

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI



**BİYOBOZUNUR MALÇLARIN KAPYA BİBERDE MEYVE
KALİTESİ VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİĞİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Burak TUZEN

Danışman

Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG tarafından 2180069 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Burak TUZEN tarafından, **Prof. Dr. Aysun PEKŞEN** danışmanlığında hazırlanan “**BİYOBOZUNUR MALÇLARIN KAPYA BİBERDE MEYVE KALİTESİ VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 24.02.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Aysun PEKŞEN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Jüri	Doç. Dr. Adnan UĞUR Ordu Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Jüri	Doç Dr. Harun ÖZER Ondokuz Mayıs Üniveristesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu, enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

04.01.2023

Burak TUZEN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: BİYOBOZUNUR MALÇLARIN KAPYA BİBERDE MEYVE KALİTESİ VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 04/01/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : %12

Tek kaynak oranı : %3 çıkmıştır.

04.01.2023

Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

ÖZET

BİYOBOZUNUR MALÇLARIN KAPYA BİBERDE MEYVE KALİTESİ VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Burak TUZEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Şubat/2023

Danışman: Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

Çalışmanın birinci yılında, kapy a biber yetiştiriciliğinde farklı formülasyonlara ve materyal özelliklerine sahip 2 adet biyobozunur plastik malç (BPM-1 ve BPM-2), biyobozunur kağıt malç (KM) ve polietilen plastik malç (PE) malçsız kontrol uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Birinci yıl biber hasatını takiben malçlar toprak içerisine işlenerek toprak ortamında ayrışma süreçlerine maruz bırakılmıştır. Kapy a biber bitkileri, bir sonraki yetiştirme sezonunda, ilk yılın deneme düzeni dikkate alınarak masuralar üzerine serilen aynı malçlar altında yeniden yetiştirilmiştir. Farklı malç uygulamalarının ve malçların toprağa karıştırılmasının kapy a biberin kalite ve biyoaktif bileşen içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, kapy a biberlerin meyve boyu, eni, meyve et kalınlığı, renk özellikleri ile C vitamini, suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi olarak DPPH ve FRAP içerikleri belirlenmiştir. Farklı malç uygulamalarının kapy a biber meyvelerinin boyu, meyve et kalınlığı, meyve kabuğunun L, a ve b renk değerleri ve SÇKM içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Malç uygulamalarından elde edilen meyvelerin meyve eni, toplam flavonoid ve DPPH içerikleri kontrole göre istatistiksel olarak çok önemli düzeyde ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur. KM’de yetiştirilen biberlerin toplam flavonoid ($716.34 \text{ mg QE kg}^{-1}$), toplam fenolik bileşikler ($2718.71 \text{ mg GAE kg}^{-1}$), DPPH ($127.42 \text{ mmol TE kg}^{-1}$) ve FRAP değerleri ($137.36 \text{ mmol TE kg}^{-1}$) diğer malç uygulamalarına göre istatistiksel olarak çok önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Farklı malç materyallerinin toprağa karıştırılmasından bir sonraki üretim sezonunda malç uygulamalarından elde edilen kapy a biberlerin meyve boyu, eni, et kalınlığı, a ve b renk değerleri ile C vitamini, titre edilebilir asit, DPPH ve FRAP içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Malçların toprağa karıştırılmasının kapy a biber meyvelerinin kalitesi ve biyoaktif bileşen içeriği üzerine etkisinin daha belirgin olarak ortaya konulabilmesi için çalışmanın en az bir yıl daha devam ettirilmesi yararlı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Biyobozunur malç, Biyoaktif bileşenler, *Capsicum annum*, Meyve özellikleri

ABSTRACT

THE EFFECT OF BIODEGRADABLE MULCHES ON THE FRUIT QUALITY AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF CAPIA PEPPER

Burak TUZEN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Horticultural

Master, February/2023

Supervisor: Prof. Dr. Aysun PEKŞEN

In the first year of the study, 2 biodegradable plastic mulches with different formulations and material properties (BPM-1 and BPM-2), biodegradable paper mulch (PM) and polyethylene plastic mulch (PE) were compared to the control treatment without mulch in the capia pepper cultivation. Following the harvest of pepper fruits, mulches were incorporated into the soil and exposed to the biodegradation process in the soil. Capia pepper plants were re-grown in the next growing season under the same mulches sheeted on the raising beds taking into account the first year's experimental layout. The effects of different mulch applications and incorporation of mulches into the soil on the quality and bioactive component content of capia pepper were investigated. In the study, fruit length, width, fruit flesh thickness, color characteristics, vitamin C, water-soluble dry matter (WSDM), titratable acidity (TA), total phenolic compounds, total flavonoid, and DPPH and FRAP contents as antioxidant activity of capia peppers were determined. The effect of different mulch applications on the fruit length, fruit thickness, L, a and b color values of fruit skin and WSDM content of capia pepper fruits was not found statistically significant. The fruit width, total flavonoid and DPPH contents of the fruits obtained from the mulch applications were statistically significantly higher than the control. Total flavonoid ($716.34 \text{ mg QE kg}^{-1}$), total phenolic ($2718.71 \text{ mg GAE kg}^{-1}$), DPPH ($127.42 \text{ mmol TE kg}^{-1}$) and FRAP ($137.36 \text{ mmol TE kg}^{-1}$) values of capia pepper grown in KM were found to be statistically significantly lower than other mulches ($p < 0.01$). It was determined that the fruit length and width, fruit flesh thickness, a and b color values, and vitamin C, titratable acid, DPPH and FRAP contents of the capia peppers obtained from mulch applications in the second growing season following the incorporation of mulches into the soil the in the previous growing season increased. It would be beneficial to continue the study for at least one year in order to more clearly demonstrate the effect of incorporating mulch into the soil on the quality and bioactive component content of capia pepper fruits.

Keywords: Biodegradable mulch, Bioactive compounds, *Capsicum annum*, Fruit properties

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve yazılmasında olduğu kadar eğitimimin her aşamasında yardım ve desteğini gördüğüm, öğrencisi olmaktan ve birlikte çalışmaktan büyük gurur duyduğum, çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Aysun PEKŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının arazi çalışmaları 2180069 nolu 'Biyobozunur Malçların Tarımsal Performansları ve Topraktaki Ayrışma Süreçleri' isimli proje kapsamında yürütülmüştür. Tez çalışmasında biyoaktif bileşen analizleri ise 221O157 nolu 1002 TÜBİTAK projesi desteği ile yapılmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim. Biyoaktif bileşen analizlerindeki katkılarından dolayı Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK ve Dr. Umut ATEŞ'e ve arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı da Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM ve Dr. Serkan İÇ'e çok teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Dr. Harbiye DURAN'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Salim TAŞDELEN'e, Yüksek Lisans Öğrencisi Edip Erhan KÜÇÜK'e, Ziraat Yüksek Mühendisi Ahmet Faruk KARASOY'a ve diğer emeği geçen arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Maddi ve manevi destekleri için aileme sonsuz teşekkür ederim.

Burak TUZEN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Kapa Biber Yetiştiriciliği Konusunda Yapılan Çalışmalar	6
2.2. Biyobozunur Malç Kullanımı Konusunda Yapılan Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Deneme yeri ve iklim özellikleri	21
3.1.2. Denemede kullanılan malç materyalleri ve kapa biber çeşidi	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Denemede yapılan ölçüm ve analizler	28
3.2.1.1. Kalite parametrelerine ilişkin yapılan ölçüm ve analizler	28
3.2.1.2. Biyoaktif bileşikler analizi için örnek hazırlığı ve yapılan analizler	30
3.2.1.3. İstatistik analizleri	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri	32
4.2. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve Renk Özellikleri Üzerine Etkileri	36
4.3. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve ŞÇKM, Titre Edilebilir Asitlik (TEA) ve C vitamini İçeriği Üzerine Etkileri	40
4.4. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyvenin Toplam Fenolik Bileşikler ve Flavonoid İçeriği Üzerine Etkileri	45
4.5. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyvenin DPPH ve FRAP İçeriği Üzerine Etkileri	47
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

BBM-1	: Biyobozunur Plastik Malç-1
BBM-2	: Biyobozunur Plastik Malç-2
DPPH	: 1, 1-Difenil-2-pikrilhidrazil
FAO	: Food and Agriculture Organization
FRAP	: Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Güç
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
KM	: Kağıt Malç
PE	: Polietilen Plastik Malç
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı
TEA	: Titre Edilebilir Asit Miktarı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
da	: Dekar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Türkiye kopya biber üretim alanları ve miktarları (TÜİK, 2022).....	2
Şekil 1.2.	Türkiye'de en çok kopya biber üretimi yapan 6 ilin yıllara göre üretim miktarları (TÜİK, 2022)	2
Şekil 3.1.	Denemenin kurulduğu alan	21
Şekil 3.2	Denemenin birinci üretim sezonuna ait günlük toplam yağış miktarı	22
Şekil 3.3.	Denemenin ikinci üretim sezonuna ait günlük toplam yağış miktarı	22
Şekil 3.4.	Denemenin birinci üretim sezonuna ait günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri.....	23
Şekil 3.5.	Denemenin ikinci üretim sezonuna ait günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri	23
Şekil 3.6.	Denemede kullanılan kopya biber fideleri	24
Şekil 3.7.	Malç uygulamalarına ait çakılı tarla denemesinin planı	25
Şekil 3.8.	Malç uygulamalarına ait parsellerdeki masura ebatlarının gösterimi.....	26
Şekil 3.9.	Deneme alanı ve parsellerin görünümü	26
Şekil 3.10.	Malçların toprağa karıştırılması	27
Şekil 3.11.	Hasada gelen biberlerin genel görünümü	28
Şekil 3.12.	Meyve boyu, eni ve et kalınlığı ölçümü	29
Şekil 4.1.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve boyu (cm) üzerine etkisi	33
Şekil 4.2.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve eni (mm) üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)	34
Şekil 4.3.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve et kalınlığı (mm) üzerine etkisi..	35
Şekil 4.4.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve kabuk L değeri üzerine etkisi.....	37
Şekil 4.5.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve kabuk a değeri üzerine etkisi	38

Şekil 4.6.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve kabuk b değeri üzerine etkisi.....	39
Şekil 4.7.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve SÇKM (%) içeriği üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.8.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve C vitamin ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)	43
Şekil 4.9.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve titre edilebilir asit (TEA, g sitrik asit 100 mL^{-1}) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır).....	44
Şekil 4.10.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve toplam fenolik bileşikler (mg GAE kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır).....	46
Şekil 4.11.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve toplam flavonoid (mg QE kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)	47
Şekil 4.12.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve DPPH (mmol TE kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)	49
Şekil 4.13.	Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve FRAP (mmol TE kg^{-1}) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)	50

TABLÖLAR DİZİNİ

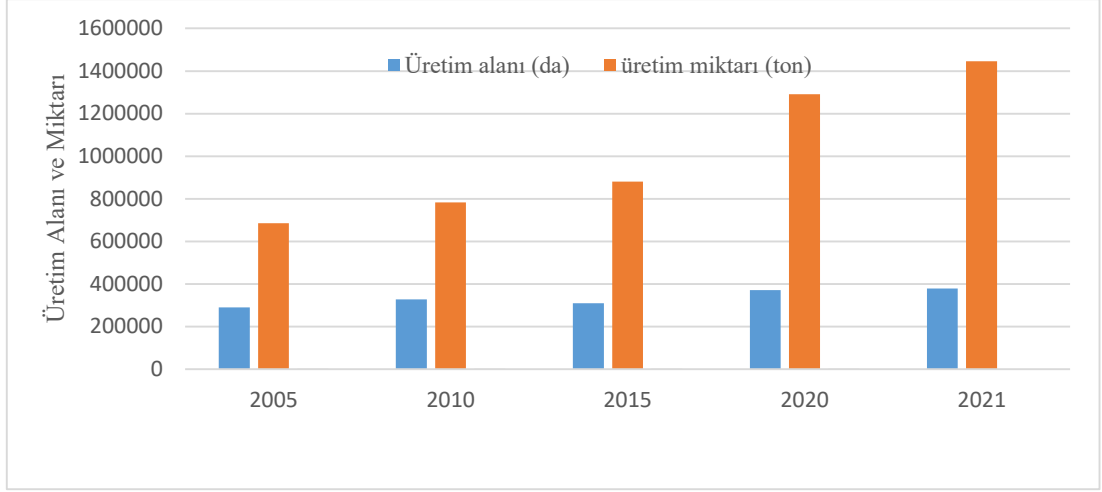
Tablo 4.1. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin boyu (cm) üzerine etkisi	32
Tablo 4.2. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin eni (mm) üzerine etkisi	34
Tablo 4.3. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin et kalınlığı (mm) üzerine etkisi.....	35
Tablo 4.4. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin kabuk L renk değeri üzerine etkisi	37
Tablo 4.5. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin a renk değeri üzerine etkisi.....	38
Tablo 4.6. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin b renk değeri üzerine etkisi.....	39
Tablo 4.7. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin SÇKM (%) içeriği üzerine etkisi	41
Tablo 4.8. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin Vitamin C (mg 100 g ⁻¹) içeriği üzerine etkisi.....	42
Tablo 4.9. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin titre edilebilir asit (TEA, g sitrik asit 100 mL ⁻¹) içeriği üzerine etkisi	44
Tablo 4.10. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin toplam fenolik bileşikler (mg GAE kg ⁻¹) içeriği üzerine etkisi ...	46
Tablo 4.11. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin toplam flavonoid (mg QE kg ⁻¹) içeriği üzerine etkisi.....	47
Tablo 4.12. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin DPPH (mmol TE kg ⁻¹) içeriği üzerine etkisi	49
Tablo 4.13. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin FRAP (mmol TE kg ⁻¹) içeriği üzerine etkisi.....	50

1. GİRİŞ

Biber (*Capsicum annum* L.), Solanaceae familyasından *Capsicum* cinsine ait bir kültür bitkisidir. 2021 yılı verilerine göre dünya biber üretimi 36286643 ton'dur. 2021 yılı verilerine göre en çok biber üretimi yapan ülkeler sıralamasında Türkiye (3 091 295 ton), Çin'den (16 721 690 ton) sonra ikinci sırada yer almaktadır. Biber üretiminde Endonezya (2 747 018 ton) üçüncü ve Meksika (2 584 143 ton) dördüncü sırada olan ülkelerdir (FAO, 2022). Türkiye, dünyadaki başlıca biber üreticilerinden biri olması yanında önemli bir ihracatçı ülke konumundadır. Ülkemiz için biber, önemli bir besin ve gelir kaynağıdır. Biber hem dünyada hem de Türkiye'de çok tüketilen, besin içeriği bakımından zengin mineraller ve vitaminler içeren, insan beslenmesine katkısı olan sebze türlerinden biridir. Son yıllarda biber ilaç, boya ve kozmetik gibi farklı endüstrilerde de kullanılmaktadır (Baenas et al., 2019).

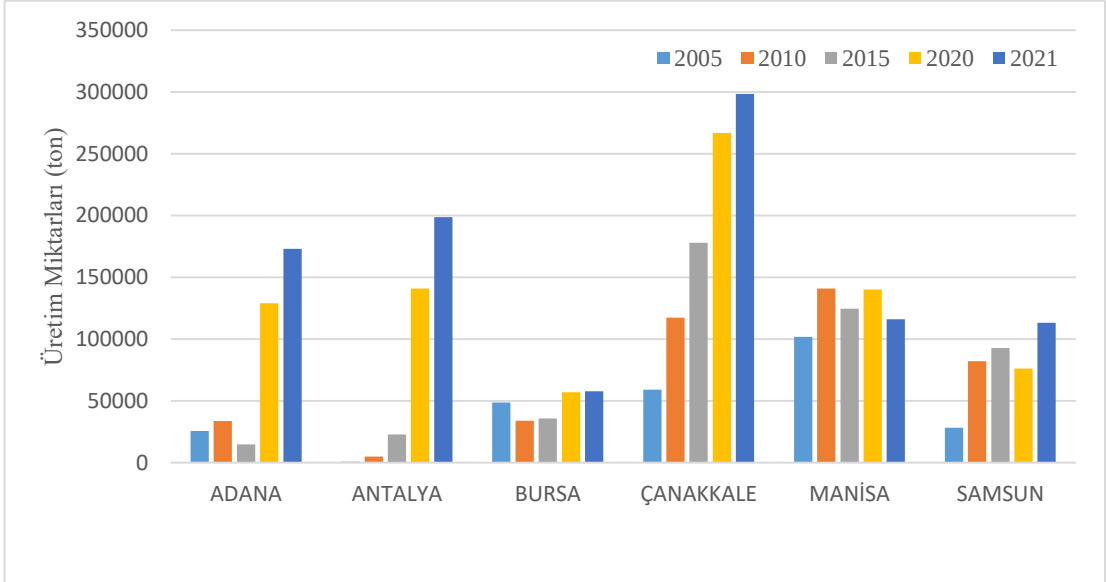
Biber, farklı şekil, renk, boyut, lezzet ve meyve eti kalınlığı gibi özellikleri olan birçok türü içeren bir bitki grubunu ifade etmektedir. Bu grup içerisinde kalya biber [*Capsicum annum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish], olgunlaştığında kırmızı renkte olan uzun konik şekilli, tatlı ve etli bir biber tipidir. Yağlık veya salçalık biber olarak da adlandırılan kalya biber; taze olarak tüketilmesinin yanı sıra dondurulmuş, közlenmiş biber konservesi, salça, sos, kurutulmuş ve baharat olarak da tüketilebilmektedir (Özdikmenli ve Zorba, 2015). Dünyada ve Türkiye'de kalya biber, yetiştiricilik ve işleme sanayisine yönelik büyük bir ithalat ve ihracat potansiyeline sahiptir.

Türkiye'de yıllara göre biber üretim miktarı gittikçe artmaktadır. Üretim miktarı bakımından gruplandırıldığında; birinci sırada kalya biber, ikinci sırada sivri biber, üçüncü sırada dolma biber ve dördüncü sırada ise çarliston biber yer almaktadır (TÜİK, 2022). Bunun nedeni kalya tipi kırmızıbiber karşı tüketici talebinin artması ve kalya biberin endüstriyel potansiyelinin olmasıdır. 2005 yılında 685 000 ton olan Türkiye kalya biber üretim miktarı, 2021 yılında 1 445 225 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2022) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye kapy biber üretim alanları ve miktarları (TÜİK, 2022)

Kapya biber üretimi sadece açıkta değil, son yıllarda Antalya’da seralarda da üretilmektedir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2019). Ülkemizde açıkta ve örtü altında yetiştiriciliği yapılan kapy biber çoğunlukla Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde üretilmektedir. Bununla beraber, son yıllarda Karadeniz bölgesinde de kapy biber ekili alan miktarı ve üretiminin arttığı görülmektedir. 2021 verilerine göre kapy biber üretimi; yoğun olarak Çanakkale, Antalya, Adana, Manisa, Samsun ve Bursa illerinde yapılmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Türkiye’de en çok kapy biber üretimi yapan 6 ilin yıllara göre üretim miktarları (TÜİK, 2022)

Samsun il geneline baktığımızda; en fazla kapy biber üretim alan ve miktarı Bafra (32 000 da ve 112 000 ton), Alaçam (250 da ve 813 ton) ve Ondokuz Mayıs (125 da ve 313 ton) ilçelerinde bulunmaktadır. Bu ilçelerin kapy biber üretim miktarları

yıllara göre artış göstermektedir. Bu artış en fazla Bafra ilçesinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022).

Bitkisel üretimde bitki gelişimi için uygun koşulların oluşturulması amacıyla toprak yüzeyinin farklı materyallerle kaplanmasına malçlama denilmektedir. Malçlama sağladığı faydalar nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir yönetim uygulamasıdır. Malç kullanımı; toprak neminin muhafazası, toprak sıcaklığının artırılması veya azaltılması, besin ve su kaybının azalması, yabancı ot kontrolü, hastalık ve zararlıların kontrolü, daha temiz meyve elde edilmesi, erkenci ve toplam verimde artış gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar aynı zamanda iş gücü gereksinimini ve maliyeti de azaltmaktadır (Ekinci ve Dursun, 2006). Farklı özelliklere sahip malç materyallerinin sebze türlerinin verim ve kalitesine etkilerinin araştırıldığı pek çok çalışma yapılmıştır (Díaz-Pérez and Batal, 2002; Ünlü vd., 2006; Ekinci and Dursun, 2009; Moreno et al., 2009; Iqbal et al., 2009; Díaz-Pérez, 2010; Seymen vd., 2010; Kurtar, 2010; Özer, 2012; Mu et al., 2014; Kosterna, 2014; Nyochembeng and Mankolo, 2021; Öz vd., 2021; Othman and Leskovar, 2022).

Günümüzde organik ve inorganik kökenli farklı birçok malç materyali olmasına rağmen, dünyada ve Türkiye'de en yaygın kullanılan malç materyali plastik malçlardır. Plastik malçlar; toprak sıcaklıklarının artması, su buharlaşmasının azalması ve yabancı ot kontrolüne bağlı olarak daha yüksek verim ve kalite elde edilmesini sağlamaları nedeniyle benimsenmişlerdir. Dünyada ne kadar PE malç kullanıldığına dair elde veri olmamakla birlikte, malçlı arazi alanının özellikle son yirmi yılda oldukça arttığı bilinmektedir (Othman and Leskovar, 2022). Malç küresel pazarının da 2026 yılına kadar 4.8 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (ReportLinker, 2020). Polietilen plastik malçların sağladığı avantajlar yanında özellikle üretim sezonu sonunda parçalanıp ayrışmaması nedeniyle araziden uzaklaştırma maliyetlerinin fazla olması ve toprak çevre kirliliği oluşturması kullanımını sınırlandırmaktadır (Ekinci ve Dursun, 2006; Moore and Wszelaki, 2019; Othman and Leskovar, 2022). Ng et al. (2018), plastik malçlardan türetilen mikroplastikleri, tarımsal mikroplastik kirliliğinin ana kaynaklarından biri olarak tanımlamışlardır. Yenilenemeyen petrol bazlı ürünler (Hayes et al., 2012) olan polietilen plastik malçlar araziden uygun bir şekilde uzaklaştırılmadığında toprak verimsizleşmekte, kirletici olarak çevreye zarar vererek ekosistemin bozulmasına neden olmaktadır (Durak, 2016; Ng et al., 2018). Bu nedenle

polietilen plastik malç kalıntılarının uzaklaştırılması tarımsal, çevresel ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır (Steinmetz et al., 2016).

