olarak belirlenmiştir (Şekil 3.18. ve Şekil 3.19.).



Şekil 3.18. Buruşuk meyve görüntüsü



Şekil 3.19. Pürüzsüz meyve görüntüsü

3.2.4.6. Küflü meyve (%)

Uygulama yapılan her ağaçtan rastgele toplanan 100 meyveden, Şekil 3.20.'deki gibi küflü olanların oranları % olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.20. Küflü meyve görüntüsü

3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Tüm veriler arasındaki farklılıklar üç tekerrürlü olarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p \leq 0.05$ önem seviyesinde belirlenmiştir. İstatistiksel analizler Windows için 'IBM SPSS Statistics 23.0' yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Fenolojik Bulgular

Çalışmanın birinci yılında uygulamalar yapılmadan önce alınan fenolojik kayıtlarda ilk çiçeklenme tarihleri 16-17 Mart olarak tespit edilmiştir. İlk çiçeklenmeden 5 gün sonra tam çiçeklenme evresinde olan ağaçlarda bu dönemden itibaren çiçeklenme sonuna kadar geçen süre serin hava koşulları nedeniyle uzamıştır. Her iki lokasyonda da ilk yapraklanma, ilk çiçeklenmeden yaklaşık 10 gün sonra gerçekleşmiştir. Taç yapraklar dökülmeye başladıktan sonra 10-11 Nisan'da genç yapraklar tam boyutunu almaya başlamıştır. İlk çiçeklenmeden itibaren yaprak dökümüne kadar geçen süre Bozhüyük lokasyonunda 268 gün, Şambayat lokasyonunda ise 283 gün olarak tespit edilmiştir. Her iki lokasyonda da meyveler benzer zamanlarda olgunlaşmıştır (Çizelge 4.1.).

Çalışmanın ikinci yılının mart ayında oldukça serin geçen hava koşulları nedeniyle ilk çiçeklenme her iki lokasyonda da nisan ayına sarkmıştır. Ancak birinci yılda 20-22 gün süren çiçeklenme süreci ikinci yılda oldukça kısalmış ve sadece 10-13 gün sürmüştür. İkinci yılda meydana gelen don olayları nedeniyle çiçeklenme tarihi gecikmiş ve aniden yükselen hava sıcaklıkları ile çiçeklenme süreci çok hızlı seyretmiştir. Çiçeklenme süreci tamamlandıktan sonra küçük meyve döneminde birkaç kez şiddetli don hadiseleri yaşanmış ve bu da çalışmanın yürütüldüğü lokasyonlar da dâhil olmak üzere, il genelindeki tüm badem bahçelerinde çok önemli kayıplara sebep olmuştur. Bu dönemde ilk çiçeklenmeden itibaren yaprak dökümüne kadar geçen süre Bozhüyük lokasyonunda 246 gün, Şambayat lokasyonunda 284 gün olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.1.).

Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, Bozhüyük lokasyonundaki ağaçların hasat olgunluğuna daha erken geldiği tespit edilmiştir. İkinci yılın yaz aylarında nispeten daha sıcak olan Bozhüyük lokasyonundaki meyveler Şambayat lokasyonuna göre daha erken hasat olgunluğuna gelmiştir. Bozhüyük lokasyonundaki meyvelerin

olgunlaşmasında sadece ekolojik olayların farklılığından değil, aynı zamanda bu lokasyondaki ağaçların maruz kaldığı kuraklık stresi şiddetinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu durum daha önce badem ağaçlarında artan kuraklık stresi koşullarında olgunlaşmanın daha erken gerçekleştiğini bildiren Nanos ve ark. (2002)'nin yaptıkları çalışma ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait fenolojik bulgular

Fenolojik Tarihler	2021		2022	
	Bozhüyük	Şambayat	Bozhüyük	Şambayat
İlk Çiçeklenme	16 Mart	17 Mart	2 Nisan	1 Nisan
Tam Çiçeklenme	21 Mart	22 Mart	6 Nisan	4 Nisan
Çiçeklenme Sonu	8 Nisan	7 Nisan	11 Nisan	14 Nisan
İlk Yapraklanma	27 Mart	27 Mart	1 Nisan	1 Nisan
Tam Yapraklanma	11 Nisan	10 Nisan	12 Nisan	10 Nisan
Yaprak Dök. Baş.	3 Kasım	1 Aralık	27 Ekim	13 Kasım
Yaprak Dökümü Sonu	8 Aralık	24 Aralık	4 Aralık	10 Ocak *
Olgunlaşma	27 Ağustos	29 Ağustos	3 Eylül	12 Eylül

* ile gösterilen tarih 2023 yılını ifade etmektedir.

4.1.1. Kritik sıcaklık dereceleri üzerinde geçen süre

Badem ağaçlarında fotosentez etkinliği için optimum sıcaklık değerleri 18-32 °C olarak bildirilmiştir (Micke, 1996; Nanos ve ark., 2002). Meteoroloji istasyonu verilerine göre, Bozhüyük lokasyonunda 2021 yılının yaz döneminde 32 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi 1131 saat, 40 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi ise 215 saat olarak gerçekleşmiştir. Aynı lokasyonda, 2022 yılının yaz döneminde 32 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi 1111 saat, 40 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi ise 189 saat olarak kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda, 2021 yılının yaz döneminde 32 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi 1068 saat, 40 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi 111 saat olarak kaydedilmiştir. Aynı lokasyonda, 2022 yılının yaz döneminde 32 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi 1075 saat, 40 °C üzerinde geçen ortalama sıcaklık süresi ise 210 saat olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Çalışmanın birinci ve ikinci yılında fotosentetik faaliyetleri sınırlayan sıcaklık süreleri

Yıllar	Ortalama saatlik sıcaklık* (°C)	Bozhüyük (saat)	Şambayat (saat)
2021	> 32 °C > 40 °C	1131 215	1068 111
2022	> 32 °C > 40 °C	1111 189	1075 210

4.2. Fizyolojik Bulgular

4.2.1. Yaprak sıcaklığı (°C)

4.2.1.1. 2021 yılı bulguları

İlk uygulamadan 3 gün sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 36.0 °C ile %0.15 SP, en düşük ise 32.0 °C ile %2.5 CaCO₃ uygulanan ağaçlarda kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 36.1 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 33.4 °C ile %5 kaolin uygulanan ağaçlarda tespit edilmiştir. Bu ölçümde Bozhüyük lokasyonunda %2.5 CaCO₃, %5 ve %2.5 kaolin ile %0.5 TiO₂, Şambayat'ta ise SP uygulamalarının her iki dozu haricindeki tüm uygulamalar yaprak sıcaklığını önemli ölçüde düşürmüştür.

İlk uygulamadan 10 gün sonra yapılan ikinci ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 37.9 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 33.4 °C ile %0.25 TiO₂ uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 38.9 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 34.5 °C ile %0.25 TiO₂ uygulamasında kaydedilmiştir. İkinci ölçümlerde her iki lokasyonda da TiO₂ uygulamasının her iki dozu diğer yansıtıcılara ve kontrole göre öne çıkmıştır. Bunun yanında diğer yansıtıcılar da kontrole göre yaprak sıcaklığını önemli ölçüde düşürmüştür.

İlk uygulamadan 17 gün sonra yapılan üçüncü ölçümlerde her iki lokasyonda da ilk iki ölçüm kadar belirgin olmasa da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 37.4 °C ile %2.5 kaolin, en düşük 33.1 °C ile %0.50 TiO₂ uygulamalarında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 43.1 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 35.2 °C ile %5 kaolin uygulanan ağaçlarda tespit edilmiştir. Üçüncü ölçümlerde Bozhüyük lokasyonunda sadece %0.50 TiO₂ uygulaması yaprak sıcaklığını düşürmede istikrarlı sonuç verirken Şambayat lokasyonunda tüm uygulamalar yaprak sıcaklığını düşürmüştür. İlk uygulama itibarıyla 17. günde yapılan ölçümlerde Bozhüyük lokasyonunda TiO₂ haricindeki yansıtıcıların etkinliğinin azalmasında bu bahçenin çok daha az sulanması ve Şambayat lokasyonuna göre daha fazla kuraklığın etkisi altında kalması gibi nedenlerle muhtemelen azalan su potansiyeline karşılık artan sıcaklık ve ışık yoğunluğu etkili olmuştur. Nitekim, Şambayat lokasyonundaki yansıtıcıların etkinliğinin devam etmesinde muhtemelen artan sıcaklık ve ışık yoğunluğuna karşılık bitki su ilişkilerinin daha iyi olmasından kaynaklanmıştır. Bunların yanı sıra her iki lokasyondaki anaçların farklı olması da yapılan uygulamaların etki süresinin artmasında veya azalmasında etkili olmuş olabilir. Şambayat lokasyonundaki ağaçların ‘Garnem’ anacı üzerine aşılı olması nedeniyle bu ağaçlarda dal ve yaprak yoğunluğunun fazla olması kanopi gölgelenmesini artırmıştır.

İkinci uygulamadan sonra yapılan ölçümlerde önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 41.7 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 37.5 °C ve 37.8 °C ile sırasıyla %5 ve %2.5 kaolin uygulamalarında tespit edilmiştir. Şambayat lokasyonunda ise yaprak sıcaklığı en yüksek 45.4 °C ile kontrol ağaçlarından, en düşük 38.1 °C ile %1.25 CaCO₃ uygulamasında kaydedilmiştir. İkinci uygulama sonrasında yapılan ölçümlerde Bozhüyük lokasyonunda sadece kaolin uygulamaları yüksek sıcaklığın zararlı etkilerini azaltmada başarılı sonuçlar vermiştir. Bu dönemde 40 °C üzerinde geçen gün sayısının fazla olması yansıtıcı uygulamalarının bu lokasyondaki etkinliğini azaltmış veya etki süresini düşürmüştür. Nitekim bir önceki ölçüm döneminde olduğu gibi Şambayat lokasyonu daha az stres altında olduğundan ve daha fazla

gölgeleme alanına sahip ağaçlardan oluştuğundan tüm uygulamalardan pozitif sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.3. Çalışmanın birinci yılda ölçülen yaprak sıcaklığı ölçüm sonuçları (°C)

Uyg.	1. Ölçüm		2. Ölçüm		3. Ölçüm		4. Ölçüm	
	25-26 Haziran		1-2 Temmuz		8-9 Temmuz		4-5 Ağustos	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	32.9 ^{cd}	33.4 ^d	34.9 ^b	35.8 ^{bc}	34.9 ^{ac}	35.2 ^e	37.5 ^b	42.1 ^{bc}
KAO-2	33.5 ^{cd}	34.1 ^{cd}	35.0 ^b	36.2 ^b	37.4 ^a	36.8 ^{de}	37.8 ^b	39.9 ^{de}
MC-1	32.0 ^d	34.2 ^{cd}	34.3 ^{bd}	35.3 ^{bd}	34.4 ^{bc}	37.5 ^{cd}	40.2 ^a	41.7 ^{bd}
MC-2	34.1 ^{bc}	34.5 ^{bd}	35.0 ^b	36.0 ^b	36.5 ^{ab}	38.9 ^{bc}	40.3 ^a	38.1 ^e
TD-1	33.2 ^{cd}	33.9 ^{cd}	33.7 ^{cd}	34.8 ^{cd}	33.1 ^c	40.0 ^b	40.9 ^a	42.6 ^b
TD-2	34.3 ^{bc}	33.7 ^d	33.4 ^d	34.5 ^d	35.9 ^{ab}	37.1 ^{ce}	40.0 ^a	40.3 ^{cd}
SP-1	36.0 ^a	35.4 ^{ac}	34.9 ^{bc}	36.0 ^b	35.2 ^{ac}	37.1 ^{ce}	40.8 ^a	42.3 ^{bc}
SP-2	34.1 ^{bc}	35.7 ^{ab}	34.4 ^{bd}	35.6 ^{bc}	36.6 ^{ab}	39.1 ^{bc}	41.5 ^a	41.4 ^{bd}
Kontrol	35.5 ^{ab}	36.1 ^a	37.9 ^a	38.9 ^a	36.7 ^{ab}	43.1 ^a	41.7 ^a	45.4 ^a

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

4.2.1.2. 2022 yılı bulguları

Çalışmanın ikinci yılında her iki lokasyonda da ölçülen yaprak sıcaklığı değerleri arasında önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4.). Bozhüyük lokasyonunda ilk uygulamadan 1 hafta sonra yapılan (27 Haziran) ölçümlerde yaprak sıcaklığı en yüksek 36.4 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük ise sırasıyla 30.3 °C ve 30.3 °C ile %2.5 kaolin ve %0.50 TiO₂ uygulamalarında tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yapılan diğer uygulamalar da kontrole göre önemli bulunmuştur. Şambayat lokasyonunda ise ilk ölçümde (28 Haziran) yaprak sıcaklığı en yüksek 35.4 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük ise 28.6 °C ile %0.25 TiO₂ uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonundaki bu ölçümde %0.25 TiO₂ uygulaması, CaCO₃ hariç, diğer uygulamalar ve kontrole göre yaprak sıcaklığını önemli ölçüde düşürmüştür. Bunun yanı sıra, kontrole kıyasla beyaz yansıtıcıların her iki dozu da (kaolin ve CaCO₃) yaprak sıcaklığını önemli ölçüde düşürmüştür.

İlk uygulamadan 1 ay sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en

yüksek 42.0 °C ile %0.15 SP, en düşük sırasıyla 35.4 °C ve 36.3 °C ile %5 ve %2.5 kaolin uygulamalarından elde edilmiştir. Bu lokasyonda birinci uygulamanın ikinci ölçümlerinde yaprak sıcaklığı açısından en etkili olan yansıtıcı kaolin olmuştur. Diğer uygulamalar ve kontrol arasında önemli farklılık tespit edilmemiş, buna karşılık kaolin uygulamaları ile kontrol ağaçları arasında 5-6 °C'lik yaprak sıcaklığı farklılığı ortaya çıkmıştır. Şambayat lokasyonunda en yüksek yaprak sıcaklıkları sırasıyla 42.8 °C ve 42.6 °C ile %0.15 SP ve kontrol ağaçlarında, en düşük ise 35.2 °C ile %1.25 CaCO₃ uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

İkinci uygulamadan 1 hafta sonra (18-19 Ağustos) yapılan ölçümlerde, her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 41.1 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük sırasıyla 35.2 °C ve 36.7 °C ile %5 ve %2.5 kaolin uygulamalarında tespit edilmiştir. Kontrole kıyasla sadece kaolin uygulamalarının farklı dozları ile %2.5 CaCO₃ uygulaması öne çıkmıştır. Şambayat lokasyonunda en yüksek yaprak sıcaklığı 42.9 °C ile %0.25 TiO₂, en düşük 39.6 °C ile %2.5 kaolin uygulamalarında kaydedilmiştir. Diğer uygulamalar ile kontrol ağaçları arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 4.4.).

