



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BAZI YENİLEBİLİR ÇİÇEKLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE
BİYOÇAR UYGULAMASININ VE DEPO PERFORMANSLARI
ÜZERİNE MELATONİN UYGULAMASININ ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

GÜZELLA YILMAZ VURAL

Danışman: Prof. Dr. Kenan YILDIZ

II. Danışman: Aysun ÇELİK ÇANGA

TOKAT

Mart, 2024



Bu tez çalışması;

**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından 2021/99
nolu proje ile desteklenmiştir.**

JÜRİ KABUL VE ONAY

Güzella YILMAZ VURAL tarafından hazırlanan “**Bazı Yenilebilir Çiçeklerin Gelişimi Üzerine Biyoçar Uygulamasının ve Depo Performansları Üzerine Melatonin Uygulamasının Etkisi**” Adlı Tez Çalışmasının Savunma Sınavı 27/02/2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmza

Başkan: Prof. Dr. Kenan YILDIZ

.....

Üye : Prof. Dr. Füsun ERDURAN NEMUTLU

.....

Üye : Doç. Dr. Kübra YAZICI

.....

Üye : Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU

.....

Üye : Doç. Dr. Halil ERDEM

.....

ONAY

...../...../.....

Doç. Dr. Yusuf TEMÜR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK SÖZLEŞMESİ

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgi toplama ve raporlaştırma sürecinin Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'ne, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna, genel akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak gerçekleştirildiğini; bu tez çalışmasının “intihal engelleme” programı ile tarandığını, bana ait olmayan tüm bilgi, düşünce ve bulgulara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan eder, sorumluluğun tarafıma ait olduğunu kabul ederim.

27/02/2024

Güzella YILMAZ VURAL

İTHAF



Bu çalışmayı, çalışmanın her aşamasında küçücük elleri ve kocaman kalbi ile çalışmaya katkı sağlayan ve bana destek olan Canım Kızım BUĞLEM'E ithaf ediyorum...

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleri ile her zaman yolumu açan, doktora tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve yazım aşamasında desteğini esirgemeyen, yanına her gidişimde sadece akademik birikimi ile değil büyük saygı duyduğum karakter yapısı ile bana çok şey katan, hocamdan çok ailemden biri gibi hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Kenan YILDIZ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. İkinci danışmanım Prof. Dr. Aysun ÇELİK CANGA'ya ve tez jürisinde bulunan hocalarıma, doktora tezimin yürütülmesi aşamasında fikirleri ile katkılarını esirgemedikleri ve yürütülen bu çalışmanın daha iyi olması için bilgi ve birikimlerini tezime yansıttıkları için, Doç. Dr. Halil ERDEM'e tez çalışmasında kullandığım ana materyallerden biri olan biyoçarı elde edip tez çalışmasında kullanmamıza izin verdiği ve çalışmalarım boyunca her sorumu cevaplayıp akademik hayatıma büyük katkı sağladığı için, Arş. Gör. Osman Nuri ÖCALAN ve TOĞU Bahçe Bitkileri Bölümü lisansüstü öğrencilerine, tez çalışmasının analizlerinin yapımında büyük destek verdikleri için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her konuda maddi ve manevi olarak destekleyen ve daima yanımda olduğunu hissettiğim değerli aileme, her zaman desteğini gördüğüm ve güç aldığım eşim Çağatay Fikri VURAL'a ve kızım Buğlem'ime teşekkür ederim.

Güzella YILMAZ VURAL

Mart, 2024

ÖZET

BAZI YENİLEBİLİR ÇİÇEKLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE BİYOÇAR UYGULAMASININ VE DEPO PERFORMANSLARI ÜZERİNE MELATONİN UYGULAMASININ ETKİSİ

Yılmaz Vural, Güzella

Doktora, Bahçe Bitkileri Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kenan Yıldız
Mart 2024, x 101 Sayfa

(*) *Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*

Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2021/99).

Çalışmada, gastronomide giderek daha fazla yer alan ve buna bağlı olarak ticari değeri her geçen gün artan yenilebilir çiçeklerde, bitki gelişimi ve çiçeklerin fitokimyasal özellikleri üzerine biyoçar (biyokömür) uygulamasının etkisinin yanında, bu çiçeklerin depolanma süreçlerinde oluşan kalite kayıpları üzerine melatonin uygulamasının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Kırmızı Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* L.), Sarı Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* L.) Aynı Sefa (*Calendula officinalis* L.) ve Elektrik Çiçeği (*Spilanthes oleracea*) kullanılmıştır. Bitkiler tohumla üretilmiş olup, çalışma kapsamında tohum çıkış oranları da belirlenmiştir. Yenilebilir çiçekler arasında en yüksek tohum çıkış oranı aynı sefa tohumlarında, en düşük çıkış oranının ise Elektrik Çiçeği tohumlarında olduğu tespit edilmiştir. Tohum ile çoğaltılan bitkiler, içinde toprak, torf ve biyoçar ilave edilmiş toprak bulunan saksılara şaşırtılmıştır. Bitki gelişimini belirlemek için yapılan ölçümler sonucunda, sadece toprak bulunan saksılarda yetişen bitkilere kıyasla torf veya biyoçar içeren saksılardaki bitkilerin daha iyi gelişme gösterdiği saptanmıştır. Biyoçar uygulaması ile çalışmada kullanılan dört yenilebilir çiçekte de bitki başına çiçek sayısını buna bağlı olarak da verimi önemli derecede artırmıştır. Çiçeklerin fenol içeriği ve antioksidan kapasitesi bitki türüne bağlı olarak farklılıklar sunarken, yetiştirme ortamlarının etkisi bütün çiçeklerde önemsiz bulunmuştur. Yenilebilir çiçeklerin C vitamini içerikleri incelendiğinde her üç yetiştirme ortamında da Latin Çiçeklerinin diğer iki yenilebilir çiçeğe kıyasla daha yüksek C vitaminine sahip oldukları görülmüştür. Elde edilen çiçekler 0 ve 100 mM melatonin çözeltisine batırıldıktan sonra depolanmış ve melatonin uygulamalarının muhafaza ömrüne olan etkileri değerlendirilmiştir. Bütün çiçeklerde toplam fenol, C vitamini, SÇKM ve antioksidan içeriğinde depolama süresi ile doğru orantılı olarak artış tespit edilmiştir. Melatonin uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla bitkilerin fitokimyasal özellikleri ve renk parametreleri üzerinde farklılık oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan duyusal analiz sonuçlarına göre dört çiçek arasında lezzet, aroma, çiğnenebilirlik ve renk için verilen puanları tamamında Kırmızı Latin Çiçeği en yüksek puanları almıştır.

Anahtar Kelime: Yenilebilir Çiçek, Gelişim Performansı, Depolama

ABSTRACT

THE EFFECT OF USE BIOCHAR AMENDMENT ON THE DEVELOPMENT OF SOME EDIBLE FLOWERS AND THE EFFECT OF MELATONIN ON THEIR STORAGE PERFORMANCES.

Yılmaz Vural, Güzella

PhD Thesis, Horticulture Department

Supervisor: Prof. Dr. Kenan Yıldız

March 2024, x 101 Pages

(*) *This study was carried out by Tokat Gaziosmanpaşa University Scientific Research Projects (Project number: 2021/99).*

In the study, it was aimed to determine the effects of biochar application on plant development and phytochemical properties of edible flowers, which are increasingly included in gastronomy and whose commercial value is increasing day by day, as well as the effects of melatonin application on the quality losses that occur during the storage processes of these flowers. Red Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.), Yellow Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.), Calendula (*Calendula officinalis* L.) and Electric Flower (*Spilanthes oleracea*) were used in the study. Plants were produced from seeds, and seed emergence rates were also determined within the scope of the study. It has been determined that the highest seed emergence rate among edible flowers is in calendula seeds, and the lowest emergence rate is in electric flower seeds. Plants propagated by seeds were transplanted into pots containing soil, peat or biochar-added soil. As a result of the measurements made to determine plant development, it was determined that plants in pots containing peat or biochar showed better development compared to plants grown in pots containing only soil. Biochar application significantly increased the number of flowers per plant and therefore the yield in all four edible flowers used in the study. While the phenol content and antioxidant capacity of flowers differed depending on the plant species, the effect of growing mediums was found to be insignificant in all flowers. When the vitamin C content of edible flowers was examined, it was seen that nasturtiums had higher vitamin C compared to the other two edible flowers in all three growing mediums. The obtained flowers were stored after being immersed in 0 and 100 mM melatonin solution, and the effects of melatonin applications on the storage life were evaluated. Significant increases in total phenol, vitamin C, SSC and antioxidant contents in all flowers was determined as the storage time progress. It was observed that melatonin applications did not make any difference on the phytochemical properties and color parameters of the plants compared to the control group. According to the results of the sensory analysis, Red Nasturtium received the highest scores among the four flowers in terms of taste, aroma, chewiness and color.

Keywords: Edible Flowers, Development Performances, Storage

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞMESİ	i
İTHAF	ii
ÖNSÖZ	1
ÖZET	2
ABSTRACT.....	3
İÇİNDEKİLER	4
TABLO LİSTESİ.....	6
ŞEKİL LİSTESİ.....	8
SİMGELER VE KISALTMALAR	9
1. GİRİŞ	11
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	21
3. MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1. Materyal	30
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Çiçeklerde Tohum Çıkışı	34
3.2.2. Biyoçar Üretimi.....	36
3.2.3. Saksı Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi.....	37
3.2.4. Fitokimyasal Analizler	39
3.2.5. Muhafaza Denemeleri	40
3.2.6. Duyusal Analizler.....	42
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	43
4.1. Tohum çıkışları	43
4.2. Bitki gelişimi ve çiçek verimleri	44
4.3. Çiçeklerin biyokimyasal içerikleri	51
4.4. Muhafaza.....	53
4.5. Duyusal Analizler.....	61
5. TARTIŞMA	69
5.1. Tohum çıkışı.....	69
5.2. Bitki gelişimi.....	70
5.3. Çiçeklerin biyokimyasal içerikleri	73
5.4. Muhafaza.....	76

5.5. Duyusal analizler.....	78
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	96



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri.....	30
Tablo 2. Çalışmada kullanılan biyoçar materyallerinin bir kısım fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	33
Tablo 3. Çalışmada kullanılan sıvı hayvan gübresinin bir kısım özellikleri (mg L ⁻¹)....	33
Tablo 4. Yenilebilir çiçek tohumlarının çıkış oranına ait farklı parametreler	44
Tablo 5. Yenilebilir çiçekli bitkilerin farklı yetiştirme ortamında sahip oldukları gövde ve kök boyları.....	47
Tablo 6. Yenilebilir çiçeklere sahip bitkilerin farklı yetiştirme ortamında sahip oldukları gövde yaş ve kuru ağırlıkları	48
Tablo 7. Farklı ortamlarda yetiştirilen bazı yenilebilir çiçeklerin çiçek ağırlığı ve çiçek çap uzunlukları.	49
Tablo 8. Farklı ortamlarda yetiştirilen bazı yenilebilir çiçeklerin bitki başına çiçek sayıları ve verimi.	50
Tablo 9. Farklı ortamlarda yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin toplam fenol (µg GAE/g YA) ve antosiyanin (µg plg-3-O-glu/g ya) (birimi) içerikleri.....	52
Tablo 10. Farklı ortamlarda yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin antioksidan aktiviteleri ve C vitamini içerikleri	53
Tablo 11. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Elektrik Çiçeklerinin toplam fenol değerleri	53
Tablo 12. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Kalendula Çiçeklerinin toplam fenol değerleri.....	54
Tablo 13. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Kırmızı Latin Çiçeklerinin farklı günlerde ölçülen toplam fenol değerleri	55
Tablo 14. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Sarı Latin Çiçeklerinin toplam fenol değerleri (µg GAE/g YA)	55
Tablo 15. Depolama sürecinde, yenilebilir çiçeklerin SÇKM (%) içerikleri üzerine melatonin uygulamasının etkisi.....	56
Tablo 16. Kontrol ve melatonin uygulanan Kırmızı Latin Çiçeklerinin antosiyanin içeriklerinin depolama sürecindeki değişimi (µg plg-3-O-glu/g ya).....	56
Tablo 17. Depolama sürecinde, yenilebilir çiçeklerin antioksidan aktiviteleri üzerine melatonin uygulamasının etkisi.....	57
Tablo 18. Yenilebilir çiçeklerin C vitamini içeriklerinin depolama sürecindeki değişimi üzerine melatonin uygulamasının etkisi	58
Tablo 19. Melatonin uygulamasının Elektrik Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.	59
Tablo 20. Melatonin uygulamasının Kalendula Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.	59
Tablo 21. Melatonin uygulamasının Sarı Latin Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.	60
Tablo 22. Melatonin uygulamasının Kırmızı Latin Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.	61
Tablo 23. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin lezzeti için 1-5 (1 kötü lezzetli, 5 iyi lezzetli) skalasına göre verdikleri puanlar.....	61
Tablo 24. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin yapışkanlık için 1-5 (1 çok yapışkan, 5 az yapışkan) skalasına göre verdikleri puanlar	62

Tablo 25. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin aromaları için 1-5 (1 kötü aromalı, 5 iyi aromalı) skalasına göre verdikleri puanlar	63
Tablo 26. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin kokuları için 1-5 (1 kötü kokulu, 5 iyi kokulu) skalasına göre verdikleri puanlar	63
Tablo 27. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin sertlikleri için 1-5 (1 çok sert, 5 az sert) skalasına göre verdikleri puanlar.....	64
Tablo 28. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin çiğnenebilirliği için 1-5 (1 çiğnenilmesi zor, 5 çiğnenilmesi kolay) skalasına göre verdikleri puanlar.....	65
Tablo 29. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin dokusu için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skalasına göre verdikleri puanlar.....	65
Tablo 30. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin renk için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skalasına göre verdikleri puanlar	66
Tablo 31. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin ufalanması için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skalasına göre verdikleri puanlar.....	66
Tablo 32. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin ebatları için 1-5 (1 yetersiz, 5yeterli) skalasına göre verdikleri puanlar Doku için.....	67

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Yenilebilir çiçeklerin yiyeceklerle beraber estetik amaçlı kullanımı	12
Şekil 2. Kalendula Çiçeğinin, gövde, kök ve çiçeklerin mikroskop altında görünüşü. ..	31
Şekil 3. Elektrik Çiçeğinin gövde, kök, çiçek ve çiçeklerin mikroskop altında görünüşü	31
Şekil 4. Kırmızı (sağda) ve Sarı (solda) Latin Çiçeklerinin gövde, kök, çiçek ve çiçeklerinin mikroskop altında görünüşü	32
Şekil 5. Biyoçar üretiminde kullanılan proliz ünitesinin görünümü.....	33
Şekil 6. Tohumların çıkış parametrelerinin takip edilmesinin görünümü	34
Şekil 7. Biyoçar üretim aşamaları.....	36
Şekil 8. Saksı denemelerinin kurulma aşamaları.	37
Şekil 9. Gübreleme ve ilaçlama yapım aşamaları.....	38
Şekil 10. Fitokimyasal analizlerin yapım aşamaları.	39
Şekil 11. Muhafaza amacıyla plastik kaplara yerleştirilen çiçekler.....	41
Şekil 12. Duyusal analizlerin yapım aşamaları.....	42
Şekil 13. Yenilebilir çiçek tohumlarının zamana bağlı tohum çıkış oranları.	43
Şekil 14. Farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin gövde boyları	45
Şekil 15. Farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin kök boyları..	46
Şekil 16. Bitkilerin zamana bağlı gelişimi (A: Kalendula; B: Elektrik; C: Kırmızı Latin; D: Sarı Latin).....	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
°	Derece
°C	Santigrat derece
g	Gram
kg	Kilogram
N	Azot
C	Karbon
P	Fosfor
K	Potasyum
L	Litre
Nm	Nanometre
µM	Mikro molar
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
Melatonin	N-asetil-5-metoksitriptamin
Mmol	milimol
FeSO ₄	Demir(II) sülfat
ABA	Absisik asit
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu
ppm	milyonda bir parça
da	Dekar
mg	Miligram
K ₂ O	Potasyum hidroksit
P ₂ O ₅	Fosfor pentoksit
Fe	Demir
Zn	Çinko

Na	Sodyum
NH ₄ -N	Amonyum
μL	Mikrolitre
TEAC	Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi

Kısaltmalar

ÇO	Çıkış oranı
OÇS	Ortalama çıkış süresi
Çİ	Çıkış indeksi
ÇHK	Çıkış hızı katsayısı
İÇG	İlk çıkış günü
SÇG	Son çıkış günü
ÇP	Çıkış periyodu
YA	Yaş ağırlık

1. GİRİŞ

Süs bitkileri yetiştiriciliği insanlık tarihi boyunca birçok farklı amaçla yapılmıştır. Süs bitkileri sadece estetik amaçlı değil, besleyici olarak ve tıbbi aromatik yönü ile tedavi edici özellikleri için de yetiştirilmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde yenilebilir çiçekler besin değeri, tıbbi etki, tat, şekil ve estetik görünüm açısından dikkat çekmekte ve kullanılmaktadır (Mlcek ve Rop, 2011). Tıbbi aromatik amaçlı kullanılan süs bitkilerinde türlere bağlı olarak çiçeğin tamamı veya belli bir kısmı besin olarak tüketilmektedir. Örneğin lale, krizantem ve gül türlerinde sadece taç yapraklar yenilebilirken, papatyaların ise çiçek tomurcuğu yenilebilmektedir (Fernandes ve ark., 2019).