Bilim adamları ve yetiştiriciler, küresel gıda güvenliğini sağlamak ve çevresel zararı en aza indirmek için bu hedeflerle başa çıkabilen sürdürülebilir tarım uygulamaları arayışındadırlar. Son yıllarda bu sorunların giderilmesi amacıyla yenilenebilir biyolojik kaynaklardan biyobozunur plastiklerin geliştirilmesi ve bunların tarımsal üretimde kullanımına yönelik araştırmalara ağırlık verilmiştir. Endüstriyel biyobozunur plastikler, ilk kez 1900'lü yılların başlarından üretilmiş olmakla birlikte modern biyobozunur plastiklerin üretimleri son yıllarda yaygınlaşmıştır (Sağlam et al., 2017). Biyobozunur malçlar ülkemizde daha yeni olmasına rağmen, uzun yıllardır Avrupa pazarında satılmakta ve çiftçiler tarafından kullanılmaktadır. Biyobozunur malçlar da diğer malç materyalleri gibi bitki veriminin artmasını, yabancı ot kontrolünü, kalitenin artırılmasını, sulama ve pestisit kullanımının azaltılmasını sağlamaktadır. Biyolojik kaynaklardan elde edilen biyobozunur plastik malçlar, çoğunlukla polilaktik asit, nişasta, selüloz ve polihidroksialkanoatlar gibi biyobazlı polimerlerden hazırlanmaktadır. Kullanılan polimerler, ester bağları içerir veya mikrobiyal hidrolize uygun polisakkaritlerdir (Brodhagen et al., 2015). Biyobozunur plastik malçlar; polietilen plastik malçlar yerine kullanılmak üzere geliştirilmiştir ve mikroorganizmaların plastiği parçalayacağı yerlerde kullanımdan sonra toprağa sürülecek şekilde tasarlanmıştır (Bandopadhyay et al., 2018). Biyobozunur malçların arazi sürme işleminden sonra tarlada biyolojik olarak parçalanabilmesi; malçların imhasını ortadan kaldırarak çiftçilere katma değer sağlar (Kyrikou and Briassoulis, 2007; Kijchavengkul et al., 2008). Biyobozunur plastik malçların hasat sonrası arazide bırakılarak toprak içerisine işlenebilmesi ve sonrasında toprak ortamında mikroorganizmalarca parçalanabilmesi nedeniyle polietilen plastik malçlara göre daha pratik ve ekolojik avantaja sahiptir. Bununla birlikte biyobozunur özelliğe sahip plastik malçların bütün bir bitki gelişim sezonu boyunca malçlamadan sağlanan faydaları tam olarak karşılayıp karşılayamayacaklarının ve farklı iklim ve toprak çevrelerindeki tarımsal performanslarının araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Son yıllarda sebzelerde verim kadar kalite kavramı da ön plana çıkmıştır. Tüketici bilinci ve alım gücünün artması vitamin ve antioksidan içeriği yüksek sebzelere olan talebin artmasına yol açmıştır (Salles et al., 2008). Kırmızı biberler

içermiş olduğu karotenoidler, askorbik asit ve fenolik bileşikler nedeniyle sağlık üzerinde yararlı etkileri olan mükemmel bir biyoaktif bileşik kaynağı olarak kabul edilir. Bunlar arasında polifenoller, antioksidan, antidiyabetik, antitümör, antimutajenik ve antiinflamatuvar gibi yararlı özelliklerle insan sağlığı açısından değerlidir (Quideau et al., 2011; Mudric et al., 2017). Bununla birlikte, genetik ve ekolojik etmenlere bağlı olarak bu biyoaktif bileşik seviyeleri çok değişkendir. Bu bileşiklerin seviyeleri; tür, çeşit, yetiştirme koşulları (iklim ve toprak), yetiştirme uygulamaları, kırmızıbiber olgunluğu, işlendikten sonraki kayıplar, hasat sonrası işlemler ve muhafaza koşullarından etkilenir (Howard et al., 2000; Hallmann and Rembiałkowska, 2012; Domínguez-Martínez et al., 2014; Ceglie et al., 2016; Kim et al., 2016; Mditshwa et al., 2017; Mudric et al., 2017). Rouphael et al. (2012), üretim sistemleri ve agronomik uygulamaların marul bitkisinin biyoaktif bileşiklerindeki nicel ve nitel varyasyonları belirleyebilen hasat öncesi faktörler olduğunu bildirmişlerdir.

Biyobozunur plastik malçlar, polietilen plastik malçlar için umut verici bir alternatiftir. Bununla birlikte, biyobozunur plastik malçların uzun süreli kullanımının toprak ekosistemlerini nasıl etkilediği, dolayısıyla mahsul verimliliği ve kalitesi üzerine etkileri konusunda bilgi eksiklikleri vardır. Biyobozunur plastik malç ve polietilen plastik malç materyallerinin hasat sonrası toprağa karıştırılmaları ve aynı üretim sahasının sonraki bitki gelişim sezonlarında da tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve kalitesi ve antioksidan aktivitesi içeriğini etkileyip etkilemediğine ilişkin literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Araştırmalar çoğunlukla verim ve verim parametreleri üzerine odaklanmıştır. Halbuki ürünün fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, beslenme yararları nedeniyle ürüne değer katarak pazarlamayı geliştirmek için büyük önem taşır. Bu çalışmada 2 farklı biyobozunur plastik malç, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve kalitesi ve biyoaktif bileşen içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kapy Biber Yetiştiriciliği Konusunda Yapılan Çalışmalar

Sun et al. (2007), yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olmak üzere 4 tatlı dolmalık biberin antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Yeşil, sarı, turuncu ve yeni hasat edilmiş kırmızıbiberlerde, Folin-Ciocalteu yöntemi ile tespit edilen toplam fenolik içerikleri sırasıyla 2.4, 3.3, 3.4 ve 4.2 μmol kateşin eşdeğeri g^{-1} olarak saptanmıştır. Kırmızı ve yeşil dolmalık biberlerin toplam fenolik içerikleri önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Biberlerin DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi ile belirlenen serbest radikal temizleme yeteneklerinin yeşilbiberlerde en düşük (2.1 μmol Trolox eşdeğeri g^{-1}) olduğu belirlenmiştir. Diğer 3 biber arasında önemli ölçüde farklılık saptanmamıştır.

Pérez-López et al. (2007) tarafından kontrollü sera koşullarında yürütülen çalışmada; entegre, organik ve geleneksel tarım sistemi ile yetiştirilen tatlı biber meyvelerinin renk, karotenoid ve mineral madde değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda organik tarım sisteminde yetiştirilen tatlı biberlerin toplam karotenoid miktarlarının en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel tarım sisteminde yetiştirilen biber meyvelerinin karotenoid içerikleri ve renk yoğunluklarının ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Toplam karotenoid içerikleri sırasıyla organik tarım sisteminde yetiştirilenlerde 3231 mg kg^{-1} , entegre sistemde yetiştirilenlerde 2493 mg kg^{-1} ve geleneksel sistemde yetiştirilen tatlı biberlerde 1829 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Ornelas-Paz et al. (2010) yaptıkları çalışmada Bell, Caribe, Chilaca, Habanero, Jalapeño, Manzano, Poblano ve Serrano çeşitlerinde çiğ ve pişmiş (haşlanmış ve ızgara) biberlerin tristimulus rengi, kapsaisinoidler (kapsaisin, dihidrokapsaisin, nordihidrokapsaisin) ve toplam fenolik içeriklerini incelenmişlerdir. Çiğ biberlerde kapsaisin içerikleri 0.60-913.80 $\mu\text{g g}^{-1}$, dihidrokapsaisin içerikleri 0-756.90 $\mu\text{g g}^{-1}$, nordihidrokapsaisin içerikleri 0-68.20 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve toplam fenolik içerikleri 1150.50-2190.00 μg gallik asit eşdeğeri g^{-1} aralığında bulunmuştur. Biber çeşitleri arasında büyük farklılıklar olduğu saptanmıştır. Haşlama ve ızgara yapılan acı biberlerdeki toplam fenolik içeriklerinin sırayla %7.40-137.00 oranında arttığı, acı olmayan dolmalık biberlerdeki toplam fenolik içeriklerinin ise pişirme ile %1.60-26.90 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Haşlama ve ızgara, toplam fenolik içeriklerine

kıyasla renk değerlerinde (L^* , a^* ve b^*) daha küçük değişikliklere neden olmuştur. Sonuç olarak Meksika biberlerinin kapsaisinoidler ve fenolik bileşikler açısından zengin olduğunu ve evde pişirmenin biberlerde bu tür bileşiklerin içeriğinde azalmaya veya artışa neden olabileceği saptanmıştır.

Koç et al. (2010) yaptığı çalışmada, soğuğa duyarlı KM-121 (Kahramanmaraş-sıcak) ve soğuğa dayanıklı melez Mert biberinde yaprak ve gövdede toplam çözünür protein, apoplastik protein, toplam fenolik bileşikler, prolin ve klorofil içeriğinin kantitatif değişimleri belirlenmiştir. Sonuçlar, soğuk uygulamanın biber fidelerinde apoplastik ve toplam çözünür protein, prolin, fenolik bileşiklerin birikimini artırdığını, klorofil içeriğini ise azalttığını göstermiştir.

Ghasemnezhad et al. (2011), biber meyvelerinin tüketimine olan ilginin büyük ölçüde biyoaktif bileşiklerin içeriğinden ve diyet antioksidanları olarak önemlerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Çalışmada; olgunluk ve hasat zamanının özellikle fenolik bileşiklerde, kersetin ve kateşin gibi flavonoidlerde, toplam fenollerde, askorbik asitte, antioksidan aktivitesinde ve toplam çözünür katı madde gibi tat ile ilişkili bileşiklerde meydana gelen değişimlere etkisi araştırılmıştır. Antioksidan bileşenlerin konsantrasyonu ve tat ile ilgili özellikler hem olgun hem de tam renkli olgunlaşma aşamalarında biber çeşitleri arasında farklılık göstermiştir. Son olgunlaşma aşaması ile birlikte toplam antioksidan aktivitesi artarken, askorbik asit, toplam fenoller gibi bazı antioksidan bileşenler azalmıştır.

Biber, hem ekonomik önemi hem de esas olarak mükemmel bir antioksidan bileşik kaynağı olmaları ve plasenta dokusunda keskin kapsaisinoidler gibi spesifik bileşenler içermesi nedeniyle önemli bir tarımsal üründür. Farklı olgunlaşma aşamasında 2 *Capsicum chinense* çeşidine [Chak k'an-iik (turuncu) ve MR8H (kırmızı)] ait meyvelerdeki antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriği değerlendirilmiştir. Kırmızı olgunlaşmamış plasental dokunun hem DPPH hem de CUPRAC yöntemleri kullanılarak Trolox eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) değeri $55.59 \mu\text{mols TE g}^{-1} \text{ FW}$ olarak belirlenmiştir. Plasental doku en yüksek toplam fenolik içeriğe ($27 \text{ g GAE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$) sahip olup, özellikle plasentaların güçlü antioksidan aktivitelerinden sahip oldukları yüksek düzeydeki kapsaisinoidlerin sorumlu olduğu bildirilmiştir. *Capsicum*'un antioksidan kapasitesinin tespit edilen toplam fenolik bileşik miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir (Castro-Concha et al., 2014).

Sora et al. (2015) *Capsicum* cinsine ait 6 biber çeşidinin antioksidan aktiviteleri, kapsaisin, dihidrokapsaisin ve toplam fenolik içeriklerini karşılaştırmışlardır. İn vitro koşullarda çeşitlerin antioksidan aktiviteleri; FRAP, DPPH ve ABTS●+ kullanılarak belirlenmiştir. Fenoliklerin ve kapsainoidlerin içeriği ile antioksidan aktiviteleri, tohumlarda meyve özüne göre daha yüksek bulunmuştur. Fenolik bileşim ile kapsaisinoid seviyeleri arasında %1 düzeyinde önemli ($p < 0.01$) ilişki olduğu saptanmıştır ($r = 0.98$). Benzer şekilde, antioksidan aktiviteler ile toplam fenolik ve kapsaisinoidlerin içerikleri arasındaki ilişki de yüksek bulunmuştur.

Chávez-Mendoza et al. (2015) farklı hasat tarihlerinde biberde çeşit-anaç kombinasyonları [(Sweet-Robusto (yeşil), Jeanette-Terrano (sarı), Orangela-Terrano (turuncu), Fascinato-Terrano (kırmızı), Fascinato-Robusto (kırmızı))] kullanarak β -karoten, C vitamini, likopen, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitesini karakterize etmişlerdir. Çalışma sonucunda biyoaktif bileşiklerin içeriği ve antioksidan aktivitesi için çeşit-anaç kombinasyonları ile meyve hasat tarihleri arasında istatistiksel farklılık ($p \leq 0.05$) olduğu saptanmıştır. Değerlendirilen tüm çeşit-anaç kombinasyonları arasında Fascinato-Robusto, en yüksek likopen ve toplam fenol konsantrasyonu ve antioksidan aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Biberlerin en yüksek biyoaktif bileşik konsantrasyonuna ve antioksidan aktivitesine sahip olması için en iyi örneklem zamanının eylül ayı olduğu tespit edilmiştir.

Garcia-Mier et al. (2015) dolmalık biberlerin renk, keskin aroma ve tat bakımından büyük beğeni toplamalarının yanı sıra elisitörlerin kullanımıyla antioksidan aktiviteleri geliştirilebilen iyi bir biyoaktif bileşik kaynağı olduklarını bildirmişlerdir. Elisitörler (bitki hücrelerine çok az miktarda dahil olduğunda biyoaktif bileşen üretimini tetikleyen maddeler), stres koşullarını taklit ederek metabolit indükleyici faktörlerin (MIF) görevini görür. Çalışmada elisitör karışımlarının hasattan sonra olgun meyvelerde uygulandığında; biyoaktif bileşikler, antioksidan aktivitesi ve kalite parametrelerini önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artırdığı tespit edilmiştir. Biyoaktif bileşikler, antioksidan aktivitesi ve kalite parametreleri bakımından en düşük değerler ise olgunlaşmamış meyvelerdeki uygulamalarda saptanmıştır. Tatlı dolmalık biberlerin biyoaktif bileşiklerini ve antioksidan aktivitesini geliştirmek için hasat edilmiş olgun meyvelere elisitör karışımlarının uygulanması tavsiye edilmiştir.

Şahiner (2019), kalite kriterleri yüksek ve tüketici talebini karşılayan çeşit belirlemek amacıyla Bursa ve çevresinde 9 kopya kırmızıbiber çeşidini denemeye almıştır. Çalışmada meyve verimi (kg da^{-1}), bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları, meyve eni ve boyu, meyve eti kalınlığı, ortalama meyve ağırlığı, meyve sayısı, meyve rengi, pH, SÇKM, titre edilebilir asit, likopen ve karoten miktarları çeşitlere göre farklılık göstermiştir. En yüksek verim Burkap çeşidinden elde edilmiştir. Meyve eti rengi bakımından en iyi sonuçlar Belkanto, Burkap ve Pascha çeşitlerinden, meyve eti kalınlığı bakımından ise Pascha çeşidinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda Bursa ili ve çevresi için Burkap ve Pascha çeşitlerinin kalite özellikleri bakımından diğer çeşitlere göre daha üstün bulunmuştur.

Hallmann et al. (2019), organik ve geleneksel dolmalık biber turşusu içindeki biyoaktif bileşiklerin konsantrasyonunu analiz etmek ve karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede organik ve konvansiyonel yetiştirilen 2 tatlı kırmızıbiber çeşidi (Roberta ve Berceo) kullanılmıştır. Meyvelerde kuru madde, polifenol ve karotenoid içerikleri belirlenmiştir. Konveksiyonel biber meyvelerinin turşusu organik örnekler ile kıyaslandığında; fenolik asitler açısından daha zengin olduğu, aynı zamanda mirisetin, kuersetin, kaempferol, apigenin ve karotenoidler gibi beta-karoten, alfa-karoten, kapsorubin, kriptoksantin ve kriptoflavin dahil olmak üzere önemli ölçüde daha fazla flavonoid içerdiği belirlenmiştir.

Azder vd. (2020) 2016-2017 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürüttükleri çalışmada; farklı damla sulama uygulamalarının kopya biberinin su kullanımı, verimi ve gelişme parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada sulama suyu miktarı arttıkça verimin arttığı tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında kopya biberlerin meyve enleri bakımından herhangi bir fark bulunmamış olup, meyve enleri 4.38-4.89 cm arasında değişmiştir. 2017 yılındaki kopya biberlerin meyve boyları, 2016 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. Meyve boyu bakımından sulama konuları arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunmazken, meyve boylarının 13.40-14.46 cm arasında değiştiği saptanmıştır.

Guclu et al. (2021) tarafından yapılan çalışmada organik ve geleneksel olarak yetiştirilen taze ve üç yöntemle (sıcak hava, aralıklı mikrodalga ve kızılötesi) kurutulmuş toz haline getirilmiş tatlı kırmızıbiberlerin aromaları, fenolik bileşikleri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Hem taze hem de toz organik biber örneklerinde

aroma bileşiklerinin sayısı çok yüksek; ancak toplam fenolik miktarı geleneksel örneklerde daha yüksektir. Biberlerde önemli bileşikler olan (E)- β -iyonun ve β -ocimene sadece organik biberlerde belirlenmiştir. Kurutma yöntemlerinden aralıklı mikrodalga kurutma, yeni aroma bileşikleri oluşturmada daha etkili olmuştur. Kızılötesi kurutma, fenoliklerin tutulmasında diğer iki yönteme göre daha etkilidir. Duyusal analizler sonucunda, sıcak havayla kurutulmuş örneklerin en az tercih edildiği görülmüştür.

2.2. Biyobozunur Malç Kullanımı Konusunda Yapılan Çalışmalar

Moreno and Moreno (2008) yaptıkları çalışmada 2 yıl süre ile açıkta domates yetiştiriciliğinde polietilen ve biyobozunur malç sisteminin [biyobozunur malç (BD1: yeşil, 25 mm kalınlık; BD2: kahverengi, 17.5 mm kalınlık; BD3: siyah, 20 mm kalınlık; BD4: siyah, 16 mm kalınlık); polietilen malç (PE1: siyah, 15 mm kalınlık; PE2: mavi/sarı, 30 mm kalınlık; PE3: mavi/sarı, 30 mm kalınlık)] toprak yapısına ve ürün miktarına etkilerini araştırmışlardır. 2004 yılının ürün miktarı ve meyve ağırlıkları incelendiğinde; en düşük değerler BD1 ve PE3 uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamaların meyve ağırlığı ise benzer bulunmuştur. 2005 yılında ise tüm uygulamaların hem ürün miktarı hem de meyve ağırlıkları arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Her iki yılda da malçlama sistemlerinin meyve sertliği üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur. Malç uygulamaları her yıl kendi içinde değerlendirildiğinde; SÇKM üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, ancak ikinci yıl SÇKM miktarının birinci yıla göre arttığı belirlenmiştir. Malç uygulamaları arasında meyve verimi ve kalitesi bakımından da fark olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda biyobozunur malçların açık hava koşullarına bağlı olarak beklenenden daha hızlı deformasyona uğradığı ifade edilmiştir.

Moreno et al. (2009) siyah polietilen malç, sebze yetiştiricileri arasında en çok kullanılan malçtır. Ancak toprağın giderek kirlenmesi riskinden dolayı ışık ile parçalanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen malçlar, geleneksel malçlara bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Açıkta domates yetiştiriciliğinde siyah polietilen, siyah biyobozunur mısır nişastasası plastiği ve ışıkla bozunabilir alüminize plastik olmak üzere üç malç materyali açıkta domates yetiştiriciliğinde verim üzerine etkileri bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışmada malçların görsel bozulması, toprak sıcaklığı, domates verimi ve meyve kalite özellikleri (çözünür kuru madde, sertlik, kuru ağırlık,

meyve suyu içeriği ve şekli) belirlenmiştir. Biyobozunur malç, işlevini başarıyla yerine getirmiş, hasat sonunda domates bitkileri araziden söküldükten yaklaşık üç ay sonra görsel olarak topraktan kaybolmuştur. Işıkla bozunabilen malç bitki sökülmeden önce bozuldu ve siyah polietilen malçların sezon sonunda büyük ölçüde bozulmadan kaldığı saptanmıştır. Domates verimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmamalarına rağmen, topraktaki ortalama sıcaklıkta önemli farklılıklar tespit edilmiştir (polietilende 31.80 °C, biyobozunurda 27.80 °C ve alüminize 28.70 °C). Ticari üretimler, biyobozunur ve polietilen malçlarda benzer (sırasıyla 9.82 ve 8.66 kg m⁻²) ve ışıkla bozunabilir alüminize malça (6.85 kg m⁻²) göre daha yüksek bulunmuştur. Işıkla bozunabilir alüminize malç uygulamasında diğer uygulamalara göre daha yüksek oranda tahrip olmuş meyve olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte meyve kalite parametrelerinde herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışma sonucunda biyobozunur plastik malçların, geleneksel plastik malçlara iyi bir alternatif olabileceği ifade edilmiştir. Ancak alüminize ışıkla bozunabilen malçlar, meyve verimini azalttıkları ve meyvede güneş yanığı belirtilerini arttırdığı için çok tavsiye edilmemiştir.

Anzalone et al. (2010) tarafından İspanya'nın Zaragoza kentinde üç yıllık saha denemeleri yürütülmüş, çalışmada domates yetiştiriciliğinde farklı biyolojik olarak parçalanabilen malç malzemeleri kullanılmıştır. Çalışmada siyah polietilen (PE) malçlara alternatif olarak çeşitli biyolojik olarak parçalanabilen malçların yabancı ot kontrolündeki kullanım durumu değerlendirilmiştir. Çalışmada pirinç samanı, arpa samanı, pelinotu, mısır hasadı atığı, siyah biyolojik olarak parçalanabilen plastik, kahverengi kraft kağıdı, siyah polietilen malç, herbisit, elle ot alma ve yabancı ot kontrolünün yapılmadığı uygulama olmak üzere 10 uygulama ele alınmıştır. Değerlendirmede yabancı ot kontrolü ve ürün verimine odaklanılmıştır. Tarlada en bol bulunan yabancı ot türleri mor fındık otu, semizotu, adi kuzukulağı ve iri yengeç otları olup, uygulamalar ve yıllar arasında yabancı ot kompozisyonunda değişiklik gözlenmiştir. En iyi yabancı ot kontrolü ve en düşük yabancı ot biyokütlesi; kağıt malç, ardından polietilen malç ve biyolojik olarak parçalanabilen plastik malç uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek domates verimi sırasıyla polietilen malç, kağıt malç, elle ayıklama, biyolojik olarak parçalanabilen plastik malç ve pirinç samanı uygulamalarında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kağıt malç, biyolojik olarak parçalanabilen plastik malç ve pirinç samanı, PE ve herbisitler için potansiyel ikame materyal olarak belirtilmiştir.

Kurtar (2010) sonbahar döneminde ısıtmasız cam serada farklı plastik malç (siyah, şeffaf ve gri) uygulamalarının Falcon F1, Eskenderany F1 ve Zümrüt F1 yazlık kabak çeşitlerinde toprak sıcaklığı, verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada; 5 ve 10 cm toprak derinliğindeki sıcaklık değerleri, ilk dişi ve erkek çiçek açma zamanı, meyve çapı ve uzunluğu, meyve ağırlığı, ortalama meyve sayısı, erkenci ve toplam verim değerleri tespit edilmiştir. Toprak sıcaklığı malçsız parsellerde 17.60 °C iken, malç kullanılan parsellerde 19.10-20.20 °C olarak belirlenmiştir. Malç kullanımının pazarlanabilir erkenci ve toplam verimi sırasıyla %50.7-86.4 ve 18.1-38.1 oranlarında artırdığı saptanmıştır. En yüksek erkenci verim 1264 kg da⁻¹ ile Eskenderany F1, toplam verim ise 3858 kg da⁻¹ ile Falcon F1 çeşidinde siyah malç kombinasyonundan elde edilmiştir. En fazla meyve sayısı (10.1 adet bitki⁻¹), meyve uzunluğu (17.3 cm) ve meyve ağırlığı (175.1 g) Falcon F1 çeşidinde, en büyük meyve eni (4.44 cm) ise Zümrüt F1 çeşidinde bulunmuştur.