İkinci uygulamadan sonra yapılan ikinci ölçümlerde (26-27 Eylül) istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda yaprak sıcaklığı en yüksek 32.4 °C ile %0.30 SP, en düşük 27.6 °C ile %0.25 TiO₂ uygulamalarında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda ise en yüksek yaprak sıcaklığı 37.5 °C ile kontrol ağaçlarında, en düşük 32.0 °C ile %2.5 kaolin uygulamasında kaydedilmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen yaprak sıcaklığı sonuçları (°C)

Uyg.	1. Ölçüm		2. Ölçüm		3. Ölçüm		4. Ölçüm	
	27-28 Haziran		26-27 Temmuz		18-19 Ağustos		26-27 Eylül	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	30.8 ^{de}	30.6 ^{bc}	35.4 ^b	40.9 ^{ab}	35.2 ^c	40.8 ^{ac}	29.6 ^{bd}	34.0 ^b
KAO-2	30.3 ^e	31.1 ^b	36.3 ^b	40.5 ^b	36.7 ^c	39.6 ^c	27.8 ^{cd}	32.0 ^b
MC-1	32.1 ^{cd}	29.9 ^{bd}	39.8 ^a	40.6 ^b	37.6 ^{bc}	40.4 ^{ac}	30.8 ^{ab}	33.4 ^b
MC-2	32.5 ^{cd}	28.8 ^{cd}	39.9 ^a	35.2 ^c	40.8 ^a	40.6 ^{ac}	30.3 ^{ab}	34.8 ^{ab}
TD-1	30.3 ^e	33.6 ^a	41.3 ^a	41.0 ^{ab}	40.4 ^a	41.8 ^{ac}	29.4 ^{bd}	33.7 ^b
TD-2	32.8 ^{bc}	28.6 ^d	39.9 ^a	41.5 ^{ab}	40.5 ^a	42.9 ^a	27.6 ^d	33.3 ^b
SP-1	34.4 ^b	34.1 ^a	40.6 ^a	40.5 ^b	40.4 ^a	40.2 ^{bc}	32.4 ^a	33.7 ^b
SP-2	32.2 ^{cd}	33.8 ^a	42.0 ^a	42.8 ^a	39.3 ^{ab}	42.8 ^{ab}	30.0 ^{bc}	34.7 ^{ab}
Kontrol	36.4 ^a	35.4 ^a	41.6 ^a	42.6 ^a	41.1 ^a	42.3 ^{ab}	31.1 ^{ab}	37.5 ^a

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

Çalışmanın birinci yılında her iki lokasyonda da en tutarlı sonuçlar TiO₂, kaolin ve CaCO₃ uygulamalarından alınmıştır. Bozhüyük lokasyonunda %0.50 TiO₂, Şambayat'ta ise %0.25 TiO₂ dozlarından daha etkili sonuçlar alınmış olması kuraklığın bahçedeki şiddeti ile ilgili olduğu ve dozların bu nedenle farklı bahçelerde öne çıktığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Kaolin ve CaCO₃ uygulamaları özellikle uygulamalardan sonraki ilk ölçümlerde daha başarılı sonuçlar vermiştir. İkinci yılda ise Bozhüyük lokasyonunda %5 ve %2.5 kaolin, Şambayat lokasyonunda %2.5 kaolin yaprak sıcaklığını tüm ölçümlerde düşürmüştür. TiO₂ uygulamaları birinci yıl kadar etkili sonuçlar vermemiş ancak her iki lokasyonda da özellikle uygulamalardan sonraki ilk ölçümlerde yaprak sıcaklığını daha başarılı olarak düşürmüştür. Ardışık iki yıl süresince yaprak sıcaklığına en az etki eden yansıtıcı SP olmuştur. Özellikle çalışmanın ikinci yılında yapılan SP uygulamaları neredeyse tüm ölçümlerde kontrolden farklı sonuçlar vermemiştir.

Her iki yıla ait doz değerlendirmesi yapıldığında yüksek veya düşük doz uygulamaların istatistiksel açıdan belirgin şekilde farklı olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla yaprak sıcaklığı değerlerinde düşük doz uygulamaları daha ekonomik ve kullanılabilir olması açısından öne çıkmıştır.

Yapılan uygulamaların etki süresine bakıldığında birinci yılda her iki lokasyonda da TiO_2 belirgin şekilde öne çıkmış, ardından kaolin ve $CaCO_3$ uygulamaları gelmiştir. İkinci yılda ise sırasıyla kaolin ve $CaCO_3$ uygulamaları yaprak sıcaklığını özellikle Bozhüyük lokasyonunda önemli ölçüde düşük tutmuştur. Etkili olan uygulamalar yaprak sıcaklığını ilk yıl en az 17 gün (TiO_2), ikinci yıl 40 günden fazla (kaolin) düşük tutabilmiştir. Kümülatif etki dikkate alındığında beyaz yansıtıcıların daha etkili olduğu söylenebilir. Saydam yansıtıcılardan TiO_2 de, özellikle birinci yılda olmak üzere, oldukça başarılı sonuçlar vermiştir.

Gharagani ve ark. (2023), farklı sulama stratejileri altında yetiştirilen 'Nonpareil' badem çeşidine %3 ve %6 oranında kaolin uygulaması yaptıkları çalışmalarında kaolin ile yaprak sıcaklığının kontrole kıyasla 3.3 °C düşürüldüğünü bildirmiş ancak farklı kaolin dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit etmemişlerdir. Yürütülen bu çalışmada da benzer sonuçlar alınmış ve yansıtıcıların yüksek dozlarının yaprak sıcaklığı açısından ek bir avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır. Rosati ve ark. (2006), farklı sulama stratejileri altında yetiştirilen 'Nonpareil' badem çeşidine %6 kaolin uygulaması yapmış ve kaolinin yaprak sıcaklığını 1-3 °C düşürdüğünü bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular bu çalışma ile benzerlik göstermiştir. Yürütülen bu çalışmada şeffaf yansıtıcılardan olumlu sonuçlar alınması, bu yansıtıcıların zararlı ışığı yansıtma başarılı olduğunu göstermektedir. Partikül film kaplayıcılarının yaprak sıcaklığına olan etkilerine yönelik olarak daha önceki çalışmaların çok büyük bir kısmı kaolin üzerinden yürütülmüştür. Özellikle saydam yansıtıcıların kullanımına yönelik araştırma oldukça kısıtlı olup benzer sonuçlar mangoda %6 kaolin Chamchaiyaporn ve ark. (2013); gülde %5 kaolin Sotelo-Cuitiva ve ark. (2011), cevizde %3 ve %6 kaolin Gharaghani ve ark. (2018) ve Kılıç (2014); üzümde %3 kaolin Frioni ve ark. (2019) ve Jifon ve ark. (2003), narda %2.5 ve %5 kaolin Malgarejo ve ark. (2004), antepfıstığında %0.1 ve %0.2 $CaCO_3$ Şahin (2017), fındıkta %3 ve %6 kaolin Khavari ve ark. (2021), mandarinde %5 kaolin Vanoğlu (2015) ve papayada %10 kaolin Campostrini ve ark. (2010) tarafından rapor edilmiştir.

4.2.2. Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

4.2.2.1. 2021 yılı bulguları

İlk uygulamadan 3 gün sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Bozhüyük lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek sırasıyla $659.5 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $649.5 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.3 SP ve %0.25 TiO_2 uygulamalarından, en düşük $386.2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile kontrol ağaçlarında ölçülmüştür. %0.50 TiO_2 , %5 kaolin ve kontrol arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiş olup diğer uygulamalar kontrole göre öne çıkmıştır. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek sırasıyla $1088.8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $965 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 ve %0.50 TiO_2 , en düşük ise $591.3 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.3 SP uygulamasından alınmıştır. TiO_2 uygulamalarının farklı dozları haricindeki diğer uygulamalar ile kontrol arasında önemli fark tespit edilmemiştir.

İlk uygulamadan 10 gün sonra yapılan ikinci ölçümlerde sadece Şambayat lokasyonunda önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.). Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $464.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 , en düşük ise $243.0 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %2.5 kaolin uygulamalarında tespit edilmiştir

İlk uygulamadan 17 gün sonra yapılan üçüncü ölçümlerde sadece Şambayat lokasyonunda önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.5.). En yüksek stoma iletkenliği $390.3 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 , en düşük ise $208.0 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %2.5 kaolin uygulamasından alınmıştır. %0.25 TiO_2 uygulaması dışındaki diğer uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiş olup bu ölçümde %0.25 TiO_2 öne çıkmıştır.

İkinci uygulamadan 1 hafta sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $397.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $397.2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.15 SP ve %2.5 CaCO_3 uygulamalarında, en düşük $219.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $242.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile sırasıyla %0.50 TiO_2 ve kontrol ağaçlarında ölçülmüştür. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $430.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $401.2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile sırasıyla

%0.25 TiO₂ ve kontrol ağaçlarından, en düşük ise 247.5 mmol m⁻²s⁻¹ ile %1.25 CaCO₃ uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Çalışmanın birinci yılına ait stoma iletkenliği sonuçları (mmol m⁻²s⁻¹)

Uyg.	1. Ölçüm		2. Ölçüm		3. Ölçüm		4. Ölçüm	
	25-26 Haziran		1-2 Temmuz		8-9 Temmuz		4-5 Ağustos	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	492.0 ^{bd}	652.5 ^b	406.1	282.9 ^b	329.3	229.5 ^b	263.7 ^{bc}	246.0 ^b
KAO-2	591.2 ^{ac}	631.7 ^b	458.1	243.0 ^b	420.0	208.0 ^b	259.8 ^{bc}	300.2 ^{ab}
MC-1	629.8 ^{ab}	729.8 ^b	314.1	370.3 ^{ab}	389.3	233.9 ^b	397.2 ^a	314.5 ^{ab}
MC-2	618.0 ^{ac}	708.0 ^b	390.7	323.4 ^{ab}	332.8	217.8 ^b	322.8 ^{ac}	247.5 ^b
TD-1	484.3 ^{cd}	965.8 ^a	430.2	332.7 ^{ab}	340.3	229.2 ^b	219.7 ^c	302.3 ^{ab}
TD-2	649.5 ^a	1088.8 ^a	476.1	464.7 ^a	418.8	390.3 ^a	372.2 ^{ab}	430.7 ^a
SP-1	659.5 ^a	591.3 ^b	398.2	264.1 ^b	341.2	225.5 ^b	325.2 ^{ac}	298.0 ^{ab}
SP-2	621.2 ^{ac}	644.0 ^b	500.1	326.7 ^{ab}	356.2	219.5 ^b	397.7 ^a	348.2 ^{ab}
Kontrol	386.2 ^d	768.7 ^b	437.1	379.8 ^{ab}	397.8	249.2 ^b	242.7 ^c	401.2 ^a

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

4.2.2.2. 2022 yılı bulguları

İlk uygulamadan sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). Bozhüyük lokasyonunda ilk ölçümdeki stoma iletkenliği en yüksek 639.9 mmol m⁻²s⁻¹ ile %0.15 SP, en düşük 345.3 mmol m⁻²s⁻¹ ile %1.25 CaCO₃ uygulamasında kaydedilmiştir. Diğer uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek 474.6 mmol m⁻²s⁻¹ ile %0.25 TiO₂, en düşük 262.6 mmol m⁻²s⁻¹ ile %5 kaolin uygulamasında kaydedilmiştir (Çizelge 4.6.).

İlk uygulamadan 1 ay sonra yapılan ikinci ölçümlerde (26-27 Temmuz) önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır. Bozhüyük lokasyonunda en yüksek stoma iletkenliği 531.4 mmol m⁻²s⁻¹ ile %0.50 TiO₂, en düşük 318.4 mmol m⁻²s⁻¹ ile %1.25 CaCO₃ uygulamalarında ölçülmüştür. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek 400.2 mmol m⁻²s⁻¹ ile %0.25 TiO₂, en düşük 256.3 mmol m⁻²s⁻¹ ile %5 kaolin uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.6.).

İkinci uygulamadan 1 hafta sonra yapılan ölçümlerde (18-19 Ağustos) her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $229.3 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.50 TiO_2 , en düşük $148.1 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %5 kaolin uygulamalarından alınmıştır. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $153.2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 , en düşük $94.7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %2.5 CaCO_3 uygulamasından alınmıştır. Diğer uygulamalar ve kontrol arasında önemli farklılık ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir (Çizelge 4.6.).

İkinci uygulamadan sonra yapılan ikinci ölçümlerde (26-27 Eylül) her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $550.5 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.50 TiO_2 , en düşük $297.2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %2.5 CaCO_3 uygulamalarında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliği en yüksek $202.1 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 , en düşük $115.3 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.15 SP uygulamalarında kaydedilmiştir. Diğer uygulamalar arasında önemli farklılıklar ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen stoma iletkenliği sonuçları ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Uyg.	1. Ölçüm		2. Ölçüm		3. Ölçüm		4. Ölçüm	
	27-28 Haziran		26-27 Temmuz		18-19 Ağustos		26-27 Eylül	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	416.3 ^{bc}	262.6 ^d	367.7 ^b	256.3 ^b	148.1 ^b	99.2 ^{bc}	411.1 ^{bc}	149.3 ^{ab}
KAO-2	478.0 ^b	278.2 ^{cd}	383.0 ^b	305.5 ^b	193.0 ^{ab}	107.1 ^{ac}	462.6 ^{ab}	138.2 ^{ab}
MC-1	424.3 ^{bc}	313.0 ^{bd}	386.5 ^b	311.7 ^b	159.2 ^b	94.7 ^c	297.2 ^c	193.1 ^{ab}
MC-2	345.3 ^c	352.3 ^b	318.4 ^b	291.7 ^b	181.8 ^{ab}	110.8 ^{ac}	435.6 ^{ab}	127.8 ^{ab}
TD-1	491.7 ^b	333.5 ^{bc}	531.4 ^a	290.3 ^b	229.3 ^a	133.7 ^{ac}	550.5 ^a	168.6 ^{ab}
TD-2	438.0 ^b	474.6 ^a	415.4 ^{ab}	400.2 ^a	185.7 ^{ab}	153.2 ^a	527.0 ^{ab}	202.1 ^a
SP-1	449.8 ^b	307.3 ^{bd}	333.2 ^b	261.6 ^b	161.8 ^b	148.9 ^{ab}	415.6 ^{bc}	155.6 ^{ab}
SP-2	639.9 ^a	325.4 ^{bc}	393.8 ^{ab}	259.8 ^b	179.6 ^{ab}	121.8 ^{ac}	445.6 ^{ab}	115.3 ^b
Kontrol	459.0 ^b	329.6 ^{bc}	345.5 ^b	262.4 ^b	194.1 ^{ab}	122.1 ^{ac}	399.1 ^{bc}	176.5 ^{ab}

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO_3 %2.5, MC-2: CaCO_3 %1.25, TD-1: TiO_2 %0.50, TD-2: TiO_2 %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

Partikül film kaplayıcılarının bitkilerin stoma iletkenliği üzerine etkileri çeşitli çalışmalarda tartışılmış bir konudur (Thomas ve ark., 2004; Tworowski ve ark., 2002; Moreshet ve ark., 1979). Bu çalışmaların birçoğu kaolin üzerine gerçekleştirilmiştir. Sotelo-Cuitiva ve ark. (2011), 'Golden' elma çeşidine %5 kaolin uygulamasının stoma iletkenliğine herhangi bir etkide bulunmadığını bildirmişlerdir.