İnsanların gelecekte sağlıklı beslenmesi ile ilgili kaygılar yoğunlaşarak artmaktadır. Gıda üretiminin geleceği konusunda yapılan araştırmalar “ileride bu kadar çok insanı beslemeye yetebilecek kadar çok besin maddesini üretebilecek miyiz?” sorusunu aklımıza getirmektedir. Hızlı nüfus artışı ve kaynakların hızlı ve plansız tüketimi, insanları sürdürülebilir çözüm önlemleri almaya ve alternatif gıda kaynakları bulmaya yöneltmektedir (Turhan, 2005). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından yayınlanan yakın tarihli bir rapora göre, toplam küresel gıda üretiminin %66’sını yalnızca dokuz mahsul karşılamaktadır (Anonim, 2019). Bugün dünya gıda ihtiyacının büyük bir kısmının belli ürünlerle karşılandığı düşünüldüğünde, küresel iklim değişikliğinin bu ürünlerin yetiştiriciliği üzerine muhtemel kısıtlayıcı etkilerinin sonuçları ile karşı karşıya kalınabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Sürdürülebilir bir yaşam için mutlaka geleceğe yönelik planlamalar yapılmalı ve bu planların insanların yaşam standartlarını düşürmeyecek nitelikte olmasına özen gösterilmelidir. Sürdürülebilir bir tarım için doğal kaynakların korunması genetik kaynaklarının daha etkin biçimde korunmasına ve kullanılmasına çaba harcanması gerekmektedir.

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda, tek ürün yetiştiriciliği ve iklim değişikliği tehdidi altında olan yetiştiricilik sistemlerinde tarımsal biyolojik çeşitliliğin artırılmasının acil ihtiyaç olduğu, bu bağlamda yenilebilir yabani türlerin kültüre alınmasının önemi vurgulanmıştır (Morales ve ark., 2014; Benvenuti ve ark., 2017). Ayrıca, sağlıklı ve doğal gıda bileşenlerine yönelik artan talep, bu bitki genetik kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini gerektirmektedir. Bu yaklaşım, tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin

teşvik edilmesi, değerli genetik kaynakları koruması, yabancı türlerin kültüre alınması ve bunların üretim sistemlerinin entegrasyonu dahil olmak üzere çeşitli uygulamaları içerir (Chatzopoulou ve ark., 2020).



Şekil 1. Yenilebilir çiçeklerin yiyeceklerle beraber estetik amaçlı kullanımı

Tarımsal biyoçeşitliliğin artırılmasına yönelik arayışlarda, yenilebilir yabancı bitkiler büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Ayrıca yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda, bu tür bitkilerin içerikleri hakkında elde edilen bilgiler, sağlık konusunda giderek daha bilinçli olunması, gıda ve diyetlerinin kalitesine, kökenine ve sürdürülebilirliğine özen gösteren yeni nesil tüketicilerin varlığı bu tür bitkilere olan ilgiyi arttırmaktadır. Besin içerikleri ile dikkat çeken ve tarımsal biyoçeşitlilik için önemli katkılar sunabilecek bitki topluluklarından biri de yenilebilir çiçeklerdir. Yenilebilir yabancı türlerin (Kucekova ve ark., 2013) ve çiçek olarak yetiştirilen yenilebilir süs bitkilerinin (Mlcek ve Rop, 2011) sayısı giderek artmaktadır. Yenilebilir çiçekler farklı mutfaklarda yemeğin temel veya

tamamlayıcı bileşeni olarak kullanılmaktadır. Bu çiçekler tat ve aroma gibi duysal özelliklerinin yanı sıra yemekleri süslemek için kullanılmaktadır (Prata, 2017). Gıda kalitesi yanında estetik görünümü de bir yemeğin tercih edilebilirliğini artırmaktadır (Şekil 1). Yemeğin çekiciliği yenilebilir çiçeklerle artırılabilir (Netam, 2021).

Yenilebilir çiçek üretim miktarları konusunda literatürde ve hükümetlerin resmi kayıtlarında veri bulunmamakla birlikte, yemek tariflerinde, dergi makalelerinde ve genel nüfusun eriştiği web sitelerinde yenilebilir çiçeklere giderek daha fazla yer verilmesi, yenilebilir çiçeklerde bulunan besin ve biyoaktif bileşikler üzerine artan sayıda araştırma yayınlanması bu ürünlerin pazardaki yerinin umut verici olduğunu ve giderek daha önemli hale geldiğini göstermektedir (Takahashi ve ark., 2020).

Yenilebilir çiçekler dünyanın pek çok yerinde geleneksel yemeklerde kullanılmaktadır. Örneğin Hong Kong'da "gum jum choi" (altın iğneli sebze) olarak adlandırılan bir yemekte daylily (*Hemerocallis lilioasphodelus* L.) tomurcukları; İtalya'da "Fritelle di Fiori d'Acacia" isimli yemekte şeker serpilmiş kara akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) çiçekleri ve "Fiori di Zucca Fritti" isimli yemekte kızarmış kabak çiçekleri (*Cucurbita pepo* L.); Ortadoğu mutfağında ve dünyada ün kazanmış Türk Lokumunda gül suyu; Güney Afrika'da etli bir güveç olan "waterblommetjebredie" isimli yemekte su çiçeği (*Aponogeton distachyos* L.); Şanghay'da soğuk yemeklerde, patates kızartmasında ve çorbalarda zambak soğanları (*Lilium brownii* L.); Meksika ve ABD'nin güneybatısında farklı yemeklerde kabak (*Cucurbita pepo*) çiçekleri; popüler bir Karayip Noel içeceği olan "sorrel" yapmak için ebegümeçi çiçekleri (*Hibiscus rosa-sinensis* L.); Guatemala mutfağında, farklı yiyeceklerde bir palmiye türüne ait çiçekler eskiden beri kullanılmaktadır (Fernandes ve ark., 2020).

Yemek alışkanlıkları ülke veya bölgelere göre değişmekle birlikte dünya genelinde gün geçtikçe insanlar sağlık konusunda bilinçli ve besleyici gıda için daha seçici hale gelmektedir. Çiçekler tarihsel olarak çoğunlukla kokuları ve görsel çekicilikleri nedeniyle kullanılmış olsalar da, tüketiciler biyoaktif bileşikler için yeni doğal kaynak arayışına başladığında insanlar çiçeklerin gıda olarak değerini keşfetmiştir (Nowicka ve Wojdyło, 2019). Yapılan araştırmalar sonucunda, yenilebilir çiçeklerin sahip oldukları antioksidan,

anti kanserojen, vitamin ve daha birçok kimyasal bileşimden dolayı insan beslenmesinde hayati bir rol oynadığını ortaya konmuştur (Rezende ve ark., 2019). Şu anda, yenilebilir çiçek üretimi henüz başlangıç aşamasındadır (Takahashi ve ark., 2020). Ancak yenilebilir çiçek pazarı giderek büyümektedir, çünkü küreselleşme yalnızca tüketicilerin daha fazla bilinçlenmesine değil, aynı zamanda yenilebilir çiçeklerin önemli bir rol oynadığı potansiyel olarak daha sağlıklı olan önceki yaşam tarzlarına geri dönme arzusunu da uyarmaktadır (Rop ve ark., 2012). Dünyanın pek çok yerinde restoranlardaki şefler, yemeklerine, içeceklerine ve tatlılarına renk ve lezzet katmak için yenilebilir çiçeklere yer vermektedir ve tüketiciler bu tatlara alışmaya başlamışlardır. Ayrıca, bazı organik veya özel tatların satıldığı ve son zamanlarda popüler olan gurme pazarları küçük paketler halinde taze yenilebilir çiçek satmaya başlayarak tüketicilerin bu yeni trende karşı ilgisini çekmeye başlamışlardır (Fernandes ve ark., 2020).

Yenilebilir çiçekler üzerine yapılan çalışmalar bu bitkilerin yenilen kısımlarının besin içeriklerini belirlemeye yönelik konularda yoğunlaşmıştır. Yapılan pek çok çalışma sonucunda bu bitkilerin besin ve tıbbi değeri yüksek içeriklere sahip oldukları belirlenmiştir (Fernandes ve ark., 2017; Grzeszczuk ve ark., 2018). Yenilebilir çiçeklerin polifenol, karotenoid, vitamin gibi biyoaktif madde yanında, esansiye yağ, diyet lifi ve çeşitli mineraller açısından da zengin oldukları belirlenmiştir (Deepika ve ark., 2014, Navarro-González ve ark., 2015, Grzeszczuk ve ark., 2016; 2018). Grzeszczuk ve ark., (2018) farklı yenilebilir çiçeklerin mikro ve makro besin elementlerini incelemiş ve incelediği çiçeklerin mikro ve makro elementler açısından zengin bir kaynak olduğuna dikkat çekmiştir. Zengin antioksidan içerikleri ile (Chanwitheesuk ve ark., 2005), yenilebilir çiçeklerin anti tümör (Ukiya ve ark., 2002), antienflamatuvar (Ukiya ve ark., 2006) ve antimutajenik (Wongwattanasathien ve ark., 2010) biyolojik ajanlar olarak etkili olduğu gösterilmiştir. Benvenuti ve ark., (2016) on iki farklı yenilebilir çiçeğin antioksidan kapasitesini incelemişler, meyve ve sebzelere kıyasla yüksek antioksidan içeriğine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Yine son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar sonucunda yenilebilir çiçeklerin bir kalın bağırsak hastalığı olan ülseratif kolitin iyileşmesinde etkili olduğu (Meurer ve ark., 2019), anti-hiperglisemik ve antikolinerjik aktiviteye sahip olduğu (Nowicka ve Wojdyło, 2019), eritrositte oluşan oksidatif sterse karşı koruma sağladığı (Yang ve ark., 2019) hatta antikanser etkisinin bulunduğu

(Nguyen ve ark., 2019) bildirilmiştir. Açıkgöz (2018), Latin Çiçeğini tanıtmak amacıyla yaptığı bir derlemede, bu bitkinin süs bitkisi olarak yetiştirilmesi ve mutfaklarda dekoratif amaçlı kullanılmasının yanı sıra medikal amaçlı kullanımı ile antioksidan, antikanserojen, antibiyotik, antiskorbutik, antikoagülan, vitamin ve kimyasal bileşim zenginliğinden dolayı insan beslenmesine de önemli katkılar sağlayacağını ve yenilebilir bir çiçek olarak taze ve/veya işlenmiş kullanımına tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ayrıca önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Alçay (2019), genç yaprakları ve çiçekleri tüketilen hodan bitkisi (*Borago officinalis*) üzerine yaptığı literatür taramasında, antispazmodik, antihipertansif, antipiretik, afrodizyak, demüent ve idrar söktürücü özellikleri olan bu bitkinin mutfakta kullanımının yaygınlaşması hem beslenme açısından hem de gastronomik olarak insan yaşamına değer katacağına dikkat çekmiştir.

Literatürde az sayıda da olsa yenilebilir çiçeklerin depolanması üzerine de bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çiçeklerin hasattan sonra hızla kalitelerini kaybettiği bilinmektedir. Hatta kalite ve çekicilikleri ne kadar yüksekse hasat sonrası dayanımlarının o kadar az olduğunu ileri süren araştırmacılar da bulunmaktadır (Landi ve ark., 2018). Landi ve ark., (2018) farklı yenilebilir çiçekleri 4 °C derecede 8 gün depolamışlar ve depolama sürecinde kalite kayıplarını besin maddesi içeriklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Bu araştırmacılar depolama sonunda incelenen bütün çiçeklerde askorbik asit içeriğinin azaldığını, toplam fenol ve flavonoid içeriği açısından bitkilerin soğuk muhafazaya farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yenilebilir çiçeklerdeki görsel kalite kaybının biyoaktif madde içeriğindeki kayıplardan daha hızlı olduğu, özellikle nem kaybının yüksek olmasının en önemli sorun olduğu vurgulanmıştır. Kelley ve ark. (2003), beş farklı yenilebilir çiçeği -2.5 ile 20⁰ C arasındaki farklı sıcaklıklarda depolamışlar ve depolama sürecinde görsel kalitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar 0 ile 2.5⁰ C’de depolama yapıldığında 15 günlük depolama sonunda incelenen 5 çiçeğin de pazarlanabilir seviyede görsel kalitesini koruduğunu belirlemişlerdir. Bunun dışındaki sıcaklıklarda depolama yapıldığında kalite kayıplarının depolama süresine ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Fernandes ve ark. (2018), yenilebilir çiçeklerin depolanması üzerine yaptığı derleme çalışmasında, bu konuda yeterli çalışma olmadığını, özellikle son yıllarda gündeme gelen depolama tekniklerinin bu bitkilerin korunmasında önemli katkılar sağlayabileceğini ifade etmişlerdir. Landi ve ark. (2018), yenilebilir

çiçeklerin hasat sonrası depoda hızlı nem kaybına uğradığını ve görsel çekiciliklerini kısa sürede kaybettiklerini belirlemiş ve nem içeriği düşük çiçeklerin hasat sonrası pazarlama süresi açısından daha avantajlı olacaklarını bildirmiştir. Yenilebilir çiçeklerin hasat sonrasında görüntü kalitesini uzun süre koruyamadıkları göz önüne alınarak, çalışmada yetiştirilecek çiçeklerin depolanabilme potansiyellerinin belirlenmesi ve organik bir bileşik olan melatonin uygulaması ile depolama sürecinde oluşacak kayıpların ne ölçüde azaltılabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca depolama çalışmasında kullanılan melatonin uygulaması daha önce yenilebilir çiçeklerin depolanmasında kullanılmamış olup ilk defa bu çalışmada kullanılmıştır.

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), tüm canlı organizmalarda bulunan, düşük moleküler ağırlığa sahip triptofan bazlı indol bir bileşiktir. İncelenen birçok bitkide de doğal olarak bulunduğu belirlenmiştir (Paredes ve ark., 2009; Arnao, 2014; Feng ve ark., 2014). Dışardan uygulandığında, bu doğal maddenin meyvenin sakkaroz, antioksidan, fenolik, aroma bileşenleri, polifenol ve SÇKM içeriğini artırarak meyve kalitesini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2019; Meng ve ark., 2019; Xia ve ark., 2020).

Melatonin uygulamasının domates, brokoli, gibi sebzeler ile şeftali ve nar gibi meyvelerde hasat sonrası kaliteyi korumada etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama sürecinde patojen kaynaklı bozulmaları önlemede etkili olduğu tespit edilmiş olup, sağlık ve çevre açısından olumsuz etkileri olabilecek kimyasal fungusitlere alternatif olarak güvenli bir şekilde kullanılabileceği vurgulanmıştır (Wei ve ark., 2020; Aghdam ve ark., 2020).