Kasirajan and Ngouajio (2012) tarımda plastik malç kullanımının dünya genelinde özellikle son 10 yılda çarpıcı bir şekilde arttığını belirtmişlerdir. Bu artışın nedeni plastik malç kullanımı ile toprak sıcaklığındaki artış, nemin korunması, toprak besin maddelerinin daha verimli kullanılması, yabancı ot yoğunluğunun ve bazı haşerelerin azalması ve daha yüksek ürün verimi gibi faydaların elde edilmesidir. Plastik malçların kullanımdan sonra kirliliğe neden olması, ışıkla ve biyolojik olarak parçalanabilen biyobozunur malçların geliştirilmesine yol açmıştır. Çalışmada biyobozunur malçlara özel atıfta bulunarak tarımda plastik malçların kullanımı gözden geçirilmiştir. Çalışmada (1) plastik malçların tarihi, mahsul verimi ve haşere yönetimi üzerindeki etkisi, (2) polietilen malçların sınırlamaları ve potansiyel alternatifler, (3) biyolojik olarak bozunabilir ve ışıkla bozunabilir plastik malçlar, (4) biyolojik olarak bozunabilir malçların saha performansı ve (5) organik üretimde biyolojik olarak parçalanabilen plastik malçların kullanılması konuları ele alınmıştır. Plastik malçların birçok faydası olmasına rağmen, geleneksel polietilen malçların çıkarılması ve bertaraf edilmesinin önemli bir tarımsal, ekonomik ve çevresel kısıtlama olduğu bildirilmiştir. 1970 ve 1980'lerde ışıkla bozunabilir plastik malçlar, yanlış bir şekilde biyolojik olarak bozunabilir malç olarak adlandırılmıştır. Bu malçların pahalı olmaları ve bozulmalarının tahmin edilemez olması kullanımlarını sınılandırmıştır. Biyolojik olarak parçalanabilen plastik filmler, topraktaki mikrobiyal aktivite yoluyla karbondioksit, su ve doğal maddelere dönüştürülmektedir. Poli(laktik asit),

poli(bütlen adipat-kotereftalat), poli(e-kaprolakton) ve nişasta bazlı polimer karışımları veya kopolimerleri gibi polimerler, toprak ve kompost gibi biyoaktif ortamlara maruz kaldıklarında bozunabilmektedir. Petrol ve doğal kaynaklardan elde edilen gerçekten biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerle, biyolojik olarak parçalanabilen polimerleri tarımsal malç filmleri olarak kullanma fırsatı daha uygun hale gelmiştir. Ancak polimer ve katkı maddelerinin kaynağı, organik üretimde biyolojik olarak parçalanabilen bazı malçların kullanımını sınırlayabilmektedir. Çalışmada biyobozunur malçların mahsul büyümesi, mikro iklim değişiklikleri, toprak biyotası, toprak verimliliği ve verim üzerindeki etkisi hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

Cirujeda et al. (2012) tarafından yapılan çalışmada İspanya'da domates yetiştiriciliğinde özellikle yabancı ot kontrolü için siyah polietilen plastik (PE) malç kullanıldığı, ancak bunun ciddi bir plastik atık sorununa neden olduğu bildirilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde kullanılabilecek az sayıda herbisitinin olması nedeniyle biyolojik olarak parçalanabilen bir malçlamanın yüksek verim, yüksek yabancı ot kontrolü sağlayabileceği ve ekonomik olabileceği ön görülmüştür. Bu amaçla İspanya'nın dört bölgesinde 3 yıl boyunca aynı saha denemesi ile farklı malçların sanayi domates yetiştiriciliğinde kullanım durumu araştırılmıştır. Çalışmada; işlenmemiş kontrol, elle temizleme, siyah PE malç (15 µm kalınlık), iki tür siyah biyobozunur plastik malç (15 µm), okso-bozunur plastik malç (siyah, 15 µm), kahverengi kraft kağıt malç (140 g m⁻²), siyah kağıt malç (85 g m⁻²) ve arpa samanı (1 kg m⁻²) olmak üzere 9 uygulama ele alınmıştır. Malçların yabancı ot kontrolü ve verim üzerine etkileri ile ekonomik yönleri incelenmiştir. Çalışmada işlenmemiş kontrolde %24-68 oranında verimde azalma saptandığı ve bu nedenle yabancı ot kontrolünün yapılmasının kesinlikle gerekli olduğu bildirilmiştir. Biyobozunur plastikler yabancı ot kontrolü ve yüksek verim sağlamaları nedeniyle teknik olarak PE'ye uygun alternatifler olduğu ifade edilmiştir. Kağıt malçların sonuçları da PE'ye benzer olmakla birlikte tarlaya yerleştirilmesinin daha zor olması ve kırılmaların görülmesi kullanımını zorlaştırmaktadır. Biyobozunur malzemeler, PE gibi fayda sağlamakla birlikte yüksek fiyatı nedeniyle ekonomik bulunmamıştır. Araştırmacılar PE'nin yasaklanmadığı veya diğer malçlardan daha düşük maliyetle satılmadığı sürece, atık sorununa rağmen en yaygın malçlama malzemesi olmaya devam edeceğini

bildirmişlerdir. Düşük yoğunluklu ot olan yerler için elle temizlemenin de bir alternatif olabileceği ifade edilmiştir.

Geleneksel ve organik domates yetiştiriciliğinde yabancı ot kontrolü üzerine malçlama (yerfıstığı kabuğu, mısır sapı ve malç tekstili malç materyalleri), fırçalama (yatay dönen fırçalama aleti) ve çapalama (freze, kültivatör, keser çapa ve el çapası) uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda domates yetiştiriciliğinde yabancı otlara karşı en etkili uygulamanın malç tekstili ile yapılan malçlama olduğu tespit edilmiştir. Malç tekstili uygulamasında hiç yabancı ot çıkışı olmadığı, bu nedenle bu uygulamanın tek başına yabancı ot kontrolünü sağladığı bulunmuştur. Çalışmada parsel genelinde ve sıra üzerinde en etkili bulunan malç tekstili ile yapılan malçlama uygulamasını el çapası ve freze uygulamaları izlemiştir. Sıra arasında ise sırasıyla malç tekstili, freze ve kültivatör uygulamalarının yabancı otlara karşı en etkili uygulamalar olduğu bulunmuştur. En yüksek verim el çapası, freze ve malç tekstili uygulamalarından elde edilmiştir (Arslan ve Uygur, 2014).

Kenanoğlu vd. (2016), farklı malç uygulamalarının (buğday samanı, kavak talaşı, çam talaşı, gri polietilen örtü ve siyah polietilen örtü) Marmara domates çeşidinde yabancı ot popülasyonu ile bitki ve meyve gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada üç defa el çapası ile temizleme ve 1 defada Metribuzin (50 g da⁻¹) uygulaması yapılmıştır. Uygulamaların etkinliğini belirlemek için herhangi bir yabancı ot mücadelesinin yapılmadığı parseller kontrol olarak ele alınmıştır. Çalışma, 12 m²'lik parsellerde 4 tekerrürlü olarak Tesadüf Blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Uygulamaların bitki boyu, gövde kalınlığı, dal, çiçek ve meyve sayısı, meyve boyu ve eni, meyve ağırlığı ile meyve sertliği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek bitki boyu, meyve ağırlığı, çiçek ve meyve sayısı siyah polietilen örtü uygulamasından elde edilmiştir. En düşük meyve sertliği buğday samanı uygulanan parsellerde tespit edilmiştir. Ele alınan parametrelerde en düşük değerler, çam talaşı uygulamasından elde edilmiştir.

Haapala et al. (2015) 2 farklı biyolojik olarak parçalanabilen plastik malç ve farklı kağıt malçların açıkta yetiştirilen hıyar bitkisinin verimine etkisini araştırmışlardır. Parsellerin toprak sıcaklıkları, yetiştirme sezonu boyunca takip edilmiştir. Toprak sıcaklığı, koyu renkli malçlarda açık renkli malçlara göre daha fazla artırmıştır. Malçlar erken mevsimde toprağı daha fazla ısıtırken, bitkiler büyüdüğünde

ve yapraklar malç yüzeyini kapladığında ısıtma etkisi azalmıştır. Çalışmada ele alınan malçların tümü, malç uygulanmayan çıplak toprağa göre verimi arttırmıştır.

Gazan (2015) taze fasulyede sonbahar ve ilkbahar yetiştirme döneminde farklı renklerdeki (siyah, sarı ve şeffaf) plastik malç uygulamalarının erkencilik, verim ve kalite üzerine etkilerini malçlamanın yapılmadığı kontrol uygulaması ile karşılaştırmıştır. Çalışmada Naz Sırık ve 4F-89 fasulye çeşitleri kullanılmıştır. İlkbahar döneminde en erken hasada gelme süresi 4F-89 çeşidinde sarı malç uygulamasında ve Naz sırık çeşidinde ise siyah malç uygulamasında tespit edilmiştir. Naz ve 4F-89 çeşidinde en yüksek verim (sırasıyla 3811.9 ve 1718.1 kg da⁻¹) siyah malç uygulamasında belirlenmiştir. Sonbahar döneminde en erken hasada gelme süresi Naz çeşidinde 61 gün ve 4F-89 çeşidinde ise 63 gün olarak tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde en yüksek verim, Naz Sırık ve 4F-89 çeşidinde (sırasıyla 2679.3 ve 1641 kg da⁻¹) siyah malç uygulamasında saptanmıştır. Çalışma sonucunda sonbahar ve ilkbahar yetiştiriciliğinde; Naz Sırık çeşidi ve siyah malç uygulamasının 4F-89 çeşidi ve diğer malç uygulamalarından daha üstün olduğu sonucuna varılmıştır.

Kenya'da, bahçe bitkilerinin üretkenliğini artırmak için organik ve inorganik malç malzemelerinin kullanımına çok az ilgi gösterilmektedir. Bu çalışma 2015 yılında, uzun ve kısa yağışlı mevsimde, Busia-Kenya, Alupe'de, siyah plastik, şeffaf plastik ve hasır malçlamanın yeşilbiberin gelişimi ve verimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada saman malç, diğer uygulamalara kıyasla fidelerin önemli ölçüde kuvvetli büyümesini sağlamıştır. Siyah polietilen malç, uzun yağmur mevsiminde 924.5 g bitki⁻¹ ve kısa yağmur mevsiminde 681.1 g bitki⁻¹ ile önemli ölçüde (P=.05) daha ağır meyveler toplanmıştır. Her iki çeşitte malç uygulamasının olmadığı parsellerde her iki mevsimde de en düşük meyve verimi belirlenmiştir. Şeffaf malç, meyve başına önemli ölçüde daha fazla tohum (196 adet), en uzun meyve uzunluğu (8.5 cm) ve en büyük meyve çapı (9.2 cm) vermiştir. Siyah polietilen malçların biberin verimi ve büyümesi üzerinde en büyük etkiye sahiptir ve çalışmada plastik malçlar arasında üstün performans gösterdiği için tavsiye edilmiştir (Edgar et al., 2016).

Zou et al. (2017) tarafından yapılan çalışmada; T0: 0 kg ha⁻¹ (kontrol), T1: 80 kg ha⁻¹, T2: 160 kg ha⁻¹, T3: 320 kg ha⁻¹, T4: 640 kg ha⁻¹ ve T5: 1280 kg ha⁻¹ olmak üzere farklı miktarlarda plastik malç atık malzemenin saksı toprağına karıştırılmasının domates verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada; en düşük SÇKM

içeriği kontrol uygulamasında tespit edilmiş, plastik atık malzeme miktarı arttıkça SÇKM içeriğinin de arttığı belirlenmiştir. En düşük C vitamini içeriği ise kontrol ve T1 uygulamalarında saptanmış, yine plastik atık miktarı arttıkça diğer uygulamalarda C vitamininin düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada atık plastik malç miktarı arttıkça meyve çapı ve verimde önemli oranda azalma olduğu bildirilmiştir.

Moore and Wszelaki (2019), plastik malçların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve biberde meyve kalitesine artırmak amacıyla farklı malç materyalleri [polietilen siyah malç, WeedGuardPlus (kağıt malç, açık kahverengi), Bio360 (polyester karışımlar veya nişastasız siyah malç), Organix siyah, Naturecycle (özel biyoplastik, nişasta polyester karışımı siyah), Exp-PLA/PHA amorf siyah, Organix siyah üzerine beyaz malç] ile kontrol (malçsız) uygulamasını karşılaştırmışlardır. 2017 yılında en düşük verime sahip olan Naturecycle dışında, uygulamalar arasında verimler benzer bulunmuştur. 2018 yılında ise en yüksek verim elle temizlenen malçsız uygulamadan elde edilmiştir. Çalışmada yabancı ot kontrolüne karşı diğer uygulamalara kıyasla kağıt malç uygulamasının önemli derecede daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Polietilen plastik malç uygulamalarının hem yabancı ota karşı etkisiz kaldığı hem de sıcaklık stresine sebep olduğu saptanmıştır. Polietilen uygulamasının ayrıca meyve miktarını azalttığı ve kalitesini düşürdüğü de bildirilmiştir. Bunun aksine beyaz malç ve kağıt malçların toprak yüzeyini soğutarak sıcaklık stresine karşı koruma sağladığı, bu nedenle meyve kalitesi ve ürün miktarını önemli derecede artırdığı ifade edilmiştir.

Plastik malç filmleri, yabancı otların ve buharlaşma yoluyla su kaybının azaltılması ve toprak sıcaklığının kontrolü gibi sağladıkları faydalar nedeniyle dünya çapında sebze ve diğer özel mahsullerin üretiminde kullanılmaktadır. Plastik malçlar daha iyi ürün kalitesi, verim ve su gibi tarımsal girdilerin daha verimli kullanılmasını sağlar. Ancak plastik malçların en yaygın olarak kullanılan bileşeni olan polietilen (PE), biyolojik olarak zayıf bir şekilde parçalanabilir. Bu nedenle plastik malçların hasattan sonra ortadan kaldırılması pahalı ve zahmetli bir iştir. PE malçlarının geri dönüştürülmesi ve çöpe atılması için fırsatlar hazır veya pratik değildir. Atık PE parçaları, mikro ve makro organizmalara zarar verebilecekleri toprakla ilgili ekosistemlerde ve su havzalarında kolayca dağılır. Bertarafıla ilgili eksiklikleri gidermek için biyolojik olarak parçalanabilen plastik malçlar (BDM'ler) geliştirilmiştir. BDM'lerin satın alma maliyetleri PE malçlarından iki kat daha yüksek

olmasına rağmen, BDM'ler hasattan sonra toprağa ucuz bir şekilde sürülür. PE plastik malçların BDM'lerle değiştirilmesinin çevresel faydalarına ve hasatta işçilik maliyetlerinde potansiyel tasarruflara rağmen, çok yıllık BDM istihdamının toprak sağlığı ve özel mahsul verimliliği üzerindeki uzun vadeli etkisi hala bir endişe kaynağıdır. Bu çalışmada BDM'lerin özel mahsul üretimi ve toprak verimliliği üzerindeki uzun vadeli etkilerine ilişkin son disiplinler arası araştırmalar tartışılmıştır (Hayes et al., 2019).

Zhang et al. (2019) plastik malçların çevre ve ekolojik risklerini ortadan kaldırarak domateste verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, bitki samanından yapılmış biyolojik olarak parçalanabilen kağıt (BP), polietilenden yapılmış gümüş-gri plastik film (PF) ve bitki samanından ayrıştırılmış kömürle birleştirilmiş biyo-bazlı (BB) malç materyallerini kullanmışlardır. Çalışmada malç materyallerinin toprak özellikleri ile domates bitkisinin bitkisel özellikleri, verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. 2 yıl süre ile yapılan bu çalışma sonucunda her iki yılda da BP malç uygulamasının önemli derecede verim artışına neden olduğu belirlenmiştir. En düşük verim PF uygulamasından elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında C vitamin içeriği BP uygulamasında diğerlerine kıyasla önemli derecede daha yüksek bulunmuş, kontrol uygulamasında ise en düşük seviyede ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise uygulamaların C vitamin içerikleri benzer olmakla birlikte kontrol uygulamasından daha yüksek seviyede bulunmuştur. İki yılın sonuçlarına göre titre edilebilir asit bakımından en yüksek değerler kontrol grubundan elde edilmiş, bunu BP uygulaması izlemiştir. En düşük değer ise BB uygulamasında belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında BB uygulamasının SÇKM içeriği kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Halbuki denemenin ikinci yılında tüm uygulamaların SÇKM içeriğinin benzer seviyede olduğu görülmüştür.

Yağanoğlu (2019) farklı malç malzemeleri ve sulama seviyelerinin kornişon cinsi turşuluk hıyar bitkisinin bitki gelişimi ve verimine olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmada Dinçel F1 ve Sertel F1 kornişon hibrit çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada inorganik (şeffaf malç naylonu ve ultraviyole katkılı siyah), doğal inorganik (çakıl ve pomza) ve organik (kurumuş yaprak ve fındık kabuğu) malçlar kullanılmıştır. Malç malzemelerinin erkenci verim üzerine etkisi her iki çeşit için de önemsiz, toplam verim üzerine etkisi ise önemli bulunmuştur. Erkenci verim; Sertel F1 ve Dinçel F1 çeşidi için sırasıyla 0.54-0.92 ve 0.22-0.87 t da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Toplam verim ise

Sertel F1 ve Dinçel F1 çeşidinde sırasıyla 3.65-6.80 ve 3.29-5.02 t da⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bitki gelişimi ve verim değerleri incelendiğinde; Sertel F1 çeşidinde kurumuş yaprak ve fındık kabuğu malçı, Dinçel F1 çeşidinde ise fındık kabuğu ve çakıl malçı uygun bulunmuştur. Sera koşullarında turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde fındık kabuğu, yaprak ve çakıl malç materyallerinin kolay bulunması nedeniyle tercih edilebileceği belirtilmiştir.

Yang et al. (2020) topraktaki fazla plastik kalıntıların toprak kirliliğine ve tarımda bitki örtüsünün tahribatına neden olduğunu bildirmişlerdir. Biyobozunur malç, plastik atıkları azaltmak için geleneksel plastik malçlara ideal bir alternatif olarak kabul edilir. Yenilenebilir kaynaklı biyolojik olarak parçalanabilen malzemeler, ekolojinin sürdürülebilir gelişimini desteklemek için petrol bazlı biyolojik olarak parçalanabilen malzemeler daha fazla ilgi görmektedir. Çalışmada yenilenebilir kaynaklara dayalı biyolojik olarak parçalanabilen malç kullanımında çeşitli yenilenebilir malzemelerin ilerlemesi kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmiş, malzemelerin mekanik özellikleri, bariyer özellikleri, uygulama etkileri ve biyolojik olarak parçalanabilirlik performansları arasındaki farklar ele alınmıştır. Ayrıca yenilenebilir kaynaklı ve geleneksel plastik malçlar arasındaki farklar ve bunların çevre üzerindeki etkileri analiz edilerek olası çevre etkileri üzerine tahminler yapılmıştır.

You et al. (2021) yaz mevsiminde bitkileri ısı ve kuraklık stresine sokan plastik filmlerin (PF) etkisini azaltmak, domates bitkisinin gelişimini ve meyve kalitesini artırmak amacıyla yaptıkları çalışmada; kontrol ve PF'ye ek olarak farklı renklerde (kırmızı, siyah, mavi ve sarı) biyobozunur kağıt (BP) malzeme kullanılmıştır. İki yıl yürütülen çalışmada iki yılın ortalama meyve verimi mavi ve kırmızı biyobozunur kağıt malç uygulamasında, diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En düşük ortalama meyve verimi PF uygulamasında saptanmıştır. Buna ek olarak kontrol ve sarı renkli BP malç uygulamasında benzer değerler bulunmuştur. Çalışmada en yüksek C vitamini değeri mavi renkli BP malç uygulamasında, en düşük ise PF uygulamasında tespit edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek titre edilebilir asit miktarı mavi renkli BP malç uygulamasında, en düşük ise kırmızı renkli BP uygulamasında saptanmıştır. En düşük suda çözünür kuru madde miktarı sarı ve koyu renkli BP uygulamasında, en yüksek ise mavi renkli BP malç uygulamasında tespit edilmiştir. Genel olarak domates meyvesinin gelişim ve kalitesi üzerine kağıt malçın plastik

malça göre daha etkili bir uygulama olduğu saptanmıştır. Çalışmada mal renklerinin nem tutma ve stresi azaltma da etkili olabileceği ve meyve kalitesine doğrudan etki edebileceği ortaya konulmuştur. Özellikle mavi ve kırmızı mal uygulamasının toprak ortamını ve spektral özellikleri iyileştirerek meyve verimini ve kalitesini arttırma da diğer uygulamalardan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Karasal ekosistemdeki mikroplastik (MP'ler) kirliliđine karřı bitki gelişiminin tepkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan saksı denemesinde; kumlu toprađa 5 dozda (%0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 w/w kuru toprak ađırlıđı) dűřük yoğunluklu polietilen (LDPE-MP'ler) ve poli-bűtilen-adipat-ko-tereftalat (PBAT, Bio-MP'ler) ile karıřtırılmıř polilaktik asit (PLA) olmak üzere 2 tip mikroplastıđın fasulye bitkisi űzerine etkisi test edilmiřtir. Kontrol ile karřılařtırıldıđında (MP ilavesi yok), LDPE-MP'ler sűrgűn, kűk ve meyve biyokűtlesi űzerinde űnemli bir etki gűstermezken, $\geq$ %1.0 LDPE-MP'ler űnemli ۆlűde daha yűksek spesifik kűk nodűlleri ve yalnızca %2.5 LDPE-MP'ler űnemli ۆlűde daha yűksek spesifik kűk uzunluđu (cm g⁻¹) gűstermiřtir. %0.5 LDPE-MP űnemli ۆlűde dűřük yaprak klorofiline, %1.0 LDPE-MP'ler bűyűk ۆlűde spesifik kűk nodűlleri ve yűksek yaprak alanına neden olmuřlardır. %1.5 Bio-MP kontrole kıyasla űnemli ۆlűde dűřük sűrgűn ve kűk biyokűtlesine ve %2.0 Biyo-MP űnemli ۆlűde dűřük meyve ve yaprak alanı biyokűtlesine neden olmuřtur. Bűtűn Bio-MP'ler kontrole gűre űnemli ۆlűde yűksek spesifik kűk uzunluđu (cm g⁻¹) ve kűk nodűlleri oluřturmuřtur. Arařtırma sonucunda her iki MP de fasulye bitkisinin gelişimi űzerine etki ettiđi ve %1.5 Bio-MP'lerin daha iyi gelişim sergilediđi belirlenmiřtir. Arařtırmacılar, MP'lerin toprak-bitki űzerindeki ekolojik etkilerini ortaya koymak için daha fazla arařtırmaya ihtiyaç olduđunu ifade etmiřlerdir (Meng et al., 2021).