Chamchayaporn ve ark. (2013), mangoda %6, Maletsika ve Nanos (2013) şeftalide %5, Gharaghani ve ark. (2018) ise cevizde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının stoma iletkenliğini artırdığını bildirmişlerdir. Bunlara ek olarak, Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidine %3 ve %6 dozlarında kaolin uygulamasının stoma iletkenliğini olumsuz etkilemediğini, bitki su ihtiyacının %75'i kadar sulanan (ET₇₅) ve %6 kaolin uygulaması yapılan badem ağaçlarında stoma iletkenliğinin önemli ölçüde arttığını, buna karşılık %50 sulanan ve kaolin uygulanmayan ağaçlarda stoma iletkenliğinin azaldığını bildirmiştir. Sayılan bu çalışmaların bulgularını destekleyen sonuçlar alınmamış olup benzer koşullarda sulama yapılan bahçede kaolinin zaman zaman stoma iletkenliğini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Ek olarak, Kılıç (2014), cevizde %6, %4 ve %2 ve Rosati ve ark. (2006), bademde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının stoma iletkenliğini olumlu veya olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmayı bazı ölçümlerde destekleyen sonuçlar çalışmanın ilk yılında alınmış ancak ilk yılın ikinci uygulamasından sonraki ölçümünde ve ikinci yıldaki bazı ölçümlerde %5 kaolin dozu stoma iletkenliğini zaman zaman azaltmıştır. Buna karşılık %2.5 kaolin dozu olumlu veya olumsuz etkilerde bulunmamıştır. Nitekim yüksek yoğunlukta kaolin uygulamasının farklı bitkilerde stoma iletkenliğini azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur. Cantora ve ark. (2009), domatestede %5 kaolin uygulamasının stoma iletkenliğini %53 azalttığını bildirmiştir. Yücel (2010), karpuzda %5 kaolin uygulamasının stoma iletkenliğini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Bu çalışmada %5 kaolin uygulamasının üst üste yapılması durumunda stoma iletkenliğini azaltabileceğini gösteren bulgular elde edilmiştir. Shellie ve Glenn (2008), sulanan ve su stresi uygulanan şaraplık üzümelerde %5 kaolin uygulaması ile yaprak sıcaklığının 1.7 °C düşmesine rağmen iyi sulanan ve kaolin uygulanan ağaçlardaki yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliği değerlerinin kaolin uygulanmayanlara göre düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun yaprak hava buhar basıncı gradyanının düşüşünden ve sıcaklık stresinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmayı destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Artan yoğunlukta kaolin uygulaması yapraklardaki stoma delikçiklerini kapatmanın yanı sıra faydalı ışığı da keserek zaman zaman gölgeleme etkisi yapmış ve bunun sonucunda stomaların açılmasını engellemiş olabilir.

Basaran ve ark. (2019), rutil titanyum dioksitin elmastan sonra UV ışınlarını en iyi yansıtan bileşik olduğunu ve dolayısıyla içeriğinde bu maddeyi bulunduran TiO_2 'nin bitkileri stresten önemli ölçüde koruduğunu bildirmiştir. TiO_2 'nin stoma iletkenliğine olan etkileri açısından bu çalışma desteklenmiş ve yürütülen çalışmanın hem ilk hem de ikinci yılında stoma iletkenliğinin artışında TiO_2 , diğer uygulamalara göre daha başarılı bulunmuştur. Özellikle %0.25 TiO_2 uygulaması Şambayat lokasyonunda stoma iletkenliğini her iki yılda da sürekli olarak artırmıştır. Bu durum hem stoma ile ilgili hem de stoma dışı sınırlamaların (fotosentetik aktif radyasyon ve 'RuBisCo' enzim aktivitesinin korunması gibi) TiO_2 ile bir miktar hafiflediğini göstermektedir. Buna ek olarak, %0.25 TiO_2 uygulama dozu ET_{75} koşullarında daha düzenli sulanan bahçede stomaların açılması için uygun olan ışık yoğunluğunu sağlamış olabilir. Çünkü stomaların açılması sadece ışık yoğunluğuyla değil aynı zamanda yaprak su potansiyeli ile ilişkilidir. Yaprak su potansiyelinin artışı ile beraber bekçi hücrelerindeki proton pompası, TiO_2 ile sağlanan optimum ışık yoğunluğu ile daha aktif şekilde çalışmış ve bunun sonucunda stomalar iletkenliği artmış olabilir. Bu kanıyı %5 kaolin uygulama dozunun zaman zaman stoma iletkenliğini azaltması destekleyebilir. Sotiropoulos ve ark. (2016), elmada SP, Ntanos ve ark. (2022) ise kivide SP uygulamalarının stoma iletkenliğini kısmen artırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmayı destekleyen sonuçlar özellikle Bozhüyük lokasyonundan alınmıştır.

Etki süresi açısından incelendiğinde Bozhüyük lokasyonunda ilk ölçümden sonraki ölçümlerde uygulamaların istatistiksel açıdan etkisinin kalmadığı görülmüştür. Birinci yılın ikinci uygulamasından hemen sonra yapılan ölçümlerde %0.15 SP, %0.25 TiO_2 ve %2.5 $CaCO_3$ uygulamalarının stoma iletkenliğini kontrole göre tekrar önemli ölçüde artırması bu bulguyu desteklemektedir. Bozhüyükteki bu durumun yüksek oranda strese maruz kalmış bu lokasyondaki artan sıcaklıklar ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Şambayat'ta ise TiO_2 düzenli bir şekilde 17 günden fazla stoma iletkenliğini artırmıştır.

4.2.3. Fotosentez hızı ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Fotosentez hızı, ölçüm yapılan cihazda meydana gelen arıza nedeniyle sadece birinci yılda belirlenebilmiştir. Uygulamalardan 3 gün sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da istatistiksel açıdan önemli ($p \leq 0.05$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Bozhüyük lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $15.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.15 SP, en düşük ise $8.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $13.5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %1.25 CaCO_3 , en düşük ise $7.7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.50 TiO_2 uygulamasında kaydedilmiştir.

Birinci uygulamadan 10 gün sonra yapılan ölçümlerde önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). Bozhüyük lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $12.6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %5 kaolin, en düşük ise $3.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %1.25 CaCO_3 uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $13.0 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %1.25 CaCO_3 , en düşük ise $4.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.25 TiO_2 uygulamasında kaydedilmiştir.

Birinci uygulamadan 17 gün sonra yapılan ölçümlerde sadece Bozhüyük lokasyonunda önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.). En yüksek fotosentez hızı $31.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.50 TiO_2 , en düşük ise $16.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $20.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ sırasıyla %0.3 SP ve %0.25 TiO_2 uygulamalarında kaydedilmiştir

İkinci uygulamadan 1 hafta sonra yapılan ölçümlerde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. Bozhüyük lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $14.2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $13.9 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile sırasıyla %0.50 TiO_2 ve %0.25 TiO_2 , en düşük ise $7.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %2.5 CaCO_3 uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda en yüksek fotosentez hızı $13.6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile %0.3 SP uygulamasında kaydedilmiştir. En düşük fotosentez hızı ise $8.4 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $8.6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $9.2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile sırasıyla %5 kaolin, %2.5 CaCO_3 ve %1.25 CaCO_3 kaydedilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Çalışmanın birinci yılında ölçülen fotosentez hızı sonuçları ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Uyg.	1. Ölçüm		2. Ölçüm		3. Ölçüm		4. Ölçüm	
	25-26 Haziran		1-2 Temmuz		8-9 Temmuz		4-5 Ağustos	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	11.2 ^{ac}	8.0 ^b	12.6 ^a	7.9 ^{bc}	21.2 ^{ab}	13.4	11.3 ^{ab}	8.4 ^b
KAO-2	10.3 ^{bc}	8.8 ^{ab}	7.4 ^{ac}	8.8 ^{ac}	21.3 ^{ab}	15.7	13.9 ^a	12.2 ^{ab}
MC-1	11.7 ^{ac}	8.2 ^b	5.3 ^{bc}	8.6 ^{ac}	25.7 ^{ab}	16.8	7.3 ^b	8.6 ^b
MC-2	13.0 ^{ac}	13.5 ^a	3.3 ^c	13.0 ^a	25.1 ^{ab}	19.3	12.2 ^{ab}	9.2 ^b
TD-1	13.5 ^{ab}	7.7 ^b	6.5 ^{ac}	6.8 ^{bc}	31.3 ^a	15.4	14.2 ^a	9.7 ^{ab}
TD-2	8.3 ^c	10.8 ^{ab}	6.5 ^{ac}	4.8 ^c	20.8 ^b	16.1	9.7 ^{ab}	10.3 ^{ab}
SP-1	12.7 ^{ac}	9.7 ^{ab}	7.6 ^{ac}	6.6 ^{bc}	16.8 ^b	13.3	10.5 ^{ab}	13.6 ^a
SP-2	15.3 ^a	9.7 ^{ab}	9.5 ^{ac}	6.4 ^{bc}	24.7 ^{ab}	15.3	13.8 ^{ab}	10.5 ^{ab}
Kontrol	11.3 ^{ac}	9.0 ^{ab}	10.3 ^{ab}	10.8 ^{ab}	23.8 ^{ab}	15.8	8.9 ^{ab}	11.8 ^{ab}

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidinde %3 ve %6 kaolin uygulamasının fotosentezi artırdığını bildirmiştir. Chamchaiyaporn ve ark. (2013), mango ağaçlarına yapılan %6 kaolin uygulamasının fotosentezi artırdığını bildirmiştir. Gharaghani ve ark. (2018), cevizde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının fotosentezi %30 artırdığını bildirmiştir. Maletsika ve Nanos (2013), 'Royal Glory' şeftali çeşidinde yaz döneminde 6 kez yapılan %5 kaolin uygulamalarının fotosentezi artırdığını bildirmiştir. Jifon ve ark. (2003), üzümde %6 kaolin uygulamasının fotosentezi artırdığını bildirmiştir. Bu çalışmada kaolin uygulamalarının fotosentez üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durumun yukarıdaki sayılan çalışmaların farklı bitki türleri üzerinde yürütülmesi, çalışmaların yürütüldüğü koşullar ve ölçüm teknikleri ile ilgili olabileceği düşünülmüştür. Bunların yanı sıra Rosati ve ark. (2006), bademde %6 kaolin uygulamasının fotosentezi düşürdüğünü bildirmişlerdir. Alvarez ve ark. (2015), %5 kaolin ve %5 mikronize edilmiş kalsiyum karbonat (CaCO₃) uygulamalarının 'Royal Gala' elma çeşidinde fotosentezi kısmen olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada kaolin ve kalsiyum karbonat uygulamalarının fotosentez üzerine net bir etkisi tespit edilmemiştir. Sotiropoulos ve ark. (2010), elmada 100 cc SP uygulamasının fotosentezi herhangi bir şekilde etkilemediğini bildirmişlerdir. Buna ilaveten Ntanos ve ark. (2022), kivide %3 kalsiyum karbonat ve 120 cc SP uygulamalarının fotosentez üzerine herhangi bir etkide bulunmadığını ancak stoma

iletkenliğini kısmen artırdığını bildirmişlerdir. Bu bulgular yürütülen bu çalışma tarafından da desteklenmiştir. SP uygulamalarının fotosentez açısından kontrol ağaçları ile önemli farklılıklar ortaya koymadığı sonucuna varılmıştır.

4.2.4. SPAD ve Yaprak Oransal Su Kapsamı (YOSK)

4.2.4.1. 2021 yılı bulguları

İlk uygulamadan 20 gün sonra SPAD değerini belirlemeye yönelik yapılan ölçümlerde Bozhüyük lokasyonunda önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. SPAD değeri en yüksek 45.5 ve 45.4 ile sırasıyla %5 kaolin ve %1.25 CaCO_3 uygulamalarından, en düşük ise 40.6 ile kontrol ağaçlarında belirlenmiştir. Diğer uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir (Çizelge 4.8.). Şambayat lokasyonunda SPAD değeri en yüksek 49.4 ile %0.25 TiO_2 , en düşük ise 45.2 ve 46.0 ile sırasıyla %0.3 SP ve %1.25 CaCO_3 uygulamalarında tespit edilmiş ancak kontrole göre önemli farklılıklar ($p > 0.05$) ortaya çıkmamıştır.

İlk uygulamadan 3 gün sonra ölçülen YOSK değerleri arasında sadece Bozhüyük lokasyonunda istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.). Bu lokasyonda YOSK değeri en yüksek %83.1 ile %0.25 TiO_2 , en düşük %74.5 ile kontrol ağaçlarından alınmıştır. Diğer uygulamalar ile kontrol ağaçları arasında önemli farklılık ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir.

İkinci uygulamalardan bir hafta sonra yapılan ölçümlerde ilk uygulamada olduğu gibi sadece Bozhüyük lokasyonundaki YOSK değerleri arasında istatistiksel farklılık ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır. YOSK değeri en yüksek %77.2 ile %0.50 TiO_2 , en düşük ise %69.7 ile %1.25 CaCO_3 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Çalışmanın birinci yılında ölçülen SPAD ve YOSK sonuçları

Uygulama	SPAD		YOSK %		YOSK %	
	8-9 Temmuz		25-26 Haziran		4-5 Ağustos	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	45.5 ^a	48.1 ^{ab}	76.5 ^{ab}	80.1	71.9 ^{ac}	73.2
KAO-2	42.8 ^{ab}	47.1 ^{ab}	81.5 ^{ab}	79.7	73.5 ^{ac}	73.0
MC-1	42.8 ^{ab}	47.3 ^{ab}	78.4 ^{ab}	81.1	69.7 ^c	68.0
MC-2	45.4 ^a	46.0 ^b	77.5 ^{ab}	79.3	71.0 ^{bc}	73.7
TD-1	44.5 ^{ab}	47.2 ^{ab}	81.1 ^{ab}	80.3	77.2 ^a	68.6
TD-2	44.2 ^{ab}	49.4 ^a	83.1 ^a	85.5	72.0 ^{ac}	71.0
SP-1	44.5 ^{ab}	45.2 ^b	75.2 ^{ab}	83.1	71.6 ^{ac}	73.1
SP-2	42.8 ^{ab}	46.8 ^{ab}	76.4 ^{ab}	85	75.9 ^{ab}	67.1
Kontrol	40.6 ^b	46.8 ^{ab}	74.5 ^b	81.8	72.5 ^{ac}	72.9

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

4.2.4.2. 2022 yılı bulguları

Çalışmanın ikinci yılında yapılan ilk uygulamadan 30 gün sonra, ikinci uygulamadan 1 hafta ve yaklaşık 40 gün sonra olmak üzere toplamda 3 kez SPAD ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yaprak oransal su kapsamı ikinci uygulamadan sonraki ilk haftada ölçülmüş ve bu iki değer Çizelge 4.9.'da sunulmuştur.

İlk uygulamadan 30 gün sonra (26-27 Temmuz) yapılan SPAD ölçümlerinde her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.9.). Bozhüyük lokasyonunda SPAD değeri en yüksek 55.2 ile %2.5 kaolin, en düşük 42.2 ile %0.3 SP uygulamasında elde edilmiştir. Şambayat lokasyonunda ise SPAD değeri en yüksek 49.9 ile %5 kaolin, en düşük 43.8 ile kontrol ağaçlarından alınmış ancak uygulamalar ile kontrol arasında belirgin fark ortaya çıkmamıştır.

İlk uygulamadan 1 ay sonra gerçekleştirilen ikinci ölçümlerde (18-19 Ağustos), her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.). Bozhüyük lokasyonunda SPAD değeri en yüksek sırasıyla 52.1 ve 52.0 ile %0.5 TiO₂ ve %5 kaolin, en düşük 44.7 ile kontrol ağaçlarında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda ise en yüksek 50.2 ile kontrol ağaçlarında, en düşük 43.7 ile %0.15 SP uygulamasında kaydedilmiştir. Bu iki uygulama dışındaki diğer uygulamalar ile kontrol arasında önemli farklılıklar ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir.