Dünya genelinde yenilebilir çiçeklerin, yetiştiriciliği konusundan hemen hemen hiçbir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. Bu boşluğu doldurmak amacıyla bu çalışmada çiçekleri yenilebilen farklı bitkilerin, farklı yetiştirme ortamlarında, gelişme ve verim performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı ortamların kullanılma sebebi, bitki yetiştirme ortamı olarak sıklıkla kullanılmasına rağmen elde edilmesi çevreye oldukça zararlı olan torf yerine alternatif olacak yetiştirme ortamı elde etmektir.

Yoğun toprak işleme, artan kimyasal gübre ve pestisit kullanımına dayalı endüstriyel tarımın çevreye verdiği zararın önlenmesi veya azaltılabilmesi için çevre ile uyumlu sürdürülebilir tarım sistemleri konusunda arayışlar yoğunlaşarak devam etmektedir. Gelecek nesillerin gıda ihtiyacının karşılanması açısından toprak yapısının korunması oldukça önemlidir. Bu amaçla kimyasal gübreler yerine toprak yapısını iyileştiren organik içerikli maddelerin kullanılması önerilmektedir. Organik maddelerin yüksek sıcaklıkta proliz edilmesi ile elde edilen düşük yoğunlukta ve yüksek oranda karbon içeren biyoçar bu amaçla kullanılabilecek doğal maddelerden birisidir (Novak ve ark., 2009). Biyoçar (biyokömür) toprakta bulunan besin elementlerinin yüzey akışı ile uzaklaşmasını azaltır, yüksek karbon depolar, toprak verimliliğini arttırarak bitki gelişimini olumlu yönde etkiler (Günel, 2018). Aynı zamanda topraktaki fitotoksik organik molekülleri absorbe eder (Oleszczuk ve ark., 2012) ve toprak kökenli patojenleri baskılayarak (Eo ve ark., 2018) da bitki gelişimine olumlu etki sağlamaktadır.

Sürdürülebilir tarım açısından toprak yapısını koruyan üretim sistemlerine yer verilmesi önem arz etmektedir. Bu durum göz önüne alınarak, bitki gelişimi ve toprak yapısının iyileştirilmesine yönelik önemli katkılar sağladığı bildirilen biyoçarın yenilebilir çiçeklerin performansı üzerine etkisini belirlemek de bu tezin amaçlarından birisi olarak belirlenmiştir. Farklı bitki türleri ile yapılan çalışmalarda biyoçar uygulamasının verimi artırdığı tespit edilmiştir. Örneğin, 400 °C’de hayvan gübresinden elde edilen biyoçarın, çavdar bitkisinde kök ve sap kuru madde verimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttırdığı gözlemlenmiştir (Subedi ve ark., 2016a). Bir başka çalışmada, çilek yetiştirme ortamına ilave edilen biyoçarın bitki taze ve kuru ağırlığında önemli artışlar sağladığı kaydedilmiştir (DeTender ve ark., 2016). Bitki gelişimi üzerine olan olumlu etkileri yanında toprak yapısını iyileştirici özelliğinin de olduğu bildirilmektedir. Kumlu topraklara biyoçar uygulanarak yapılan bir çalışmada, biyoçar uygulamanın toprağın hacim ağırlığını düşürdüğü, gözeneklerin arttığını ve toprak bünyesindeki yarayışlı su içeriğinin arttığını saptamışlardır (Abel ve ark., 2013).

Farklı bitki türlerinde biyoçar uygulamasının etkisini inceleyen çalışmalar yürütülmüş olmakla birlikte, yenilebilir çiçek yetiştiriciliğinde biyoçar uygulamasının etkisi ilk defa bu çalışmada ele alınmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan biyoçar sıvı hayvan gübresi ile

zenginleştirildikten sonra uygulanmıştır. Bu da çalışmaya farklı bir özgünlük katmaktadır.

Yenilebilir çiçeklerin üretim ve ticaret miktarı hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu konuda sınırlı olsa üretim yapan firmaların raporlarında bazı istatistikler rastlanabilmektedir. Örneğin Çin’de 2013 yılında üretilen yenilebilir çiçeklerin sadece %8’inin gıda ve tıbbi olarak kullanıldığı bildirilmiştir. ABD’de ‘Ozark Exotica’ isimli bir firma haftada 3600 yenilebilir çiçek ürettiğini rapor etmiştir. Meksika’da ‘Sweetfields’ firması 30 farklı yenilebilir çiçek ürettiğini ve kurduğu tesiste saate 1200 çiçeği kristalize edebildiğini kaydetmiştir. Brezilya’da ‘DRO Ervas e Flores’ isimli şirket 2010 yılındaki kayıtlarında günde 35 kilo yenilebilir çiçek ürettiğini bildirmiştir. Yine Brezilya’da ‘Grupo Pão de Açúcar’ firması her ay ağırlıkları 7 ile 18 gram arasında değişen 300 tepsi yenilebilir çiçek sattığını ileri sürmektedir. İspanya’da ‘Sabor & Salud’ firması 70 farklı tür yenilebilir çiçek yetiştirdiğini, haftada yaklaşık 20000 adet çiçek ürettiğini raporlamıştır. Yine İspanya’daki bir başka firma 2002 yılında 4000 kg yenilebilir çiçek ürettiğini raporlarında bildirmiştir. Avustralya’da ‘Blumenthal’s The Fat Duck’ firması Melbourne toptan satış pazarlarına haftalık yenilebilir çiçek verdiğini kaydetmiştir (Fernandes ve ark., 2020). Ülkemizde yenilebilir çiçek üretimi konusunda literatürde veya resmi kayıtlarda bilgi bulunmamakla birlikte, basında çıkan haberlere göre Antalya’da bir firma 13 adet farklı yenilebilir çiçek üretmekte ve bunları lüks lokantalara iyi fiyatlardan satmaktadır.

Dünyanın birçok ülkesinde yenilebilir çiçeklerin özelliklerinin ve sunduğu olanakların zenginliği ile karşı karşıya kalan girişimciler, ticaret hacmini genişletmeye yönelik gayretler yanında bu ürünlerin kalitesini daha uzun süreler korumak ve bunların ekonomik faydasını artırmaya yönelik bilgi birikimine yatırımlar yapmaktadır (Fernandes ve ark., 2019). Bu durum araştırmacılarında dikkatini çekmiş ve bilimsel dergilerde yenilebilir çiçekler konusundaki yayın sayıları artmaya bağlamıştır. Türkiye’de ise birkaç derleme dışında bu konuda yapılmış bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemiz tarım sektörüne alternatif bir yol açacak ve ürün çeşitliliği sağlayarak sürdürülebilir tarım sektörüne önemli katkılar sağlayacağı düşünülerek bu çalışma planlanmıştır.

Dünya genelinde yenilebilir çiçek pazarı büyümeye devam etmektedir. Türkiye bu pazardan pay alabilmesi için bu tarım sektörüne gereken ilginin gösterilmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak ilk önce bu bitkilerin tanıtılması, yetiştiriciliği, hasadı, hasat sonrası saklama koşulları konusunda çalışmalar yaparak bilgi birikimini sağlanması gerekmektedir. Türkiye’de yenilebilir çiçekler konusunda yapılacak ilk bilimsel çalışma olması nedeniyle bu çalışmadan elde edilen bulgular yukarda bahsedilen amaca yönelik faydalı sonuçlar ortaya koyacaktır.

Dünyanın pek çok ülkesinde uluslar düzeyde tarım ürünleri pazarlayan pek çok firma diğer ürünler yanında yenilebilir çiçek satışı da yaparak önemli gelirler elde etmektedir. Türkiye’de ise sadece lüks oteller için yerel düzeyde ürün satışı yapan bir iki firma dışında yenilebilir çiçek yetiştiriciliği yapan tarımsal firma bulunmamaktadır. Türkiye’de tarım ürünleri ihracatı yapan firmalar bu ürünlerle tanıştırılıp yetiştiriciliği hakkında bilgilendirilirse ihraç kalemlerine yeni ürünler ekleyebileceklerdir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçların bu yönde de önemli katkısı olacaktır.

Yenilebilir çiçek yetiştiriciliği çiçekçilik sektörüne önemli katkılar sağlayacak bir potansiyele sahiptir. Üreticilerin elde ettikleri net gelirin uzun dönemli olması, pazarlama güçlerinin artırılması ve dış ticaretin geliştirilmesi sürdürülebilir tarımın temel ilkelerindendir. Gıda amaçlı çiçek yetiştiriciliği çiçek yetiştiriciliğine yeni bir bakış açısı kazandıracak ve ürün çeşitliliği ile yeni gelir kaynağı oluşturacak niteliktedir (Acikgoz, 2017).

Yenilebilir çiçek yetiştiriciliği, büyük firmalar yanında, dünyada yeniden gündeme gelen aile işletmeciliğine de önemli katkılar sunabilecek bir üretim kolu olarak görülmektedir. Aile işletmeciliği şeklindeki yerel üretimlerin, taşıma maliyetine ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olduğu ve gıda üreticisinin kalite kontrolünü, izlenebilirliğini ve şeffaflığını kolaylaştırdığı için küresel düzeyde ilgi çektiği görülmektedir. Yenilebilir çiçekler, yerel ekonomiyi canlandıracak, turizm gelirlerini artıracak yeni iş fırsatları yaratacak, bu iş koluna büyük katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir (Natcvetova, 2019).

Günümüzde, şehirleşmenin etkisiyle kentsel alanlarda yer alan tarım alanlarının azalması veya yok olması sonucu, kentlerde bulunan yeşil alanlarda tekrar yenilebilir peyzaj tasarımı yaklaşımı benimsenmiş ve yenilebilir bitkilerin kullanımı gündeme gelmiştir. Rengarenk çiçekleri ile bu amaçla kullanılabilir en uygun bitkiler yenilebilir çiçekler olacaktır.

Hepsinden önemlisi, yapılan pek çok çalışma sonucunda yenilebilir çiçeklerin biyoaktif madde ve diğer pek çok besin değeri açısından oldukça zengin içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir. Böylesine faydalı bir gıdanın ülkemizde yaygınlaşarak halkımızın daha sağlıklı beslenmesine katkısı küçümsenmeyecek düzeyde olacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Çiçekler tarihsel olarak çoğunlukla kokuları ve görsel çekicilikleri nedeniyle kullanılmış olsalar da tüketiciler biyoaktif bileşikler için yeni doğal kaynak arayışına başladığında dünya çiçeklerinin gıda olarak değerini keşfetmiştir (Nowicka ve Wojdyło, 2019). Yenilebilir çiçekler araştırmacıların da ilgisini çekmiş ve bu tür bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar bilimsel dergilerde giderek daha sık yer bulmaya başlamıştır. Yenilebilir çiçekler konusunda yapılan çalışmalar bu bitkilerin besin içeriklerini belirlemeye yönelik konularda yoğunluk kazanmıştır.

Grzeszczuk ve ark. (2018), çok sayıda yenilebilir çiçeğin mikro ve makro besin elementlerini incelemiş ve incelediği çiçeklerin mikro ve makro elementler açısından zengin bir kaynak olduğuna dikkat çekmişlerdir. İncelenen çiçekler arasında *Monarda* ve *Mimulus × hybridus* L. çiçeklerinin, diğer türlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek makro ve mikro element içerdiğini belirtilmiştir. Yenilebilir çiçeklerin düşük bir ağır metal konsantrasyonuyla karakterize edildiği ve incelenen türler arasında en düşük ağır metal içeriğinin *Paeonia officinalis* L. çiçeklerinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Stefaniak ve ark. (2019), *Mimulus x hybridus* L., *Antirrhinum majus* L., *Dianthus chinensis* L. ‘Chianti’, *Hemerocallis x hybrida* Hort.ve *Monarda didyma* L. yenilebilir çiçekler ile yaptıkları çalışmada karşılaştırılan yenilebilir çiçek türleri arasında en yüksek besin değeri ve antioksidan aktiviteye sahip çiçeğin *Monarda didyma* L. olduğunu belirlemişlerdir.

Rezende ve ark. (2019), hatmi çiçeği (*Hibiscus sabdariffa*), karanfil (*Dianthus caryophyllus*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), mor ve pembe menekşe (*Saintpaulia ionantha*) türlerine ait çiçeklerin sahip oldukları antioksidan, antimikrobiyal ve anti-Alzheimer aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, bu çiçeklerin vitamin ve daha birçok kimyasal bileşimden dolayı insan beslenmesinde hayati bir rol oynadığını ortaya koymuşlardır. Hem mor hem de pembe menekşelerin yüksek antimikrobiyal etkisinin olduğu, turuncu ebegümecinin mükemmel bir genel antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile yenilebilir çiçeklerin antioksidan ve asetilkolinesteraz

engelleme kapasiteleri nedeniyle hâlihazırda reçeteli ilaç kullanan Alzheimer hastaları için de sinerjik bir kaynak olarak kullanılabileceği gözlemlenmiştir.

Deepika ve ark. (2014), birçok yenilebilir çiçek hakkında bilgi verdikleri çalışmada, yenilebilir çiçeklerin polifenol, karotenoid, vitamin gibi biyo aktif madde yanında, esansiyel yağ, diyet lifi ve çeşitli mineraller açısından da zengin olduklarını belirtmişlerdir.

Benvenuti ve ark. (2016), on iki farklı yenilebilir çiçeğin antioksidan aktivitesini ve antosiyanin kapasitesini incelemişler ve incelenen çiçeklerin antioksidan gücünün sıradan sebze ve meyvelerle karşılaştırıldığında çok yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu araştırmacılar çiçeklerin antioksidan gücünün ve antosiyanin kapasitesinin çiçek çeşidine göre değişmekle birlikte daha pigmentli çiçeklerde daha yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir. İncelenen türlere ait çiçeklerin sahip olduğu antioksidan gücü 0.55 mmol FeSO₄ 100 g⁻¹FW (*Borago officinalis*) ile 70.4 mmol FeSO₄ 100 g⁻¹FW (*Tagetes erecta*) arasında değişmiştir. Kırmızı renkli çiçeklerin yüksek antosiyanin içeriğine ve buna bağlı olarak da yüksek antioksidan gücüne sahip olduklarına vurgu yapmışlardır.

Yine çiçekleri yenilebilen farklı türlere (*Borago officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Oenothera biennis*, *Viola tricolor*, *Bellis perennis*, *Salvia splendens*, *Tagetes tenuifolia*, *Verbena x hibrit*, *Begonia semperflorens* ve *Begonia tuberhybrida*) ait çiçeklerin fitokimyasal içeriklerinin incelendiği bir başka çalışmada, incelenen türler arasında, en yüksek miktarda L-askorbik asit, toplam karotenoid ve toplam polifenol içeriği ve en güçlü antioksidan aktivitesi ile *Tagetes tenuifolia* türünün en yüksek biyolojik değere sahip olduğu belirlenmiştir (Grzeszczuk ve ark., 2016).

Zheng ve arkadaşları (2019), yaptıkları çalışmada, Çin’de tüketilen 70 çeşit yenilebilir çiçeği incelemiş ve bu çiçeklerde bulunan serbest fenolik asitlerin ve flavonoidlerin miktarını belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda yenilebilir çiçeklerin yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, 70 farklı çiçek içerisinde sadece 14 çeşit çiçek örneğinde antosiyanin tespit edilmiş olup, bu çiçeklerin çoğunun kırmızı veya mor renkte olduğu belirlenmiştir.

Türkiye’de yenilebilir çiçekler konusunda yapılmış araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan literatür taramasında bu konuda yapılmış bazı derlemelere rastlanmıştır. Bu derleme türü çalışmalarda ise belli türlerin tanıtımına yönelik literatür bilgileri özetlenmiştir. Örneğin, Açıkgöz (2018), Latin Çiçeğini tanıtmak amacıyla yaptığı bir derlemede, bu bitkinin süs bitkisi olarak yetiştirilmesi ve mutfaklarda dekoratif amaçlı kullanılmasının yanı sıra, medikal amaçlı kullanıldığını belirtmiştir. Bitkinin antioksidan, anti kanserojen, antibiyotik, antiskorbutik, antikoagülan, vitamin ve kimyasal bileşim zenginliğinden dolayı insan beslenmesine de önemli katkılar sağlayacağını ve yenilebilir bir çiçek olarak taze ve/veya işlenmiş kullanımına tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ayrıca önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Alçay (2019) ise genç yaprakları ve çiçekleri tüketilen hoda bitkisi (*Borago officinalis*) üzerine yaptığı literatür taramasında, antispazmodik, antihipertansif, antipiretik, afrodizyak, demüent ve idrar söktürücü özellikleri olan bu bitkinin mutfakta kullanımının yaygınlaşması hem beslenme açısından hem de gastronomik olarak insan yaşamına değer katacağına dikkat çekmiştir.