Othman and Leskovar (2022) ABD'nde polietilen mal topraktaki suyu korumak, yabancı otları kontrol etmek, daha erken ve temiz űrűnler (yani daha az yapıřmıř toprak) űretmek için bir araç olarak sebze űretiminde yaygın bir řekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, hasattan sonra malçın kaldırılma ve imha edilmesi için artan iřçilik maliyetleri ve toprak evre kirliliđi űnemli ۆlűde kaygılandırmaktadır. Bu çalıřmanın amacı, parçalanabilir plastik mal ile yetiřtirilen 'Stargazer' karpuzunda (*Citrullus lanatus*) meyve verimini ve kalitesini belirlemenin yanında malçın parçalanması, toprak mikrobiyal aktivitesini ve besin içerikleri űzerine etkilerinin deđerlendirilmesidir. Parçalanabilir malçın bozulma oranları, malçın

tarlaya serilmesinden 120, 210, 300 ve 365 gün sonra sırasıyla %7, 37, 57 ve 92 olarak belirlenmiştir. Malçların araziye serilmesi ve imhası ile ilgili tüm maliyetler polietilen malç uygulamasında 600.9 ABD doları da⁻¹ ve biyobozunur malç da 659.5 ABD doları da⁻¹ olarak belirlenmiş olup, malçlar arası fark dönüm başına 58.6 ABD doları olarak hesaplanmıştır. Polietilen malç uygulamasından elde edilen büyük meyve boyutu (kategori 24.0 lb) parçalanabilir malçtan daha yüksek iken, 18.0 ila 24.0 lb kategorisi parçalanabilir malçtan daha düşük bulunmuştur. Her iki malçtan elde edilen toplam verim ve çözünür katı maddeler istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Polietilen ile parçalanabilir malç karşılaştırıldığında malçtaki tamamen parçalanma (daha az atık), malç çıkarma maliyeti (gerekli değil), verim ve meyve kalitesi incelendiğinde, parçalanabilir malçların uygulanması ticari anlamda sebze üretiminde umut vericidir.

Zahed et al. (2022) inorganik (6 farklı renkte polietilen) ve organik (çam iğnesi, pirinç samanı, çiftlik gübresi) malç materyallerinin patates verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bitki başına düşen yumru miktarı (kg) kontrol grubunda en düşük, siyah ve kırmızı polietilen uygulamalarında ise en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Pazarlanabilir yumru miktarı diğer uygulamalara kıyasla kontrol uygulamasında daha düşük, siyah polietilen uygulamasında ise daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca en düşük kuru madde içeriği, protein içeriği, suda çözünür kuru madde miktarı ve C vitamini içeriği kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Toplam ve pazarlanabilir ürün miktarına bakıldığında da en düşük değerler kontrol uygulamasında ve en yüksek değerler siyah polietilen uygulamasında saptanmıştır. Çalışmada tüm inorganik materyallerin organik materyallerden daha yüksek toplam ve pazarlanabilir ürün miktarına sahip olduğu belirtilmiştir. Genel bir değerlendirme olarak bozunur malç kullanımının ürün miktarı ve meyve kalitesine olan etkileri açıkça ortaya konulmuş ve araştırmada kullanılan bozunabilir malçların kontrolden önemli derecede daha etkili olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

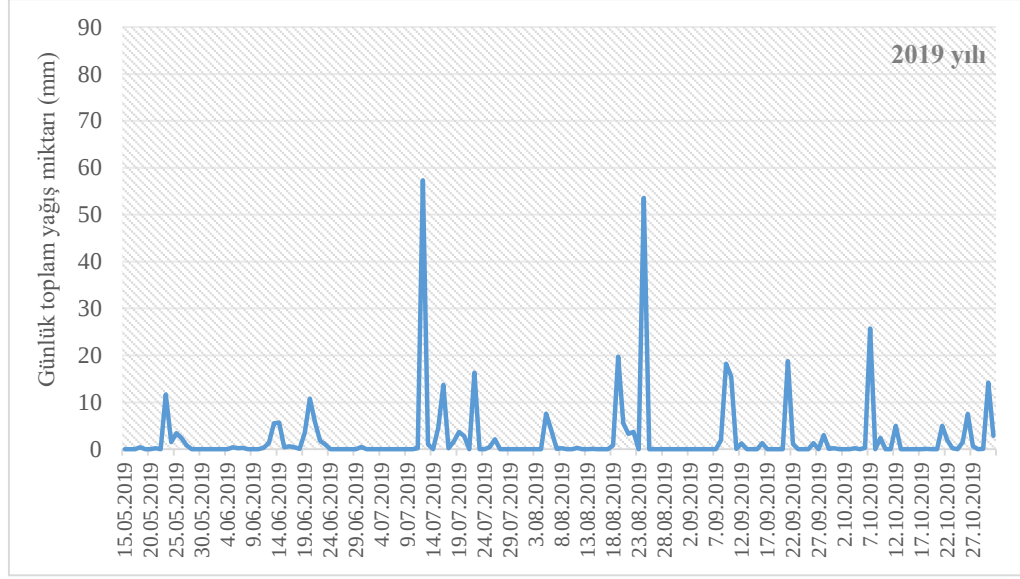
3.1.1. Deneme yeri ve iklim özellikleri

Arazi çalışması 14 Mayıs 2019 - 18 Ekim 2019 ve 13 Mayıs 2021-5 Ekim 2021 tarihleri arasında 2180069 nolu ‘Biyobozunur Malçların Tarımsal Performansları ve Topraktaki Ayrışma Süreçleri’ isimli proje kapsamında Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nün Çarşamba Deneme İstasyonu arazisinde yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanın genel görünümü Şekil 3.1’de verilmiştir.

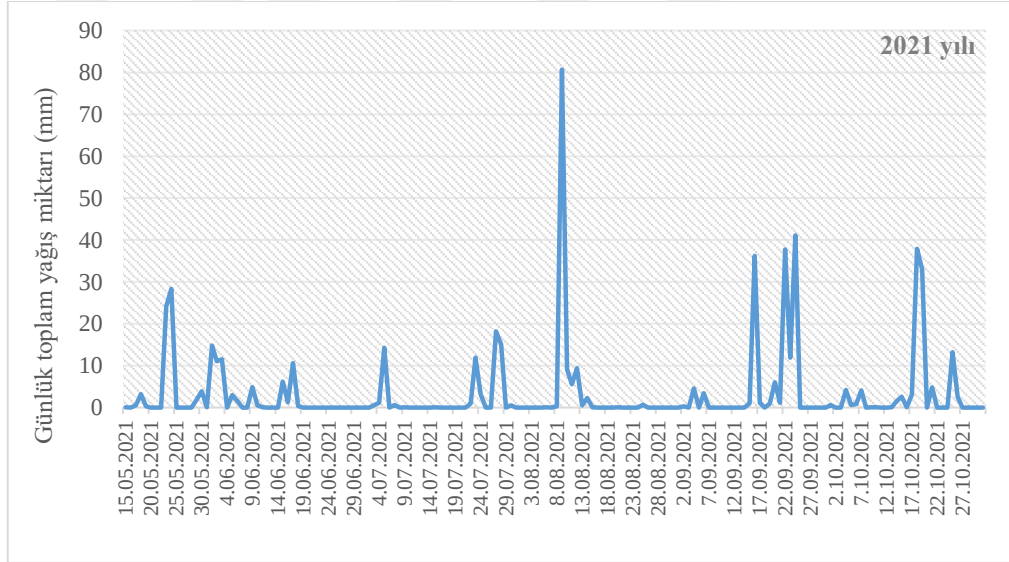


Şekil 3.1. Denemenin kurulduğu alan

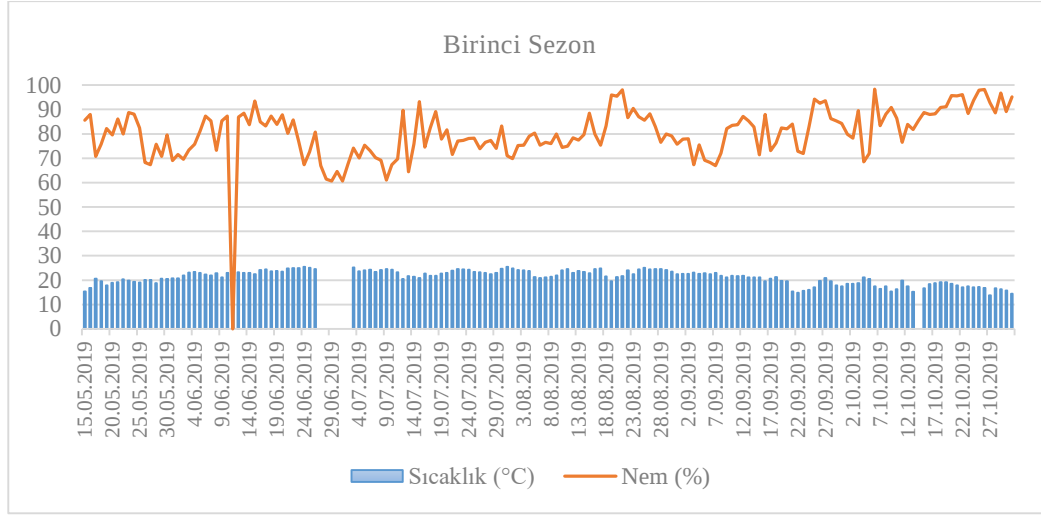
Deneme arazisine yerleştirilen dataloggerlar ve ölçüm aletleri ile her iki ürün döneminde toplam yağış miktarları, sıcaklık ve nem değerleri deneme süresince günlük olarak belirlenmiştir. Denemenin birinci ve ikinci üretim sezonuna ait günlük toplam yağış miktarları sırasıyla Şekil 3.2 ve 3.3’de, günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri ise Şekil 3.4 ve 3.5’de verilmiştir.



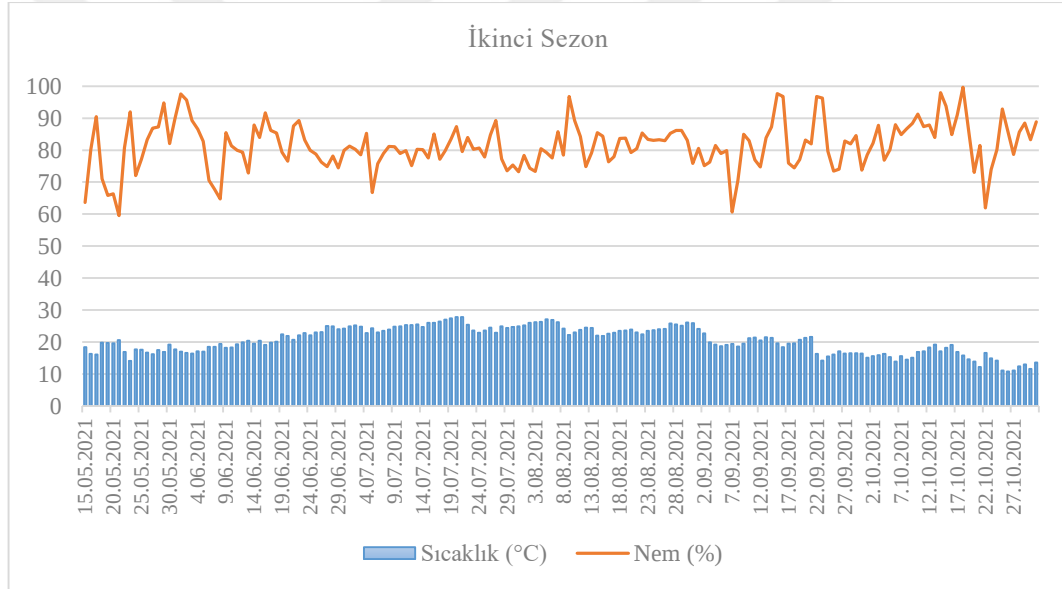
Şekil 3.2. Denemenin birinci üretim sezonuna ait günlük toplam yağış miktarı



Şekil 3.3. Denemenin ikinci üretim sezonuna ait günlük toplam yağış miktarı



Şekil 3.4. Denemenin birinci üretim sezonuna ait günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri



Şekil 3.5. Denemenin ikinci üretim sezonuna ait günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri

Denemenin meyve ölçüm ve analizleri ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Denemede kullanılan malç materyalleri ve kypa biber çeşidi

Çalışmada geleneksel polietilen plastik malç (PE), biyobozunur kağıt malç (KM), iki farklı özellikte biyobozunur plastik malç (BPM-1, BPM-2) ve kontrol (K, malçsız) uygulaması ele alınmıştır. Polietilen plastik malç siyah renkli ve 0.045 mm kalınlığındadır. Biyobozunur kağıt malçın içeriği selüloz, BPM-1'in içeriği polilaktik

asit (PLA) ve BPM-2'nin içeriği polikarpolakton (PCL) olup, sırasıyla Çorum, İspanya ve Fransa'dan temin edilmiştir. Biyobozunur kağıt malç krem renkli ve 185 g m⁻² yoğunlukta graft kağıttır. BPM-1 siyah renkli ve 0.015 mm kalınlığında, BPM-2'de siyah renkli ve 0.040 mm kalınlığındadır.

Denemede Arya F1 kapy biber çeşidi [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] kullanılmıştır. Denemede kullanılan kapy biber fidelerine ait görüntü Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Arya F1 kapy biber çeşidi; üretici firma bilgisine göre güçlü bir bitki yapısına sahip, örtü altı ve açıkta yüksek verim veren, boğum arası orta, erkenci bir çeşit olup, ihracata uygun ticari bir üründür.



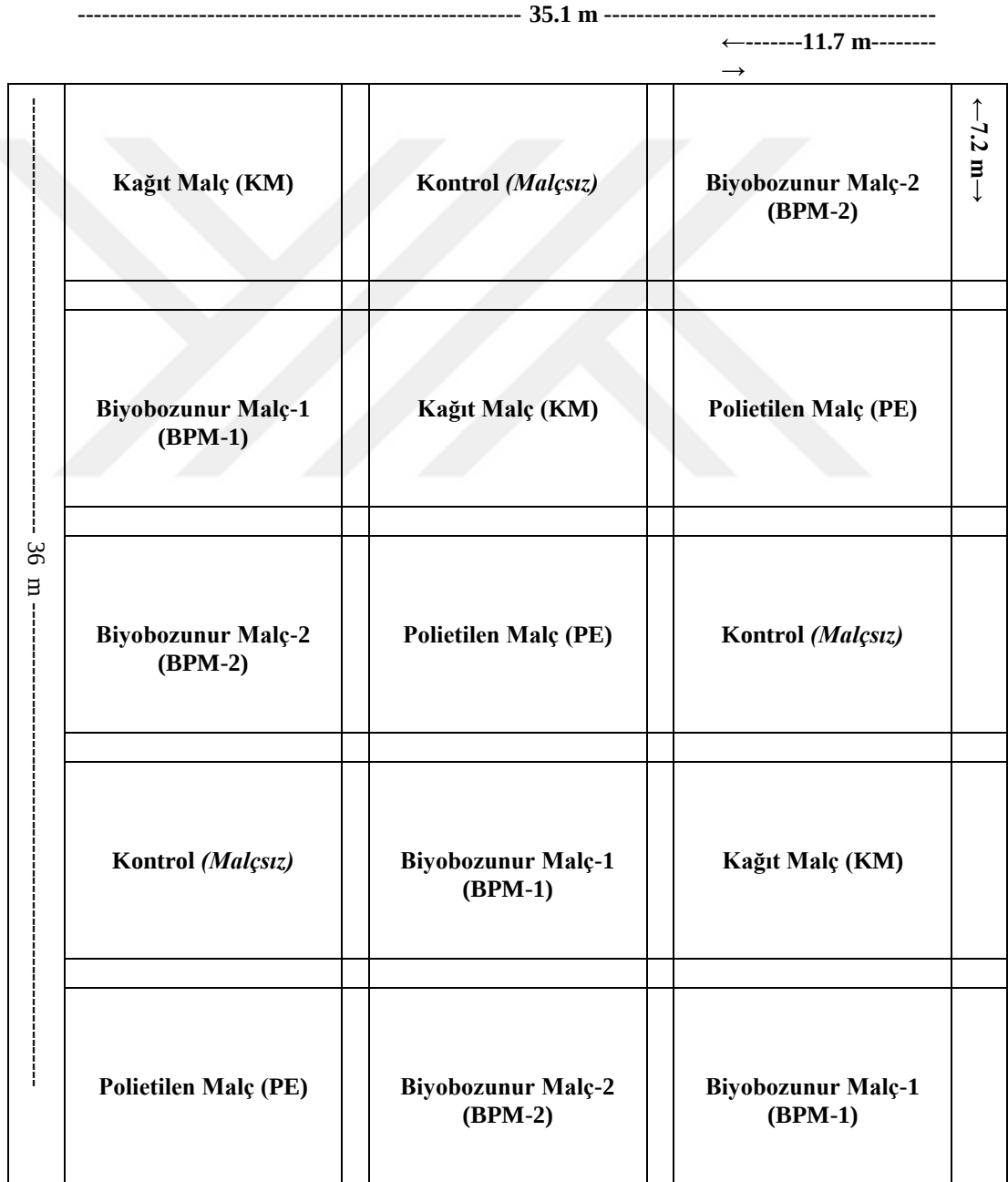
Şekil 3.6. Denemede kullanılan kapy biber fideleri

3.2. Yöntem

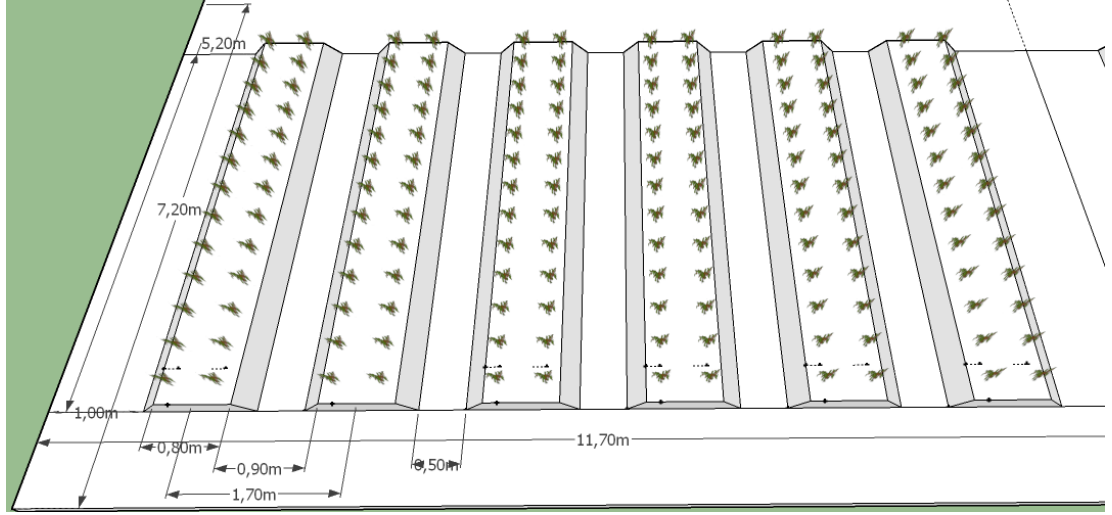
Arazi hazırlık çalışmalarına 2018 yılının sonbahar döneminde başlanılmıştır. Arazi pullukla işlenmiş, arazinin organik madde miktarının artırılması amacıyla yeşil gübre olarak fiğ (*Vicia villosa* L.) ekimi yapılmıştır. Kapy biber yetiştiriciliği için toprak hazırlığı öncesinde ilkbahar döneminde (nisan ayında) yeşil gübre bitkisi olarak kullanılan fiğ pullukla işlenerek toprağa karıştırılmıştır. Bir ay sonra masuraları hazırlamadan önce toprak diskaro ve tırmık ile tekrar işlenmiştir. Deneme alanına ait toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre; kapy biber bitkisi için Vural vd. (2000) tarafından önerilen toplam 20 kg N da⁻¹, 25 kg K₂O da⁻¹ ve 10 kg P₂O₅ da⁻¹ olacak şekilde 20-20-0 kompoze ve üre gübresi kullanılarak temel gübreleme

yapılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre K gübrelemesine ihtiyaç duyulmadığı için K gübrelemesi yapılmamıştır.

Arazi çalışması Tesadüf Blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü çakılı deneme olarak yürütülmüştür (Şekil 3.7). Deneme alanında temel toprak hazırlığının tamamlanmasından sonra ele alınan her uygulama için bitki yetiştiriciliğinin yapılacağı 11.7x7.2 m (84.24 m²) boyutlarında parseller oluşturulmuştur. Her parselde kapa biberlerin yetiştirileceği 20 cm yükseklikte 80 cm genişliğinde 7.2 m boyunda 6 adet masura hazırlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Malç uygulamalarına ait çakılı tarla denemesinin planı



Şekil 3.8. Malç uygulamalarına ait parsellerdeki masura ebatlarının gösterimi

Bitki sulaması malç altına serilen damlama sulama sistemi (her iki damlatıcı arasındaki aralık 30 cm) ile nem sensörlerinden (Meter Teros 12) okunan nem değerlerinin hesaplanması sonucundaki miktar kadar parsellere sulama yapılmıştır. Masuralara damla sulama boruları malç serilmeden önce yerleştirilmiştir. Daha sonra deneme planına göre malçlar serilmiştir. Kappa biber fideleri sıra arası 50 cm ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde malç yüzeylerine açılan deliklere elle dikilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Deneme alanı ve parsellerin görünümü

Fide dikim işleminin tamamlanmasının ardından hemen sonra tüm parsellere can suyu verilerek fidelerin su ihtiyacı karşılanmıştır. Kapy a biber bitkisinin dikiminden itibaren tüm yetiştirme sezonu boyunca gerekli her türlü bakım ve kültürel çalışmalar yerine getirilmiştir (Vural vd., 2000). Birinci yılın sonunda hasattan sonra her bir malç materyali serildiği parsel içinde pulluk işleme derinliğinde toprak içerisine karıştırılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Malçların toprağa karıştırılması

Daha sonra sonbahar-kış dönemi için yeşil gübre bitkisi olarak fiğ ekilmiştir. Ancak çakılı denemenin ikinci yılında dünyada ortaya çıkan Covid-19 pandemisi salgını nedeniyle çalışmaya 1 yıl ara verilmek zorunda kalınmış ve kapy a biber bitkisi yetiştirilmeyerek tekrar yaz ve sonbahar dönemlerinde yeşil gübre bitkisi ekilmiştir. Çakılı denemenin ikinci yılı 2021 yılında yürütülmüştür. 2021 yılında, 2019 yılında yürütülen arazi çalışması herhangi bir değişiklik yapılmadan tekrar kurulmuştur. Kapy a biber bitkisinin (Arya F1 çeşidi) fide dikimi denemenin 2019 yılında 18 Mayıs ve 2021 yılında ise 13 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Her iki deneme yılında da hasat sırasında kenarlardan birer sıra (parsel başı ve sonlarından) kenar tesiri olarak ele alınmış ve parselde kalan diğer bitkiler arasından her bir tekerrürden 20 bitki işaretlenmiştir. Meyve özellikleri ile ilgili ölçümler bu 20 bitkinin meyvelerinden tesadüfi seçilen 10 meyvede yapılmıştır. Denemede ele alınan uygulamalarda hasat büyüklüğüne ve olgunluğuna ulaşmış, kaliks bölgesi zarar görmemiş ve homojen kırmızı rengini almış meyveler hasat edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hasada gelen biberlerin genel görünümü

Hasat edilen kapa biber meyveleri kasalara konularak ivedilikle kalite parametrelerine ilişkin yapılan ölçüm ve analizler için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarına, biyoaktif bileşikler analizi için ise soğutucu içerisinde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Fizyoloji Laboratuvarına taşınmıştır.