İkinci uygulamadan 1 ay sonra yapılan ölçümlerde (26-27 Eylül) yine her iki lokasyonda önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.). Bozhüyük lokasyonunda SPAD değeri en yüksek 52.7 ile %2.5 kaolin, en düşük 46.0 ile kontrol ağaçlarında. Bu iki uygulama dışındaki diğer uygulamalar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir. Şambayat lokasyonunda ise SPAD değeri en yüksek 51.1 ile %0.25 TiO_2 , en düşük 41.7 ile %1.25 $CaCO_3$ uygulamasında kaydedilmiştir.

İkinci uygulamadan 1 hafta sonra (18-19 Ağustos) toplanan yaprak örneklerinden ölçülen YOSK değerleri ile ilgili her iki lokasyonda da önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9.). Bozhüyük lokasyonunda YOSK değeri en yüksek %82.3 ile %5 kaolin uygulanan ağaçlarda, en düşük %73.5 ile %2.5 $CaCO_3$ uygulamasında kaydedilmiştir. Şambayat lokasyonunda YOSK değeri en yüksek sırasıyla %81.9, %78.2 ve %77.7 ile %2.5 $CaCO_3$, kontrol ve %1.25 $CaCO_3$, en düşük %68.6 ile %0.3 SP uygulamasında ölçülmüştür.

Çizelge 4.9. Çalışmanın ikinci yılında ölçülen SPAD ve YOSK sonuçları

Uyg.	SPAD		SPAD		SPAD		YOSK (%)	
	26-27 Temmuz		18-19 Ağustos		26-27 Eylül		18-19 Ağustos	
	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.	Boz.	Şam.
KAO-1	50.2 ^{ab}	49.9 ^a	49.1 ^{ab}	48.3 ^{ab}	51.2 ^{ab}	48.3 ^{ab}	82.3 ^a	74.5 ^{ab}
KAO-2	55.2 ^a	43.9 ^b	52.0 ^a	46.3 ^{ab}	52.7 ^a	47.1 ^{ab}	77.8 ^{ab}	73.7 ^{ab}
MC-1	46.2 ^{bc}	43.6 ^b	48.1 ^{ab}	47.4 ^{ab}	50.8 ^{ab}	46.4 ^{ac}	73.5 ^b	81.9 ^a
MC-2	50.2 ^{ab}	44.7 ^{ab}	47.6 ^{ab}	44.2 ^{ab}	50.0 ^{ab}	41.7 ^c	80.3 ^{ab}	77.7 ^a
TD-1	48.4 ^b	43.9 ^b	52.1 ^a	45.3 ^{ab}	50.7 ^{ab}	46.0 ^{bc}	75.6 ^{ab}	76.2 ^{ab}
TD-2	45.7 ^{bc}	45.2 ^{ab}	48.8 ^{ab}	46.7 ^{ab}	48.3 ^{ab}	51.1 ^a	74.9 ^{ab}	75.5 ^{ab}
SP-1	42.2 ^c	45.6 ^{ab}	47.5 ^{ab}	44.8 ^{ab}	48.3 ^{ab}	45.3 ^{bc}	82.0 ^{ab}	68.6 ^b
SP-2	48.9 ^b	44.2 ^b	48.6 ^{ab}	43.7 ^b	50.1 ^{ab}	48.6 ^{ab}	77.4 ^{ab}	74.7 ^{ab}
Kontrol	45.5 ^{bc}	43.8 ^b	44.7 ^b	50.2 ^a	46.0 ^b	43.6 ^{bc}	78.2 ^{ab}	78.2 ^a

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: $CaCO_3$ %2.5, MC-2: $CaCO_3$ %1.25, TD-1: TiO_2 %0.50, TD-2: TiO_2 %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, Boz.: Bozhüyük, Şam.: Şambayat

Her iki lokasyona ait veriler incelendiğinde kaolin uygulamalarının yaprak SPAD değerini Bozhüyük lokasyonunda belirgin şekilde artırdığı görülmüştür. Birinci yılda Bozhüyükte %5 kaolin ve %1.25 $CaCO_3$ SPAD değerini kontrole kıyasla önemli ölçüde artırırken ikinci yılda sadece %2.5 kaolin uygulanan ağaçlar kontrole göre öne çıkmıştır. Kontrole göre %0.50 TiO_2 de özellikle uygulamadan

sonra kısa bir süre de olsa SPAD değerine olumlu etkilerde bulunmuştur. Şambayat'ta ilk yıl %0.25 TiO₂ öne çıksa da bu etki istatistiksel açıdan önemli bulunmamış ancak ikinci yılda %5 kaolin ve %0.25 TiO₂ bazı ölçümlerde SPAD değerini artırmıştır. Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidinde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının özellikle kısıtlı sulanan koşullarda yaprak klorofil içeriğine önemli etkilerde bulunduğunu, ancak su ihtiyacının tamamı karşılanan bitkilerde ek bir katkı sağlamadığını bildirmişlerdir. Bu bulgular yapılan bu çalışmada desteklenmiştir. Bozhüyük lokasyonundan daha belirgin sonuçlar elde edilmesinde bu bahçenin kuraklık stresinin olumsuz etkilerine daha fazla maruz kalmasından kaynaklı olduğunu düşündürmüştür. Kuraklık stresi arttıkça yapraklardaki klorofil değerlerini düşen kontrol ağaçları bunun iyi bir göstergesi olabilir. Ancak yapılan uygulamalar arasında özellikle ikinci yılda dozaj olarak net bir sonuç elde edilemese de beyaz yansıtıcılar ve özellikle de Bozhüyük lokasyonundaki %2.5 kaolin uygulamasının etkili olduğu söylenebilir. Ölçüm yapılan tarihlerin yaz döneminin en sıcak zamanlarına denk gelmesi ve hava sıcaklıklarının artmasına karşılık bağıl nemin azalması ile birlikte kuraklık stresinin etkilerinin daha yoğun şekilde hissedildiği bu dönemde muhtemelen kaolin ile kaplı olan yaprakların artan UV ışınlarını daha fazla yansıtması sonucu, su kullanım etkinliğinin artmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Elde edilen bulguları destekleyen başka çalışmalar da mevcuttur. Mahmoudian ve ark. (2021), cevizde %2.5 kaolin uygulamasının yaprak klorofil içeriğine etki etmediğini ancak %5 ve %7.5 kaolin uygulamalarının klorofil içeriğini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Lombardini ve ark. (2005), cevizde %5 kaolin uygulaması yapılan ağaçların yaprak SPAD değerinin kontrole göre önemli ölçüde yüksek (3-5 birim) bulunduğunu bildirmişlerdir. Colavita ve ark. (2011), %3 ve %6 kaolin uygulamalarının 'Packham's Triumph' armut çeşidinin klorofil içeriğini önemli ölçüde artırdığını (yaklaşık 6 SPAD birimi) bildirmişlerdir. Khaleghi ve ark. (2015) ve Haggag ve ark. (2019), kaolin uygulaması yapılan zeytin çeşitlerinin SPAD klorofil değerlerinin kontrole göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Mohamad ve ark. (2021), pavlonyada %0.4 CaCO₃ ve %3 kaolin uygulamalarının yaprak klorofil içeriğini önemli ölçüde artırdığını, özellikle de bitki su ihtiyacının tamamının karşılanan bitkilerde kaolinin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kılıç

(2014), cevizde %6 kaolin uygulamasının yaprak klorofil içeriğini olumlu veya olumsuz etkilemediğini bildirmiştir. Bunların yanı sıra Maletsika ve Nanos (2013), şeftalide %5 kaolin uygulamasının yaprak klorofil içeriğini düşürdüğünü ve bu durumun yaprak yüzeyinden yansıyan fotosentetik aktif radyasyonun fazla olması nedeniyle ışığın yansıması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma konusuna dahil olan bitkilerin kaolinin farklı dozlarına olan tepkisi farklı olabilmekte, aynı zamanda çalışma koşullarının da farklı olması dozaj açısından birebir aynı sonuçların alınmasına imkân sağlamayabilir. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada %2.5 kaolin dozu genel olarak daha pozitif sonuçlar vermiştir. Şeffaf yansıtıcılardan SP Ntanos ve ark. (2022), tarafından kivide uygulanmış ve yapılan uygulamaların yaprak SPAD değerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiş olup yürütülen bu çalışmada benzer sonuçlar alınmıştır. Hem ilk hem de ikinci yılda yapılan SP uygulamaları ile SPAD değeri önemli ölçüde değişmemiştir.

Her iki lokasyondaki yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri incelendiğinde, ilk yıl Bozhüyük lokasyonunda kontrole kıyasla sadece %0.25 TiO₂ uygulamalarının belirgin şekilde öne çıktığı görülmüştür. Diğer uygulamalar ile kontrol arasında fark görülmemiştir. İkinci uygulamadan sonra %0.5 TiO₂ YOSK'ı artırmaya CaCO₃ ise azaltmaya meyilli sonuçlar vermiştir. Ancak bu etki istatistiksel herhangi bir fark tespit edilmemiştir. Faghih ve ark. (2021), elmada %3 ve %6 kaolin uygulamalarıyla kısıtlı sulama koşullarında yaprak oransal su kapsamının etkilenmediğini ancak bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı koşullarda bu oranın düştüğünü bildirmişlerdir. Bunun aksine Mohamad ve ark. (2021), artan sulama koşullarında kaolin ve kalsiyum karbonat uygulama dozu arttıkça yaprak oransal su kapsamının da önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Mahalakshmi ve ark. (1999), 'Şili Biberi'nde %5 kaolin uygulamalarıyla yaprak oransal su kapsamının yükseldiğini bildirmişlerdir. Mahmoudian ve ark. (2021), cevizde %2.5, %5 ve %7.5 kaolin uygulamalarının yaprak oransal su kapsamını kontrole göre önemli ölçüde artırdığını, kaolin dozu arttıkça YOSK'un da arttığını bildirmişlerdir. Sotelo-Cuitiva ve ark. (2011), gülde %5 kaolin, Azizi ve ark. (2013) ise antepfıstığında %2.5 ve %5 kaolin uygulamalarının yaprak oransal su kapsamına etki etmediğini rapor etmişlerdir. Ntanos ve ark. (2022), kivide SP uygulamaları ile yaprak oransal su

kapsamının değişmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmayı destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Yürütülen bu çalışmanın ilk yılında Bozhüyük lokasyonundan alınan sonuçlara göre şeffaf yansıtıcılardan olan TiO_2 uygulamalarının YOSK'ı artırdığı ancak ikinci yılda önemli etkide bulunmadığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ile Faghih ve ark. (2021)'in sonuçları kısmen paralellik içerisindedir. Yaprak oransal su kapsamının düşüşünde, azalan stoma direnci ve artan ışık stresi ile yaprak mezofil hücrelerine giren karbondioksit miktarındaki azalmanın bir etken olduğu düşünülmüştür.

4.2.5. Yaprak ve meyve kimyasal özelliklerine ait sonuçlar

Çalışmanın birinci yılında örnekleri alınan yaprak besin elementi değerleri Çizelge 4.10. ve Çizelge 4.11.'de sunulmuştur. Fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Bozhüyük lokasyonundaki uygulamalar arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiş ancak kuraklık stresi için önemli bir stres parametresi olan K/Na değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek K/Na değeri %64.4 ile %5 kaolin, en düşük ise %26.8 ile %1.25 $CaCO_3$ uygulamasından elde edilmiştir. Öte yandan, Şambayat lokasyonundaki uygulamalar arasında da herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.10. Bozhüyük lokasyonundaki yaprak besin elementi değerleri

Uygulama	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	K/Na %
KAO-1	877	9473	13.940	4.190	149	64.4 ^a
KAO-2	1.073	11.355	12.954	5.443	336	34.2 ^{ab}
MC-1	817	10.097	12.866	4.353	287	35.2 ^{ab}
MC-2	910	8.539	13.839	5.190	328	26.8 ^b
TD-1	872	10.015	10.529	4.035	222	45.9 ^{ab}
TD-2	947	9.954	12.618	4.319	162	61.3 ^{ab}
SP-1	1.012	10.719	12.878	4.744	283	39.3 ^{ab}
SP-2	986	11.094	11.597	4.161	276	39.8 ^{ab}
Kontrol	984	11.636	11.258	4.593	395	32.2 ^{ab}

İdeal Değer Aralıkları (ppm): P (1.000-3.000), K: (14.000-20.000), Ca: (20.000-50.000), Mg: (2500-8000), Na: (<2500), KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15

Çizelge 4.11. Şambayat lokasyonundaki yaprak besin elementi değerleri

Uygulama	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	K/Na
KAO-1	907	10.423 ab	14.782	7.571 ^{ab}	182.8	58.9
KAO-2	990	10.309 ab	14.870	7.581 ^{ab}	161.7	66.1
MC-1	1.017	14.756 ab	15.580	6.803 ^{ab}	318.1	54.1
MC-2	1.075	19.145 a	13.791	5.760 ^b	483.5	46.7
TD-1	943	7.930 b	15.454	8.395 ^a	153.5	51.8
TD-2	852	8.914 ab	16.396	7.625 ^{ab}	167.4	54.2
SP-1	964	9.039 ab	16.161	8.590 ^a	150.4	60.6
SP-2	925	9.862 ab	14.165	7.938 ^a	178.2	55.7
Kontrol	994	9.875 ab	14.700	8.075 ^a	150.8	67.5

İdeal Değer Aralıkları (ppm): P (1.000-3.000), K: (14.000-20.000), Ca: (20.000-50.000), Mg: (2500-8000), Na: (<2500), KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15

Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidinde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının yaprak potasyum değerlerine önemli etkilerde bulunmadığını ancak şiddetli derecede kısıtlı sulamaya maruz kalan ağaçlara yapılan kaolin uygulamalarıyla yaprak potasyum içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra yapılan uygulamaların yaprak sodyum içeriğini etkilemediğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca K/Na içeriğinin sulamanın iyi yapıldığı koşullarla birlikte yapılan kaolin uygulamalarıyla değişmediğini ancak kısıtlı sulanan koşullarla birlikte yapılan kaolin uygulamalarıyla önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu

çalışmada kaolin ile su stresinin arttığı koşullarda (Bozhüyük) K/Na oranı yükselmeye önemli ölçüde yüksek bulunmuş ve Gharaghani ve ark. (2023)'ün sonuçları desteklenmiştir. Diğer bitkiler üzerine yürütülen çalışmalar incelendiğinde; Gharaghani ve ark. (2018), sulu koşullarda yetiştirilen cevizde %6 kaolin uygulaması ile yaprak potasyum (K) oranının önemli ölçüde arttığını, sodyum (Na) oranının ise azaldığını, dolayısıyla kuraklık stresi indekslerinden olan K/Na oranının arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Mahmoudian ve ark. (2021), cevizde %5 ve %7.5 kaolin uygulamalarının yaprak potasyum içeriğini önemli ölçüde artırdığını, en yüksek potasyum değerinin bitki su ihtiyacının karşılandığı koşullarla beraber %5 kaolin uygulamasından, en düşük ise su stresi altında kaolin uygulanmayan ağaçlardan alındığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada hem kuraklık stresi altındaki lokasyonda hem de iyi sulanan lokasyonda yapılan kaolin ve diğer partikül kaplayıcıların yaprak potasyum değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Gharaghani ve ark. (2018) ve Mahmoudian ve ark. (2021)'in aksine badem üzerine yürütülen bu çalışmada, yapılan uygulamaların yaprak potasyum içeriği üzerine etkisinin bulunmamasında, sert kabuklu olmasına rağmen, daha önceki çalışmalardan farklı bir bitki olması, dolayısıyla badem ve cevizin strese tolerans tepkisinin de farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu tespiti Gharaghani ve ark. (2023)'ün bulguları desteklemektedir. Nitekim potasyum bitkilerde farklı enzim aktivitelerinde, fotosentezde, protein sentezinde, stoma iletkenliğinde, katyon-anyon dengesinde ve stres toleransında önemli etkilere sahip olan bir elementtir. Ceviz ağaçlarının bademe kıyasla kuraklığa daha hassas bir meyve türüdür. Ancak, Gharaghani ve ark. (2018)'in elde ettiği K/Na oranı bu çalışmada Bozhüyük lokasyonundaki kaolin uygulamalarından alınan sonuçlarla paralel bulunmuş olsa da kontrole kıyasla önemli farklılık tespit edilmemiştir. Bunun aksine CaCO_3 uygulamaları yaprak K/Na içeriğine olumsuz etki etmiştir. Bu etkiler Şambayat lokasyonunda önemli bulunmamıştır.