Yenilebilir çiçeklerin biyoaktif madde içeriği ve besin değerlerince zengin oluşları dışında estetik görünimleri de tercih edilebilmeleri için önemli bir özelliktir. Kelley ve ark. (2001), yenilebilir çiçeklerden olan hercai menekşe (*Viola xwittrockiana* Gams) çiçekleri ile yaptıkları çalışmada, çiçek renginin tercih edilme oranına etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, mavi, sarı, turuncu çiçeklerin ayrı ayrı bulunduğu tek renk çiçekler içeren kaplar, mavi ve sarı, mavi ve turuncu, sarı ve turuncu olmak üzere iki renk çiçek içeren kaplar ve her üç renkten çiçekler içeren kaplar hazırlamış ve tercih edilme oranlarını kıyaslamışlardır. Alınan sonuçlar, satın alma kararında çiçek renginin çok etkili olduğunu ve hazırlanan gruplar içerisinde en fazla tercih edilen grubun üç çiçek renginin aynı anda bulunduğu kaplar olduğunu göstermektedir.

Yenilebilir çiçeklerin hasat sonrasında hızlıca kalite kaybına uğradıkları ve görsel çekiciliklerini kaybettikleri bilinmektedir. Bu sorun bu çiçeklerin pazar payında sınırlayıcı etki oluşturmaktadır. Landi ve ark. (2018), yenilebilir çiçeklerin hasat sonrası ömürlerinin kısa oluşu nedeniyle pazarlanmaları konusunda sorun yaşanmaması için bu duruma karşı önlemler alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Zhao ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada, yenilebilir çiçeklerin büyük bir duyuşal çekiciliğe sahip olmasına rağmen, henüz taze sebze ve meyveler kadar yaygın olarak kullanılmadığını

belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, raf ömürleri son derece kısa olan yenilebilir çiçeklerin raf ömürlerinin arttırılması ve ticari kullanımlarının genişleyebilmesi için yapılan yüzden fazla çalışmanın verilerini incelemiştir. İnceledikleri araştırma sonuçlarına dayanarak, yenilebilir çiçekleri taze tutmak için, paketlenme, yüksek hidrostatik basınç uygulama, ışınlama, kaplama, kurutma gibi birçok yöntemin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Fernandes ve ark. (2018) da yenilebilir çiçeklerin depolanması üzerine yaptıkları derleme çalışmasında, bu konuda yeterli çalışma olmadığını, özellikle son yıllarda gündeme gelen depolama tekniklerinin bu bitkilerin korunmasında önemli katkılar sağlayabileceğini ifade etmişlerdir.

Kelley ve ark. (2003), beş farklı yenilebilir çiçeği -2.5 ile 20°C arasındaki farklı sıcaklıklarda depolamışlar ve depolama sürecinde görsel kalitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Araştırmacılar 0 ile 2.5 °C'de depolama yapıldığında 15 günlük depolama sonunda incelenen 5 çiçeğin de pazarlanabilir seviyede görsel kalitesini koruduğunu belirlemişlerdir. Bunun dışındaki sıcaklıklarda depolama yapıldığında kalite kayıplarının depolama süresine ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir.

Landi ve ark. (2018), farklı yenilebilir çiçekleri 4 °C derecede 8 gün depolamışlar ve depolama sürecinde kalite kayıplarını ve besin maddesi içeriklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Bu araştırmacılar depolama sonunda incelenen bütün çiçeklerde askorbik asit içeriğinin azaldığını, toplam fenol ve flavonoid içeriği açısından bitkilerin soğuk muhafazaya farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, yenilebilir çiçeklerdeki görsel kalite kaybının biyoaktif madde içeriğindeki kayıplardan daha hızlı olduğu, özellikle nem kaybının yüksek olmasının en önemli sorun olduğu vurgulanmıştır.

Meyve ve sebze gibi hasattan sonra da canlılığını devam ettiren ürünlerin en az kalite kaybıyla en uzun süre muhafaza edilebilmesi için soğukta depolama, modifiye atmosfer, değişik kaplama maddeleri uygulaması gibi farklı teknikler kullanılmaktadır (Öz ve Süfer, 2013). Bu uygulamalardan bir tanesi de hasat öncesi veya hasat sonrası gelişme düzenleyici uygulamasıdır (Sezer ve Ayhan, 2017). Bu gelişme düzenleyicilerden bir tanesi melatonin olup son yıllarda farklı meyve ve sebzelerin depo ve raf ömrü üzerine bu maddenin etkisi konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Bal, 2019; Rastegar ve

ark., 2020; Gao ve ark., 2018; Ma ve ark., 2021; Liu ve ark., 2019; Liu ve ark., 2020; Jannatizadeh, 2019; Hu ve ark., 2018).

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin), bakterilerden, mantarlara, bitkilerden memelilere kadar tüm canlı organizmalarda bulunan, düşük moleköl ağırlıklı, triptofan kökenli geniş kapsamlı indol bir bileşiktir (Paredes ve ark., 2009; Arnao, 2014; Feng ve ark., 2014). Bitkilerde ilk olarak 1990'lı yıllarda keşfedilmiş (Vantassel ve ark., 1993; Hattori ve ark., 1995; Dubbels ve ark., 1995) ve bitki kökenli melatoninini diğer canlılarda bulunan melatoninden ayırt etmek için fitomelatonin terimi ortaya atılmıştır (Blask ve ark., 2004).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda melatoninin birçok bitkide bulunduğu belirlenmiş ve tohum çimlenesi, kök gelişimi, bitki gelişimi, çiçeklenme, meyve olgunlaşması ve yaprak yaşlanması gibi birçok olayda etkili olduğu saptanmıştır (Zhang ve ark 2018; Xu ve ark 2018; Liang ve ark 2018). Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda melatoninin güçlü bir antioksidan ve radikal temizleyici olduğu ayrıca biyotik ve biyotit birçok stres olayında önemli rollere sahip olduğu belirlenmiştir (Wang ve ark 2019; 2020).

Yapılan çalışmalar sonucunda melatoninin hasat sonrası kalite kayıplarını azaltmada da etkili olabileceği belirlenmiştir. Antioksidan özelliğine sahip melatoninin, soğuk hava depolarında üretimi artan reaktif oksijen türlerini temizleyerek meyve ve sebzelerin depo ömrünü artırdığı saptanmıştır (Wei ve ark 2020; Aghdam ve ark 2020; Li ve ark 2019). Hasat sonrası meyvelere uygulanan melatoninin, meyvelerin şeker, antioksidan bileşikler, polifenol, aromatik madde gibi yaralı bileşik içeriğini artırarak meyve kalitesine önemli katkı sağladığını belirten araştırma sonuçları bulunmaktadır (Liu ve ark 2019; Xia ve ark., 2020). Bazı araştırmacılar melatoninin meyve olgunlaşma süreci üzerine etkilerini incelemişler ve melatonin uygulaması ile meyvelerde olgunlaşmanın geciktirilebileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre söz konusu geciktirici etki, melatoninin ABA sentezini baskılaması yanında etilen sentezini engellemesinden kaynaklanmaktadır (Tan ve ark. 2019; Wang ve ark. 2020).

Aghdam ve ark. (2020), melatoninin depolama sürecinde patojen kaynaklı bozulmaları önlemede etkili olduğunu tespit etmiş olup, sağlık ve çevre açısından olumsuz etkileri

olabilecek kimyasal fungusitlere alternatif olarak güvenli bir şekilde kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Wei ve ark. (2020), melatonin uygulamasının domates, brokoli, gibi sebzeler ile şeftali ve nar gibi meyvelerde hasat sonrası kaliteyi korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Melatoninin depolama çalışmalarında gösterdiği olumlu etkileri yenilebilir çiçeklerin depolanması konusunda da göstereceği düşünülmektedir.

Yenilebilir çiçeklerin yetiştirilmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte bu konuda yapılacak çalışmalarda da sürdürülebilirlik ilkelerinin göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir. Chatzopoulou ve ark. (2020) insanların sağlıklı ve doğal gıda bileşenlerine yönelik artan talep karşılığında, bu genetik besin kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu kaynakların sürdürülebilir olmasının, tarımsal ekosistemlerin korunmasını, değerli genetik kaynakların korunmasını, bu besinlerin üretim sistemlerinin entegrasyonunu ve yabancı türlerin kültüre alınması gibi çeşitli uygulamaları kapsadığını belirtmişlerdir. Sürdürülebilir tarım açısından önemli olan ve özellikle göz önünde bulundurulması gereken hususlardan birisi de toprak yapısını koruyan üretim sistemlerine yer verilmesidir. Bu tezin amaçlarından birisi, bitki yetiştirme ortamı olarak sıklıkla kullanılmasına rağmen elde edilmesi çevreye oldukça zararlı olan torf yerine alternatif olacak yetiştirme ortamı elde etmektir. Bu amaç doğrultusunda bitkilerin bir kısmı, bitki gelişimi ve toprak yapısının iyileştirilmesine yönelik önemli katkılar sağladığı bildirilen biyoçar ilaveli toprak olan saksılarda yetiştirilmiş ve torfta yetiştirilen bitkilerle karşılaştırılmıştır.

Biyoçar, çeşitli organik kütlelerin çok az oksijen bulunan veya hiç oksijen bulunmayan kapalı ortamda yüksek ısıda ısıtılması sonucu ortaya çıkan biyokütledir. Biyoçarın, hayvan gübresi veya kompost gibi toprak özelliğini iyileştiren bir materyal olduğu bildirilmektedir. Biyoçarın yüzey alanının büyük, yüksek yük yoğunluğundan ötürü besin elementi tutma kapasitesinin yüksek, diğer organik materyallere göre mikrobiyal parçalanmaya karşı daha dirençli oluşunun onu toprak kalitesini artırma konusunda diğer organik katkı maddelerinden daha etkili kıldığı ileri sürülmektedir (Liang ve ark., 2006; Lehman ve ark., 2003; Cheng ve ark., 2008).

Biyoçar elde edilecek ana materyal; tarımsal ve endüstriyel atıklar, katı şehir atıkları, odunsu ve otsu bitki türler, enerji ürünleri, odun atıkları, kâğıt atıkları, talaş, küspe, tarımsal ürün işleme atıkları, su bitkileri, çim gibi doğal veya doğal ürünlerden elde edilmiş materyaller olabilir (Yaman, 2004). Elde edildiği kaynağa bağlı olarak biyoçarın içeriğinin değiştiği bildirilmektedir. Bu çalışmada da kullanılan çeltik kavuzu ana materyal olarak kullanıldığında mineral içeriği yüksek biyoçar elde edildiği bildirilmiştir (Demirbas, 2004). Çeltik kavuzundan elde edilen biyoçar %24 ile %41 gibi çok yüksek kül içerebilmektedir (Amonette ve Joseph, 2009).

Dünya genelinde tarım arazilerinden ve tarımsal endüstrilerden ortaya çıkan atıkların güvenli ve ekonomik olarak bertarafının sağlanması önem arz etmektedir. Her ne kadar tarımsal atıkların toprağa karıştırılmasının önemli faydaları olsa da ortaya çıkan bütün tarımsal atıkların toprağa karıştırılması mümkün olmamaktadır (Perlack ve ark., 2005). Tarım sektörünün gelişmiş olduğu ülkemizde tarım alanlarında çok büyük kütlelerde tarımsal atıklar ortaya çıkmaktadır. Tarımsal üretimdeki artış ortaya çıkan tarımsal atık miktarını da beraberinde arttırmaktadır. Sadece Antalya bölgesindeki domates seralarında, yılda 111.480.99 ton domates atığı ve 15.870.39 patlıcan atığı ortaya çıktığı belirlenmiştir (Kürklü ve ark., 2004). Ortaya çıkan tarımsal atıkların bu denli büyük oluşu onların, arazide yakılmaları, yakacak olarak kullanılmaları, gelişigüzel yerlerde biriktirilerek çürümeleri gibi yöntemlerle ortadan kaldırılmasına neden olmaktadır. Bu atıkların bu şekillerde bilinçsizce yok edilmeye çalışılması normalde toprak için oldukça fayda sağlayabilecek bu materyallerin ciddi düzeyde hava ve su kirletici olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca hayvansal üretilmelerden ötürü çevreye verilen zarara karşılık alınan yasal tedbirler her geçen gün arttırılmaktadır. Hasat atıklarının araziden tamamen uzaklaştırılması toprağın organik madde miktarı verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Wilhelm ve ark., 2004). Tüm bu sorunlara karşılık tarımsal atıkların proliz edilerek biyoçara dönüştürülmesi iyi bir çözüm önerisi olacaktır. Biyoçar üretimi ile hem ortaya çıkan biyo-yakıt sayesinde enerji elde edilebilecek hem de toprağa karbon ve besin elementlerinin geri dönüşümü sağlanmış olacaktır (Laird, 2008).

Tarım arazilerinde birim alandan yüksek verim alabilmek için öncelikle bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin gübre olarak uygulanması gerekir. Gübreleme ile

gübreleme yapılmayan koşullara göre %30 ile %50 arasında verim artışı elde etmek mümkündür. Fakat organik madde ilavesi olmadan kimyasal gübreleme yapmak belirli bir süre sonra verimin düşmesine neden olurken ciddi düzeyde çevre kirliliği sorunu meydana getirir (Chaudhary ve ark., 2017). Yeşil gübre, kompost, hayvan gübresi gibi uygulamalarla bitkinin ihtiyaç duyduğu besini sağlamak mümkündür. Fakat ilave edilen bu organik maddeler toprağa karıştığında çok hızlı ayrıştıkları için etkileri uzun ömürlü değildir (Naeem ve ark., 2018). Biyoçarın, bozulmaya karşı dirençli olan yapısı, yüksek spesifik yüzey alanı ve negatif yüzey yükü gibi özellikleri, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesine ve bitkisel üretimin verimliliğinin artmasına katkı sağlamamasına neden olmaktadır (Madari ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2017).

Biyoçar kullanımının bitki verimine olan etkisinin toprakta bulunan besin elementi miktarı ve yayılabilirliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Lehmann ve ark., 2003). Biyoçar kullanımının etkisinin, kullanılan biyoçarın özelliklerine göre değişmekle birlikte, toprakta su ve besin elementi tutumunun ve mikrobiyal aktivite olaylarını olumlu olarak etkilediği düşünülmektedir (Atkinson ve ark., 2010; Lehmann ve ark., 2011). Ayrıca C içeriği yüksek, yüzey alanı geniş olan biyoçar kullanımı toprağın organik madde içeriğini artırır (Liu ve ark., 2017), toprağın hacim ağırlığını düşürür (Asai ve ark., 2009; Laird ve ark., 2010), toprağın yüzey alanının (Lehmann ve ark., 2011) ve toplam gözenekliliğin artmasına (Githinji, 2014), pH'nın artışına (Chan ve ark., 2008; Gaskin ve ark., 2010; Laird ve ark., 2010), su tutma kapasitesinin artmasına (Akhtar ve ark., 2015) ve toprak mikroorganizmalarının çeşidi ve miktarının değişmesine (Gul ve ark., 2015) neden olur. Ayrıca yapılan çalışmalar sonucu biyoçarın C depolanmasına ve azot oksit salınımının azalmasına katkı sağladığı, besin elementi ve ağır metallerin yıkanma oranlarını ve sera gazlarının atmosfere çıkışını azalttığı belirlenmiştir (Major ve ark., 2010; Singh ve ark., 2010).