3.2.1. Denemede yapılan ölçüm ve analizler

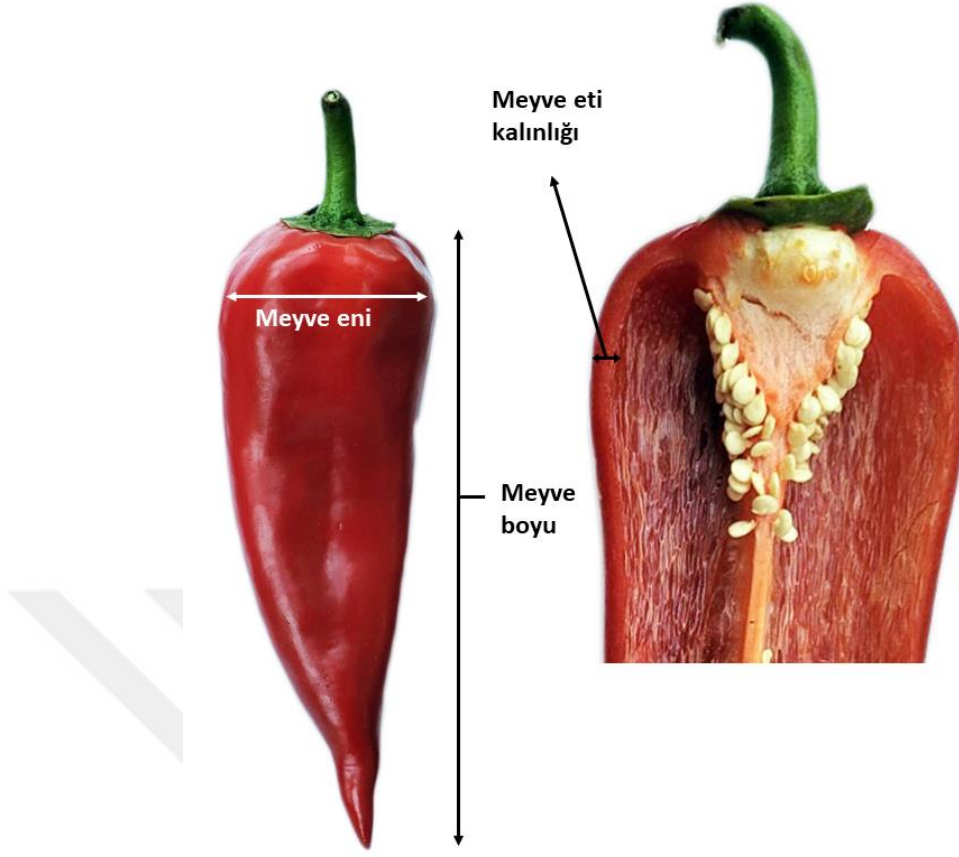
3.2.1.1. Kalite parametrelerine ilişkin yapılan ölçüm ve analizler

Meyve boyu (cm): Meyve boyu, sap kısmından uca kadarki kısmın cetvel yardımıyla ölçülmesiyle belirlenmiştir (Şekil 3.12).

Meyve eni (mm): Meyve eni, sapın altından meyve etinin en geniş kısmından dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.12).

Meyve eti kalınlığı (mm): Meyveler uzunlamasına kesilmiş, meyve eti kalınlığı sapa yakın olan yerden dijital kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.12).

Meyve kabuk rengi: Meyve kabuk renkleri Minolta renk ölçer (model CR-400, Tokyo, Japonya) ile CIE sistemine göre L^* , a^* ve b^* cinsinden belirlenmiştir. Her bir uygulama ve tekrardan elde edilen 10 meyvenin kabuk yüzeyinin karşılıklı iki tarafından yapılan ölçümler ile tespit edilmiştir. L^* : rengin parlaklığı (0 siyah-100 beyaz), a^* : kırmızılık-yeşillik (+60) kırmızı-(-60) yeşil ve b^* : sarılık-mavilik (+60) sarı-(-60) mavi olarak ifade edilmektedir (Konica Minolta, 2007).



Şekil 3.12. Meyve boyu, eni ve et kalınlığı ölçümü

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM, %): Her bir tekerrürden alınan 5 kopya biber meyvesi önce yıkanmış, çekirdekleri ayıklandıktan sonra blender (Model No. Promix HR2653 Philips) ile parçalanmış, tülbentten geçirilerek meyve suyu elde edilmiştir. Meyve suyundan alınan örnek, PAL-1 (McCormick Fruit Tech. Yakima, ABD) dijital refraktometre ile % olarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992).

Titre edilebilir asitlik (g sitrik asit 100 mL⁻¹): SÇKM değerini belirlemek için elde edilen meyve suyu örneğinden 10 mL alınmış, üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Seyreltildikten sonra pH 8.1 oluncaya kadar 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiş ve harcanan NaOH miktarı esas alınarak g sitrik asit 100 mL⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

C vitamini (mg 100 g⁻¹): Kopya biberler yıkanıp kurulanmış ve sıkılarak meyve suları elde edilmiştir. Elde edilen meyve suları süzölmüş ve 5 g meyve örneği 50 ml oksalik asit olmak üzere 10 kat seyreltilmiştir. Seyreltilmiş çözelti içerisine askorbik asit test kiti (Merck, Katalog No: 116981, Germany) 2 s süre ile daldırılmış, okside olması için 8 s dışarıda beklenmiştir. Sonra 5 s kala Reflectoquant cihazının test

adaptörü içerisine yerleştirilerek değerler mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir (Erdoğan, 2013).

3.2.1.2. Biyoaktif bileşikler analizi için örnek hazırlığı ve yapılan analizler

Her uygulama ve tekerrürden 10 meyve olacak şekilde kapy biber meyveleri yıkanmış ve kurutulmuştur. Biyoaktif bileşen analizleri için kapy biberlerin tohum kısmı ayıklanmış ve paslanmaz bıçak ile kesilerek karıştırıcıda parçalanmıştır. Homojen hale getirilen örnekler falkon tüpleri içerisine yaklaşık 150-200 g olacak şekilde konulmuş ve biyoaktif analizler [antioksidan aktiviteleri (DPPH ve FRAP), toplam flavonoid ve toplam fenolik bileşikler] yapılmaya kadar -80°C’de muhafaza edilmiştir. Bu analizler Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonu Fizyoloji Laboratuvarında yapılmıştır.

Toplam flavonoid (mg QE kg⁻¹): 1 mL ekstrakt saf su ile 5 mL’ye tamamlanmış, üzerine 0.3 mL %5’lik NaNO₂ eklenmiştir. Ekleme işleminden 5 dakika sonra üzerine %10’luk AlCl₃ karışımı ilave edilerek 6 dakika beklenmiştir. Sonrasında 1 M NaOH eklenip, toplam hacim saf su ile 10 mL’ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 510 nm’de mg kuersetine eşdeğer (QE) kg⁻¹ taze ağırlık cinsinden ölçülmüştür (Zhishen et al., 1999).

Toplam fenolik bileşikler (mg GAE kg⁻¹): Kapy biber örneklerinde toplam fenolik bileşikler; Singleton and Rossi (1965) metodu modifiye edilerek Erdoğan (2013)’e göre Folin-Ciocalteu’s kimyasalı ile belirlenmiştir. İlk olarak 400 µL taze meyve ekstraktı alınmış, bunun üzerine 4.2 mL saf su ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu’s ayırıcı ile %2’lik Na₂CO₃ eklenmiş ve 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Çözelti inkübasyondan sonra mavimsi bir renk almış ve spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Gallik asidin farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltileri ile grafik çizilmiş ve örneklerin absorbans sonuçları elde edilen formülünden gallik asit eşdeğeri (GAE) mg kg⁻¹ cinsinden belirlenmiştir.

Antioksidan aktivitesi

a. DPPH serbest radikali giderme aktivitesi: Blois (1958) tarafından kullanılan metot modifiye edilerek (Demirtas et al., 2013) yapılmıştır. Analiz sırasında serbest radikal olarak DPPH çözeltisi kullanılmıştır. Deney tüplerine değişik konsantrasyonlarda çözelti oluşturacak şekilde stok çözeltiler konulmuştur. DPPH·

serbest radikalinin (0.1 mM ethanol çözeltisinin) 0.5 ml'lik miktarı, örnek ekstraktı ve standart antioksidan çözeltisinin (50-500 $\mu\text{g mL}^{-1}$) toplam hacimleri 3 ml'ye tamamlanmıştır. Karışım dinamik bir şekilde karıştırılarak 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonrasında karışımın absorbanası, 517 nm'de ölçülmüştür. Elde edilen absorbanas değerleri Troloks (TE) (10-100 $\mu\text{mol L}^{-1}$) standart eğim tablosu ile hesaplanmıştır. Sonuçlar mmol TE kg^{-1} taze meyve cinsinden sunulmuştur.

b. FRAP [Demir iyonları (Fe+3) indirgeme antioksidan gücü testi]: FRAP analiz için (Benzie and Strain, 1996), 0.1 mol L^{-1} asetat (pH 3.6), 10 mmol L^{-1} TPTZ, ve 20 mmol L^{-1} demir klorid çözeltileri karıştırılarak tampon çözelti hazırlanmıştır. Sonrasında 20 μL meyve ekstraktına 2.98 mL hazırlanan tampon çözelti karıştırılmıştır. Absorbans, 10 dakika sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okunmuş ve FRAP antioksidan aktivitesine ait sonuçlar, mmol TE kg^{-1} taze meyve cinsinden verilmiştir.

3.2.1.3. İstatistik analizleri

Araştırmadan elde edilecek sonuçların istatistiksel varyans analizinde ve ortalamalar arasındaki farklılıkların (Tukey testi) belirlenmesinde IBM SPSS versiyon 20.0 istatistik analiz programı kullanılmıştır. Grafikler Excel programında yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

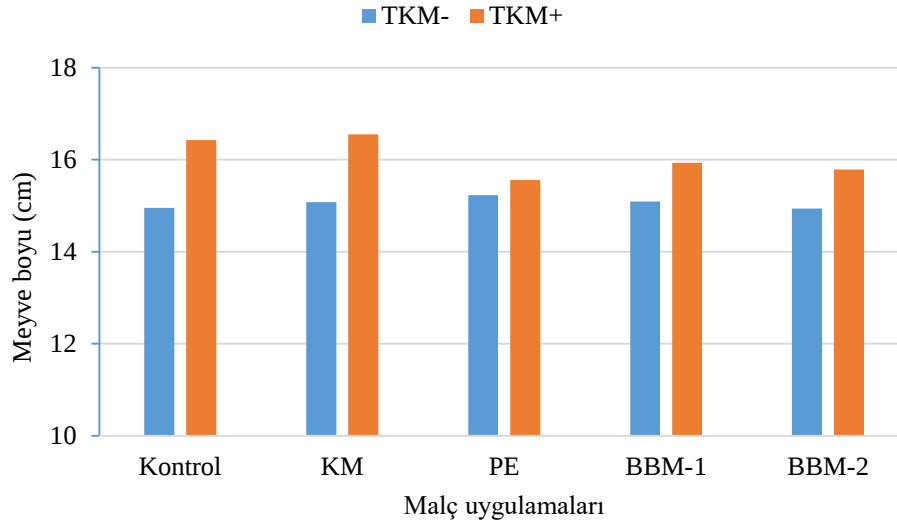
4.1. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve Özellikleri Üzerine Etkileri

Çalışmada malç materyallerinin toprağa karıştırılmadığı birinci yıl (TKM-) ve birinci yılın hasat sonrasında toprağa karıştırıldığı ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanıldığı ikinci yıl (TKM+) olmak üzere farklı malç (2 farklı biyobozunur plastik malç, 1 biyobozunur kağıt malç, polietilen malç) ve kontrol uygulamalarının kapyra biber bitkisinin meyve boyu üzerine etkisi incelenmiştir. Farklı malç (15.37-15.82 cm) ve kontrol (15.69 cm) uygulamaları arasında meyve boyu bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. TKM- ve TKM+ arasındaki fark ise istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı malç uygulamalarıxmalç materyallerinin toprağa karıştırılma durumu interaksyonu bakımından meyve boyları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmamış, meyve boyu değerlerinin 14.94-16.55 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Malç materyallerinin toprağa karıştırıldığı ikinci yılda tüm uygulamalara ait meyve boyu değerlerinin malç materyalinin toprağa karıştırılmadığı birinci yıla göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1 ve Şekil 4.1). Sürmeli ve Erdoğan (1985) selekte edilen kapyra biber hatlarının meyve boylarının 10.50-15.00 cm, Panayotov et al. (2000) kapyra biberlerde meyve boyunun 10.20-15.90 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklı organik gübre uygulamalarının kapyra biberin bitki gelişimi ve meyve kalitesine etkisinin incelendiği çalışmada meyve boyu değerleri Postal çeşidinde 9.92-12.20 cm, Filkulağı çeşidinde 10.02-12.45 cm olarak bulunmuştur (Bozkurt, 2019).

Tablo 4.1. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapyra biber meyvelerinin boyu (cm) üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	14.95	16.43	15.69
KM	15.08	16.55	15.82
PE	15.23	15.56	15.39
BBM-1	15.09	15.93	15.51
BBM-2	14.94	15.79	15.37
Ortalama	15.06b**	16.05a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: $p<0.01$ düzeyinde çok önemli



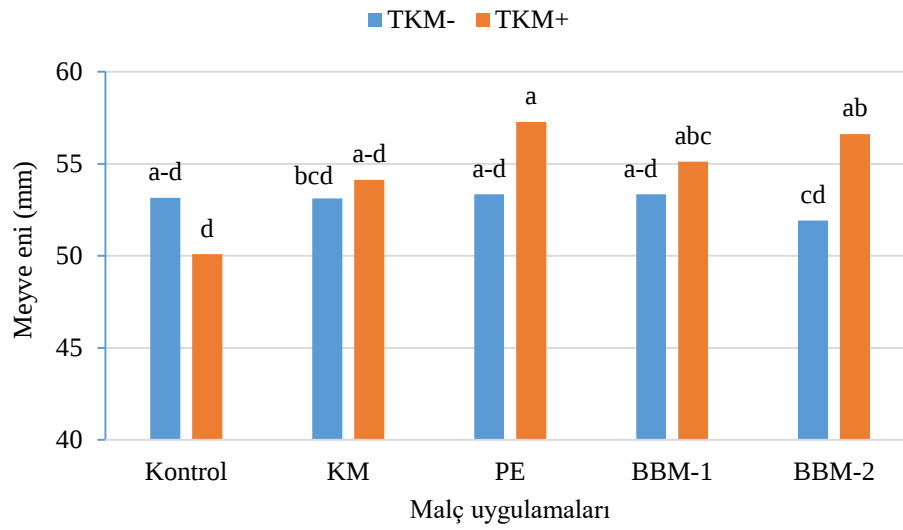
Şekil 4.1. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapyra biberin meyve boyu (cm) üzerine etkisi

Farklı malç ve kontrol uygulamaları meyve eni bakımından karşılaştırıldığında; aralarında istatistiksel olarak çok önemli düzeyde fark olduğu saptanmıştır. Kontrol uygulamasından elde edilen kapyra biber meyvelerinin enlerinin istatistiksel olarak çok önemli düzeyde PE ve biyobozunur malç uygulamalarından elde edilen meyvelerin enlerinden düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2). Bu durum malçların toprak sıcaklığı ve nem dengesini kontrol uygulamasına göre daha iyi muhafaza etmesiyle ilişkili olabileceği düşünülmüştür. TKM+'nin meyve eni, TKM-'ye göre çok önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Farklı malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapyra biberin meyve eni üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. En yüksek meyve eni değeri (57.27 mm) bir önceki sezonda PE malçın toprağa karıştırılıp tekrar PE malçlamanın yapıldığı parsellerde (PExTKM+) yetiştirilen kapyra biber bitkilerine ait meyvelerde tespit edilmiştir. En düşük meyve eni değeri (50.09 mm) ise TKM+'de kontrol parsellerinde yetişen kapyra biber bitkilerine ait meyvelerde saptanmıştır. Kontrol uygulamasının aksine malçların toprağa karıştırılması meyve eni değerlerinin azalmasına yol açmamış, tüm malç uygulamalarında meyve enlerinin arttığı saptanmıştır (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2). Yapılan çalışmalarda kapyra biberlerin meyve enlerinin 21-63 mm arasında değiştiği bildirilmiştir (Sürmeli ve Erdoğan, 1985; Panayotov et al., 2000). Bozkurt (2019) tarafından yapılan çalışmada kapyra biber çeşitlerinin meyve enleri Postal çeşidinde 39.8-46.8 mm, Filkulağı çeşidinde ise 40.5-46.8 mm olarak bulunmuştur.

Tablo 4.2. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapa biber meyvelerinin eni (mm) üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	53.15a-d**	50.09d	51.62b**
KM	53.11bcd	54.12a-d	53.62ab
PE	53.34a-d	57.27a	55.30a
BBM-1	53.35a-d	55.12abc	54.23a
BBM-2	51.91cd	56.62ab	54.26a
Ortalama	52.97b**	54.64a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli



Şekil 4.2. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapa biberin meyve eni (mm) üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)

Malç uygulamaları ve malç uygulamalarıxmalç materyalinin toprağa karıştırılması interaksiyonun karşılaştırıldığında kapa biberlerin meyve enleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Çalışmada kontrol ve malç uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamasına karşın, malç uygulamalarından elde edilen kapa biberlerin meyve et kalınlıklarının kontrole göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

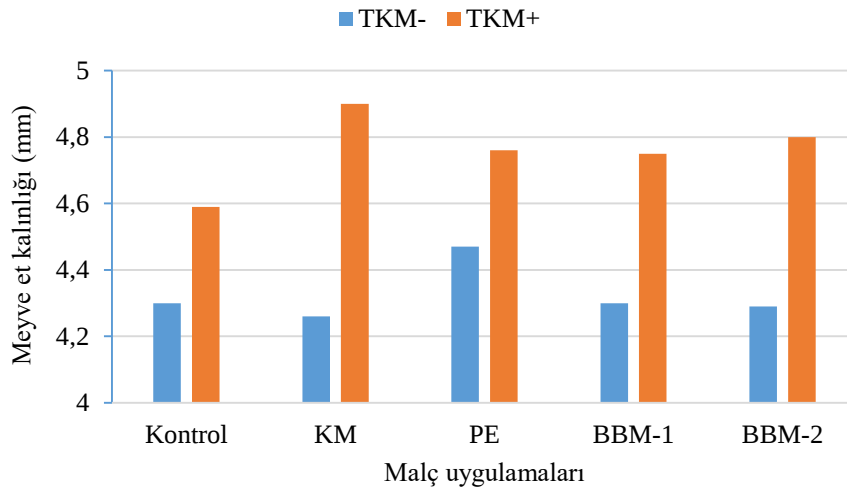
Çalışmanın malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları (TKM-) ile malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları (TKM+) karşılaştırıldığında kontrol uygulaması da dahil olmak üzere malç uygulamalarında TKM+'de meyve eti kalınlıklarının

istatistiksel olarak çok önemli düzeyde arttığı saptanmıştır (Tablo 4.3 ve Şekil 4.3). PE malç uygulaması da dahil olmak üzere malçların toprağa karıştırılmasının meyve eti kalınlığına olumsuz bir etkisi söz konusu olmamıştır. Bu artışın iklimle özellikle hava sıcaklığı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 3.4 ve 3.5).

Tablo 4.3. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapa biber meyvelerinin et kalınlığı (mm) üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	4.30	4.59	4.44
KM	4.26	4.90	4.58
PE	4.47	4.76	4.62
BBM-1	4.30	4.75	4.53
BBM-2	4.29	4.80	4.54
Ortalama	4.32b**	4.76a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: $p < 0.01$ düzeyinde çok önemli



Şekil 4.3. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapa biberin meyve et kalınlığı (mm) üzerine etkisi

Kapa kırmızı biberde meyve et kalınlığı özellikle işleme sanayinde aranan önemli kalite kriterlerinden biridir (Öner, 2015). Salça verimi için meyve et kalınlığının yüksek olması tercih edilmektedir. Çalışmada interaksiyona ait meyve et kalınlıkları 4.26-4.90 mm aralığında bulunmuştur (Tablo 4.3 ve Şekil 4.3). Kapa biberlerde yapılan çalışmalarda meyve et kalınlıkları 4.2-5.1 mm (Sürmeli ve Erdoğan, 1985), 2.1-5.5 mm (Panayotov et al., 2000), 2.8-5.2 mm (Demirel vd., 2012) ve 3.08-4.76 mm (Bozkurt, 2019) olarak bildirilmiştir. Çalışmada tespit edilen meyve et

kalınlıkları literatür ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların kullanılan çeşit ve/veya genotip etkisi başta olmak üzere uygulamalara, iklim özelliklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve Renk Özellikleri Üzerine Etkileri

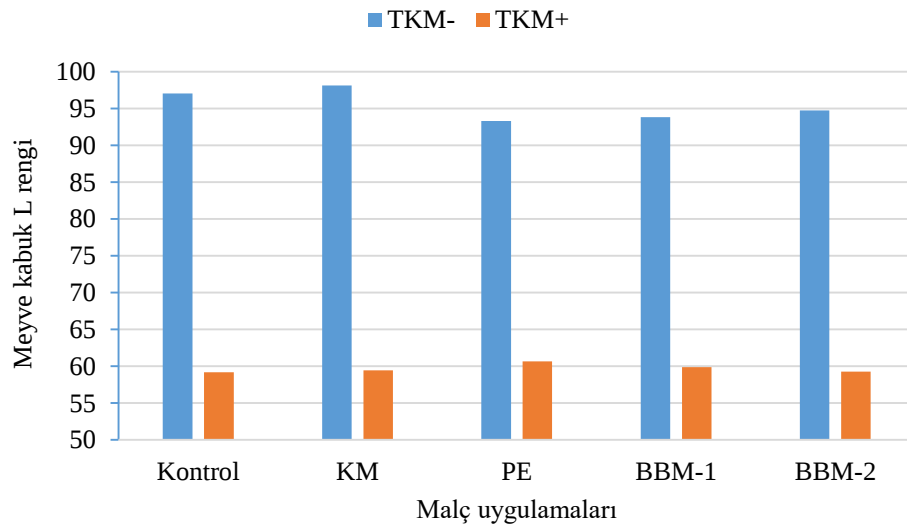
Denemede elde edilen kapyra biberlerin kabuk L renk özellikleri Tablo 4.4’de verilmiştir. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamalarından elde edilen kapyra biberlerin meyve kabuk L değerleri karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak malç materyalinin toprağa karıştırılmadığı (TKM-, birinci yıl) ve toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının (TKM+, ikinci yıl) kapyra biberde meyve kabuk L renk değeri üzerine etkisinin de istatistiksel olarak çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Farklı malç uygulamalarının toprağa karıştırıldığı ikinci yıl meyve kabuk L renk değerlerinin birinci yıla göre çok önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4.4 ve Şekil 4.4). Rengin açıklık ve koyuluğunu ifade eden L değerinin düşmesi rengin koyulaştığını ifade etmektedir. Dolayısıyla malçların toprağa karıştırıldığı ve malç serilerek üretim yapıldığı ikinci yıl kapyra biber meyvelerinin rengi birinci yıla göre daha koyu bulunmuştur. Ancak L değerlerindeki azalmanın kontrol uygulamalarında da benzer şekilde gerçekleşmiş olması, bu durumun malçların toprağa karıştırılmasından daha çok yetiştirme sezonlarındaki iklimsel farklılıktan kaynaklandığını göstermektedir.