Bozhüyük lokasyonunda alınan meyve örneklerinde yağ ve yağ asidi miktarı analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12.'de sunulmuştur. Toplam yağ içeriği oranında istatistiksel açıdan tek bir uygulama içerisinde önemi farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek yağ içeriği %37.10 ile %1.25 CaCO_3 , en düşük

ise %31.05 ile CaCO_3 uygulamasından elde edilmiştir. Meyve yağ içeriği açısından beyaz yansıtıcılar öne çıkmıştır. Öte yandan palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit miktarları açısından önemli farklılıklar tespit edilmemiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Bozhüyük lokasyonundaki meyve yağ ve yağ asidi sonuçları

Uygulama	Toplam Yağ (%)	Yağ Asitleri (%)				
		Palmitik Asit	Palmitoleik Asit	Stearik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit
KAO-1	36.20 ^{ab}	6.82	0.72	1.72	76.38	14.39
KAO-2	36.70 ^{ab}	6.83	0.72	1.79	76.56	14.12
MC-1	31.05 ^c	7.05	0.73	2.00	76.25	13.98
MC-2	37.10 ^a	6.85	0.75	1.80	76.34	14.22
TD-1	35.30 ^{ac}	6.90	0.77	1.76	77.53	13.05
TD-2	34.70 ^{ac}	6.88	0.74	1.70	77.18	13.51
SP-1	33.45 ^{ac}	6.71	0.72	1.76	77.18	13.65
SP-2	32.15 ^{ac}	6.99	0.76	1.77	77.25	13.25
Kontrol	34.10 ^{ac}	7.05	0.75	1.96	75.40	14.85

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO_3 %2.5, MC-2: CaCO_3 %1.25, TD-1: TiO_2 %0.50, TD-2: TiO_2 %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15

Şambayat lokasyonunda yapılan analizlerde toplam yağ içeriği açısından uygulamalar arasında herhangi bir farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir. Bu lokasyonda oleik ve linoleik asit içeriği açısından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. En yüksek oleik asit %76.67 ve %76.26 ile %0.5 ve %0.25 TiO_2 , en düşük ise %71.56 ile %5 kaolin uygulamalarında kaydedilmiştir. En yüksek linoleik asit %18.33 ve %17.98 ile sırasıyla %5 kaolin ve %2.5 CaCO_3 , en düşük ise %13.85 ile %0.5 TiO_2 uygulamalarından elde edilmiştir. Oleik asit miktarı yüksek çıkan TiO_2 uygulamalarında linoleik asit miktarı bunun aksine düşük çıkmıştır. Ancak uygulamalar ile kontrol arasında herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Şambayat lokasyonundaki meyve yağ ve yağ asidi sonuçları

Uygulama	Toplam Yağ (%)	Yağ Asitleri (%)				
		Palmitik Asit	Palmitoleik Asit	Stearik Asit	Oleik Asit	Linoleik Asit
KAO-1	37.65	7.38	0.77	1.97	71.56 ^b	18.33 ^a
KAO-2	37.30	7.05	0.69	2.12	73.65 ^{ab}	16.50 ^{ab}
MC-1	37.05	7.21	0.76	2.16	71.90 ^b	17.98 ^a
MC-2	36.70	7.05	0.79	1.99	74.37 ^{ab}	15.81 ^{ab}
TD-1	37.90	7.03	0.73	1.73	76.67 ^a	13.85 ^b
TD-2	38.15	6.81	0.71	1.67	76.26 ^a	14.56 ^{ab}
SP-1	39.80	7.04	0.72	2.13	73.15 ^{ab}	16.99 ^{ab}
SP-2	40.05	7.12	0.64	2.20	72.56 ^{ab}	17.48 ^{ab}
Kontrol	38.05	7.04	0.70	1.89	74.68 ^{ab}	15.70 ^{ab}

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15

Gharaghani ve ark. (2023), özellikle kısıtlı sulanan koşullarda yapılan %3 ve %6 kaolin uygulamalarıyla badem yağ içeriğinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada daha şiddetli kuraklık etkisi altında olan Bozhüyük lokasyonunda kaolin uygulamaları ile meyve yağ oranında istatistiksel açıdan net bir fark elde edilemese de özellikle beyaz yansıtıcı uygulamalarıyla kontrole göre artmaya meyilli sonuçlar alınmıştır. Özellikle de en etkili olan kaplayıcı %2.5 CaCO₃ olmuştur. Dolayısıyla elde edilen bulgular Gharaghani ve ark. (2023)'ün sonuçlarını desteklemektedir. Yapılan uygulamaların stres altındaki bitkilerde nispeten daha belirgin şekilde etki göstermesinde, kaplayıcı materyal ile örtülen meyvelerin yeşil kabuklarının daha fazla ışığı yansıtması ve meyve yüzeyindeki sıcaklığın azalması ile yeterli nemin korunmasını sağlamış olabilir. Beyaz yansıtıcıların stoma iletkenliğine zaman zaman olumsuz etkisi dikkate alındığında, muhtemelen artan stoma direnci sayesinde bitki hücrelerindeki yarayışlı su moleküllerinin kohezyon ile meyvelere taşınımı artmış ve bu olay sonucunda meyve yağ miktarında bir artış meydana gelmiştir. Bu durumun sadece daha fazla stres altındaki Bozhüyük lokasyonunda tespit edilmesi bu kanıtı güçlendirmiştir.

Bozhüyük lokasyonunda en yüksek prolin değerleri sırasıyla 225.6 nmol mg⁻¹ ve 200.4 nmol mg⁻¹ ile %0.15 SP ve %5 kaolin uygulamalarında en düşük ise 112.1 nmol mg⁻¹ ile %1.25 CaCO₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Şambayat

lokasyonunda en yüksek prolin 340.7 nmol mg⁻¹ ve 310.0 nmol mg⁻¹ ile sırasıyla %0.25 ve %0.50 TiO₂ uygulamalarında, en düşük ise 126 nmol mg⁻¹ ile %2.5 kaolin uygulamasında tespit edilmiştir. Ancak yapılan uygulamalar arasında rakamsal farklılıklar ortaya çıksada normallığı bozmayan varyans değerleri yüksek olduğu için önemli farklılıklar (p>0.05) ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.14.).

Bozhüyük lokasyonunda en yüksek MDA 0.044 nmol g⁻¹ ile %0.15 SP, en düşük 0.030 nmol g⁻¹ ile %2.5 CaCO₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Şambayat lokasyonunda ise en yüksek MDA 0.055 nmol g⁻¹ ile %0.15 SP ve %1.25 CaCO₃, en düşük 0.037 nmol g⁻¹ ile %2.5 CaCO₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Her iki lokasyonda da yapılan uygulamalar arasında önemli farklılıklar (p>0.05) tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.14. Partikül kaplayıcıların prolin ve MDA üzerine etkisi

Uygulama	Prolin (nmol mg ⁻¹)		MDA (nmol mg ⁻¹)	
	Bozhüyük	Şambayat	Bozhüyük	Şambayat
KAO-1	124.51	174.11	0.038	0.048
KAO-2	118.84	125.96	0.037	0.041
MC-1	148.36	185.45	0.030	0.037
MC-2	112.14	201.31	0.038	0.055
TD-1	188.07	309.96	0.034	0.050
TD-2	189.53	340.65	0.039	0.044
SP-1	165.38	201.30	0.034	0.050
SP-2	225.60	310.25	0.044	0.055
Kontrol	122.50	147.34	0.040	0.048

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15

Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidine yapılan %3 ve %6 kaolin uygulamalarıyla birlikte tam sulanan ağaçlarda yaprak prolin içeriğinin önemli ölçüde değişmediğini ancak kısıtlı sulanan koşullarda prolin içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada hem kısıtlı sulanan bahçede hem de tam sulanan bahçede yapılan uygulamaların prolin ve MDA içeriğine önemli ölçüde etki etmediği belirlenmiştir. Dolayısıyla daha iyi sulanan Şambayat lokasyonunda elde edilen sonuçlar Gharaghani ve ark. (2023)'ün ET₇₅ koşullarındaki bulguları ile paralellik göstermiş ancak kısıtlı sulanan koşullarda (Bozhüyük) benzer sonuçlar

alınmamıştır. Bu durumun farklı koşullar altında yetiştirilen farklı badem çeşitleri ile birlikte stresin şiddetinden kaynaklandığı tahmin edilmiştir. Badem dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Faghieh ve ark. (2021), kaolin uygulamalarıyla elmada birinci yılda prolin içeriğinin arttığını ikinci yılda farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Azizi ve ark. (2013), antepfıstığında %5 kaolin uygulamasının prolin birikimine etki etmediğini, ancak kaolin yoğunluğu arttıkça prolin içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada Faghieh ve ark. (2021) ve Azizi ve ark. (2013)'ün bulgularını destekleyen sonuçlar alınmıştır. Bunların yanı sıra; Bernardo ve ark. (2017), üzümde %5 kaolin, Gharaghani ve ark. (2018) ise cevizde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının yaprak prolin içeriğini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada Bernardo ve ark. (2017) ve Gharaghani ve ark. (2018)'in aksine prolin miktarının yapılan uygulamalar ile etkilenmediği belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerin sıcaklık ve kuraklık stresi altında olması, özellikle de her ne kadar sulanan koşullar altında da olsa Şambayat lokasyonunun kısıtlı sulama koşulları altında olması, yapraklardaki besin elementi içeriklerinin yeterli aralıklarda olmayışı yapılan uygulamaların prolin ve MDA içeriğine ek bir katkı sağlamamasına yol açmış olabilir.

4.3. Pomolojik Bulgular

Meyvelerin kabuklu meyve boyu (KMB), kabuklu meyve eni (KME), kabuklu meyve kalınlığı (KMK), iç meyve boyu (İMB), iç meyve eni (İME), iç meyve kalınlığı (İMK), kabuklu meyve ağırlığı (KMA), iç meyve ağırlığı (İMA) ve randıman (RAN) değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.15. ve Çizelge 4.16.'da sunulmuştur.

4.3.1. 2021 yılı bulguları

Bozhüyük lokasyonunda sadece İMK ve iç randıman değerlerinde önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir. En yüksek İMK, 8.40 mm ile kontrol ağaçlarında, en düşük ise 8.03 mm ile %0.3 SP uygulamasında ölçülmüş ve sadece bu iki grup arasında farklılık oluşmuştur. Diğer uygulamalar ve kontrol arasında

herhangi bir farklılık ($p>0.05$) ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.15.). İç meyve randımanı en yüksek %34.31 ile %5 kaolin, en düşük %31.82 ile %1.25 CaCO_3 uygulamalarında tespit edilmiştir. CaCO_3 uygulamalarının her iki dozu da iç randımana diğer uygulamalara göre olumsuz etki etmiş ancak kontrolden farklı sonuçlar vermemiştir.

Şambayat lokasyonunda yapılan pomolojik ölçümlerde önemli farklılıklar ($p\leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.16.). En yüksek KMB, 36.13 mm ve 35.92 mm ile %1.25 ve %2.5 CaCO_3 , en düşük ise 32.32 ve 33.05 mm ile %0.15 SP ve kontrol ağaçlarında ölçülmüştür. En yüksek KME, 22.93 mm ve 22.62 mm ile %1.25 CaCO_3 ve %2.5 CaCO_3 , en düşük ise 20.25 mm ve 20.91 mm ile %0.15 SP ve kontrol ağaçlarında tespit edilmiştir. En yüksek KMK, 15.80 mm ve 15.69 mm ile %2.5 CaCO_3 ve %1.25 CaCO_3 , en düşük ise %0.15 SP uygulamalarında tespit edilmiştir. En yüksek İME, 14.63 mm ile %2.5 CaCO_3 , en düşük ise %0.25 TiO_2 uygulamalarından alınmıştır. İç randımanı değerlerinde herhangi bir uygulama istatistiksel açıdan ($p>0.05$) öne çıkmamıştır.