Biyoçarın bitki gelişimi ve verimine etkisinin; ürün çeşidi, biyoçar uygulama oranları, biyoçarın özellikleri, bitki yetiştirme koşulları, edafik faktörler, kullanılan kimyasal gübreler gibi etmenlere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Jeffrey ve ark., 2011; Zhang et al., 2012; Subedi ve ark., 2016a). Farklı bitki türleri ile yapılan çalışmalarda biyoçar uygulamasının verimi artırdığı tespit edilmiştir. Örneğin, 400 °C'de hayvan

gübresinden elde edilen biyoçarın, çavdar bitkisinde kök ve sap kuru madde verimini kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttırdığı gözlemlenmiştir (Subedi ve ark., 2016b). Günal (2018), biyoçarın toprakta bulunan besin elementlerinin yüzey akışı ile uzaklaşmasını azalttığını, yüksek karbon depoladığını, toprak verimliliğini arttırarak bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini rapor etmiştir. DeTender ve ark. (2016), çilek yetiştirme ortamına ilave edilen biyoçarın bitki taze ve kuru ağırlığında önemli artışlar sağladığını kaydetmişlerdir.

Araştırmacılar bitki gelişimi üzerine olan olumlu etkileri yanında çorak yapısını iyileştirici özelliğinin de olduğu bildirmişlerdir. Abel ve ark. (2013), kumlu topraklara biyoçar uygulanarak yaptıkları çalışmada, biyoçar uygulamanın toprağın hacim ağırlığını düşürdüğünü, gözeneklerin arttığını ve toprak bünyesindeki yarayışlı su içeriğinin arttığını saptamışlardır.

Bazı araştırmacılar ilave uygulamalarla biyoçarın yararlılığının artırılabilirliğini vurgulamışlardır. Sarkhot ve ark. (2012), sıvı hayvan gübresi ile zenginleştirdikleri biyoçarın C ve N içeriğinin sırasıyla % 9.3 ve % 8.3 oranında arttığı bununda toprağın organik madde ve besin içeriğine fazladan bir yarar sağladığını tespit etmişlerdir.

Yukarıda verilen bilgilerden de anlaşılacağı gibi biyoçarın etkisi çok farklı bitki türlerinde incelenmiştir. Son yıllarda giderek daha çok araştırmaya konu olan yenilebilir çiçeklerin gelişimi üzerine biyoçar uygulamasının etkisi konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmanın literatürdeki bu boşluğa önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait ısıtmasız serada yürütülmüştür. Çalışmada çiçek yetiştiriciliğinde saksı toprağı olarak, yaygın olarak kullanılan torf yanında, sıvı hayvan gübresi ile zenginleştirilmiş biyoçar ilave edilen toprak ve 75 ppm P ve 100 ppm N gübre uygulaması yapılan toprak olmak üzere üç farklı ortam kullanılmıştır. Çalışma 2,5 litrelik saksılarda yürütülmüştür. Biyoçar ilave edilen saksı karışımlarında, saksıdaki biyoçar oranı toprak ağırlığının %2 'si kadardır. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri

Toprak Özellikleri	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Sınır Değeri
pH Saturasyon Çamurunda	7,63	Hafif alkali	6,5-7,5
% Kireç	68,81	Çok kireçli	5,0-15,0
% Tuz Saturasyon Çamurunda	0,017	Az tuzlu	0,0-0,15
% Organik Madde	1,55	Orta	3-4
Yarayışlı (kg/da) Potasyum (K ₂ O)	55,87	Yeterli	>30
Fosfor (P ₂ O ₅)	1,51	Yetersiz	>13
Bünye Sınıfı	Killi tınlı		
Çinko	0,369	Yetersiz	>1
Yarayışlı Mikro Demir	5,54	Yeterli	>4,5
element Mangan	2,521	Yeterli	>1
(mg/kg) Bakır	0,412	Yeterli	>0,2

Çalışmada, Aynı Sefa (*Calendula officinalis* L.), Elektrik Çiçeğı (*Spilanthes oleracea*), Kırmızı Latin Çiçeğı (*Tropaeolum majus* L.) ve Sarı Latin Çiçeğı (*Tropaeolum majus* L.) olmak üzere dört farklı yenilebilir çiçek kullanılmıştır. Bu çiçeklere ait tohumlar, Hollanda'da özel olarak organik yenilebilir çiçek tohumu üretimi yapan firmadan temin edilmiştir. Kullanılan çiçeklerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kalendula (*Calendula officinalis* L.): Aynı Sefa olarak da bilinen bu çiçek *Asteraceae* familyasındandır (Şekil 2). Çiçekleri ilaç ve gıda olarak kullanılır. Taze Kalendula Çiçeklerinin yenilebilir çiçekler olarak kullanılması önerilir, ancak kuru çiçekler bitki çayı ve yemek çeşnisi olarak kullanılır. Çorba, salata ve makarnalarda kullanılabilen

keskin baharatlı çiçeklerdir. Sarı ve turuncu çeşitleri vardır. A vitamini yönünden oldukça zengindir (Sausserde ve Kampuss, 2014).



Şekil 2. Kalendula Çiçeğinin, gövde, kök ve çiçeklerin mikroskop altında görünüşü.

Elektrik Çiçeği (*Spilanthes oleracea*): *Asteraceae* familyasına aittir. *Acmella oleracea* olarak da bilinir (Şekil 3). Sarı-Kırmızı çiçeklere sahip olan Elektrik Çiçeği tıbbi özellikleri sebebi ile diş ağrısına karşı tedavi edici özellikte olduğu için diş otu bitkisi olarak da anılır. Tükürük bezlerinin çalışmasını arttırdığı için ağzı tamamen yıkayıp tadılacak bir sonraki besin için ağzı nötrlemektedir. Anestezik özellik gösterir (Shanley ve Medina, 2005).



Şekil 3. Elektrik Çiçeğinin gövde, kök, çiçek ve çiçeklerin mikroskop altında görünüşü

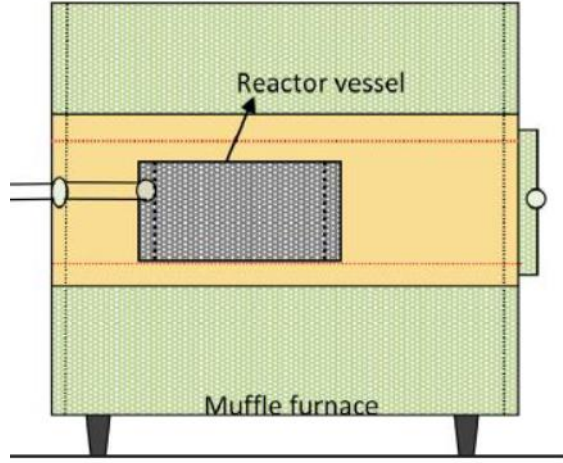
Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* L.): *Tropaeolaceae* familyasından olan bu çiçek yenilebilir çiçeklerin en yaygın kullanılanıdır (Friedman ve ark., 2007). Latin Çiçeğinin tadı tereye benzer, çiçekleri ve yaprakları çiğ olarak tüketilebilir (Eryılmaz Açıkgöz ve ark., 2017). Sarı, turuncu, mor, beyaz, gibi çok fazla renkte Latin Çiçeği bulunur (Şekil 4). Sirke, likör gibi ürünlerin yapımında işlenmiş olarak veya çay olarak tüketmek için kurutulularak da kullanılmaktadır (Anderson, 2012). Latin Çiçeği için analiz yapılırken, renk sonuçlar için etkili olacağından, sarı ve kırmızı rengi çalışmada farklı tutulmuştur.



Şekil 4. Kırmızı (sağda) ve Sarı (solda) Latin Çiçeklerinin gövde, kök, çiçek ve çiçeklerinin mikroskop altında görünüşü

Denemede spesifik yüzey alanı, katyon değişim kapasitesi ve kolay elde edilebilirlik gibi özellikleri göz önünde bulundurularak 500 °C’de yavaş piroliz ile üretilmiş çeltik kavuzu

biyoçarı kullanılmıştır. (Bayram, 2016). Çeltik kavuzunun proliz işlemi kül fırınında özel hazırlanmış krom çelik kaplarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Biyoçar üretiminde kullanılan proliz ünitesinin görünümü

Çalışmada kullanılan biyoçara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2’de verilmiştir. Kullanılan biyoçarın C ve N içeriği için verilen %56 ve %0.45 değerlerinin literatürde verilen C ve N düzeyleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan biyoçar materyallerinin bir kısım fiziksel ve kimyasal özellikleri

Biyoçar Materyali	KDK me Na 100g ⁻¹	Yüzey Alanı m ² g ⁻¹	N	C	P	K	Fe	Zn	pH	EC dS m ⁻¹
Çeltik Kavuzu	15.2	212	0.45	56	0.01	0.39	308	37	10.2	3.29

* N, C, P, K, Fe ve Zn konsantrasyonları total değerlerdir.

Çalışmada kullanılan biyoçara ilave edilen sıvı hayvan gübresi süt sığırcılığı yapılan bir işletmeden temin edilmiştir. Biyoçar uygulamalarında zenginleştirme işlemlerinde kullanılan sıvı hayvan gübresinden katı kısım tamamen uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen çözeltide yapılan analiz sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan sıvı hayvan gübresinin bir kısım özellikleri (mg L⁻¹)

Özellik	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	Zn	pH
Birim	450	1300	58	483	6.0	7.24

3.2. Yöntem

3.2.1. Çiçeklerde Tohum Çıkışı

Bitkiler tohumla çoğaltılmıştır. Çalışmada ilk olarak yenilebilir çiçek tohumlarının çıkış oranları belirlenmiştir. Bunun için tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 100 tohum olacak şekilde deneme kurulmuştur. Tohumlar herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan 14 Nisan 2022 tarihinde torf ile doldurulan viollere ekilmişlerdir. Tohum ekimi yapılmış olan violler sürekli nemli kalacak seviyede düzenli olarak sulanmıştır. Günlük kontroller yapılarak çıkan bitkiler sayılarak kaydedilmiştir. Deneme sonunda elde edilen veriler kullanılarak aşağıdaki parametreler hesaplanmıştır.



Şekil 6. Tohumların çıkış parametrelerinin takip edilmesinin görünümü

Çıkış oranı (ÇO): Tohumlarda çıkış oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÇO}(\%) = \frac{\text{Çıkan toplam tohum sayısı}}{\text{Ekilen tohum sayısı}} \times 100$$

Ortalama çıkış süresi (OÇS): Orchard (1977) tarafından ortalama çimlenme süresini hesaplamak için geliştirilen formül kullanılmıştır.

$$\text{OÇS(gün)} = \frac{\sum f \cdot n}{\sum f}$$

Burada: f=n. günde çıkış yapan yüzde tohum sayısı

Çıkış İndeksi (Çİ): Bench Arnold ve ark (1991) tarafından çimlenme indeksi için geliştirilen formül aşağıdaki şekilde değiştirilerek kullanılmıştır. Bu indeksi hesaplamak için her bir günde çıkan tohum sayısı farklı ağırlık skorları çarpılır. En yüksek skor ilk

günde çıkan tohumlara verilir ve skorlar giderek azalır. En düşük skor son günde çıkan tohumlara verilir.

$$\check{C}\check{I} = (g \cdot n_1) + ((g-1) \cdot n_2) + \dots (1 \times n_g)$$

Formülde g= tohum ekiminden en son tohum çıkışının olduğu güne kadar gün olarak geçer süre, n1, n2... ng=sırasıyla 1, 2 ve g. günde çıkan yüzde tohum sayısıdır.

Çıkış Hızı Katsayısı (CHK): Jones and Sanders (1987)'e göre aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\check{C}HK = \frac{(\sum Ni) \cdot 100}{\sum (Ni \cdot Ti)}$$

Ni=i. günde çıkan tohum sayısı, Ti=tohum ekiminden i. güne kadar gün olarak geçer.

Çıkış Oranı İndeksi: Kader (2005) tarafından önerilen aşağıdaki yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

$$\check{C}OI(\%/gün) = \check{C}1/1 + \check{C}2/2 + \dots + \check{C}X/X$$

Ç1 = İlk gün çıkan tohum sayısı.

Ç2 =İkinci gün çıkan tohum sayısı.

Çx=X. günde çıkan tohum sayısı

Çıkış oranı indeksi; Çıkış sürecimde her bir gündeki çıkış yüzdesinin göstergesidir

İlk Çıkış Günü (İÇG): İlk çıkış günü; İlk çıkışın olduğu gün.

Son Çıkış Günü (SÇG): Son çıkış günü; Son çıkışın görüldüğü gün.

Çıkış Periyodu (ÇP): İlk çıkış ile son çıkış arasında gün olarak geçen süre

Deneme sonunda veriler, (varyans analizi için gerekli varsayımları karşılayıp karşılamadığı kontrol edilerek) uygun yöntemle analiz edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen veya varyansların homojen olmadığı durumlarda gerekli transformasyonlar yapıldıktan sonra veriler analiz edilmiştir. Uygulama ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

3.2.2. Biyoçar Üretimi

Tez çalışması kapsamında kullanılan biyoçar materyali (çeltik kavuzu), kurutulup öğütüldükten sonra biyoçar ünitesinde 500 °C’de proliz işlemine tabi tutularak biyoçar haline getirilmiştir. Biyoçar üretimi esnasında ortaya çıkan katran ve singazlar depolanmamıştır. Proliz işlemi kül fırınında özel hazırlanmış krom çelik kaplarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Biyoçar üretim aşamaları

Çalışmada kullanılan biyoçar sıvı hayvan gübresi emdirilerek zenginleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan gübre sığırçılık yapan bir işletmeden elde edilmiştir. Biyoçarın sıvı gübre ile zenginleştirme işlemi Sarkhot ve ark. (2012) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Sıvı hayvan gübresi, içerisinde bulunan katı partiküllerin çöktürülmesi ve homojen olması için santrifüj tüplerine konulmuş, 10 dakika boyunca 8000 rpm devirde santrifüj edilmiştir. Sıvı hayvan gübresi santrifüj işleminden sonra kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Bu işlemten sonra elde edilen materyal için, pH, EC, NO₃, NH₄, P, K, Zn ve Fe analizleri yapılmıştır. Elde edilen sıvı biyoçar oranının üç katı olacak oranda, kovalara alınan biyoçar üzerine ilave edilmiş ve düz bir zemine serilerek kurutulmuştur. Hava kuru olan materyaller sera denemesinde kullanılmıştır (Günel, 2018).

3.2.3. Saksı Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi

Çimlenen tohumlar 2-3 yapraklı hale geldiklerinde (10 Haziran) 2,5 litrelik saksılara şaşırtılmıştır. Her bir çiçek türü için çıkış yapan tohum sayısı kadar saksı kullanılmıştır. Bu saksılardan 1/3'ü torf ile 1/3'ü biyoçar ilave edilmiş toprak ile 1/3'ü ise kontrol olarak toprak ile doldurulmuştur (Şekil 8). Şaşırtmadan iki hafta sonra sadece toprak bulunan saksılara 75 ppm P (Triple Süper Fosfat-%43 P_2O_5) ve 100 ppm N (Kalsiyum Nitrat- %26 N) uygulaması yapılmıştır (Şekil 9).



Şekil 8. Saksı denemelerinin kurulma aşamaları.



Şekil 9. Gübreleme ve ilaçlama yapım aşamaları.

Çiçeklerin su ihtiyaçları ihmal edilmeden düzenli olarak karşılanmıştır. Çiçeklerde zamanı zaman görülen sineklere ve diğer zararlılara karşı ilaçlama yapılmıştır (Şekil 9).

Deneme sürecinde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

Bitki boyu: Saksıya şaşıрма döneminden başlayarak her tekerrürde tesadüfen belirlenen 10 bitkide bir hafta arayla bitki boyu ölçülmüştür.

İlk çiçeklenme zamanı: Her bir türde ilk çiçeklerin oluştuğu tarih kaydedilmiştir. Bir tekerrürde her bitki aynı zamanda ilk çiçeği vermeyeceğinden, ilk çiçeklenme zamanı herhangi bir bitkide ilk çiçeğin oluştuğu tarih ile bitkilerin yaklaşık %50'sinin ilk çiçeklerini oluşturduğu tarih aralığı olarak ifade edilmiştir.

Çiçeklenme süresi: Bitkilerin çiçekli kaldıkları zaman dilimi belirlenmiştir.