Farklı malç uygulamaları ve malçların toprağa karıştırılıp karıştırılmaması uygulamaları arasındaki interaksiyon değerlendirildiğinde ise istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. En yüksek meyve kabuk renk L değeri KMxTKM- interaksiyonunda 98.13 ve en düşük meyve kabuk renk L değeri kontrolxTKM+ interaksiyonunda 59.20 olarak tespit edilmiştir. Kapyra biberlerde yapılan çalışmalarda meyve kabuk L değerleri 41.27-49.86 (Fadıllıoğlu, 2022), 33.46-38 (Şahiner, 2019) arasında bulunmuştur. Meyve kabuk L renk değerleri diğer literatür ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmektedir. Kapyra biber üretiminde en önemli kalite özelliklerinden biri de meyve rengidir. Hem taze tüketim hem de sanayi için meyve renginin koyu olması istenir. Renk üzerine genetik faktörler ile güneşlenme süresi, sıcaklık, meyvenin olgunluk durumu, bitki besleme ve kullanılan gübreler etkilidir (López Camelo and Gomez, 2004).

Tablo 4.4. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapy biber meyvelerinin kabuk L renk değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	97.06	59.20	78.13
KM	98.13	59.47	78.80
PE	93.31	60.68	77.00
BBM-1	93.83	59.90	76.86
BBM-2	94.74	59.29	77.02
Ortalama	95.41a**	59.71b	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.4. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapy biberin meyve kabuk L değeri üzerine etkisi

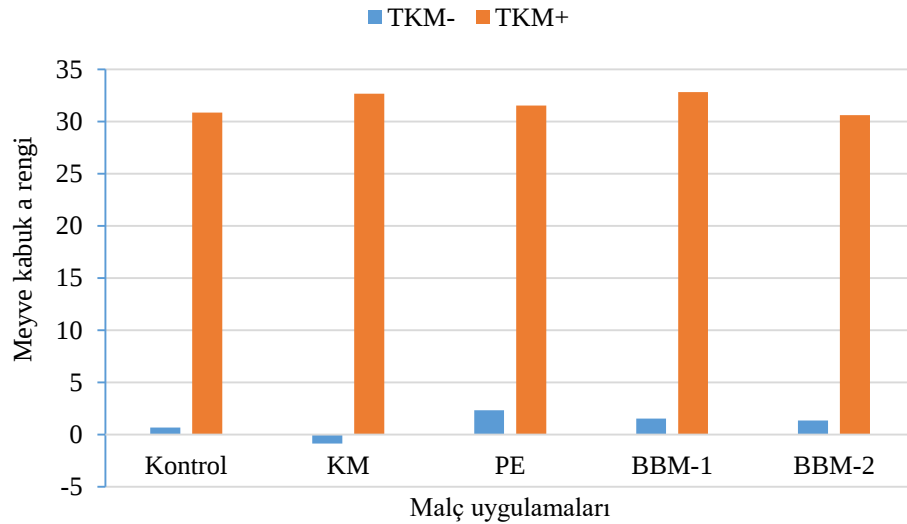
Denemede elde edilen kapy biberlerin kabuk a renk özellikleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Malç materyalinin toprağa karıştırılmadığı (TKM-, birinci yıl) ve toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının (TKM+, ikinci yıl) kapy biberin meyve kabuk a renk değerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir. TKM+’de meyve kabuk a rengi 1.01 iken TKM-’de 31.69 olarak saptanmıştır (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5). Ancak kontroldeki değişim bu farkın malçların toprağa karıştırılmasından kaynaklanmadığını göstermektedir. L renk değerinde olduğu gibi bu farkın yetiştirme sezonlarındaki iklimsel farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Şekil 3.4 ve 3.5). Meyvedeki renk oluşumu genetik, bitki besleme ve meyve olgunluk aşaması dışında; ışık ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (López Camelo and Gomez, 2004). Malç uygulamaları ile kontrol uygulamasından elde edilen meyvelerin kabuk a

değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen malç uygulamalarında meyve kabuk a değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada interaksiyona ait meyve kabuk a renk değerleri (-0.87)-32.65 aralığında bulunmuştur (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5). Kapy a biberlerde yapılan çalışmalarda meyvelerin kabuk a renk değeri 29.33-27.23 (Bozkurt, 2019), 28-23 (Şahiner, 2019) olarak bildirmiştir. Bu farklılığın kullanılan çeşit/genotiplere, uygulamalara ve iklim özelliklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.5. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapy a biber meyvelerinin a renk değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	0.67	30.86	15.77
KM	-0.87	32.65	15.89
PE	2.34	31.53	16.94
BBM-1	1.55	32.82	17.19
BBM-2	1.36	30.60	15.98
Ortalama	1.01b**	31.69a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.5. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapy a biberin meyve kabuk a değeri üzerine etkisi

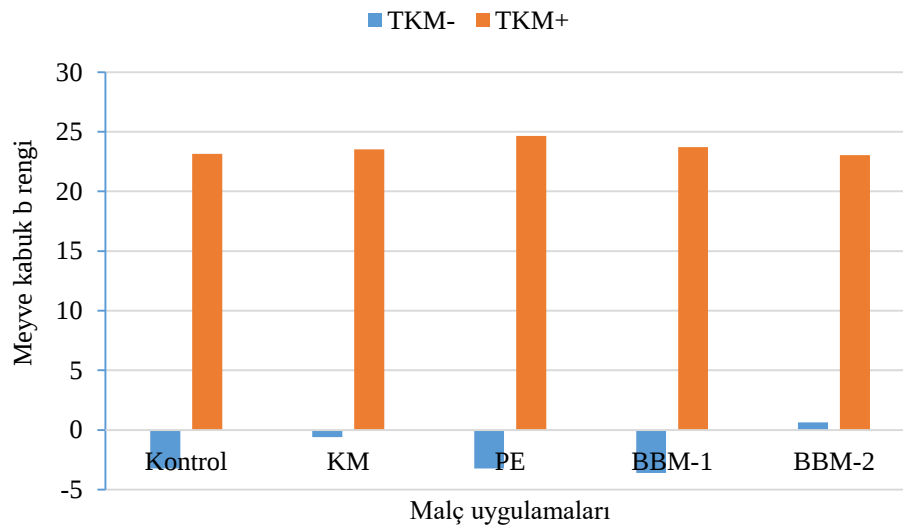
Biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç ve polietilen malç uygulamaları ile kontrol uygulamalarından elde edilen kapy a biberlerin meyve kabuk b rengi bakımından aralarında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Malç materyalinin toprağa

karıştırılmadığı (TKM-, birinci yıl) ve toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının (TKM+, ikinci yıl) kapy biber meyvelerinin b renk değeri üzerine etkisi ise istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. TKM+'de meyve kabuk b rengi -2.01, TKM-'de ise 23.62 olarak saptanmıştır (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Ancak kontrol uygulamasında da benzer değişimin olması bu farkın malçların toprağa karıştırılmasından kaynaklanmadığını göstermektedir. Bu fark yetiştirme sezonlarındaki iklimsel farklılıktan kaynaklanmış olabilir (Şekil 3.4 ve 3.5). Çalışmada interaksiyona ait kapy biber meyvelerinin kabuk b renk değerleri (-3.60)-24.64 aralığında bulunmuştur (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Kapy biberlerde yapılan çalışmalarda meyvelerin kabuk b renk değeri 13.62-8.60 (Bozkurt, 2019), 12.80-10.10 arasında değiştiği bildirilmiştir (Şahiner, 2019).

Tablo 4.6. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapy biber meyvelerinin b renk değeri üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa malç karıştırılma durumu (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	-3.24	23.16	9.96
KM	-0.60	23.52	11.46
PE	-3.24	24.64	10.70
BBM-1	-3.60	23.71	10.05
BBM-2	0.63	23.04	11.84
Ortalama	-2.01b**	23.62a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.6. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapy biberin meyve kabuk b değeri üzerine etkisi

4.3. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyve SÇKM, Titre Edilebilir Asitlik (TEA) ve C Vitamini İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı malç materyallerinin kapy a biber meyvelerinin SÇKM miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Aynı şekilde malç materyallerinin toprağa karıştırılması ile interaksyonun da kapy a biber meyvelerinin SÇKM içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Tablo 4.7). Martín-Closas et al. (2003), siyah polietilen malç ile biyobozunur malçların sanayi domates meyvelerinde çözünür katı içerik üzerine etkileri bakımından aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Moreno et al. (2009) tarafından domateste yapılan çalışmada da siyah polietilen malç, ışıkt a bozunabilir alüminize ve siyah biyobozunur malç uygulamalarının toplam çözünebilir katı (brix) değerleri arasında fark bulunmamıştır. Bu araştırmacıların bulgularına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol uygulaması ile malç uygulamaları karşılaştırıldığında elde edilen bulgular, malçsız kontrol uygulamalarından elde edilen yeşilbiber çeşitlerine ait meyvelerin çözünebilir katı içerik miktarının malç uygulamasından daha yüksek bulunduğunu bildiren Valšíková-Frey et al. (2022)'nın bulguları ile uyumlu bulunmamıştır. Bu durumun bitki gelişim dönemindeki ekolojik faktörlerin asimilat madde oluşturma üzerine olan etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

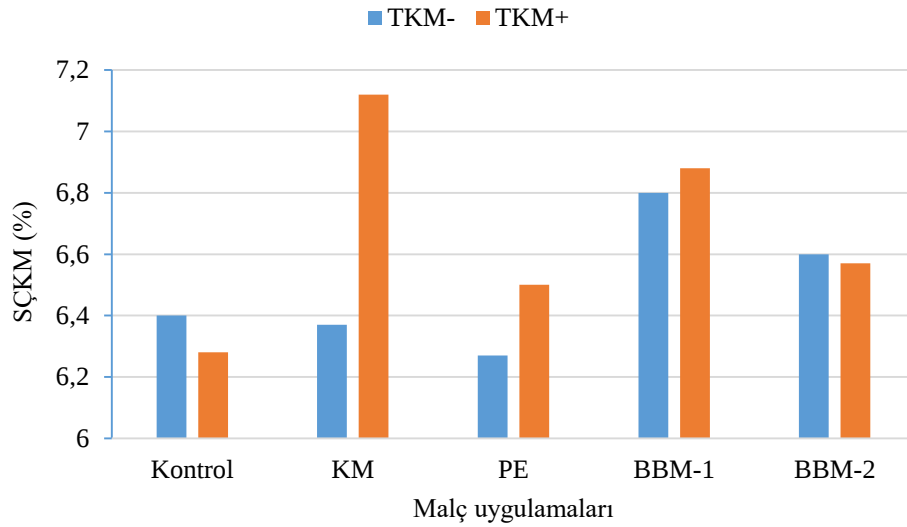
Çalışmada interaksiyona ait meyvelerin SÇKM değerleri %6.27-7.12 aralığında bulunmuştur (Tablo 4.7 ve Şekil 4.7). Kapy a biberlerde yapılan çalışmalarda Bozkurt (2019) meyvelerin SÇKM değerlerinin %7.73-9.10 ve Şahiner (2019) ise %5.0-6.23- arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen SÇKM değerleri Bozkurt (2019)'un değerlerinden düşük, Şahiner (2019)'in değerlerinden ise yüksek bulunmuştur.

Biberde, SÇKM miktarı kalite için önemli bir ölçüttür. SÇKM değeri, hasat zamanının belirlenmesi ile konserve veya salça üretimi için önemli bir kriterdir. Özellikle sanayiye yönelik çeşitlerde, biber meyvelerinin SÇKM değerlerinin %5.9'un üstünde olması istenir (Anonim, 2011a). Çalışmada elde edilen değerler bu değerin üzerinde bulunmuştur.

Tablo 4.7. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapyra biber meyvelerinin SÇKM (%) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	6.40	6.28	6.34
KM	6.37	7.12	6.74
PE	6.27	6.50	6.38
BBM-1	6.80	6.88	6.84
BBM-2	6.60	6.57	6.58
Ortalama	6.49	6.67	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları



Şekil 4.7. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapyra biberin meyve SÇKM (%) içeriği üzerine etkisi

BBM-2 malç materyali serili alandan elde edilen kapyra biberlerin C vitamini içerikleri ($198.67 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) hem kontrol hem de diğer malç uygulamalarından elde edilen kapyra biberlerin C vitamini içeriklerinden istatistiksel olarak çok önemli derecede düşük olduğu saptanmıştır. Kontrol, PE, KM ve BBM-1 uygulamaları arasında ise C vitamini içeriği bakımından kapyra biberler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Malçların toprağa karıştırılarak plastik kirliliğin oluşturulduğu ikinci yılda elde edilen kapyra biberlerin (TKM+) C vitamini içerikleri, malçların toprağa karıştırılmadığı birinci yıla (TKM-) göre istatistiksel olarak çok önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 4.8 ve Şekil 4.8). Ancak kontrol uygulamasına ait biberlerin C vitamini içeriğinde de artış olması, iki yıl arasındaki bu farkın toprağa malçların karıştırılmasından kaynaklı olmadığını göstermektedir. İkinci yıl sıcaklık değerlerinin birinci yıla göre daha yüksek olmasının bu artışta etkili olduğu

düşünülmektedir. Liptay et al. (1986)'nın sera koşullarında yaptıkları çalışmada C vitamini içeriğinde büyüme mevsimi boyunca önemli dalgalanmalar olduğu bildirilmiştir. Çalışmada sıcaklık değişimleri ile C vitamini içeriği arasında doğrudan ilişki bulunduğu ve düşük sıcaklıkta yetiştirilen domateslerin yüksek sıcaklıklarda yetiştirilenlere kıyasla daha düşük C vitamini içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Dumas et al. (2003) tarafından da doğrudan güneş ışığındaki bir azalmanın askorbik asit içeriğini doğrudan etkileyebileceği ifade edilmiştir.

Tablo 4.8. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapy biber meyvelerinin C vitamin (mg 100 g⁻¹) içeriği üzerine etkisi

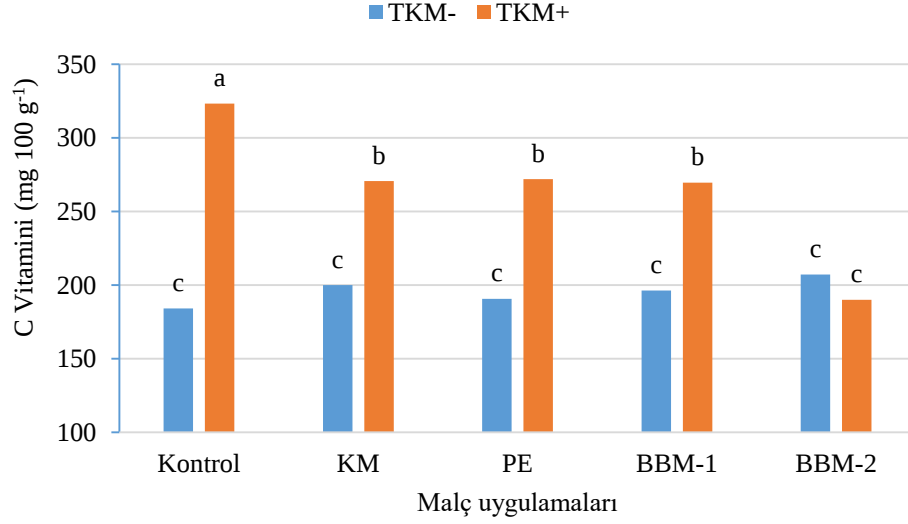
Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	184.33c**	323.33a	253.83a**
KM	200.00c	270.67b	235.33a
PE	190.67c	272.00b	231.33a
BBM-1	196.33c	269.67b	233.00a
BBM-2	207.33c	190.00c	198.67b
Ortalama	195.73b**	265.13a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli

Malç uygulamaları ve malçların toprağa karıştırılması interaksyonunun kapy biberin C vitamin içeriği üzerine etkisi de istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. En yüksek C vitamin değeri (323.33 mg 100 g⁻¹) kontrolxTKM+ uygulamasında, en düşük C vitamin değeri (184.33 mg 100 g⁻¹) ise kontrolxTKM- uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 4.8).

Bitkilerdeki biyoaktif bileşikler arasında insan tüketimi için en önemli olan C vitamini, askorbik asit olarak da bilinmektedir. C vitamini; renksiz, suda eriyen ve vücudun çoğu dokusuna sağlamlığını veren kolajenin üretiminden alyuvarların işlemesine kadar birçok görevi olan bir vitamindir (Cerit, 2015). Askorbik asit suda çözünen en önemli ve güçlü antioksidan olarak kabul edilir (Sesso et al., 2008). Kapy biber, C vitamini bakımından zengin bir sebzedir. Deepa et al. (2007) kırmızıbiberdeki C vitamini miktarının günlük olarak tavsiye edilen C vitamini alım miktarının %100'ünü karşıladığını belirtmişlerdir. Kırmızı biberin C vitamininin taze örnekte 155 mg 100 g⁻¹ (Vanderslice et al., 1990), 2551.0 mg kg⁻¹ (Valšíková et al., 2006) ve 178.81 mg 100 g⁻¹ (Cerit, 2015) olduğu bildirilmiştir. Elde edilen C vitamin içerikleri bu araştırmacıların bulguları ile benzer bulunmuştur. Günlük alınması gereken C vitamini

miktarı kadınlar için en az 75 mg kişi⁻¹ ve erkekler için en az 90 mg kişi⁻¹ olduğu belirtilmiştir (Dalkılıç, 2020). Kapyra biber meyvelerinin C vitamin değerleri 100 g önerilen günlük tüketim miktarı değerlerinden yüksek bulunmuştur (Tablo 4.8).



Şekil 4.8. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapyra biberin meyve C vitamin (mg 100 g⁻¹) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli fark vardır)

Farklı malç ve kontrol uygulamaları karşılaştırıldığında BBM-2 uygulamasından elde edilen meyvelerin titre edilebilir asit içeriği diğer uygulamalardan önemli düzeyde (p<0.05) düşük bulunmuştur. BBM-2 dışında, PE ve diğer biyobozunur malçlar arasındaki fark istatistiksel olarak farkın olmadığı saptanmıştır. TKM+'nin titre edilebilir asit içeriği, TKM-'ye göre p<0.05 düzeyinde yüksek bulunmuştur. Kontrol uygulamasına ait biberlerin titre edilebilir asit içeriğinde de artış olması, iki yıl arasındaki bu farkın toprağa malçların karıştırılmasından kaynaklı olmadığını göstermektedir. Genel olarak kontrol ve malç uygulamalarından elde edilen kapyra biberlerin titre edilebilir içeriklerinin arttığı, buna karşılık PE malç uygulamasında azalma olduğu saptanmıştır (Tablo 4.9 ve Şekil 4.9).

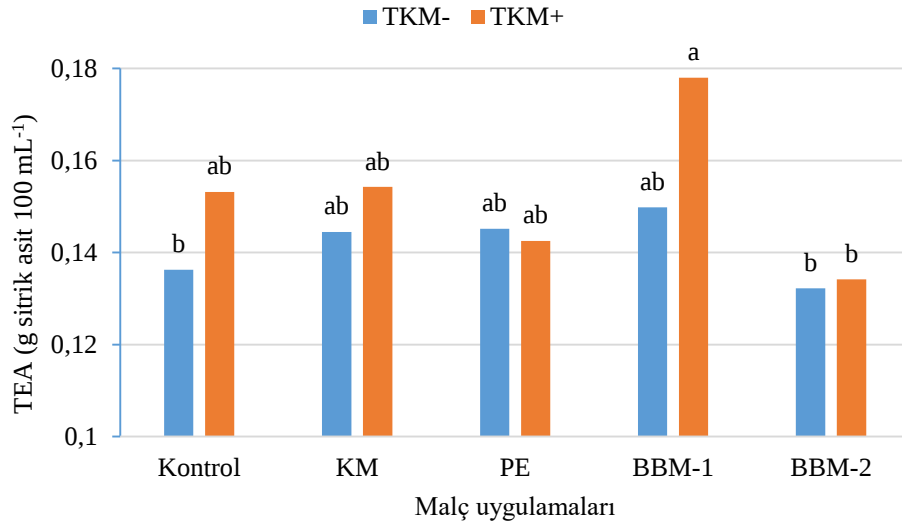
Çalışmada interaksiyon incelendiğinde en düşük titre edilebilir asit değeri 0.132 g sitrik asit 100 mL⁻¹ ile BBM-2xTKM- uygulamasında, en yüksek ise 0.178 g sitrik asit 100 mL⁻¹ ile BBM-1xTKM+ uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 4.9 ve Şekil 4.9). Titre edilebilir asitlik, kırmızıbiberde salça gibi ürünlerin işlenmesinde tekstür ve yapısı açısından önemli olduğu gibi tat değerini oluşturma bakımından da önemlidir. Şahiner (2019) 9 kapyra biber çeşidine ait meyvelerin titre edilebilir asit değerlerinin

0.101-0.139 g 100 ml⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ulukapı vd. (2008), California wonder tipi biberde yaptıkları muhafaza çalışmasında 0. günde titre edilebilir asit değerini 0.80 g 100 ml⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen titre edilebilir asit değerleri bu araştırmacıların bulgularından yüksek bulunmuştur. Farklı biber çeşitlerinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlendiği başka bir çalışmada biberlerin toplam asitlik değerlerinin %0.085-0.227 arasında değiştiği, asitlik üzerinde çeşit ve hasat zamanının oldukça etkili faktörler olduğu belirtilmiştir (Corrêa et al., 2018).

Tablo 4.9. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapa biber meyvelerinin titre edilebilir asit (TEA, g sitrik asit 100 mL⁻¹) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	0.136b*	0.153ab	0.145ab*
KM	0.144ab	0.154ab	0.149ab
PE	0.145ab	0.143ab	0.144ab
BBM-1	0.150ab	0.178a	0.164a
BBM-2	0.132b	0.134b	0.133b
Ortalama	0.142b*	0.152a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, *: p<0.05 düzeyinde önemli



Şekil 4.9. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapa biberin meyve titre edilebilir asit (TEA, g sitrik asit 100 mL⁻¹) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli fark vardır)

4.4. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyvenin Toplam Fenolik Bileşikler ve Flavonoid İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı malç ve kontrol uygulamaları kapy a biber meyvelerinin toplam fenolik bileşikleri bakımından karşılaştırıldığında; en yüksek toplam fenolik içeriğinin kontrol uygulamasından (3275.65 mg GAE kg⁻¹) elde edildiği tespit edilmiştir (Tablo 4.10). Çalışmada malçsız koşullarda yetiştirilen biber meyvelerinin toplam fenolik içeriklerinin malç uygulamasında yetiştirilenlere göre daha yüksek olduğunu bildiren Valšíková-Frey et al. (2022)'nın bulguları ile uyumlu bulunmuştur. Malçsız uygulamaya göre polietilen malç uygulamasında yetiştirilen Konservolia zeytin ağaçları (Gholami and Zahedi, 2020) ve erik (Melgarejo et al., 2012) için toplam polifenol içeriğinin azaldığı rapor edilmiştir. Öte yandan, yaban mersini yetiştiriciliği sırasında yansıtıcı malçlama filminin uygulanması, artan ışık yoğunluğuna bağlı olarak daha yüksek seviyelerde toplam polifenol içeriği ile sonuçlanmıştır (Muneer et al., 2019).