Çizelge 4.15. Bozhüyük lokasyonunun 2021 yılı meyve pomolojik özellikleri

Uyg.	KMB	KME	KMK	İMB	İME	İMK	KMA	İMA	Rand.
KAO-1	33.99	23.40	15.43	26.92	15.16	8.15 ^{ab}	4.19	1.44	34.31 ^a
KAO-2	35.32	24.27	15.84	26.81	15.15	8.31 ^{ab}	4.40	1.45	33.12 ^{ad}
MC-1	35.83	24.52	16.11	27.28	15.28	8.25 ^{ab}	4.64	1.47	31.68 ^{cd}
MC-2	36.37	24.86	16.28	27.63	15.67	8.32 ^{ab}	4.79	1.52	31.82 ^d
TD-1	35.60	24.08	15.83	27.02	15.26	8.31 ^{ab}	4.40	1.40	31.92 ^{bd}
TD-2	34.79	23.30	15.67	26.35	14.71	8.35 ^{ab}	4.11	1.37	33.38 ^{ac}
SP-1	34.20	23.49	15.55	26.29	14.83	8.03 ^b	4.02	1.35	33.47 ^{ab}
SP-2	35.25	24.41	16.19	26.67	15.05	8.32 ^{ab}	4.48	1.45	32.43 ^{bd}
Kontrol	34.78	23.95	15.84	26.72	15.08	8.40 ^a	4.44	1.42	32.13 ^{bd}

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO_3 %2.5, MC-2: CaCO_3 %1.25, TD-1: TiO_2 %0.50, TD-2: TiO_2 %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.1, KMB: Kabuklu Meyve Boyu, KME: Kabuklu Meyve Eni, KMK: Kabuklu Meyve Kalınlığı, İMB: İç Meyve Boyu, İME: İç Meyve Eni, İMK: İç Meyve Kalınlığı, KMA: Kabuklu Meyve Ağırlığı, İMA: İç meyve ağırlığı, Rand.: Randıman (%)

Çizelge 4.16. Şambayat lokasyonunun 2021 yılı meyve pomolojik özellikleri

Uyg.	KMB	KME	KMK	İMB	İME	İMK	KMA	İMA	Rand.
KAO-1	34.15 ^{ab}	22.12 ^{ac}	15.47 ^{ac}	26.58	13.96 ^{ab}	7.94	3.55	1.27	35.85
KAO-2	33.57 ^{ab}	21.70 ^{ac}	14.63 ^{cd}	26.62	13.92 ^{ab}	7.76	3.48	1.26	36.22
MC-1	35.92 ^a	22.62 ^{ab}	15.80 ^a	27.40	14.63 ^a	8.04	3.87	1.40	36.25
MC-2	36.13 ^a	22.93 ^a	15.69 ^{ab}	26.92	14.18 ^{ab}	8.02	3.81	1.36	35.67
TD-1	33.43 ^{ab}	21.48 ^{bd}	14.73 ^{bd}	26.05	13.75 ^{ab}	8.19	3.61	1.27	35.36
TD-2	33.85 ^{ab}	21.35 ^{bd}	15.09 ^{ad}	25.40	13.46 ^b	7.96	3.59	1.26	35.02
SP-1	34.54 ^{ab}	21.49 ^{bd}	14.78 ^{ad}	27.14	13.74 ^{ab}	8.11	3.47	1.30	37.28
SP-2	32.32 ^b	20.25 ^d	14.31 ^d	26.34	13.51 ^{ab}	7.98	3.20	1.22	38.02
Kontrol	33.05 ^b	20.91 ^{cd}	14.98 ^{ad}	26.63	13.95 ^{ab}	8.02	3.49	1.26	36.00

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, KMB: Kabuklu Meyve Boyu (mm), KME: Kabuklu Meyve Eni (mm), KMK: Kabuklu Meyve Kalınlığı (mm), İMB: İç Meyve Boyu (mm), İME: İç Meyve Eni (mm), İMK: İç Meyve Kalınlığı (mm), KMA: Kabuklu Meyve Ağırlığı (g), İMA: İç meyve ağırlığı (g), Rand.: Randıman (%)

4.3.2. 2022 yılı bulguları

Bozhüyük lokasyonunda KMK, İMB, İME, KMA, İMA ve iç randıman değerleri arasında önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.). En yüksek KMK, 15.31 mm ile kontrol ağaçlarında, en düşük 14.53 mm ile %2.5 kaolin uygulamasında tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar ve kontrol arasında herhangi bir farklılık ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir. En yüksek İMB, 25.67 mm ve 25.66 mm ile sırasıyla kontrol ve %5 kaolin uygulamasından, en düşük 24.47 mm ve 24.70 mm ile sırasıyla %2.5 kaolin ve %0.50 TiO₂ uygulamasında kaydedilmiştir. En yüksek İME, 13.62 mm ile %0.3 SP, en düşük 12.77 mm ile %2.5 kaolin uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek KMA, 3.05 g ile %5 kaolin, en düşük 2.58 g ile %2.5 kaolin uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek İMA, 1.03 g ve 1.03 g ile sırasıyla %5 kaolin ve %0.50 TiO₂, en düşük 0.91 g ile %2.5 kaolin uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek iç randıman sırasıyla %35.32, %35.23 ve %35.19 ile %5 kaolin, %1.25 CaCO₃ ve %0.25 TiO₂, en düşük %33.81 ile %0.3 SP uygulamalarında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Bozhüyük lokasyonunun 2022 yılı meyve pomolojik özellikleri

Uyg.	KMB	KME	KMK	İMB	İME	İMK	KMA	İMA	Rand.
KAO-1	33.84	22.1	15.02 ^{ab}	25.66 ^a	13.45 ^{ab}	7.56	3.05 ^a	1.03 ^a	33.88 ^{bc}
KAO-2	32.78	21.18	14.53 ^b	24.47 ^b	12.77 ^c	7.24	2.58 ^c	0.91 ^c	35.32 ^a
MC-1	33.73	21.70	15.19 ^a	24.98 ^{ab}	13.18 ^{ac}	7.32	2.82 ^{ac}	0.96 ^{ab}	34.11 ^{ac}
MC-2	33.57	21.68	15.25 ^a	25.33 ^{ab}	12.97 ^{bc}	7.49	2.75 ^{ac}	0.97 ^{ab}	35.23 ^a
TD-1	33.23	21.23	14.99 ^{ab}	24.70 ^b	13.01 ^{ac}	7.66	2.94 ^{ab}	1.03 ^a	35.08 ^{ab}
TD-2	33.51	21.39	15.10 ^{ab}	24.98 ^{ab}	12.99 ^{ac}	7.16	2.64 ^{bc}	0.93 ^{ab}	35.19 ^a
SP-1	34.61	22.12	15.03 ^{ab}	25.34 ^{ab}	13.62 ^a	7.36	2.97 ^{ab}	1.00 ^{ab}	33.81 ^c
SP-2	33.30	21.75	15.19 ^a	25.22 ^{ab}	13.20 ^{ac}	7.55	2.90 ^{ac}	1.01 ^{ab}	35.00 ^{ac}
Kontrol	34.32	21.64	15.31 ^a	25.67 ^a	13.34 ^{ac}	7.21	2.90 ^{ac}	1.01 ^{ab}	34.71 ^{ac}

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, KMB: Kabuklu Meyve Boyu (mm), KME: Kabuklu Meyve Eni (mm), KMK: Kabuklu Meyve Kalınlığı (mm), İMB: İç Meyve Boyu (mm), İME: İç Meyve Eni (mm), İMK: İç Meyve Kalınlığı (mm), KMA: Kabuklu Meyve Ağırlığı (g), İMA: İç meyve ağırlığı (g), Rand.: Randıman (%)

Şambayat lokasyonunda KMB ve İME haricindeki diğer değerler arasında önemli farklılıklar ($p \leq 0.05$) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.18.). En yüksek KME, 23.67 mm ile %5 kaolin, en düşük 20.47 mm ile %1.25 CaCO₃ uygulamalarında tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar ve kontrol arasında herhangi bir farklılık ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir. En yüksek KMK, 15.76 mm ve 15.36 mm ile sırasıyla %5 kaolin ve %0.15 SP, en düşük 12.71 mm ile %1.25 CaCO₃ uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek İMB, 28.16 mm ile %5 kaolin, en düşük 26.39 ve 26.66 mm ile sırasıyla %0.50 TiO₂ ve %0.3 SP uygulamalarında kaydedilmiştir. En yüksek İMK, 7.47 mm ile %0.25 TiO₂, en düşük 6.56 mm ile %2.5 kaolin uygulamalarında tespit edilmiştir. En yüksek KMA 3.50 g ile %5 kaolin, en düşük ise 2.97 g ile %2.5 kaolin uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek İMA 1.17 g ile %0.25 TiO₂, en düşük ise 0.96 ile %2.5 kaolin uygulamalarında tespit edilmiştir. En yüksek iç randıman %34.85 ve %34.73 ile sırasıyla %0.50 TiO₂ ve %0.25 TiO₂ uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18. Şambayat lokasyonunun 2022 yılı meyve pomolojik özellikleri

Uyg.	KMB	KME	KMK	İMB	İME	İMK	KMA	İMA	RAND.
KAO-1	38.25	23.67 ^a	15.76 ^a	28.16 ^a	13.70	7.14 ^{ab}	3.50 ^a	1.14 ^{ab}	32.63 ^c
KAO-2	37.50	22.89 ^{ab}	15.17 ^{ab}	27.45 ^{ab}	13.12	6.56 ^b	2.97 ^c	0.96 ^c	32.42 ^c
MC-1	36.92	22.71 ^{ab}	14.96 ^{ab}	27.34 ^{ab}	13.44	7.01 ^{ab}	3.15 ^{bc}	1.08 ^{ab}	34.36 ^{ab}
MC-2	34.70	20.47 ^b	12.71 ^b	27.46 ^{ab}	13.41	6.86 ^{ab}	3.28 ^{ac}	1.11 ^{ab}	33.78 ^b
TD-1	35.19	22.20 ^{ab}	14.99 ^{ab}	26.39 ^b	13.11	7.22 ^{ab}	3.10 ^{bc}	1.08 ^{ab}	34.85 ^a
TD-2	35.91	23.07 ^{ab}	15.20 ^{ab}	27.02 ^{ab}	13.50	7.47 ^a	3.38 ^{ab}	1.17 ^a	34.73 ^a
SP1	35.67	22.38 ^{ab}	14.96 ^{ab}	26.66 ^b	13.15	6.96 ^{ab}	3.23 ^{ac}	1.05 ^{bc}	32.55 ^c
SP-2	36.82	23.07 ^{ab}	15.36 ^a	27.29 ^{ab}	13.53	7.24 ^{ab}	3.33 ^{ab}	1.09 ^{ab}	32.76 ^c
Kontrol	36.51	22.04 ^{ab}	14.89 ^{ab}	26.87 ^{ab}	13.10	7.04 ^{ab}	3.14 ^{bc}	1.06 ^{bc}	33.72 ^b

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.15, KMB: Kabuklu Meyve Boyu (mm), KME: Kabuklu Meyve Eni (mm), KMK: Kabuklu Meyve Kalınlığı (mm), İMB: İç Meyve Boyu (mm), İME: İç Meyve Eni (mm), İMK: İç Meyve Kalınlığı (mm), KMA: Kabuklu Meyve Ağırlığı (g), İMA: İç meyve ağırlığı (g), Rand.: Randıman (%)

Azizi ve ark. (2013), antepfıstığında; Cantore ve ark. (2009) ise domateste %5 kaolin uygulamasının meyve ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Faghhi ve ark. (2021), elmada %3 ve %6 kaolin uygulamalarının tutarlı olmasa da meyve ağırlığında artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Cosic ve ark. (2015), biberde kaolin uygulamasının meyve ağırlığına etki etmediğini bildirmişlerdir. Wand ve ark. (2006), elmada kaolin uygulamasının birinci yılda meyve ağırlığını etkilemediğini ancak ikinci yılda bazı çeşitlerde meyve ağırlığını azalttığını rapor etmişlerdir. Gharaghani ve ark. (2018), cevizde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının kabuklu ve iç meyve ağırlığı ile iç randımanı önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Gharaghani ve ark. (2023), 'Tardy Nonpareil' badem çeşidinde %3 ve %6 kaolin uygulamalarının sulanan koşullarda meyve ağırlığına etki etmezken kısıtlı sulanan koşullar ile birlikte yapılan uygulamaların meyve ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Bunun yanında yine kısıtlı sulanan badem ağaçlarında kaolin uygulamalarının meyve iç randımanı artırdığını bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada ilk yıl her iki lokasyonda da meyve ağırlığı açısından herhangi bir yansıtıcı öne çıkmamıştır. İkinci yılda her iki lokasyonda da %5 kaolin ET₇₅ sulama koşullarında (Şambayat) meyve ağırlığını artırmaya eğilimli sonuçlar vermiştir. Şambayat lokasyonunun da kısıtlı sulama koşulları altında olduğu dikkate alındığında kabuklu meyve ağırlığı açısından ikinci yılda elde edilen veriler Gharaghani ve ark. (2023) ile paralel bulunmuş ancak Bozhüyük lokasyonundaki sonuçlar ile uyumlu sonuçlar elde edilmemiştir. Muhtemelen bu lokasyondaki ağaçların sıcaklık ile beraber daha fazla kuraklık stresi

etkisi altında olmasından kaynaklanmıştır. Gharaghani ve ark. (2023), kısıtlı sulanan koşullarda kaolin uygulama dozu arttıkça meyve iç randımanının da arttığını bildirmiştir. Yürütülen bu çalışmada doğrudan destekleyen sonuçlar alınmamış olup kaolin her ne kadar KMA üzerine olumlu etkilerde bulunsa da bu etki iç randıman üzerinde görülmemiştir. Bunun aksine özellikle ikinci yılda Şambayat lokasyonunda kaolin uygulamalarının her iki dozu da randımanı önemli ölçüde azaltmıştır. Buna karşılık çalışmanın ilk yılında Bozhüyük lokasyonunda meyve ağırlığı üzerine önemli fark oluşturmeyen kaolin uygulamasının %5 dozu randımanı artırmıştır. Kaolin uygulamaları muhtemelen yapraklarda dönemsel olarak ışık stresini artırmış olabilir. Özellikle de daha yoğun dallanmaya sahip olan ve dolayısıyla gölge alanı daha fazla, anacın etkisi ile yaprak sayısı daha fazla ancak daha küçük olan Şambayat lokasyonunda kaolin uygulamaları yapraklara klorofil pigmentlerinin üretimi için yeterli olan ancak enerji üretimi için yetersiz ışık nüfuzuna sebep olmuş olabilir. Muhtemelen yapraklara nüfuz eden ışık yoğunluğunun yetersizliği nedeniyle stomaların açıklığı sınırlanmıştır. Bu kanıyı 2022 yılında Şambayat lokasyonunda iç doldurma döneminde (28 Haziran) ölçülen kaoline ait stoma iletkenliği bulguları desteklemektedir. Dolayısıyla stomaların kapanması ile yapraklarda karbon asimilasyon oranı azalmış ve bitki organlarına floem taşıma yolu ile besin alış veriş sınırlanmış olabilir. Bademde mayıs ve haziran aylarında vejetatif gelişimin son derece yavaşladığı ve generatif gelişimin hızla devam ettiği dikkate alındığında bu dönemde meydana gelen bu sınırlamalar iç meyve için yetersiz fotoasimilat taşınımına sebep olmuş olabilir. Öte yandan Şambayat lokasyonunda aynı ay içerisinde ve sezon boyunca TiO_2 uygulamalarıyla stoma iletkenliğinin sürekli artışı ile beraber her iki TiO_2 dozuyla meyve iç randımanı da önemli ölçüde artmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında yapılan uygulamaların Ferragnes çeşidinin iç meyve fiziksel özelliklerine etkilerini belirlemek için buruşma ve küflenme oranları belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucu her iki lokasyonda da yapılan uygulamalar arasında hem buruşuk meyve hem de küflü meyve oranı açısından istatistiksel farklılık ($p>0.05$) ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.19.). Ancak daha düzenli sulanan (ET_{75}) Şambayat lokasyonunda nispeten daha düşük oranda buruşuk ve küflü meyve belirlenmiştir. Doll (2017), badem ağaçlarında meyve buruşukluğunu su stresinin artışı ile ilişkilendirmiş, özellikle iç doldurma döneminde yetersiz

sulamanın meyve buruşukluğunu artırabileceğini bildirmiştir. Yürütülen bu çalışmada her iki bahçenin de su stresi etkisi altında olduğu ve Şambayat lokasyonunun daha iyi sulanan koşullar altında olduğu dikkate alındığında iç meyve buruşukluk şiddetinin artışında sulama uygulamalarının kısmi olarak etkili olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 4.19. Uygulamaların buruşuk ve küflü meyve oranlarına etkileri

Uygulamalar	Buruşuk Meyve (%)		Küflü Meyve (%)	
	Bozhüyük	Şambayat	Bozhüyük	Şambayat
KAO-1	72.1	57.2	1.4	0.7
KAO-2	58.4	67.2	4.2	0.7
MC-1	63.2	47.1	5.3	0.7
MC-2	78.9	48.3	2.1	0
TD-1	53.7	58.1	0.7	0
TD-2	70.9	52.6	4.1	0
SP-1	75.2	47.3	6.9	0
SP-2	78.2	67.5	6.2	0
Kontrol	70.4	68.5	1.4	0