Verim: Sezon boyunca açan çiçek sayıları bitki başına çiçek sayısı olarak ifade edilmiştir. Ayrıca hassas terazi ile tartılan çiçeklerin verim değeri ağırlık olarak da belirlenmiştir.

Çiçek ağırlığı: Ölçüm için ayrılan bitkilerden çiçeklenme süreci boyunca farklı zamanlarda alınan çiçekler 0.01 hassasiyet sahip terazilerde tartılarak ortalama çiçek ağırlığı belirlenmiştir.

Çiçek boyutları: Bitki türüne ve çiçeğin yapısına bağlı olarak bazılarında çiçek çapı bazılarında ise çiçek boyu ölçülmüştür.

3.2.4. Fitokimyasal Analizler



Şekil 10. Fitokimyasal analizlerin yapım aşamaları.

Çiçeklenme periyodunun ortalarında alınan çiçeklerde aşağıdaki analizler yapılmıştır (Şekil 10).

C Vitamini: C vitamini tayini için reflektometre cihazı (Merck RQflex plus 10) kullanılmıştır. Cihaz 15. saniyeden geriye doğru sayarken askorbik asit test kiti (Katalog no: 116981, Merck, Almanya) 2 saniye boyunca numune suyuna daldırılmış ve daha sonra test kiti çalkalanarak üzerindeki fazla sıvı uzaklaştırılmıştır. 8 saniye kala cihaz içerisine bırakılan kit 15. saniyenin sonuna kadar okumaya bırakılmıştır. Elde edilen değer mg L^{-1} olarak ifade edilmiştir (Aglar et al., 2017).

Toplam fenol: Toplam fenol içeriği, Singleton ve Rossi (1965)'de tarif edildiği üzere Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla homojenize edilen örneklerden 2 g püre tartılarak ve içerisine; aseton, su ve asetik asit (70/29,5/0,5) çözeltisi

konularak 24 saat boyunca tüpler içerisinde ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. 0,5 mL Folin-Ciocalteu's kimyasalı ve 9 mL saf su karıştırılarak sekiz dakika bekletildikten sonra 2,5 mL %7'lik sodyum karbonat ilave edilmiştir. İki saat inkübasyondan sonra mavimsi bir renk alan çözeltinin absorbansı otomatik bir UV-vis spektrofotometrede (Model T60U, PG Instruments) 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit cinsinden μg gallik asit eşdeğer g^{-1} yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır.

Antosiyanin içeriği: Toplam antosiyanin seviyeleri, Giusti ve Wrolstad (2005)'te açıklanan pH diferansiyel yöntemiyle ölçülmüştür. 0,3 μL numune ekstraktları üzerine 2.7 mL potasyum klorür ve sodyum asetat tamponları (sırasıyla pH 1.0 ve 4.5) ile ayrı kaplarda birleştirilmiştir. Bir dengeleme süresinden (15 dakika) sonra, her çözeltinin ham absorbansı 533 ve 700 nm'de okunmuştur. Düzeltilmiş absorbans değeri [(A520–A700) pH 1,0–(A520–A700) pH 4,5] olarak hesaplanmıştır. Antosiyanin içeriği, pelargonidin 3-glikozitin ($\epsilon = 26.900$; MW = 449.2) molar absorptivitesi (ϵ) ve moleküler ağırlıkları (MW) kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar, pelargonidin 3-glukozit eşdeğerlerinin (μg cy-3-glu g^{-1} fw) mikrogramları (μg) olarak ifade edilecektir.

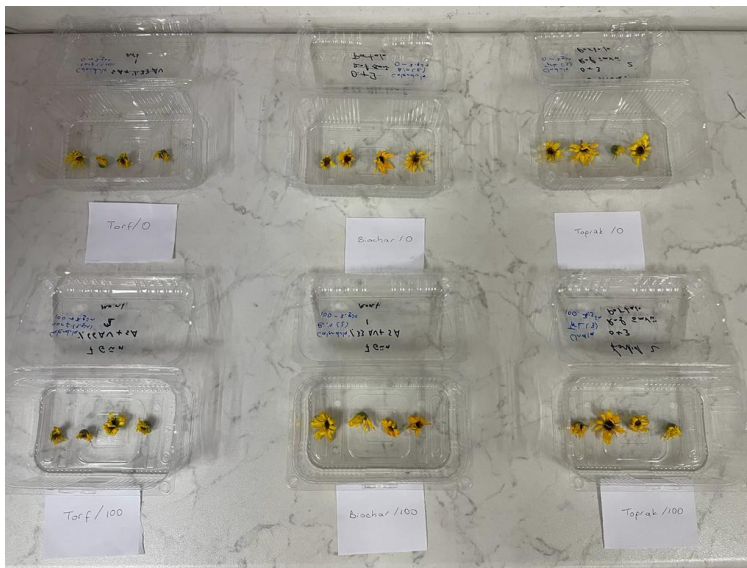
Antioksidan aktiviteleri: Antioksidan aktivite tayini, Ozgen ve ark. (2006) tarafından tavsiye edilen ve bitkisel materyaller için sık kullanılan, TEAC (Troluks eşdeğer antioksidan kapasitesi) metodu ile belirlenmiştir. TEAC analizi için 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), 2,45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak +4 °C'de karanlıkta 12-16 saat bekletilmiştir. Daha sonra bu solüsyon 20 mM sodium asetat (pH 4,5) tampon çözeltisi ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,01$ absorbans olacak şekilde seyreltilmiştir. Nihayetinde 30 μL numune suyu üzerine 2,97 mL hazırlanan bafır eklenerek absorbans 10 dakika sonra spektrofotometrede, 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Troluks (10–100 $\mu\text{mol/L}$) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak μmol Troluks eşdeğeri g^{-1} yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır.

3.2.5. Muhafaza Denemeleri

Çalışmada kullanılan çiçeklerin homojen renklenmiş, tekdüze büyüklükte, zarar görmemiş sağlıklı ve kusursuz olanları hasat edilmiştir. Hasat edilen çiçekler plastik

ambalajlara konularak derhal Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Meyvecilik Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen çiçekler iki farklı dozda (0 ve 100 mM) melatonin çözeltisi içerisine 1 dakika batırılmış ve kurutma kâğıdı üzerinde laboratuvarda kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra çiçekler plastik kaplara konularak soğuk depoya transfer edilmiştir. Çalışmada kullanılan çiçekler 9 gün boyunca, +4°C derecede %90 bağıl nem koşullarında muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince 0, 3, 6 ve 9. günlerinde örnekler alınarak gerekli ölçümler yapılmıştır. (Şekil 11). Ölçüm ve analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Depolama sürecinde alınan örneklerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Çiçek rengi tayini: L*, a* ve b* renk parametreleri, bir kolorimetre (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüştür. L* siyahtan (0) beyaza (100), a* yeşilden (-) kırmızıya (+) ve b* maviden (-) sarıya (+) şeklinde değerleri temsil etmektedir. Hue açısı bir renk dairesi olarak tanımlanmakta olup kırmızı-mor renkleri 0° ve 360° açı değerlerinde almakta, sarı rengi 90° açı değerlerinde, mavimsi yeşil rengi 180° ve mavi rengi 270° açı değerlerinde almaktadır. Kroma değerleri, rengin doygunluğu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değerleri düşerken canlı renklerde yükselmektedir. Hue açısı, $h_o = \tan^{-1} \times (b^*/a^*)$ ve kroma değeri, $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ eşitliği ile hesaplanmaktadır (McGuire 1992).



Şekil 11. Muhafaza amacıyla plastik kaplara yerleştirilen çiçekler

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM-%): Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) bir dijital refraktometre (Atago PAL-1, Japan (Brix= 0-53%)) ile ölçülüp, yüzde olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenol tayini (μg gallik asit eşdeğeri/g), Toplam antioksidan kapasitesi (TAK- μmol Troloks eşdeğeri/g) ve Toplam monomerik antosiyanin tayini (Toplam antosiyanin- μg cyn-3-glu/g tm) yukarda anlatılan yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.6. Duyusal Analizler

Duyusal analizler; görünüş özellikleri (biçim, ebat, renk, doku), kinestetik özellikler (sertlik, çiğnenebilirlik, ufalanma, yapışkanlık), lezzet özellikleri (lezzet/tat, aroma), koku, tadım sonrası ağızda bıraktığı his, genel kabul edilebilirlik başlıkları altında puanlama yapılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 12). Bu özelliklerin çiçeklerin tercih edilme oranını etkilediği düşünülmektedir. Anket çalışmalarına denek olarak, üniversitemiz açılış bölümünden ve resim bölümünde görsel algı uzmanı olan öğretim üyeleri yanında ziraat fakültesinden bazı öğretim üyeleri katılmıştır. Anketlerde 25 kişinin görüşüne başvurulmuştur. Anket soruları 5’li Likert ölçeğine dayanmaktadır. Katılımcılardan her özellik için 1’den 5’e kadar puanlama yapmaları istenmiştir. ‘1 puan’ en olumsuz, ‘5 puan’ en olumluyu ifade eder.

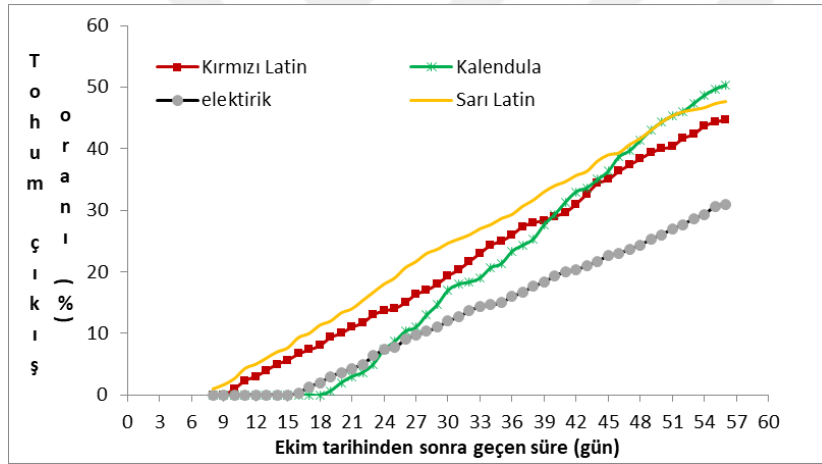


Şekil 12. Duyusal analizlerin yapım aşamaları.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Tohum çıkışları

Tohumların zamana bağlı çıkış oranları Şekil 13’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi Latin Çiçekleri tohumları daha erken çıkmaya başlamıştır. Sarı Latin Çiçeğinde ilk çıkış 8. günde, Kırmızı Latin Çiçeğinde ise 10. günde görülmüştür. Latin Çiçeklerine kıyasla Kalendula ve Elektrik Çiçeği tohumlarında çıkış daha geç başlamıştır. Dört yenilebilir çiçek türünde de tohumların çıkış oranı zamana bağlı olarak düzenli bir artış göstermiştir. Kırmızı ve Sarı Latin Çiçekleri hemen hemen aynı zamanda çıkmaya başlamış ve benzer çıkış hızı ile çimlenme periyodunun sonunda benzer çıkış oranına ulaşmışlardır. Kalendula tohumları ise nispeten geç çıkmaya başlamakla birlikte daha hızlı bir çimlenme ile en yüksek çıkış oranına ulaşmıştır.



Şekil 13. Yenilebilir çiçek tohumlarının zamana bağlı tohum çıkış oranları.

Tohumların çimlenme ve çıkış başarısını ölçmek için araştırmacılar farklı ölçütler ileri atmıştır. Bu çalışmada bu ölçütlerden bazıları kullanılmıştır. Çıkış oranları karşılaştırıldığında, diğer türlere kıyasla Elektrik Çiçeği tohumlarının daha düşük çıkış oranına sahip oldukları görülmüştür. Kalendula tohumlarının %50.3’ü toprak yüzeyine çıkarken, Elektrik Çiçeği tohumlarında bu oran %31.3 bulunmuştur. Sarı ve Kırmızı Latin Çiçeklerinde ise sırasıyla %48.0 ve %45 oranında çıkış olmuştur. Ortalama çıkış süresi (OÇS) gün olarak hesaplanmakta ve düşük OÇS değeri yüksek çıkış hızına işaret etmektedir. Bu açıdan yapılan değerlendirme sonucunda, Kalendula ve Elektrik Çiçeğine kıyasla daha düşük OÇS değerlerine sahip olan Kırmızı ve Sarı Latin Çiçeklerinin çıkış

hızının daha yüksek olduğu görülmüştür. Çıkış hızı ve çıkış oranının birlikte belirlendiği çıkış indeksi (Çİ) değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek değer Sarı Latin Çiçeğinden elde edilirken en düşük Çİ Elektrik Çiçeğinden elde edilmiştir. Bu sonuç, çıkış oranı ve çıkış hızı birlikte değerlendirildiğinde en iyi çıkışın Sarı Latin tohumlarında, en kötü çıkışın ise Elektrik Çiçeği tohumlarında olduğunu göstermektedir. Çıkış hızının bir diğer ölçüsü olan çıkış hızı katsayısı (ÇHK) çıkan tohum sayısı arttıkça ve çıkış için gereken süre azaldıkça artar. Bu değer de sarı ve Kırmızı Latin Çiçeği tohumlarının, Kalendula ve Elektrik Çiçeği tohumlarına göre daha iyi çıkış yaptığını ortaya koymaktadır. Tohumlarda çıkış hızı ve çıkış oranı, çıkış oranı indeksi (ÇOI) ile de ifade edilmektedir. Yüksek ÇOI değeri yüksek ve hızlı çıkışı göstermektedir. Bu değer açısından en iyi çıkış Sarı Latin Çiçeğinde en zayıf çıkış ise Elektrik Çiçeği tohumlarında bulunmuştur. Kalendula ve Elektrik Çiçeğine kıyasla Sarı Latin ve Kırmızı Latin Çiçeklerinde çıkış daha erken dönemde başlamıştır. İlk tohum çıkışı Sarı Latin Çiçeğinde ekimden sonraki 10. günde, Kırmızı Latin Çiçeğinde ise yaklaşık 12. günde görülmüştür. Bu süre Elektrik Çiçeğinde 18, Kalendulada ise 20 güne kadar çıkmıştır. Çalışmada incelenen dört çiçek tohumlarında da 56. günden sonra tohum çıkışı gözlenmemiştir. İlk bitki çıkışının görüldüğü tarih ile son bitki çıkışının olduğu tarih arasındaki süre çıkış süresi (ÇS) olarak ifade edilmiştir. Bu süre Kırmızı Latin ve Sarı Latin Çiçeklerinde sırasıyla 46 ve 44 gün sürmüştür. ÇS Elektrik Çiçeği tohumlarında yaklaşık 38, Kalendula tohumlarında ise 36 gün olmuştur (Tablo 4).