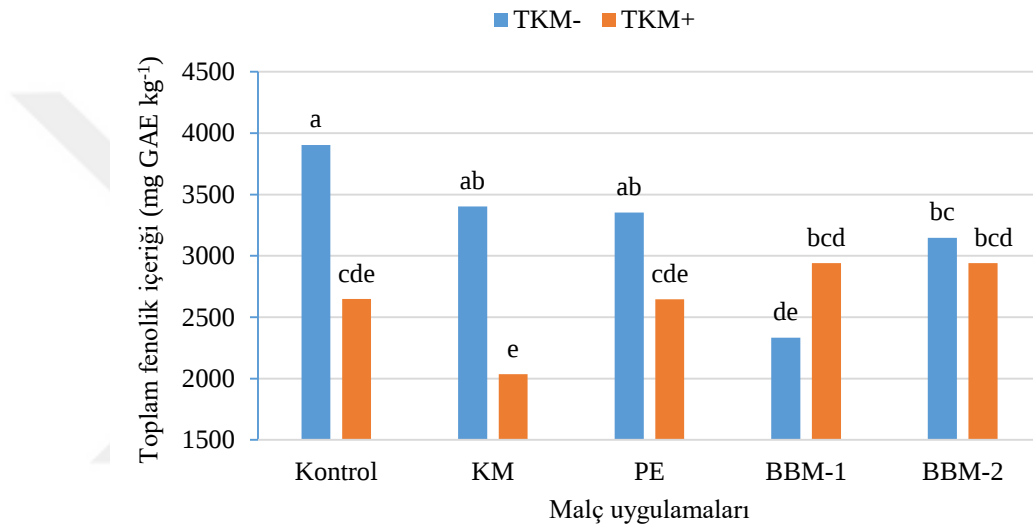
TKM-'nin kapy a biber meyvelerinin toplam fenolik bileşik değeri, TKM+'ya göre çok önemli (p<0.01) düzeyinde yüksek olduğu bulunmuştur. BBM-1 uygulaması dışında diğer malçların toprağa karıştırılması ve kontrol uygulamasında kapy a biber meyvelerinin toplam fenolik bileşik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.10 ve Şekil 4.10). Farklı malç x malçın toprağa karıştırılma durumuna ait interaksiyon değerleri arasında da toplam fenolik bileşik içeriği bakımından istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir. En yüksek kapy a biber meyvelerinin toplam fenolik bileşik değeri (3903.73 mg GAE kg⁻¹) ve en düşük kapy a biber meyvelerinin toplam fenolik bileşikleri (2034.67 mg GAE kg⁻¹) saptanmıştır (Tablo 4.10). Valšíková-Frey et al. (2022) yaptıkları çalışmada test edilen biber çeşitlerinde toplam polifenol içeriklerinin taze ağırlıkta 2014 yılında 640-900 mg GAE kg⁻¹ ve 2015 yılında 750-1130 mg GAE kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Biberler fenolik madde ve flavonoidler açısından zengin bir kaynaktır (Deepa et al., 2007; Hallmann et al., 2019). Yapılan çalışmalarda kırmızıbiberdeki fenolik madde miktarı Číž et al. (2010) tarafından 115.7 mg gallik asit 100 g⁻¹ taze örnek; Erdoğan (2013) tarafından 15929.63 mg kg⁻¹ km; Rodoni et al. (2015) tarafından 193 mg kg⁻¹ ve Cerit (2015) tarafından ise 12616.2 mg GAE 100 mg kg⁻¹ km olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapa biber meyvelerinin toplam fenolik bileşikler (mg GAE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	3903.73a**	2647.67cde	3275.65a**
KM	3402.75ab	2034.67e	2718.71b
PE	3353.63ab	2647.17cde	3000.40ab
BBM-1	2332.02de	2941.17bcd	2636.59b
BBM-2	3147.35bc	2941.33bcd	3044.34ab
Ortalama	3227.90a**	2642.38b	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.10. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapa biberin meyve toplam fenolik bileşikler (mg GAE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli fark vardır)

Kapa biber meyvelerinin toplam flavonoid değerleri Tablo 4.11’de verilmiştir. Kapa biber meyvelerinin toplam flavonoid içeriği üzerine malç uygulamalarının, malçın toprağa karıştırılması uygulamaları ve bunların interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak çok önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ve KM uygulamalarından elde edilen kapa biber meyvelerinin flavonoid madde miktarları PE ve biyobozunur plastik malç uygulamalarına göre çok önemli düzeyde düşük bulunmuştur. PE ve biyobozunur malçlar arasında toplam flavonoid değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. TKM-’nin kapa biber meyvelerinin toplam flavonoid içeriği, TKM+’ya göre yüksek bulunmuştur. PE ve BPM-1 uygulamalarında ikinci yılda toplam flavonoid içeriğinde artış meydana gelirken, diğer uygulamalarda

azalma olduğu tespit edilmiştir. İnteraksiyonlar incelendiğinde en yüksek kapyra biber meyvelerinin toplam flavonoid değeri 1081.63 mg QE kg⁻¹ ile BBM-1xTKM+ uygulamasında, en düşük ise 505.96 mg QE kg⁻¹ ile KMxTKM+ uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 4.11 ve Şekil 4.11).

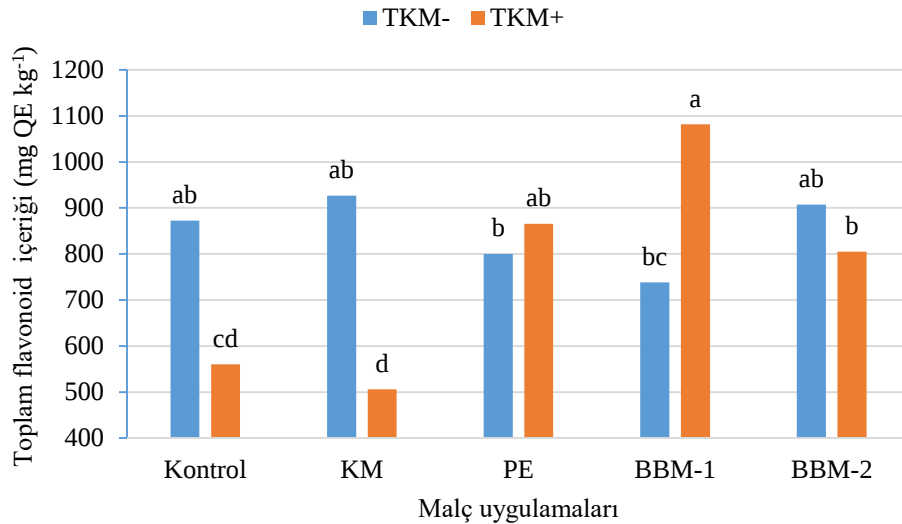
4.5. Farklı Malç Uygulamaları ve Malçların Toprağa Karıştırılmasının Meyvenin DPPH ve FRAP İçeriği Üzerine Etkileri

Kapyra biber, ülkemizde oldukça fazla tüketilen ve antioksidan özelliği yüksek olan sebzeler arasındadır. Yapılan birçok çalışmada kırmızı biberin antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Matsufuji, 1998; Zhang and Hamauzu, 2003; Deepa et al., 2007; Nadeem et al., 2011; Cerit, 2015).

Tablo 4.11. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapyra biber meyvelerinin toplam flavonoid (mg QE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	872.69ab**	560.17cd	716.43b**
KM	926.72ab	505.96d	716.34b
PE	800.00b	865.21ab	832.60ab
BBM-1	738.11bc	1081.63a	909.87a
BBM-2	907.07ab	804.83b	855.95a
Ortalama	848.92a**	763.56b	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.11. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapyra biberin meyve toplam flavonoid (mg QE kg⁻¹) içeriği

üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında $p<0.01$ düzeyinde çok önemli fark vardır)

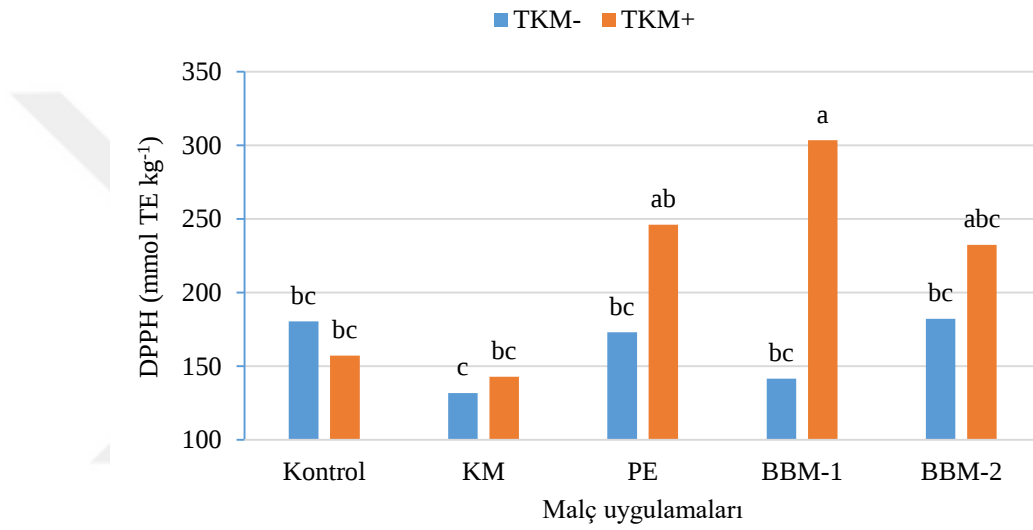
Kapya biber meyvelerinin DPPH içeriği üzerine farklı malç uygulamalarının etkileri incelendiğinde aralarında istatistiksel olarak çok önemli fark olduğu tespit edilmiştir. En yüksek DPPH içeriği aralarında istatistiksel fark bulunmayan BBM-1, PE ve BBM-2 uygulamalarından (sırasıyla 222.56, 209.67 ve 207.42 mmol TE kg⁻¹) elde edilmiştir. Bunu kontrol uygulaması izlemiştir. En düşük DPPH değeri ise 137.36 mmol TE kg⁻¹ ile KM uygulamasında saptanmıştır. Malç kullanımının toplam antioksidan kapasitesini azalttığını bildiren Valšíková et al. (2018) ve Valšíková-Frey et al. (2022)'un bulgularının tersine bu çalışmada biyobozunur plastik malç ve polietilen malç uygulamalarından kontrole göre daha yüksek DPPH değerleri elde edilmiştir. Giordano et al. (2020), kullanılan malç materyallerinin biyotik ve abiyotik stres oluşturarak, üründe daha yüksek biyoaktif içerik oluşmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Muneer et al. (2019) tarafından yapılan çalışma sonuçları ise yansıtıcı plastik film malçlamanın yaban mersini çalılıklarını yüksek antosiyanin içerikli meyveler üretmeye teşvik edebileceğini göstermiştir. Araştırmacılar, çeşitli malçlama uygulamalarının farklı bitkilerde bitkilerin fizyolojisine ve metabolik yollarına göre farklı sonuçlar doğurabileceğini ifade etmişlerdir.

TKM+'nın kapy biber meyvelerinin DPPH içeriği, TKM-'ye göre $p<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasından elde edilen kapy biberlerin birinci yıla göre ikinci yıl DPPH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Buna karşılık malçların toprağa karıştırılması DPPH değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. DPPH içerikleri bakımından interaksyon değerleri incelendiğinde; en yüksek kapy biber meyvelerinin DPPH değeri 303.50 mmol TE kg⁻¹ ile BBM-1xTKM+ uygulamasından, en düşük ise 131.85 mmol TE kg⁻¹ ile KMxTKM- uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 4.12 ve Şekil 4.12). Qiao et al. (2020), kırmızı *Chilli* için 2.82 mol TE g⁻¹ taze ağırlık ve yeşil *Chilli* için 43.29 mol TE g⁻¹ taze ağırlık değerlerini tespit etmişlerdir. Albayrak (2021) tarafından yapılan çalışmada DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite değerleri taze biberde 9.20 g TE 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur.

Tablo 4.12. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kapa biber meyvelerinin DPPH (mmol TE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	180.62bc**	157.17bc	168.89ab**
KM	131.85c	142.87bc	137.36b
PE	173.16bc	246.18ab	209.67a
BBM-1	141.61bc	303.50a	222.56a
BBM-2	182.34bc	232.50abc	207.42a
Ortalama	161.92b**	216.44a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.12. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kapa biberin meyve DPPH (mmol TE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli fark vardır)

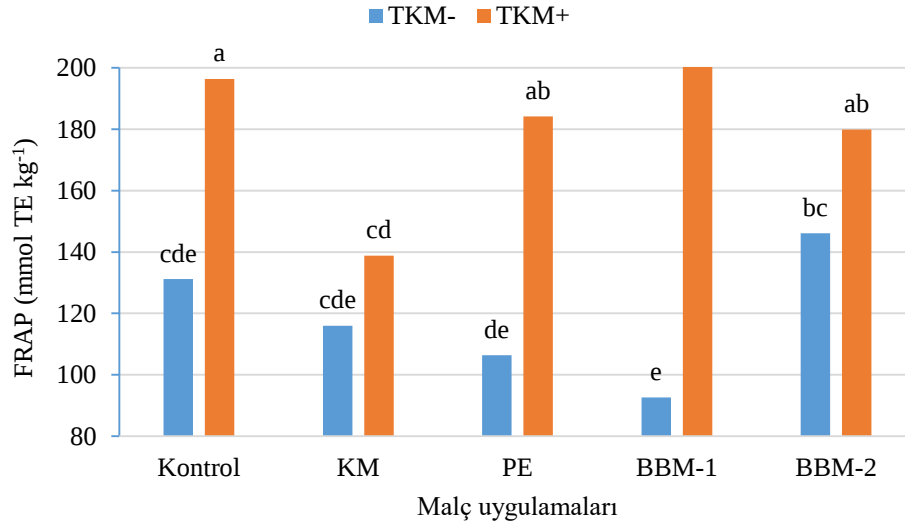
Kapa biber meyvelerinin FRAP değerleri Tablo 4.13'de verilmiştir. Kapa biber meyvelerinin FRAP içeriği üzerine malç uygulamalarının etkisi incelendiğinde; KM uygulamasının diğer uygulamalardan istatistiksel olarak çok önemli düzeyde düşük FRAP içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. KM dışındaki PE, biyobozunur malçlar ve kontrol uygulamaları arasında fark bulunmamıştır. Kontrol ve test edilen tüm malç uygulamalarının FRAP değerleri, malçların toprağa karıştırıldığı ve tekrar malçlama yapılarak üretimin yapıldığı ikinci yılda istatistiksel olarak çok önemli düzeyde artmıştır. İnteraksiyon incelendiğinde de en yüksek kapa biber meyvelerinin FRAP değeri (212.58 mmol TE kg⁻¹) BBM-1xTKM+, en düşük (92.58 mmol TE kg⁻¹) ise BBM-1xTKM- uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 4.13 ve Şekil 4.13). Qiao et

al. (2020), kırmızı *chilli* için 16.15 mol TE g⁻¹ fw ve yeşilbiber için 46.36 mol TE g⁻¹ fw FRAP değerlerini tespit etmişlerdir. Sora et al. (2015) ise biber tohum ve pulp ekstraktında FRAP değerlerini 4.81-82.67 µmol TE g⁻¹ aralığında bulmuşlardır. Keleş et al. (2016) ise FRAP değerlerini 0.43-0.64 µmol TE g⁻¹ değerleri arasında bulmuşlardır. Hernández-Pérez et al. (2020) birçok çalışmada antioksidanların içeriği ve değişkenliğinin çeşit, genotip, olgunluk, büyüme ve hasat sonrası koşullarla yakından ilgili olduğunu belgelendiğini belirtmişlerdir.

Tablo 4.13. Farklı malç uygulamalarının ve farklı malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra üretim sezonunda tekrar malç uygulamasının kopya biber meyvelerinin FRAP (mmol TE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi

Uygulamalar	Toprağa karıştırılan malç (TKM)		Ortalama
	TKM-	TKM+	
Kontrol	131.16cde**	196.45a	163.80a**
KM	116.00cde	138.83cd	127.42b
PE	106.36de	184.18ab	145.27ab
BBM-1	92.58e	212.58a	152.58a
BBM-2	146.12bc	179.94ab	163.03a
Ortalama	118.44b**	182.40a	

TKM-: Malç materyalleri toprağa karıştırılmadan uygulanan farklı malç uygulamaları, TKM+: Malç materyallerinin toprağa karıştırıldıktan sonra tekrar uygulanan farklı malç uygulamaları, **: p<0.01 düzeyinde çok önemli



Şekil 4.13. Farklı biyobozunur plastik malçlar, kağıt malç, polietilen malç ve kontrol uygulamaları ile üretim sonunda malç materyallerinin toprak içerisine işlenmeleri ve sonraki üretim sezonunda tekrar kullanılmasının kopya biberin meyve FRAP (mmol TE kg⁻¹) içeriği üzerine etkisi (Farklı harfle gösterilen uygulamalar arasında p<0.01 düzeyinde çok önemli fark vardır)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada biyobozunur özellikte 3 malç, PE ve elle ot almanın yapıldığı malçsız (kontrol) uygulama ile bunların üretim sezonu sonunda toprağa karıştırılarak tekrar kullanılmalarının kopya biber meyvelerinin morfolojik ve bazı biyoaktif bileşen içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda malç uygulamalarının meyve eni, toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid, DPPH ve FRAP içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasına ait meyvelerin enleri istatistiksel olarak çok önemli düzeyde PE ve biyobozunur malç uygulamalarından elde edilen meyvelerin enlerinden düşük bulunmuştur. Çalışmada ele alınan biyobozunur ve PE malçların toprağa karıştırılması meyve eni değerlerinin azalmasına neden olmamıştır. Malç uygulamaları karşılaştırıldığında kontrol uygulamasına ait meyvelerin toplam fenolik bileşikler içeriği, PE ve diğer biyobozunur malçlarda yetiştirilen kopya biber meyvelerinin toplam fenolik bileşikler içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın kontrol uygulamasından elde edilen meyvelerin toplam flavonoid, DPPH ve FRAP içeriklerinin PE, BBM-1 ve BBM-2 malçlarından elde edilen meyvelerin içeriklerine göre düşük olduğu belirlenmiştir. KM uygulamasında da kontrol gibi diğer malçlara göre daha düşük değerler elde edilmiştir.

Malçların toprağa karıştırıldığı yıl ile denemede malçların toprağa karıştırılmadığı birinci yıl birbiri ile karşılaştırıldığında meyve boyu, meyve eni, meyve et kalınlığı, kabuk L, a ve b rengi, C vitamini, TEA, toplam fenolik bileşik, toplam flavonoid, DPPH ve FRAP içerikleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmiştir. Meyve kabuk L rengi, toplam fenolik bileşik, toplam flavonoid ve DPPH içerikleri malçların toprağa karıştırılmadığı birinci yıl daha yüksek bulunmuştur. Diğer özellikler genellikle malçların toprağa karıştırıldığı denemenin ikinci yılında daha yüksek bulunmuştur. Her iki deneme sezonunda kontrol uygulamasındaki değişimler dikkate alınarak artış ve azalışların malçların toprağa karıştırılmasından kaynaklı olup olmadığı irdelenmiştir. Genel olarak TKM- ve TKM+ arasındaki farkların daha çok yetiştirme sezonlarındaki iklimsel farklılıktan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Çalışma sonucunda malç ve malçların toprağa karıştırılma durumları ile ilgili interaksiyonları baz alındığında; kopya biber meyvelerinin meyve boyları 14.94-16.55

cm, meyve enleri 50.09-57.27 mm, meyve et kalınlıkları 4.26-4.90 mm, kabuk L renk değerleri 59.20-98.13, kabuk a renk değerleri (-0.87)-32.82, kabuk b renk değerleri (-3.60)-24.64, SÇKM içerikleri %6.27-7.12, C vitamini değerleri 184.33-323.33 mg 100 g⁻¹, titre edilebilir asit (TEA) 0.132-0.178 g sitrik asit 100 mL⁻¹, toplam fenolik bileşik 2034.67-3903.72 mg GAE kg⁻¹, toplam flavonoid içerikleri 505.96-1081.63 mg QE kg⁻¹, DPPH içerikleri 131.85-303.50 mmol TE kg⁻¹ ve FRAP içerikleri 92.58-212.58 mmol TE kg⁻¹ aralığında tespit edilmiştir.

Sürdürülebilir tarım ile artan dünya nüfusunun ihtiyaı olan kaliteli ve yeterli gıda maddelerinin düşük maliyetlerle üretimi ve ekolojinin korunmasını sağlanabilir. Tarımda sürdürülebilirlik için üretimde kullanılan girdilerin ekolojiye zarar vermemesi önemli bir konudur. Malçlama uygulamaları sürdürülebilir tarım için önemli avantajlar sağlamaktadır. Ancak yaygın olarak kullanılan PE mal materyalinin hasat sonunda imhası ekolojik ve ekonomik olarak büyük sorun yaratmaktadır. Bu sorunun giderilmesinde biyobozunur mal kullanımının büyük bir çözüm olabileceği öngörülmektedir. Ancak, yeni bir konu olan biyobozunur mal kullanımı ile ilgili olarak toprağın kalitesinin, canlılığının ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, ürünün verim ve kalitesinde azalma olmaksızın mevcut durumun korunması veya artırılabilmesinin araştırılması gerekmektedir.