KAO-1: Kaolin %5, KAO-2: Kaolin %2.5, MC-1: CaCO₃ %2.5, MC-2: CaCO₃ %1.25, TD-1: TiO₂ %0.50, TD-2: TiO₂ %0.25, SP-1: SP %0.30, SP-2: SP %0.1

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Badem dünya genelinde yetiştirilen en stratejik ve en değerli sert kabuklu meyve türlerinden biridir. Ülkemiz badem üretim alanı ve miktarı son 10 yılda önemli ölçüde artmıştır. Adıyaman ili badem alanlarının ve badem üretiminin artışında söz sahibi konumdadır. İlde daha önce tarla ve sebze tarımının yoğun olarak yapılması, meyvecilik kültürünün yeni olması vb. nedenlerle yetiştiricilikte istenilen verimlilik sağlanamamıştır. Adıyaman ili yazları çok sıcak ekolojik olaylara maruz kaldığı için yetiştiriciliği sınırlandıran faktörlerden biri de bitki fizyolojisini olumsuz etkileyen ve gelişimi sınırlayan sıcaklık ve kuraklık stresleridir. Özellikle yaz döneminde 40 °C üzerinde geçen gün sayısının fazla olması, susuz yetiştiriciliğin yaygın olması, sulanan alanlarda ise geleneksel yöntemlerden öteye gidilmemesi ve küresel ısınmanın artan etkileri vb. nedenler ile ilde badem ağacı sayısı artmasına rağmen verimlilik çok düşük kalmıştır. Partikül film kaplayıcıları susuz veya kısıtlı sulanan tarım arazilerinde başarıyla uygulanabilmiş ve kuraklığın olumsuz etkilerini azaltabilmiştir. Bu nedenlerle Adıyaman ilinin Merkez ve Şambayat lokasyonlarında yürütülen bu çalışmada ilde en fazla yetiştirilen Ferragnes badem çeşidine kaolin ile birlikte dört farklı partikül film kaplayıcı ile bunların iki farklı dozları uygulanmış ve yapılan uygulamaların badem ağaçlarında sıcaklık ve kuraklık stresine toleransına olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, uygulamaların etkinlik sürelerinin belirlenmesi için çalışmanın birinci yılında periyodik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamaların etkinliklerinin belirlenmesi için fenolojik kayıtlar tutumuş, uygulamalardan sonra belirli aralıklarla stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, yaprak oransal su kapsamı, SPAD klorofil değeri, fotosentez, prolin ve malondialdehit gibi fizyolojik tepkileri belirlemeye yönelik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bunların yanı sıra yaprak ve meyvelerin kimyasal özellikleri ile meyve pomolojisine yönelik destekleyici ölçümler de yapılmıştır.

Çalışma sonucunda yapılan uygulamaların badem ağaçlarının yaprak sıcaklığını ilk yıl 2.7 °C ile 7.9 °C, ikinci yılda ise 2.7 °C ile 7.4 °C aralıklarında olmak üzere önemli ölçüde düşürdüğü belirlenmiştir. Uygulamalardan hemen sonra yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde kaolin ve mikronize kalsit (CaCO_3)

uygulamaları daha etkili olup etkinlik süresi açısından çalışmanın birinci yılında Şambayat'ta kaolin ve titanyum dioksit (TiO_2) uygulamalarının her iki dozu ile beraber $CaCO_3$ uygulamasının yüksek dozu istikrarlı şekilde öne çıkmıştır. Daha kurak şartlarda yetiştiricilik yapılan Bozhüyük'te ise yaprak sıcaklığı açısından ilk yıl TiO_2 uygulamasının yüksek dozu öne çıkmıştır. İkinci yılda Bozhüyük'te kaolin uygulamasının her iki dozu, Şambayat'ta ise kaolin ve $CaCO_3$ uygulamalarının düşük dozları yaprak sıcaklığını düşürmede oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. İstikrarsız sonuçlar alınan tek yansıtıcı 'UV yansıtıcı, fenolik asit, α -Tokoferol ve %2 Bor (SP)' olmuştur. Yüksek doz uygulamaların yaprak sıcaklığını düşürmede ek bir katkı sağlamadığı sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ekonomik açıdan iki kat fayda sağlanabileceği göz önüne alındığında düşük doz uygulamaların daha etkili olduğu söylenebilir. Özetle; yaprak sıcaklığına olan etki açısından kaolin uygulamalarını takiben ve $CaCO_3$ uygulamaları başarılı sonuçlar vermiştir.

Yapılan uygulamalarının stoma iletkenliğini de önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. TiO_2 uygulamalarının, özellikle daha az kuraklık stresi koşullarında (ET_{75}), stoma iletkenliğini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Kaolin uygulamasının yüksek dozu ve $CaCO_3$ uygulamasının düşük doz uygulamaları zaman zaman stoma iletkenliğine olumsuz etkilerde bulunmuştur. Çalışmanın ilk yılında sadece Şambayat'ta aynı ağaçlara sırasıyla yüksek ve düşük dozda yapılan ikinci kaolin ve $CaCO_3$ uygulamaları ile stoma iletkenliği önemli ölçüde düşmüştür. İkinci yılda da bu etki zaman zaman her iki lokasyonda görülmüştür. Dolayısıyla stoma iletkenliğine olan etki açısından TiO_2 uygulamaları başarılı bulunmuştur. TiO_2 uygulama dozu açısından düşük doz uygulamalar daha etkili sonuçlar vermiştir. Beyaz renkli yansıtıcıların ise ideal dozlarda uygulandığında stoma iletkenliğini etkilemediği ancak üst üste veya yüksek yoğunlukta uygulandığında stoma iletkenliğini olumsuz etkileyebileceği sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra uygulamaların fotosentez üzerine olumsuz bir etkisi de tespit edilmemiştir.

Birinci ve ikinci uygulama yılında yapılan SPAD ve YOSK ölçümlerine göre yapılan uygulamaların herhangi bir olumsuz etkisi olmayıp özellikle SPAD değeri açısından kaolin ve TiO_2 uygulamalarının önemli ölçüde etkili olduğu görülmüştür.

YOSK değeri açısından ise olumsuz bir etki görülmemiş olup çalışmanın birinci yılında TiO₂ uygulamaları öne çıkmıştır.

Yaprak ve meyve kimyasal özellikleri üzerine yapılan uygulamaların kontrole göre olumlu veya olumsuz bir etkisi olmayıp sadece stresi belirlemede önemli rol oynayan K/Na oranının kaolin uygulamalarıyla arttığı tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların meyve pomolojik özellikleri üzerine her iki yılda da olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüş olup birinci yılda daha şiddetli stres koşulları altında yetiştiricilik yapılan Bozhüyük lokasyonunda %5 kaolin uygulamaları yapılan ağaçların meyve iç randımanının kontrole göre %2.18 arttığı belirlenmiştir. Ancak bu etki Şambayat'ta görülmemiştir. İkinci yılda ise Bozhüyük lokasyonunda yapılan uygulamalar belirgin etki göstermemiştir. Şambayat lokasyonunda ise TiO₂ uygulamalarıyla iç randıman önemli ölçüde (%1) artmış, buna karşılık kaolin ve SP uygulamaları ile iç randıman %1 azalmıştır. Meyve iç randımanı açısından en etkili uygulama TiO₂ olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulama dozları arasında belirgin farklılık oluşmamış olup özellikle düşük doz uygulamaları daha etkili bulunmuştur.

Dört farklı partikül film kaplayıcının farklı koşullar altında yetiştiricilik yapılan iki badem bahçesindeki etkilerini iki yıl süreyle incelemek üzere yürütülen bu çalışma sonucunda fizyolojik, pomolojik ve kimyasal özelliklere olan etkileri beraber değerlendirildiğinde TiO₂ uygulamalarının diğer kaplayıcılara kıyasla daha tutarlı sonuçlar verdiği söylenebilir. Uygulama dozları arasında belirgin bir fark tespit edilmediğinden düşük doz uygulamalarının yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Artan kuraklığın olumsuz etkileri her geçen yıl daha belirgin hale gelmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara neticesinde partikül kaplayıcıların bademde kullanılabilir olduğu, uzun dönemde bitki sağlığını iyileştirmeye katkı sağlayabileceği ve verimi olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmüştür. Nitekim bu kanıyı destekleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu nedenle meyve ağaçlarının fizyolojisinin net tepkisini belirlemek için daha uzun yıllara dayalı olarak morfolojik ve verim parametrelerini de kapsayan daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- AGUILAR, A.A., SMITH, N.E. and BALDWIN, R.L. 1984. Nutritional Value of Almond Hulls for Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 67(1): 97-103.
- AK, B.E., 2016. Türkiye’de Badem Üretimi ve Yetiştiriciliği. *Tarım Gündem*, 6(34): 56-62.
- AKGÜL, B., ve ÖZGEN, İ., 2017. Kil Minerallerinin Tarımda Uygulama Olanakları. *International Journal of Innovative Engineering Applications* 1, 2: 18-26.
- ALBALA, K., 2009. Almonds Along the Silk Road: The Exchange and Adaptation of Ideas from West to East. *Petits Propos Culinaires*, 88, 19-34.
- ALVAREZ, H.L., DI BELLA, C.M., COLAVITA, G.M., ORICCHIO, P. and STRASCHNOY, J., 2015. Comparative Effects of Kaolin and Calcium Carbonate on Apple Fruit Surface Temperature and Leaf Net CO₂ Assimilation. *Journal of Applied Horticulture*, 17(3): 176-180.
- ALONSO, J.M., 2017. Almond Botany, Production and Uses-Environmental Requirements. CABI, Boston, 254-278.
- AOCS, 1989. American Oil Chemist’s Society Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist’s Society. Champaign, Methods Ce-66.
- ASLAN, M., ORHAN, I. and SENER, B., 2002. Comparison of the Seed Oils of *Pistacia vera* L. of Different Origins with Respect to Fatty Acids. *Int. J. Food Sci. and Tech.* 37: 333-335.
- ATLI, H.S., ÇAĞLAR, S., KAŞKA, N., RASTGELDİ, U., SOYLU, M.K., AYDIN, Y., ARPACI, S., AÇAR, İ., AKGÜN, A., BİLİM, C. ve AK, B.E., 2008. Yerli ve Yabancı Badem Çeşitlerinin GAP Bölgesi Sulu Koşullarında Gelişme, Meyveye Yatma, Verim ve Bazı Kalite Değerlerinin Belirlenmesi. TAGEM Sonuç Raporu, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müd. Yayın No: 38, Gaziantep, 34s.
- BASARAN, M., SAHAN, S. ve KAPLAN, S., 2019. New Innovation as Sunblock Material for Fruits. I. International Erciyes Agriculture, Animal and Food Sciences Conference, April 24-27, Kayseri, 182s.
- BERNARDO, S., DINIS, L.T., LUZIO, A., PINTO, G., MEIJÓN, M., VALLEDOR, L., ... and MOUTINHO-PEREIRA, J., 2017. Kaolin Particle Film Application Lowers Oxidative Damage and DNA Methylation on Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 139: 39-47.
- BOARI, F., DONADIO, A., SCHIATTONE, M.I. and CANTORE, V., 2015. Particle Film Technology: A Supplemental Tool to Save Water. *Agricultural Water Management*, 147: 154-162.
- CAJALES, H.H.M., 2011. Carry-over Effects of Water Stress in the Vegetative Development, Flowering, Fruit Set, and Yield of Almond Trees. University of California, Office of Graduate Students, Master of Science, 81p.
- CAMPOSTRINI, E., REIS, F.O., SOUZA, M.A. and YAMANISHI, O.K., 2004. Processed-Kaolin Particle Film on Papaya Leaves: A Study Related to Gas Exchange, Leaf Temperature and Light Distribution in Canopy. III. International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits, June 30, Vol.1, Fortaleza, 195-200.

- CANTORE, V., PACE, B. and ALBRIZIO, R., 2009. Kaolin-Based Particle Film Technology Affects Tomato Physiology, Yield and Quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2): 279-288.
- CHENG, T., RIVARD, B., and SANCHEZ-AZOFEIFA, A., 2011. Spectroscopic Determination of Leaf Water Content Using Continuous Wavelet Analysis. *Remote Sensing of Environment*, 115(2): 659-670.
- CIOACĂ, L. and STĂNICĂ, F., 2021. The Evolution of the Almond Crop Technology - A Review. *Scientific Papers, Horticulture*, 65(2): 31-38.
- COLAVITA, G.M., BLACKHALL, V. and VALDEZ, S., 2010. Effect of Kaolin Particle Films on the Temperature and Solar Injury of Pear Fruits. XI. International Pear Symposium, November 26, Vol. 909, General Roca, 609-615.
- CREAMER, R., CARPENTER, J., SANDERSON, R., SANOGO, S. and EL-SEBAI, O.A., 2005. Kaolin-Based Foliar Reflectant Affects Physiology and Incidence of Beet Curly Top Virus but Not Yield of Chile Pepper. *Horticultural Science*, 40(3): 574-576.
- DAVIS, P.A., LAW, S. and WONG, J., 2003. Colonic Interposition After Esophagectomy for Cancer. *Archiv. Surgery* 138, 303-308.
- DHINDSA R.S., DHINDSA P.P. and THORPE T.A., 1981. Leaf Senescence: Correlated with Increased Levels of Membrane Permeability and Lipid Peroxidation, and Decreased Levels of Superoxide Dismutase and Catalase. *J Exp Botany*, 32, 93-101.
- DOLL, 2017. "Almond Water Requirements, 279-290". *Almonds: Botany, Production and Uses*. (Eds: Socias i Company, R., Gradziel, T.M.). Boston, MA: CABI, 494 pp.
- ENNAB, H.A., EL-SAYED, S.A., and EL-ENIN, M.M.S., 2017. Effect of Kaolin Applications on Fruit Sunburn, Yield and Fruit Quality of Balady Mandarin (*Citrus reticulata*, Blanco). *Menoufia Journal of Plant Production*, 2(2): 129-138.
- ETİ, S., PAYDAŞ, S., KÜDEN, A.B., KAŞKA, N., KURNAZ, Ş. and ILGIN, M., 1993. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen Bazı Badem Çeşitlerinin Döllenme Biyolojisi ve Embriyo Gelişimi Üzerine Araştırmalar. TOAG Proje No: 675, A dana, 109s.
- FAGHIH, S., ZAMANI, Z., FATAHI, R. and OMIDI, M., 2021. Influence of Kaolin Application on Most Important Fruit and Leaf Characteristics of Two Apple Cultivars Under Sustained Deficit Irrigation. *Biological Research*, 54(1): 1-15.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization, Crop Statistics. <http://fao.org/faostat/en/#data/QC>, Available Date: 04.09.2023.
- FRIONI, T., SARACINO, S., SQUERI, C., TOMBESI, S., PALLIOTTI, A., SABBATINI, P. and PONI, S., 2019. Understanding Kaolin Effects on Grapevine Leaf and Whole-Canopy Physiology During Water Stress and Re-Watering. *Journal of Plant Physiology*, 242: 1-12.
- GHARAGHANI, A., JAVARZARI, A.M. and VAHDATI, K., 2018. Kaolin Particle Film Alleviates Adverse Effects of Light and Heat Stresses and Improves Nut and Kernel Quality in Persian Walnut. *Scientia Horticulturae*, 239, 35-40.
- GHARAGHANI, A., JAVARZARI, A. M., REZAEI, A. and NEJATI, R., 2023. Kaolin Spray Improves Growth, Physiological Functions, Yield, and Nut