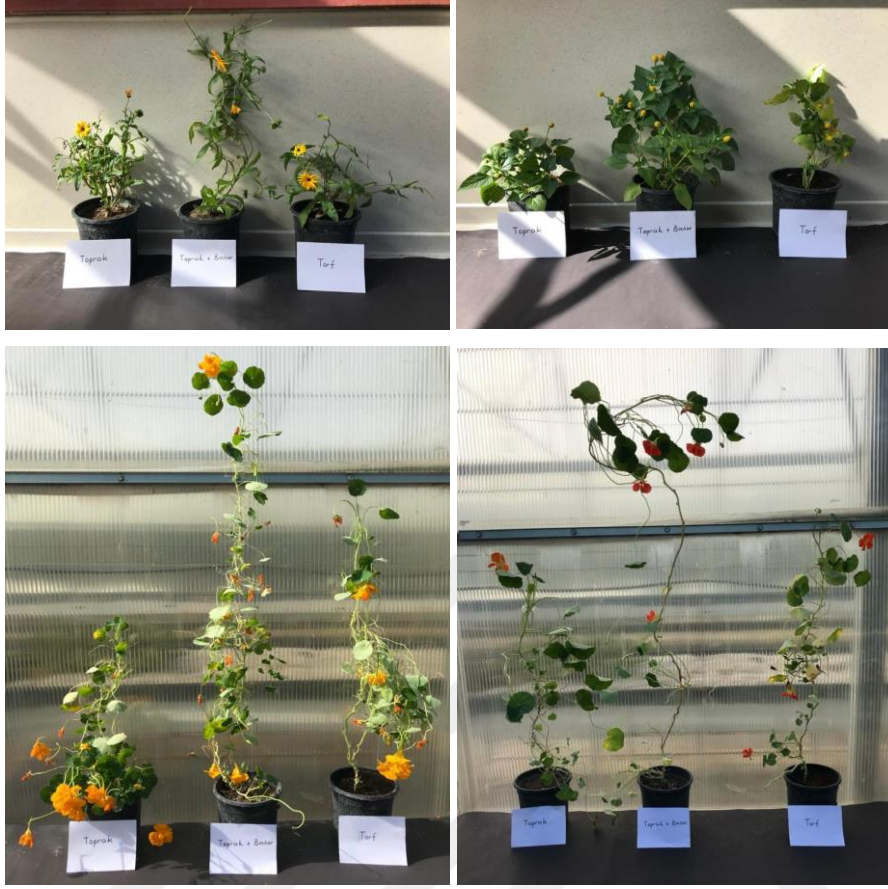
Tablo 4. Yenilebilir çiçek tohumlarının çıkış oranına ait farklı parametreler

Çiçek türü	ÇO (%)	OÇS (Gün)	Çİ	ÇHK	ÇOI (%/gün)	İÇG (gün)	SÇG (gün)	ÇS (gün)
Kalendula	50.3 a	38.4 a	971.3 b	2.6 b	1.4 b	20.3 a	56.7 a	36.3 b
Elektrik	31.3 b	36.9 a	646.3 c	2.7 b	1.0 c	18.0 a	56.3 a	38.3 b
S. Latin	48.0 a	31.7 b	1214.3 a	3.2 a	1.9 a	10.0 b	56.0 a	46.0 a
K. Latin	45.0 a	33.9 b	1042.7ab	3.0 a	1.6 b	12.3 b	56.3 a	44.0 a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

4.2. Bitki gelişimi ve çiçek verimleri

Bitkilerin gelişme sezonu sonunda ulaştıkları gövde ve kök boyu değerleri toplu olarak Tablo 5’de verilmiştir. Her üç yetiştirme ortamında da, Latin Çiçekleri Kalendula ve Elektrik Çiçeğine kıyasla daha yüksek gövde boyu değerlerine sahip olmuşlardır.



Şekil 14. Farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin gövde boyları

Yetiştirme ortamlarının ortalaması dikkate alındığında, Kırmızı ve Sarı Latin Çiçekleri gelişme sezonu sonunda sırasıyla 88.8 ve 85.3 cm uzunluğunda gövde oluştururken, Kalendula ve Elektrik Çiçeğinde bu değerler sırasıyla 43.7 ve 31.8 cm olarak ölçülmüştür. Saksı ortamlarının etkisi çiçek türlerine bağlı olarak bir miktar farklılık göstermiştir. Örneğin Kalendula ve Elektrik Çiçekleri her üç ortamda da benzer gövde gelişmesi göstermişlerdir. Kalendula çeşidinin gövde boyu biyoçar içeren saksılarda 48.0 cm, torf içeren saksılarda 48.5, toprak içeren saksılarda ise 34.7 cm olarak ölçülmüştür. Aradaki farklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde Elektrik Çiçeğinde de biyoçar, torf ve toprak uygulamalarında sırasıyla 37.3, 34,2 ve 23.8 cm gövde uzunlukları tespit edilmiş ve uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır. Latin Çiçeklerinde ise toprak ve torf ortamlarına kıyasla biyoçar ilave edilen ortamdaki bitkilerin daha iyi geliştiği ve daha yüksek kök gelişim değerlerine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Biyoçar içeren saksılarda yetiştirilen Sarı Latin Çiçekleri gelişme sezonu sonunda 114.5 cm'lik gövde boyuna ulaşırken, torf ve toprak ile doldurulan

saklılarda sırasıyla 80.4 ve 71.3 cm gövde boyuna sahip olmuşlardır. Benzer etki Kırmızı Latin Çiçeklerinde de gözlenmiştir. Bu bitkilerde ortalama gövde boyu değerleri biyoçar uygulamasında 110.6 cm, torf uygulamasında 71.0 cm ve toprak uygulamasında 74.4 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 5).



Şekil 15. Farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin kök boyları

Kök boyu açısından çiçek türleri ile yetiştirme ortamı arasında önemli interaksiyon olduğu saptanmıştır. Örneğin en iyi kök gelişimi toprak uygulamasında Kırmızı Latin Çiçeğinde (30.5 cm) bulunurken, torf ortamında Elektrik Çiçeğinde (33.0 cm) biyokömür uygulamasında ise Sarı Latin Çiçeğinde (51.1 cm) gözlenmiştir. En düşük kök gelişimi ise her üç ortamda da Kalendula Çiçeğinde tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamı uygulamalarının kök boyu üzerine etkisi de bitki türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir. En zayıf kök gelişiminin gözlemlendiği Kalendula bitkisinde kök boyu açısından saksı ortamlarının önemli bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Elektrik Çiçekleri ise toprak ortamına kıyasla (27.3 cm) torf (33.0 cm) ve biyoçarda (33.0 cm) daha iyi kök gelişimi göstermişlerdir. Sarı Latin Çiçekleri en iyi kök gelişimini (51.1 cm) biyoçar içeren ortamda gösterirken en zayıf kök gelişimini (23.8 cm) kontrol olarak kullanılan toprak ortamında göstermiştir. Sarı Latin Çiçeğinin torf ortamındaki kök boyu değeri de

kontrol ortamındaki değere (26.6 cm) benzer düzeyde bulunmuştur. Kırmızı Latin Çiçeği de en iyi kök gelişimini biyoçar ortamında sağlarken, en zayıf kök gelişimine torf uygulamasında (21.6 cm) sahip olmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Yenilebilir çiçekli bitkilerin farklı yetiştirme ortamında sahip oldukları gövde ve kök boyları

Çiçek Türleri	Gövde Boyu (cm)			Ort	Kök Boyu (cm)			Ort
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar	
Kalendula	34.7 Ba	48.5 Ba	48.0 Ba	43.7 B	15.5 Ca	17.0Da	19.3 Da	17.3 C
Elektrik	23.8 Ba	34.2 Ba	37.3 Ba	31.8 B	27.3ABb	33.0Aa	33.0 Ca	31.1 B
S. Latin	71.3 Ab	80.4Ab	114.5 Aa	88.8 A	23.8 Bb	26.6Bb	51.1 Aa	33.8 A
K. Latin	74.4 Ab	71.0Ab	110.6 Aa	85.3 A	30.5 Ab	21.6Cc	46.8 Ba	33.0AB
Ortalama	51.1 b	58.5 b	77.6 a		24.3 b	24.6 b	37.6 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Bitki gelişimini belirlemek amacıyla ölçülen kriterlerden biri olan gövde yaş ağırlığı açısından bitki türü ve yetiştirme ortamı arasında önemli interaksiyon bulunmuştur. Örneğin toprak ve biyoçar ortamında en yüksek gövde yaş ağırlığı (sırasıyla 62.2 g ve 74.8 g) Kırmızı Latin Çiçeğinde belirlenirken, torf ortamında en yüksek yaş gövde ağırlığı Sarı Latin Çiçeğinde (62.0 g) tespit edilmiştir. Gövde yaş ağırlığı üzerine yetiştirme ortamlarının etkisi de bitki türüne göre değişiklik göstermiştir. Kalendula bitkisinde, her üç yetiştirme ortamında da benzer değerler elde edilmiş ve ortamların etkisi önemsiz bulunmuştur. Elektrik ve Sarı Latin Çiçeklerinde ise toprak ortamına kıyasla torf ve biyoçar ortamından daha yüksek gövde yaş ağırlığı değerleri elde edilmiştir (Tablo 6). Kök ağırlıkları incelendiğinde, toprak ortamında 10.5, torf ortamında 15.9 ve biyoçar ortamında 14.8 g olacak şekilde her üç yetiştirme ortamında da ne yüksek değerler Elektrik Çiçeğinden elde edilmiştir. Farklı yetiştirme ortamlarının etkileri incelendiğinde bitki türlerine bağlı olarak fark etkilerin ortaya çıktığı görülmüştür. Yetiştirme ortamları Kalendula bitkisinin yaş kök ağırlığında önemli bir değişikliğe neden olmazken, diğerlerinde önemli farklılıklar oluşmasına neden olmuştur. Elektrik Çiçeğinde toprak ve torfa kıyasla biyoçar uygulaması kök yaş ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Latin Çiçeklerinde ise kök yaş ağırlığı açısından toprak ve torf uygulaması arasında önemli bir farklılık tespit edilemezken, biyoçar uygulamasının yaş kök ağırlığını belirgin şekilde artırdığı saptanmıştır. Kırmızı Latin Çiçeğinin yaş kök ağırlığı topraklı saksılarda 5.1, torf

dolu saksılarda 2.4 g olarak belirlenirken, biyoçar içeren saksılarda 8.2 grama çıkmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Yenilebilir çiçeklere sahip bitkilerin farklı yetiştirme ortamında sahip oldukları gövde yaş ve kuru ağırlıkları

Çiçek Türleri	Gövde yaş ağırlığı (g)			Ort	Kök yaş ağırlığı (g)			Ort
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar	
Kalendula	29.1 Ca	34.0 Ca	28.9 Da	30.7 D	2.3 B a	2.9 Ba	2.9 Da	2.8 C
Elektrik	41.1 Bb	54.0 Ba	52.1 Ca	49.0 C	10.5 A b	15.9 Aa	14.8 Aa	13.8 A
S. Latin	38.9 Bb	62.0 Aa	67.3 Ba	56.0 B	4.8 Bb	3.9 Bb	11.5 Ba	6.7 B
K. Latin	62.2 Ab	49.6 Bc	74.8 Aa	62.2 A	5.1 Ba b	2.4 Bb	8.2 Ca	5.2 B
Ortalama	42.8 c	49.9 b	55.8 a		5.8 b	6.3 b	9.3 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

Bitkilerin sahip olduğu her bir çiçeğin ağırlığı gram olarak Tablo 7’da verilmiştir. Çiçek ağırlığı açısından bitkilerin sıralanışı yetiştirme ortamına göre farklılık göstermiştir. Toprak ortamında yetiştirilen bitkilerden en yüksek çiçek ağırlığı 0.81 ile Sarı Latin Çiçeğinden elde edilirken, torf ortamında yetiştirilen bitkilerde ise Elektrik Çiçeğinden (0.85) elde edilmiştir. Biyoçar uygulamaları altında yetiştirilen bitkilerden ise Latin Çiçeklerinin ağırlığı Kalendula Çiçeklerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yetiştirme ortamlarının çiçek ağırlığı üzerine etkisi bitki türlerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Kalendula bitkisinde en yüksek çiçek ağırlığı biyoçar uygulamasından (0.49 g) elde edilmiş, en düşük çiçek ağırlığı ise toprak uygulamasından (0.26 g) elde edilmiştir. Bu üç uygulama arasında ortaya çıkan fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elektrik Çiçeğinde ise biyoçar ve toprak uygulamalarına kıyasla torf uygulamasından daha ağır çiçekler (0.85 g) elde edilmiştir. Sarı Latin Çiçekleri topraklı saksılarda 0.81 g ağırlık değerine sahip olurken, torf içeren saksılarda bu değer 0.68 grama düşmüştür. Kırmızı Latin Çiçeği bitkisinde ise çiçek ağırlıkları biyoçar uygulamasında 0.67 g, torf uygulamasında 0.66 g, toprak uygulamasında ise 0.56 g bulunmuş ve torf ve biyoçar uygulamalarının toprak uygulamasına kıyasla çiçek ağırlığını önemli derecede artırdığı saptanmıştır (Tablo 7).

Çiçek çapları bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde tüm büyüme ortamlarında Kalendula bitkisine kıyasla Latin Çiçeklerinin daha uzun çiçek çapına sahip oldukları belirlenmiştir. Elektrik Çiçeklerinde çiçek çapı ölçümü, çiçek yapısının ölçüm için

anlamsız olması nedeni ile yapılmamıştır. Yetiştirme ortamları bazı türlerde çiçek çapında önemli değişime neden olurken bazılarında etkisiz bulunmuştur. Örneğin Sarı Latin bitkisinde, toprak uygulamasında 6.33 cm, torf uygulamasında 6.31 cm, biyoçar uygulamasında ise 6.06 cm olarak ölçülen çiçek çapları arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kalendula bitkisinde toprak uygulamasında 3.97 cm olan çiçek çapı, torf ve biyoçar uygulamasında önemli derecede artış göstererek torf uygulamasında 4.33 cm, biyoçar uygulamasında ise 5.37 cm'ye ulaşmıştır. Kırmızı Latin Çiçeğinde de toprak uygulamasına kıyasla torf ve biyoçar uygulamasında daha uzun çaplı çiçekler elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Farklı ortamlarda yetiştirilen bazı yenilebilir çiçeklerin çiçek ağırlığı ve çiçek çap uzunlukları.

Çiçek Türleri	Çiçek Ağırlığı (g)			Ort	Çiçek Çapı (cm)			Ort
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar	
Kalendula	0.26 Cc	0.38 Cb	0.49 Ca	0.38 C	3.97 Cc	4.33 Bb	5.37 Ba	4.56 C
Elektrik	0.60 Bb	0.85 Aa	0.64 Bb	0.70A				-
S. Latin	0.81 Aa	0.68 Bb	0.74 Aab	0.74 A	6.33 Aa	6.31 Aa	6.06Aa	6.23 A
K. Latin	0.56 Bb	0.66 Ba	0.67 ABa	0.63 B	5.38 Bb	6.13 Aa	5.99Aa	5.83 B
Ortalama	0.56 b	0.64 a	0.63 a		3.92 b	4.19 a	4.36 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Bitki başına çiçek sayısı ve bitki başına elde edilen çiçeklerin ağırlığı Tablo 8'de verilmiştir. Çiçek sayısı açısından bitki türleri arasında önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Yetiştirme ortamına bağlı olarak diğer türlere kıyasla Kalendula bitkilerinin daha az çiçek oluşturduğu saptanmıştır. Üç farklı yetiştirme ortamının ortalama değerleri dikkate alındığında, Kalendula bitkileri bitki başına 9.6 adet çiçek oluştururken, Elektrik Çiçeğinde 19.5, Sarı Latin Çiçeğinde 18.5, Kırmızı Latin Çiçeğinde ise 18.9 adet çiçek olduğu gözlemlenmiştir. Yetiştirme ortamlarının bitki başına çiçek sayısı üzerine etkisi çiçek türlerine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Kalendula bitkisinde toprak uygulamasına kıyasla torf ve biyoçar uygulamasında daha fazla çiçek elde edilmiştir. Elektrik Çiçeğinde, torf uygulaması toprak uygulamasından, biyoçar uygulaması ise torf uygulamasından daha fazla çiçek oluşumuna neden olmuştur. Sadece toprak içeren saksılarda yetiştirilen Elektrik Çiçekleri bitki başına 11.5 adet çiçek oluştururken, bu sayı torf uygulamasında 21.8, biyoçar uygulamasında ise 25.4 adete

yükselmiştir. Latin Çiçeklerinde ise en fazla çiçek torf ortamında yetiştirilen bitkilerden elde edilirken, en az çiçek toprak ortamında yetişen çiçeklerden elde edilmiştir. Örneğin, sadece toprak bulunan saksılardaki Kırmızı Latin Çiçekleri bitki başına 10.9 adet çiçek oluştururken, torf ortamında yetiştirilen bitkilerde bu sayı 25.6'ya çıkmıştır. Her bir bitkiden elde edilen çiçekler tartılarak verim değeri belirlenmiştir. Her üç yetiştirme ortamında da diğer türlere kıyasla, Kalendula bitkisinin çiçek verimi daha düşük bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının ortalaması göz önüne alındığında Kalendulanın bitki başına çiçek verimi 3.8 g olurken, Elektrik Çiçeğinde 13.9, Sarı Latin Çiçeğinde 13.4, Kırmızı Latin Çiçeğinde ise 12.2 g çiçek elde edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının etkisi bütün çiçek türlerinde benzer şekilde olmuştur. Her dört çiçekte de toprak uygulamasına kıyasla torf ve biyoçar uygulaması çiçek verimini önemli derecede artırmıştır. Dört farklı yenilebilir çiçeğin ortalama çiçek verimi toprak uygulamasında 5.6 g, torf uygulamasında 14.0 g, biyoçar uygulamasında ise 12.8 g bulunmuştur (Tablo 8).