PE ve biyobozunur malçların toprağa karıştırılması ve parçalanmasının kapa biber meyvelerinin morfolojik özellikleri ile biyoaktif bileşen üzerine etkilerini daha iyi açıklayabilmek amacıyla çalışma devam ettirilmiştir. Denemenin ikinci yılının sonunda malçlar tekrar toprağa karıştırılmış, 3. yıl tekrar aynı alanlara malçlama yapılarak kapa biber yetiştirilmiştir. Elde edilen meyvelerin özellikleri ve içeriklerinin belirlenmesine devam edilmektedir. Bu sonuçlar malçların toprağa karıştırılmasının etkisini daha iyi açıklamamıza yardımcı olacaktır. Biyobozunur plastik ve/veya kağıt malçların üretimde kullanımının sadece verim ve verim parametreleri üzerine etkisi değil, aynı zamanda meyve kalitesine ve çevreye etkisi üzerinde durulmalıdır. Ayrıca bu materyallerin kullanımının ekonomik analizleri de yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Albayrak, H. A. (2021). Kırmızı Kapya Biber İçeceği Üretim Olanaklarının Araştırılması ve Ürünün Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, 66s.
- Anzalone, A., Cirujeda, A., Aibar, J., Pardo, G., and Zaragoza C. (2010). Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes. *Weed Technology*, 24(3), 369-377.
- Anonim. (2011). Gıdalarda Nem ve Kuru Madde Tayini, Milli Eğitim Bakanlığı, Yayın No, 541GI0082, Ankara.
- Arslan, Z. F., ve Uygur, F. N. (2014). Bitkisel üretimde yabancı otlara karşı bazı yeni ve etkili yöntemler, malç tekstili, fırçalı ot ve itme çapası. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3), 219-232.
- Azder, G., Göçmen, E., ve İstanbulluoğlu, A. (2020). Tekirdağ koşullarında farklı sulama seviyelerinin kapya biberin (*Capsicum annuum* cv. Kapija) verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17(3), 422-431.
- Baenas, N., Belovic, M., Ilic, N., Moreno, D.A., and Garcia-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annuum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274(5), 872-885.
- Bandopadhyay, S., Martin-Closas, L., Pelacho, A. M., and DeBruyn, J. M. (2018). Biodegradable plastic mulch films: impacts on soil microbial communities and ecosystem functions. *Frontiers in Microbiology*, 9, 819. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00819>
- Benzie, I. F., and Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”, the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
- Bozkurt, S. B. (2019). Kapya Tipi Biber (*Capsicum annuum* L. cv. Kapya) Yetiştiriciliğinde Kullanılan Organik Gübrelerin Bitki Gelişimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 89s.
- Brodhagen, M., Peyron, M., Miles, C., and Inglis, D. A. (2015). Biodegradable plastic agricultural mulches and key features of microbial degradation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 99, 1039-1056.
- Castro-Concha, L. A., Tuyub-Che, J., Moo-Mukul, A., Vazquez-Flota, F. A., and Miranda-Ham, M. L. (2014). Antioxidant capacity and total phenolic content in fruit tissues from accessions of *Capsicum chinense* Jacq. (Habanero Pepper) at different stages of ripening. *The Scientific World Journal*, Article ID: 809073, pp. 5. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/809073>
- Ceglie, F. G., Amodio, M. L., and Colelli, G. (2016). Effect of organic production systems on quality and postharvest performance of horticultural produce. *Horticulturae*, 2(2), 4.
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 381s.
- Cerit, İ. (2015). Kırmızı Biberin (*Capsicum annuum* L.) Fonksiyonel ve Mikrobiyal Özellikleri Üzerine Modifiye Atmosferde Paketlemenin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 82s.

- Chávez-Mendoza, C., Sanchez, E., Muñoz-Marquez, E., Sida-Arreola, J. P., and Flores-Cordova, M. A. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. *Antioxidants*, 4(2), 427-446.
- Cirujeda, A., Aibar, J., Anzalone, Á., Martín-Closas, L., Meco, R., Moreno, M. M., Pardo, A., Pelacho, A. M., Rojo, F., Royo-Esnal, A., Suso, M. L., and Zaragoza, C. (2012). Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(4), 889-897.
- Číž, M., Čížová, H., Denev, P., Kratchanova, M., Slavov, A., and Lojek, A. (2010). Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables. *Food Control*, 21(4), 518-523.
- Corrêa, C. V., de Mendonça, V. Z., de Sousa Gouveia, A. M., Carpanetti, M. G., Tavares, A. E. B., Lanna, N. D. B. L., Evangelista, R. M., and Cardoso, A. I. I. (2018). Physicochemical and biochemical traits of sweet pepper hybrids as a function of harvest times. *Food Chemistry*, 257, 265-270.
- Dalkılıç, Z. (2020). Vitamin C kaynağı olarak subtropik ve tropik iklim meyve türleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4), 19-29.
- Deepa, N., Kaur, C., George, B., Singh, B., and Kapoor, H. C. (2007). Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *LWT-Food Science and Technology*, 40(1), 121-129.
- Demirel, K., Genç, L., ve Saçan, M. (2012). Yarı kurak koşullarda farklı sulama düzeylerinin salçalık biberde (*Capsicum annum* cv. Kapija) verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 7-15.
- Demirtas, I., Erenler, R., Elmastas, M., and Goktasoglu, A. (2013). Studies on the antioxidant potential of flavones of *Allium vineale* isolated from its water-soluble fraction. *Food Chemistry*, 136, 34-40.
- Díaz-Pérez, J.C. (2010). Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: Effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. *HortScience*, 45(8), 1196-1204.
- Díaz-Pérez, J. C., and Batal, K. D. (2002). Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(1), 127-135.
- Domínguez-Martínez, I., Meza-Márquez, O. G., Osorio-Revilla, G., Proal-Nájera, J., and Gallardo-Velázquez, T. (2014). Determination of capsaicin, ascorbic acid, total phenolic compounds and antioxidant activity of *Capsicum annum* L. var. *serrano* by mid infrared spectroscopy (Mid-FTIR) and chemometric analysis. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 57, 133-142.
- Durak, S.G. (2016). Investigation and evaluation of the effect to environmental pollution of plastic shopping bags. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 9(2), 20-24.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., and Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(5), 369-382.
- Edgar, O. N., Gweyi-Onyango, J. P., and Korir, N. K. (2016). Influence of mulching materials on the growth and yield components of green pepper at busia county in kenya. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2(2), 1-10.
- Ekinci, M., ve Dursun A. (2006). Sebze yetiştiriciliğinde malç kullanımı. *Derim*, 23(1), 20-27.

- Ekinci, M., and Dursun, A. (2009). Effects of different mulch materials on plant growth, some quality parameters and yield in melon (*Cucumis melon* L.) cultivars in high altitude environmental condition. *Pakistan Journal Botany*, 41(4), 1891-1901.
- Erdoğan, B. (2013). Kırmızı Biber Salçası Üretiminde Antioksidan Özelliklerdeki Değişim. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 128s.
- FAO. (2022). Faostat-Agriculture. <http://faostat.fao.org/site> (Erişim Tarihi: 16.03.2022).
- Fadıllıoğlu, G. (2022). Organik Fide Üretiminde Farklı Ortamların Patlıcan, Domates ve Biber Yetiştiriciliğinde Bazı Parametreler Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, 110s.
- Garcia-Mier, L., Jimenez-Garcia, S. N., Guevara-González, R.G., Feregrino-Perez, A. A., Contreras-Medina, L. M., and Torres-Pacheco, I. (2015). Elicitor mixtures significantly increase bioactive compounds, antioxidant activity, and quality parameters in sweet bell pepper. *Journal of Chemistry*, Article ID 269296, pp. 1-8. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/269296>
- Gazan, S.S. (2015). Serada Taze Fasulye Yetiştiriciliğinde Farklı Renklerde Malçların Erkencilik, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 121s.
- Ghasemnezhad, M., Sherafati, M., and Payvast, G. A. (2011). Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annum*) fruits at two different harvest times. *Journal of Functional Foods*, 3(1), 44-49.
- Gholami, R., and Zahedi, S. M. (2020). Effects of deficit irrigation and mulching on morpho-physiological and biochemical characteristics of Konservolia olives. *Gesunde Pflanzen*, 72(1), 49-55.
- Giordano, M., Amoroso, C. G., El-Nakhel, C., Roupheal, Y., De Pascale, S., and Cirillo, C. (2020). An appraisal of biodegradable mulch films with respect to strawberry crop performance and fruit quality. *Horticulturae*, 6(3), 48.
- Guclu, G., Keser, D., Kelebek, H., Keskin, M., Sekerli, Y. E., Sosyal, Y., ve Selli, S. (2021). Impact of production and drying methods on the volatile and phenolic characteristics of fresh and powdered sweet red peppers. *Food Chemistry*, 338, Article ID: 128129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128129>
- Haapala, T., Palonen, P., Tamminen, A., and Ahokas, J. (2015). Effects of different paper mulches on soil temperature and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in the temperate zone. *Agricultural and Food Science*, 24(1), 52-58.
- Hallmann, E., and Rembiałkowska, E. (2012). Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annum* L.) under organic and conventional growing systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(12), 2409-2415.
- Hallmann, E., Marszałek, K., Lipowski, J., Jasińska, U., Kazimierczak, R., Średnicka-Tober, D., and Ewa Rembiałkowska, E. (2019). Polyphenols and carotenoids in pickled bell pepper from organic and conventional production. *Food Chemistry*, 278, 254-260.
- Hayes, D. G., Dharmalingam, S., Wadsworth, L. C., Leonas, K. K., Miles, C., and Inglis, D. A. (2012). Biodegradable Agricultural Mulches Derived from Biopolymers. In *Degradable Polymers and Materials, Principles and Practice*, ed. A. I. Kishan C. Khemani, Carmen Scholz, University of Alabama at Huntsville. ACS Books.
- Hayes, D. G., Anunciado, M. B., DeBruyn, J. M., Bandopadhyay, S., Schaeffer, S., English, M., Ghimire, S., Miles, C., Flury, M., and Sintim, H. Y. (2019). Biodegradable plastic

- mulch films for sustainable specialty crop production. In *Polymers for Agri-food Applications*, pp. 183-213, Springer, Cham.
- Hekimoğlu, B., ve Altındağ, M. (2019). Samsun ili kapa biber sektör raporu. Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Samsun.
- Hernández-Pérez, T., Gómez-García, M. D. R., Valverde, M. E., and Paredes-López, O. (2020). *Capsicum annuum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2972-2993.
- Howard, L. R., Talcott, S. T., Brenes, C. H., and Villalon, B. (2000). Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1713-1720.
- Iqbal, Q., Amjad, M., and Asi, M. R., Ali, M. A., Ahmad, R. (2009). Vegetative and productive evaluation of hot peppers under different plastic mulches in poly/plastic tunnel. *Pakistan Journal Agricultural Science*, 46(2), 113-118.
- Kasirajan, S., and Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 501-529.
- Kenanoğlu, B. B., Yavuz, D. Ö., ve Dilek, B. (2016). Farklı malç uygulamalarının domates bitki ve meyve gelişimi ile yabancı ot popülasyonuna etkisi. 1. International Academic Research Congress Book, Editörler: Erdal Hamarta, Coşkun Arslan, Sabahattin Çiftçi, Selahattin Avşaroğlu, Onur Köksal, Mustafa Uslu. Çizgi Kitabevi Yayınları: 721, Konya. s. 273.
- Keleş, D., Özgen, Ş., Saraçoğlu, O., Ata, A., and Özgen, M. (2016). Antioxidant potential of Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes at two different maturity stages. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(4), 542-551.
- Kijchavengkul, T., Auras, R., Rubino, M., Ngouajio, M., and Fernandez, R. T. (2008). Assessment of aliphatic- aromatic copolyester biodegradable mulch films. Part I, field study. *Chemosphere*, 71, 942-953.
- Kim, H. G., Bae, J. H., Jastrzebski, Z., Cherkas, A., Heo, B. G., Gorinstein, S., and Ku, Y. G. (2016). Binding, antioxidant and anti-proliferative properties of bioactive compounds of sweet paprika (*Capsicum annuum* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(2), 129-136.
- Koç, E., İşlek, C., ve Üstün, A. S. (2010). Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Gazi University Journal of Science*, 23(1), 1-6.
- Konica Minolta (2007). Precise color communication. Konica Minolta Photo Sensing Inc., Japan.
- Kosterna, E. (2014). The effect of soil mulching with straw on the yield and selected components of nutritive value in broccoli and tomatoes. *Folia Horticulturae*, 26(1), 31-42.
- Kurtar, E. S. (2010). Isıtmasız cam serada sonbahar dönemi yazlık kabak (*Cucurbita pepo* L.) yetiştiriciliğinde malç uygulamalarının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), 69-76.
- Kyrikou, I., and Briassoulis, D. (2007). Biodegradation of agricultural plastic films, a critical review. *J. Polym Environ.*, 15(2), 125-150.

- Liptay, A., Papadopoulos, A. P., Bryan, H. H., and Gull, D. (1986). Ascorbic acid levels in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at low temperatures. *Agricultural and Biological Chemistry*, 50(12), 3185-3187.
- López Camelo, A. F., and Gómez, P. A. (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira*, 22, 534-537.
- Martín-Closas, L., Soler, J., and Pelacho, A.M. (2003). Effect of different biodegradable mulch materials on an organic tomato production system. In: Biodegradable Materials and Natural Fiber Composites. *KTBL Darmstadt Schrift*, 414, 78-85.
- Matsufuji, H., Nakamura, H., Chino, M., and Takeda, M. (1998). Antioxidant activity of capsanthin and the fatty acid esters in paprika (*Capsicum annum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3468-3472.
- Mditshwa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., and Mbili, N. C. (2017). Effect of ultraviolet irradiation on postharvest quality and composition of tomatoes: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3025-3035.
- Melgarejo, P., Calín-Sánchez, Á., Hernández, F., Szumny, A., Martínez, J. J., Legua, P., Martínez, R., and Carbonell-Barrachina, Á. A. (2012). Chemical, functional and quality properties of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) as affected by mulching. *Scientia Horticulturae*, 134, 114-120.
- Meng, F., Yang, X., Riksen, M., Xu, M., and Geissen, V. (2021). Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth to soil contaminated with microplastics. *Science of The Total Environment*, 755(2), 142-516.
- Moreno, M. M., and Moreno, A. (2008). Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. *Sci. Hort.* 116(3), 256-263.
- Moreno, M. M., Moreno, A., and Mancebo, I. (2009). Comparison of different mulch materials in a tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(2), 454-464.
- Moore, J. C., and Wszelaki, A. L. (2019). The use of biodegradable mulches in pepper production in the Southeastern United States. *Hortscience*, 54(6), 1031-1038.
- Mu, L., Liang, Y., Zhang, C., Wang, K., and Shi, G. (2014). Soil respiration of hot pepper (*Capsicum annum* L.) under different mulching practices in a greenhouse, including controlling factors in China. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil and Plant Science*, 64(1), 85-95.
- Mudric, S. Z., Gasic, U. M., Dramicanin, A. M., Ciric, I. Z., Milojkovic-Opsenica, D. M., Popovic-Dordevic, J. B., Momirovic, N. M., and Tesic, Z. Lj. (2017). The polyphenolics and carbohydrates as indicators of botanical and geographical origin of Serbian autochthonous clones of red spice paprika. *Food Chem.*, 217, 705-715.
- Muneer, S., Kim, J. H., Park, J. G., Shin, M. H., Cha, G. H., Kim, H. L., Ban, T., Prathibhani, H. M., Kumarihami, C., Kim, S. H., Jeong, G., and Kim, J. G. (2019). Reflective plastic film mulches enhance light intensity, floral induction, and bioactive compounds in 'O'Neal'southern highbush blueberry. *Scientia Horticulturae*, 246, 448-452.
- Nadeem, M., Anjum, F. M., Khan, M. R., Saeed, M., and Riaz, A. (2011). Antioxidant potential of bell pepper (*Capsicum annum* L.)-A review. *Pakistan Journal of Food Science*, 21(1-4), 45-51.
- Ng, E. L., Lwanga, E. H., Eldridge, S. M., Johnston, P., Hu, H. W., Geissen, V., and Chen, D. (2018). An overview of microplastic and nanoplastic pollution in agroecosystems. *Science of The Total Environment*, 627, 1377-1388.

- Nyochembeng, L. M., and Mankolo, R. N. (2021). Colored plastic mulch effects on plant performance and disease suppression in organically grown bell pepper (*Capsicum annuum*). *Journal of Agricultural Science*, 13(6), 11-17.
- Ornelas-Paz, J. J., Martínez-Burrola, J. M., Ruiz-Cruz, S., Santana-Rodríguez, V., Ibarra-Junquera, V., Olivas, G. I., and Pérez-Martínez, J. D. (2010). Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*, 119(4), 1619-1625.
- Othman, Y. A., and Leskovar, D. I. (2022). Degradable mulch as an alternative to polyethylene for watermelon production. *Hort Technology*, 32(2), 226-233.
- Öner, M. (2015). Ultrasonik Yöntemle Biber Posasından Yağ İçinde Karoteniod Ekstraksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Öz, H., Yaylacı, C., ve Erdal, İ. (2021). Farklı malç materyallerinin marul (*Lactuca sativa* L. Duna) bitkisinin gelişimi ve bazı mineral besin elementleri üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 489-496.
- Özdikmenli, S., ve Zorba, N. N. D. (2015). Közlenmiş kırmızıbiber (kappa) konservesi üretiminde gıda güvenliği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 55-64.
- Özer, H. (2012). Organik Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Yetiştiriciliğinde Değişik Masura, Malç Tipi ve Organik Gübrelerin Büyümesi, Gelişme, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Panayotov, N., Gueorguiev, V. and Ivanova, I. (2000). Characteristic and grouping of F1 pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids on the basis of cluster analysis by morphological characteristic of fruit. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 19, 62-65.
- Pérez-López, A. J., López-Nicolas, J. M., Núñez-Delicado, E., Amor, F. M. D., and Carbonell-Barrachina, Á. A. (2007). Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet peppers, cv. Almuden. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(20), 8158-8164.
- Qiao, G. H., Wenxin, D., Zhigang, X., Sami, R., Khojah, E., and Amanullah, S. (2020). Antioxidant and anti-inflammatory capacities of pepper tissues. *Italian Journal of Food Science*, 32(2), 265-274.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., and Pouységu, L. (2011). Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angew. Chem.*, 50 (3), 586-621.
- ReportLinker. (2022). Global mulch films industry. https://www.reportlinker.com/p05799188/Global-Mulch-Films-Industry.html?utm_source=GNW (Erişim Tarihi: 16.08.2022)
- Rodoni, L., Vicente, A., Azevedo, S., Concellón, A., and Cunha, L. M. (2015). Quality retention of fresh-cut pepper as affected by atmosphere gas composition and ripening stage. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 109-114.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Bassal, A., Leonardi, C., Giufreda, F., and Colla, G. (2012). Vegetable quality as affected by genetic, agronomic and environmental factors. *J. Food Agric. Environ.*, 10(3-4), 680-688.
- Sağlam, M., Sintim, H. Y., Bary, A. I., Miles, C. A., Ghimire, S., Inglis, D. A., and Flury, M. (2017). Modeling the effect of biodegradable paper and plastic mulch on soil moisture dynamics. *Agricultural Water Management*, 193, 240-250.

- Salles, C. (2008). Tomato and Flavour. In: Tomatoes and Tomato Products, Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties. (Eds. Preedy, V. R. and Watson, R. R.), 85-110, CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Sesso, H. D., Buring, J. E., Christen, W. G., Kurth, T., Belanger, C., MacFadyen, J., Bubes, V., Manson, J. E., Glynn, R. J., and Gaziano, J. M. (2008). Vitamins E and C in the prevention of cardiovascular disease in men: the Physicians' Health Study II randomized controlled trial. *Jama-Express*, 300(18), 2123-2133.
- Seymen, M., Türkmen, Ö., ve Paksoy, Y. (2010). Yaz dönemi sera biber yetiştiriciliğinde kullanılan farklı yapıdaki malçların verim ve bazı meyve özelliklerinin etkileri. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 23-26 Haziran Van, 128-131s.
- Singleton, V. L., and Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Sora, G. T. S., Haminiuk, C. W. I., Silva, M. V., Zielinski, A. A. F., Gonçalves, G. A., Bracht, A., and Peralta, R. M. (2015). A comparative study of the capsaicinoid and phenolic contents and in vitro antioxidant activities of the peppers of the genus *Capsicum*, an application of chemometrics. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 8086-8094.
- Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Munoz, K., Frör, O., and Schaumann, G. E. (2016). Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Sci. Total Environ.*, 550, 690-705.
- Sun, T., Xu, Z., Wu, C. T., Janes, M., Prinyawiwatukul, W., and No, H. K. (2007). Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science*, 72(2), 98-102.
- Sürmeli, N., ve Erdoğan, S. (1985.) Yağlık (salçalık) biber ıslahı. *Bahçe Dergisi*, 14(1-2), 31-35.
- Şahiner, A. (2019). Bursa ve Çevresinde Kapya Tipi Biber (*Capsicum annum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish) Yetiştiriciliğinde Farklı Çeşitlerin Verim ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 56s.
- TÜİK. (2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> (Erişim Tarihi: 16.03.2022)
- Ulukapı, K., Erkan, M., Karaşahin, I., ve Onus, A. (2008). Derim sonrası sıcak su uygulamalarının California wonder tipi biber muhafazası üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 44-51.
- Ünlü, Ö. H., Ünlü, H., Karataş, A., Padem, H., ve Kitiş, Y. E. (2006). Farklı renkteki malçların domatestte verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Alatarım*, 5(1), 10-14.
- Valšíková, M., Králová, J., and Barkoci, Š. (2006). Study of some characteristics of vegetable pepper varieties. *Hort. Sci.(Prague)*, 33(4), 153-157.
- Valšíková, M., Mlček, J., Snopek, L., Rehuš, M., Škrovánková, S., Juríková, T., Sumczynski, D., and Paulen, O. (2018). Monitoring of bioactive compounds of tomato cultivars as affected by mulching film. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 49(4), 267-273.
- Valšíková-Frey, M., Mlček, J., Bučková, M., Adámková, A., Adámek, M., and Jurikova, T. (2022). Influence of varieties and mulching on the quality and quantity of vegetable pepper yield. *Horticulturae*, 8(11), 1035.

- Vanderslice, J. T., Higgs, D. J., Hayes, J. M., and Block, G. (1990). Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as-eaten. *Journal of Food Composition and Analysis*, 3(2), 105-118.
- Vural, H., Eşiyok, D., ve Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Yang, Y., Li, P., Jiao, J., Yang, Z., Lv, M., Li, Y., Zhou, C., Wang, C., He, Z., Liu, Y., and Song, S. (2020). Renewable sourced biodegradable mulches and their environment impact. *Scientia Horticulturae*, 268, 109375.
- Yağanoğlu, S. (2019). Sera Koşullarında Yetiştirilen Turşuluk Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkisinde Farklı Malç Malzemeleri ve Sulama Suyu Seviyelerinin Verime Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 89s.
- You, S., Liu, H., Li, Z., Zhou, Y., Zhou, H., Zheng, W., Gao, Y., Li, J., and Zhang, X. (2021). Soil environment and spectra properties coregulate tomato growth, fruit quality, and yield in different colored biodegradable paper mulching during the summer season. *Scientia Horticulturae*, 275, 109632.
- Zahed, Z., Mufti, S., Kumar, S. S., Wani, O. A., Mushtaq, F., Rasool, R., Babu, S., Abidi, I., Gaber, A., and Hossain, A. (2022). Organic and inorganic mulches combination improves the productivity, quality and profitability of rainfed potato in the temperate Himalayan region. *Gesunde Pflanzen*, 74, 1109-1122.
- Zhang, D., and Hamauzu, Y. (2003). Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. *J. Food Agric. Environ*, 1(2), 22-27.
- Zhang, X., You, S., Tian, Y., and Li, J. (2019). Comparison of plastic film, biodegradable paper and bio-based film mulching for summer tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 249, 38-48.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-55.
- Zou, X., Niu, W., Liu, J., Li, Y., Liang, B., Guo, L., and Guan, Y. (2017). Effects of residual mulch film on the growth and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(2), 1-18.

ÖZGEÇMİŞ

Burak Tuzen, Samsun Gazi Anadolu Lisesi’ni bitirdikten sonra 2015 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkilerinde lisans öğrenimine başladı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkilerinden 2019 yılında mezun oldu. 2020 yılında aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansa başladı.

Orta seviyede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID: 0000-0001-6562-1332

Yayınlar

1. Tüzen, B., Çilingir Tütüncü, A., Taşdelen, S., and Pekşen, A. (2021). Effect of polyethylene plastic mulch on yield and fruit quality parameters of tomato. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 3(2), 56-59.
2. Tüzen, B., Pekşen, A., Ardalı, Y., Yanar, Y., İç, S., and Sağlam, M. (2022). Use of biodegradable mulch in vegetable production. Cooperation of Climate Change and Green Deal Symposium. Poster Presentation, <https://coforclimate.omu.edu.tr/>.