- Quality of 'Tardy Nonpareil' Almond Under Deficit Irrigation Regimens. *Erwerbs-Obstbau*, 65(4): 989-1001.
- GLENN, D.M. and PUTERKA, G.J., 2010. Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews*, 31: 1-44.
- GLENN, D.M., PUTERKA, G.J., DRAKE, S.R., UNRUH, T.R., KNIGHT, A.L., BAHERLE, P., PRADO, E. and BAUGHER, T.A., 2001. Particle Film Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield, and Fruit Quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(2): 175-181.
- GLENN, D.M., PUTERKA, G.J., VANDERZWET, T., BYERS, R.E. and FELDHAKE, C., 1999. Hydrophobic Particle Films: A New Paradigm for Suppression of Arthropod Pests and Plant Diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4): 759-771.
- GUPTA, V.G., SCHMOLL, M., HERRERA-ESTRELLA, A., UPADHYAY, R.S., DRUZHININA, I. and TUOHY, M., 2014. *Biotechnology and Biology of Trichoderma*, Elsevier, Poland, 543p.
- HASSAN SAKAR, E., EL YAMANI, M., BOUSSAKOURAN, A. and RHARRABTI, Y., 2019. Codification and Description of Almond (*Prunus dulcis*) Vegetative and Reproductive Phenology According to the Extended BBCH Scale. *Scientia Horticulturae*, 247: 224-234.
- HOLTZ, B.A. and MARTIN-DUVALL, T., 2010. Processed-Kaolin Particle Film on Almond and the Effect on Tree Water Status, Growth, Yield, and Bud Failure. XXVIII. International Horticultural Congress – IHC2010: Colloquia and Overview, August 22-27, Lisbon, p: 257-261.
- JENKINS, D.J.A., KENDALL C.W.C., MARCHIE A., PARKER T.L., CONNELLY P.W., QIAN W., HAIGHT J.S., FAULKNER D., VIDGEN E., LAPSLEY K.G. and SPILLER G.A., 2002. Dose Response of Almonds on Coronary Heart Disease Risk Factors: Blood Lipids, Oxidized Low-Density Lipoproteins, Lipoprotein(A), Homocysteine, and Pulmonary Nitric Oxide. A Randomized, Controlled, Crossover Trial. *Circulation*, 106(11): 1327–1332.
- JIFON, J.L. and SYVERTSEN, J.P., 2003. Kaolin Particle Film Applications Can Increase Photosynthesis and Water Use Efficiency of 'Ruby Red' Grapefruit Leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(1): 107-112.
- KAÇAR, B., KATKAT A.V. and ÖZTÜRK Ş., 2013. *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara, 558s.
- KARAAT, F. E. and DENİZHAN, H., 2022. The Effects of Different Particle Film Applications on Almond Trees. *Ciência Rural*, 53(3): 1-9.
- KENDALL, C.W., JENKINS, D.J., MARCHIE, A., REN, Y., ELLIS, P.R. and LAPSLEY, K.G., 2003. Energy Availability from Almonds: Implications for Weight Loss and Cardiovascular Health. A Randomized Controlled Dose-Response Trial. *Faseb Journal*, 17(4): A339-A339.
- KESTER, D.E. and ASSAY, R., 1975. Almonds. In: Janick, J., Moore, J.N. (ed.) *Advances in Fruit Breeding*, Purdue University Press, West Lafayette, p: 387-419, Indiana.
- KHAVARI, M., FATAHI, R. and ZAMANI, Z., 2021. Salicylic Acid and Kaolin Effects on Pomological, Physiological, and Phytochemical Characters of

- Hazelnut (*Corylus avellana*) at Warm Summer Condition. Scientific Reports, 11(1): 1-14.
- KILIÇ, N., 2014. Ceviz Yetiştiriciliğinde Kaolin Uygulamasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 209s.
- LAMAOUI, M., JEMO, M., DATLA, R. and BEKKAOU, F., 2018. Heat and Drought Stresses In Crops and Approaches for Their Mitigation. Frontiers in Chemistry, 6(26): 1-14.
- LOMBARDINI, L., HARRIS, M.K. and GLENN, D.M., 2005. Effects of Particle Film Application on Leaf Gas Exchange, Water Relations, Nut Yield, and Insect Populations in Mature Pecan Trees. Horticultural Science, 40(5): 1376-1380.
- LOVICU, G., PALA, M., DE PAU, L., SATTA, D. and FARCI, M., 2001. Bioagronomical Behaviour of Some Almond Varieties in Sardinia. Acta Horticulturae, 591.
- MAHALAKSHMI, B.K., RAO, D.V.S., RAO, G.R. and REDDY, P.J., 1999. Management of Drought With Anti-Transpirants in Chill (*Capsicum annum* L.). South Indian Hortic., 47: 86-88.
- MAHMOUDIAN, M., RAHEMI, M., KARIMI, S., YAZDANI, N., TAJDINI, Z., SARIKHANI, S. and VAHDATI, K., 2021. Role of Kaolin on Drought Tolerance and Nut Quality of Persian Walnut. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 20(6): 409-416.
- MALETSIKA, P.A. and NANOS, G.D., 2013. Kaolin Particle Film on Peach Leaf Physiology. VIII. International Peach Symposium, June 17, Vol. 1084, p: 327-334, Matera
- MELGAREJO, P., MARTINEZ, J.J., HERNÁNDEZ, F.C.A., MARTINEZ-FONT, R., BARROWS, P. and EREZ, A., 2004. Kaolin Treatment to Reduce Pomegranate Sunburn. Scientia Horticulturae, 100(1-4): 349-353.
- MIARNAU, X., ALEGRE, S., and VARGAS, F., 2010. Productive Potential Of Six Almond Cultivars Under Regulated Deficit Irrigation. XIV GREMPA Meeting on Pistachios and almonds. Options Méditerranéennes, Series A, 94: 267-271.
- MICKE, W.C., 1996. Almond Production Manual. UCANR Publications, California, 279p.
- MOHAMAD, M.E., AWAD, A.A. and GENDY, A.S., 2021. Influence of Calcium Carbonate and Kaolin on Growth, Drought Resistance Index and Physiological Traits of Paulownia (*Paulownia tomentosa*, Thunb) Seedlings Under Drought Stress Conditions. Plant Archives, 21(1): 665-671.
- MORESHET, S., COHEN, Y. and FUCHS, M.E., 1979. Effect of Increasing Foliage Reflectance on Yield, Growth, And Physiological Behavior of A Dryland Cotton Crop. Crop Science, 19(6): 863-868.
- NANOS, G.D., KAZANTZIS, I., KEFALAS, P., PETRAKIS, C. and STAVROULAKIS, G. G., 2002. Irrigation and Harvest Time Affect Almond Kernel Quality and Composition. Scientia Horticulturae, 96(1-4): 249-256.
- NTANOS, E., TSAFOUROS, A., DENAXA, N.K., KOSTA, A., BOUCHAGIER, P. and ROUSSOS, P. A., 2022. Mitigation of High Solar Irradiance and Heat Stress in Kiwifruit During Summer Via the Use of Alleviating Products With Different Modes of Action-Part 1 Effects on Leaf Physiology and Biochemistry. Agriculture, 12(12): 2121.

- OĞUZ, M., 2022. Yapraktan Kaolin Uygulamasının Narın (*Punica granatum* cv. Hicaznar) Mineral Beslenmesi, Verimi ve Meyve Çatlaması Üzerine Etkisi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 36s.
- PARLAKÇI, H., 2008. Yabancı Kökenli Değişik Badem Çeşitlerinin Bazı Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri ile Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73s.
- ROMOJARO, F., RIQUELME F., GIMENEZ J.L. and LLORENTE S., 1988. Study On Carbohydrate Fractions in Some Almond Cultivars of The Spanish South-East. Fruit Science Reports, 15, 1-6.
- ROSATI, A., METCALF, S.G., BUCHNER, R.P., FULTON, A.E. and LAMPINEN, B.D., 2006. Physiological Effects of Kaolin Applications in Well-Irrigated and Water-Stressed Walnut and Almond Trees. Annals of Botany, 98(1): 267-275.
- RUBIO-CEBETAS, M.J., FELIPE, A.J. and REIGHARD, G.L. 2017. Rootstock Development. In: Almonds: Botany, Production and Uses. (Eds: Socias i Company, R., Gradziel, T.M.). Boston, MA: CABI, 494 pp.
- RUBIO, 2016. Almond Rootstocks Overview. In: Options Méditerranéennes, A, no. 119, XVI. GREMPA Meeting on Almonds and Pistachios, 133-143.
- SABATE, J., HADDAD E., TANZMAN J.S., JAMBAZIAN P. and RAJARAM S., 2003. Serum Lipid Response to the Graduated Enrichment of a Step I Diet With Almonds: A Randomized Feeding Trial. The American Journal of Clinical Nutrition, 77(6):1379-1384.
- SAURA CALIXTO, F., CANELLAS, J. and SOLER, L., 1988. La almendra: Composicio'n, Variedades, Desarrollo y Maduracion. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 173p.
- SAURA-CALIXTO, F. and CANELLAS, J., 1982. Mineral Composition of Almond Varieties (*Prunus amygdalus*). Z. Lebensm.-Unters Forsch A. 174(2): 129–131.
- SCHIRRA, M., NIEDDU G., MULAS M. and CHESSA I., 1988. The Influence of Cultural Factors on the Technological and Nutritional Values of Almond Fruit. EUR 11557, 216–228.
- SCOTT, L.W., BALASUBRAMANYAM A., KIMBALL K.T., AHRENS A.K., FORDIS C.M. and BALLANTYNE C.M., 2003. Long-term, Randomized Clinical Trial of Two Diets in the Metabolic Syndrome and Type 2 diabetes. Diabetes Care 26(8): 2481–2482.
- SEGURA-MONROY, S., URIBE-VALLEJO, A., RAMÍREZ-GODOY, A. and RESTREPO-DIAZ, H., 2015. Effect of Kaolin Application on Growth, Water Use Efficiency, and Leaf Epidermis Characteristics of *Physalis peruviana* Seedlings Under Two Irrigation Regimes. Journal of Agricultural Science and Technology, 17(6): 1585-1596.
- SHABNAM, N., TRIPATHI, I., SHARMILA, P. and PARDHA-SARADHI, P., 2016. A Rapid, Ideal, and Eco-friendlier Protocol for Quantifying Proline. Protoplasma, 253, 1577-1582.
- SHARMA, R.R., VIJAY RAKESH REDDY S. and DATTA, S.C., 2015. Particle Films and Their Applications in Horticultural Crops. Applied Clay Science, 116(2015): 54-68.
- SHELLIE, K., and GLENN, D.M. (2008). Wine grape response to kaolin particle film under deficit and well-watered conditions. Acta Hort., 792, 587-592.

- SMITH, A.E. and SECOY, D.M., 1975. Fore-runners of Pesticides in Classical Greece and Rome. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(6): 1050–1055.
- SMITH, M.W., ROHLA, C.T. and GOFF, W.D., 2012. Pecan Leaf Elemental Sufficiency Ranges and Fertilizer Recommendations. *Horticultural Technology*, 22(5): 594-599.
- SOCIAS I COMPANY, R., ANSÓN, M.J. and ESPIAU, M.T., 2017. Taxonomy, Botany and Physiology. In: Socias i Company, R., Gradziel, T.M. (ed.) *Almonds: Botany, Production and Uses*. CABI, Boston, 494p.
- SOCIAS I COMPANY, R., KODAD, O., ALONSO, J.M. and GRADZIEL, T.M., 2008. Almond Quality: a Breeding Perspective. *Horticultural Reviews*, 33, 1-33.
- SOTELO-CUITIVA, Y.M., RESTREPO-DÍAZ, H., GARCÍA-CASTRO, A., RAMÍREZ-GODOY, A. and FLÓREZ-RONCANCIO, V.J., 2011. Effect of Kaolin Film Particle Applications (Surround WP®) and Water Deficit on Physiological Characteristics in Rose Cut Plants (Rose spp L.). *American Journal of Plant Sciences*, 2(3): 354-358.
- SOTIROPOULOS, T., PETRIDIS, A., KOUKOURIKOU-PETRIDOU, M. and KOUNDOURAS, S., 2016. Evaluation of ‘Sun Protect’ in Protecting Apples (*Malus × domestica* Borkh.) Against Sunburn. *Horticultural Science*, 43(4): 175-180.
- SUGAR, D., HILTON, R.J. and VANBUSKIRK, P.D., 2005. Effects of Kaolin Particle Film and Rootstock on Tree Performance and Fruit Quality in ‘Doyenne du Comice’ Pear. *Horticultural Science*, 40(6): 1726-1728.
- ŞAHİN, S., 2017. Antepfıstığında Nanofiber Bariyer Yaprak Gübresi, Nanoteknolojik Kalsit ve Kaolin Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49s.
- THOMAS A.L, MULLER M.F, DODSON B.R, ELLERSIECK M.R. and KAPS M., 2004. A Kaolin Based Particle Film Suppresses Certain Insect and Fungal Pests While Reducing Heat Stress in Apples. *Journal of the American Pomological Society*, 58(1): 42-51.
- TUNÇ, Y., 2018. Sulu ve Kuru Koşullarda Gemlik ve Ayvalık (Edremit) Zeytin Çeşidinde (*Olea europaea* L.) Kaolin Kili Uygulamasının Güneş Yanıklığı Üzerine Etkisi. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 89s.
- TURNER, N.C., 1981. Techniques and Experimental Approaches for the Measurement of Plant Water Status. *Plant Soil*. 1981;58:339–66.
- TWORKOSKI, T.J, GLENN D.M. and PUTERKA G.J., 2002. Response of Bean to Applications of Hydrophobic Mineral Particles. *Canadian Journal of Plant Science*, 82(1): 217-219.
- UNAL, 2021. Adıyaman’da Sulanan ve Sulanmayan Koşullarda Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinin Bazı Fenolojik, Pomolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 36s.
- VANOĞLU, G.T., 2015. Okitsu Wase Satsumalarında Farklı Doz ve Zamanlardaki Kaolin Uygulamalarının Bazı Morfolojik, Fizyolojik, Verim ve Kalite

- Özelliklerine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s.
- YÜCEL, M., 2010. Kaolin Kıl (İnce Örtü Kaplama Teknolojisi) Uygulamasının Yüksek Sıcaklık Stresi Altındaki Karpuzlarda (*Citrullus Lanatus* (Thunbm.) Matsum & Nakai) Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkisi. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43s.
- WAND, S.J., THERON, K.I., ACKERMAN, J. and MARAIS, S.J., 2006. Harvest and Post-harvest Apple Fruit Quality Following Applications of Kaolin Particle Film in South African Orchards. *Scientia Horticulturae*, 107(3): 271-276.
- WISNIEWSKI, M., GLENN, D.M. and Fuller, M. P., 2002. Use of a hydrophobic particle film as a barrier to extrinsic ice nucleation in tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3): 358-364.
- YAZBEK, M. and OH, S.H., 2013. Peaches and Almonds: Phylogeny of *Prunus* subg. *Amygdalus* (Rosaceae) Based on DNA Sequences and Morphology. *Plant Systematics and Evolution*, 299, 1403-1418.
- ZAMANI, Z., 1995. Determination of Drought Tolerance in Pistachio, Olive and Almond. Final Report of Application Research for Ministry of Jihad Agriculture of Iran.

ÖZGEÇMİŞ