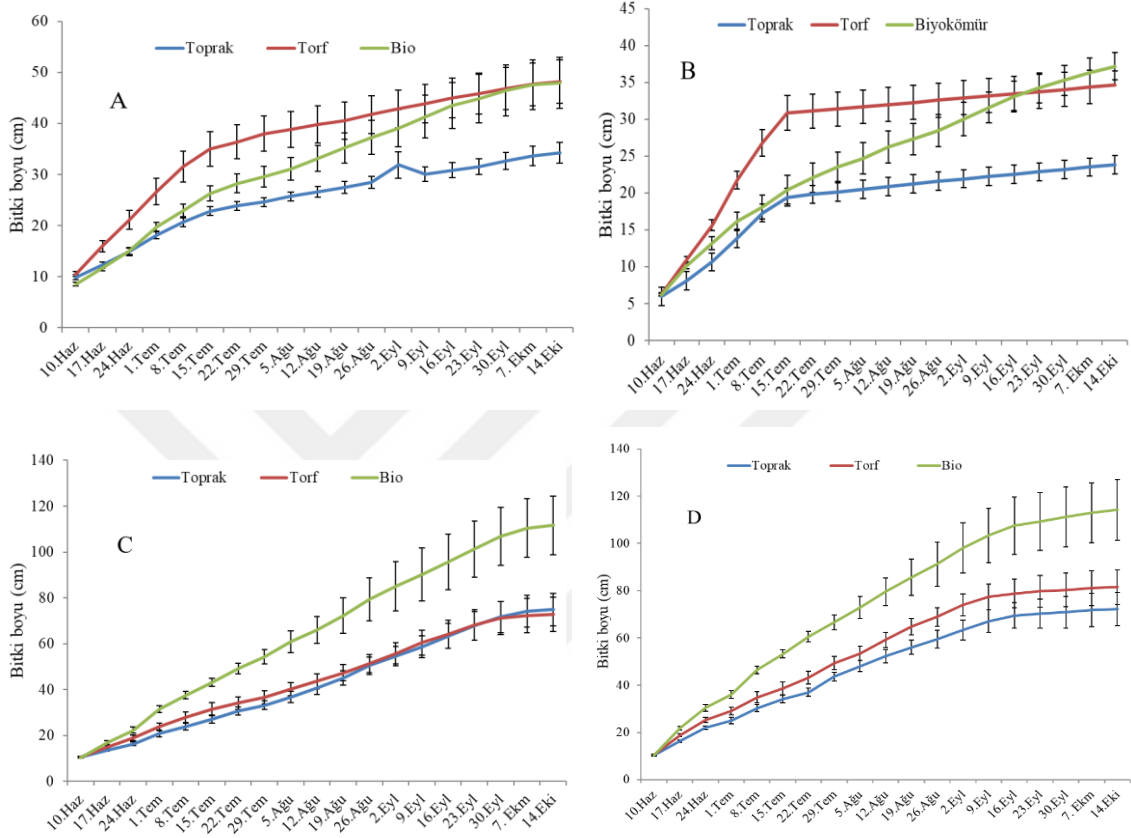
Tablo 8. Farklı ortamlarda yetiştirilen bazı yenilebilir çiçeklerin bitki başına çiçek sayıları ve verimi.

Çiçek Türleri	Çiçek Sayısı (adet/bitki)			Ort	Verim (g/bitki)			Ort
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar	
Kalendula	5.3 Bb	11.8 Ca	11.6 Ca	9.6 C	1.4 Bb	4.4 Ba	5.7 Ba	3.8 B
Elektrik	11.5 Ac	21.8 Bb	25.4 Aa	19.5 A	6.9 Ac	18.6 Aa	16.1 Aa	13.9 A
S. Latin	10.0 Ac	24.0 Aa	21.5 Bb	18.5 A	8.1 Ab	16.3 Aa	15.9 Aa	13.4 A
K. Latin	10.9 Ac	25.6 Aa	20.3 Bb	18.9 A	6.1 Ac	16.9 Aa	13.6 Ab	12.2 A
Ortalama	9.4 b	20.8 a	19.7 a		5.6 b	14.0 a	12.8 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Üç farklı ortamda yetiştirilen bitkilerin boy gelişimi haftalık olarak ölçülmüştür. Kalendula ve Elektrik Çiçekleri tohum çıkışından sonraki ilk bir aylık dönemde, diğer ortamlara kıyasla torf ortamında daha hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu iki bitkinin biyoçar içeren saksılardaki gelişimi başlangıçta torf ortamına kıyasla yavaş olmakla birlikte gelişme sezonu sonunda ulaşılan bitki boyu açısından torf ve biyoçar uygulamaları arasında önemli bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Kalendula bitkileri toprak ortamında daha yavaş ve kararlı bir boy gelişimi gösterip gelişme sezonu sonunda diğer ortamlardakine kıyasla daha kısa boylu kalmıştır. Elektrik Çiçekleri ise başlangıçta hızlı bir boy gelişimi göstermesine rağmen bu gelişme 15 Temmuz'dan sonra belirgin şekilde yavaşlamıştır. Hem kırmızı hem de sarı renkli Latin Çiçeklerinin vejetasyon

dönemindeki boy gelişme hızları sezon boyunca belirgin bir değişim göstermemiştir. Latin Çiçeği bitkileri biyoçar ortamında biraz daha fazla olmakla birlikte sezon başından sonuna kadar hemen hemen aynı hızda bir gelişim seyri göstermişlerdir (Şekil 16).



Şekil 16. Bitkilerin zamana bağlı gelişimi (A: Kalendula; B: Elektrik; C: Kırmızı Latin; D: Sarı Latin)

4.3. Çiçeklerin biyokimyasal içerikleri

Çiçeklenme periyodunun ortalarında alınan çiçek örnekleri toplam fenol, toplam antosiyanin, C vitamini konsantrasyonlarının yanında antioksidan kapasiteleri de belirlenmiştir. Toplam fenol içeriği açısından çiçek türleri arasında belirgin farklılıkların olduğu, çalışmada kullanılan çiçekler arasında her üç yetiştirme ortamında da en yüksek fenol konsantrasyonu Kırmızı Latin Çiçeğinde, en düşük fenol içeriği ise Elektrik Çiçeğinde bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının ortalaması dikkate alındığında Kırmızı Latin Çiçeğinin fenol içeriği 3355.6 $\mu\text{g GAE/g YA}$, Elektrik Çiçeğinin fenol içeriği ise 1643.1 $\mu\text{g GAE/g YA}$, olarak tespit edilmiştir. Dört farklı yenilebilir çiçekte de yetiştirme

ortamlarının toplam fenol içeriğini üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Her üç yetiştirme ortamında da benzer seviyede toplam fenol içerikleri ölçülmüştür. Dört yenilebilir çiçeğin ortalama toplam fenol içeriği toprak uygulamasında 2451.4 µg GAE/g YA, torf uygulamasında 2363.9 µg GAE/g YA, biyoçar uygulamasında ise 2334.7 µg GAE/g YA, olarak ölçülmüştür (Tablo 9).

Kalendula, Elektrik ve Sarı Latin Çiçeklerinde antosiyanin belirlenememiştir. Kırmızı Latin Çiçeğinde ise toprak ortamında yetişen bitkilerde 381.3 µg plg-3-O-glu/g ya, torf ortamında yetişen bitkilerde 329.1 µg plg-3-O-glu/g ya biyoçar ortamında yetiştirilen bitkilerde ise 395.8 µg plg-3-O-glu/g ya antosiyanin bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının antosiyanin içeriği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Farklı ortamlarda yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin toplam fenol (µg GAE/g YA) ve antosiyanin (µg plg-3-O-glu/g ya) (birimi) içerikleri

Çiçek Türleri	Toplam Fenol			Ort	Toplam Antosiyanin		
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar
Kalendula	2234.7 Ba	2205.6 Ca	2051.4 BCa	2163.9 C	-	-	-
Elektrik	1722.2 Ca	1409.7 Da	1643.1 Ca	1591.7 D	-	-	-
S. Latin	2605.6 Ba	2668.1 Ba	2288.9 Ba	2520.8 B	-	-	-
K. Latin	3243.1 Aa	3172.2 Aa	3355.6 Aa	3256.9 A	381.3 a	329.1 a	395.8 a
Ortalama	2451.4 a	2363.9 a	2334.7 a		-	-	-

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir (p<0.05).

Çiçeklerin antioksidan kapasitesi bitki türüne bağlı olarak önemli farklılıklar sunarken, yetiştirme ortamlarının etkisi bütün çiçeklerde önemsiz bulunmuştur. Her üç yetiştirme ortamında da en yüksek antioksidan kapasitesi Kırmızı Latin Çiçeğinde saptanmıştır. Yetiştirme ortamlarının ortalaması alınarak yapılan değerlendirmede antioksidan kapasitesinin Kırmızı Latin Çiçeğinde 8.44 µmol TE/g YA, Sarı Latin Çiçeğinde 5.33 µmol TE/g YA, Elektrik Çiçeğinde 4.30 µmol TE/g ya, Kalendula Çiçeğinde ise 4.47 µmol TE/g ya olduğu görülmüştür (Tablo 10).

Yenilebilir çiçeklerin C vitamini içerikleri incelendiğinde her üç yetiştirme ortamında da Latin Çiçeklerinin diğer iki yenilebilir çiçeğe kıyasla daha yüksek C vitaminine sahip oldukları görülmüştür. Ortalama C vitamini Kırmızı Latin Çiçeğinde 373.3 mg/L, Sarı

Latin Çiçeğinde 342.5 mg/L, Kalendulada 251.7 mg/L, Elektrik Çiçeğinde ise 137.7 mg/L bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 10. Farklı ortamlarda yetiştirilen yenilebilir çiçeklerin antioksidan aktiviteleri ve C vitamini içerikleri

Çiçek Türleri	Antioksidan aktivitesi,			Ort	C vitamini (mg/L)			Ort
	Toprak	Torf	Biyoçar		Toprak	Torf	Biyoçar	
Kalendula	4.29 Ca	4.91 Ba	4.21 Ba	4.47C	262.5 Ba	275.0 Ba	217.5Cb	251.7 C
Elektrik	4.97 BCa	3.72 Cb	4.22 Bab	4.30C	145.0 Ca	140.5 Ca	127.5Da	137.7 D
S. Latin	5.62 Ba	5.44 Ba	4.93 Ba	5.33B	372.5 Aa	340.0 Aab	315B b	342.5 B
K. Latin	8.69 Aa	7.49 Ab	9.12 Aa	8.44A	362.5 Ab	350.0 Ab	407.5Aa	373.3 A
Ortalama	5.89 a	5.39 b	5.62 ab		285.6 a	276.4 a	266.9 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

4.4. Muhafaza

Depolama sürecinde belirli günlerde alınan örneklerde çiçeklerin toplam fenolik madde içerikler ölçülmüştür. Elektrik Çiçeğinin toplam fenol içeriği toplu olarak Tablo 11’de verilmiştir. Hem kontrol hem de melatonin uygulamasında depolama süreci uzadıkça toplam fenol içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Depo başlangıcında uygulama yapılmayan çiçeklerin fenol içeriği 1910.6 μg GAE/g YA iken, 9 günlük depolamanın sonunda bu değer önemli bir artış göstererek 4192.1 μg GAE/g YA’ya çıkmıştır. Benzer şekilde 100 ppm melatonin uygulamasında depolama başlangıcında 1917.8 μg GAE/g YA olan fenol içeriği 9 günlük depolama sonunda 4673.0 μg GAE/g YA’a ulaşmıştır. Bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dört farklı tarihte yapılan ölçümlerin hiç birisinde melatonin uygulaması Elektrik Çiçeklerinin fenol içeriğinde önemli bir değişime neden olmamıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Elektrik Çiçeklerinin toplam fenol değerleri

Uygulama	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
0 Mel.	1910.6 Ac	2587.34 Abc	2955.29 Ab	4192.11 Aa	2911.33 A
100 Mel.	1917.8 Ac	2802.78 Abc	3271.56 Ab	4673.00 Aa	3166.29 A
Ortalama	1914.21 c	2695.06 b	3113.43 b	4432.56 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Kalendula Çiçeklerinin depolama sürecindeki toplam fenol içeriklerinde de önemli değişimler gözlemlenmiştir. Melatonin uygulanmayan kontrol çiçeklerinin fenol içerikleri depolama başlangıcında ölçülen değere kıyasla depolamanın 6. gününde önemli düzeyde artış göstermiştir. Aynı şekilde 9. günde ölçülen toplam fenol içeriği de depolama başlangıcında ölçülen değerden daha yüksek çıkmıştır. Melatonin uygulamasında ise ilk üç örnek alma tarihinde ölçülen fenol içerikleri arasında önemli bir farklılık oluşmazken, 9 günde belirgin bir artış tespit edilmiştir. Melatonin uygulaması toplam fenol içeriğinde anlamlı bir değişime neden olmamıştır (Tablo 12).

Tablo 12. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Kalendula Çiçeklerinin toplam fenol değerleri

Uygulama	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
0 Mel.	2089.20 Ab	2519.08 Aab	2804.70 Aa	3221.14 Aa	2658.53 A
100 Mel.	1993.58 Ab	2114.06 Ab	2771.74 Ab	3776.99 Aa	2664.09 A
Ortalama	2041.39 c	2316.57 bc	2788.22 b	3499.06 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Bu çalışmada incelenen diğer yenilebilir çiçeklere kıyasla daha yüksek fenol içeriğinde sahip olan Kırmızı Latin Çiçeklerinin fenol içerikleri de diğerlerine benzer şekilde depolama süresi ile doğru orantılı olarak belirgin bir artış göstermiştir. Bu artış hem kontrol uygulamasında hem de melatonin uygulamasında görülmüştür. Depolamanın son günü olan 9. günde kontrol çiçeklerinin toplam fenol içeriği 8371.7 μg GAE/g YA, melatonin uygulanan çiçeklerin toplam fenol içerikleri ise 7237.4 μg GAE/g YA olarak tespit edilmiştir. Melatonin uygulamasından 3 gün sonra (depolamanın 3. günü) toplam fenol içeriğinde uygulamadan kaynaklanan düşüş gözlenmiştir. Bu dönemde yapılan analizlerde kontrol çiçeklerinin fenol içeriği 7166.1 μg GAE/g YA bulunurken, melatonin uygulamasında bu değer 4717.2 μg GAE/g YA'ya düşmüştür. Benzer şekilde 9. günde de melatonin uygulanan çiçeklerin toplam fenol içeriği kontrol olarak kullanılan çiçeklerinkinden daha düşük bulunmuştur. Depolamanın 6. gününde ise önemli bir farklılık tespit edilememiştir (Tablo 13).

Tablo 13. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Kırmızı Latin Çiçeklerinin farklı günlerde ölçülen toplam fenol değerleri

Melatonin Uyg. (ppm)	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
0 Mel.	3406.8 Ac	7166.1 Ab	7079.9 Ab	8371.9 Aa	6506.2 A
100 Mel.	3406.8 Ac	4717.2 Bb	7281.1 Aa	7237.4 Ba	5660.6 B
Ortalama	3406.8 d	5941.7 c	7180.5 b	7804.7 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Diğer yenilebilir çiçeklere benzer şekilde, Sarı Latin Çiçeklerinin toplam fenol içeriğinde de depolama süresi ile doğru orantılı olarak belirgin bir artış tespit edilmiştir. 9 günlük depolama sonunda kontrol uygulamasında 6221.4 μg GAE/g YA olan toplam fenol içeriği, melatonin uygulamasında ise 6204.9 μg GAE/g YA toplam fenol içeriği belirlenmiştir. Depolama süresinde 4 farklı tarihte yapılan analizlerin hiç birisinde melatonin içeriğinin toplam fenol içeriğinde önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Farklı dozlarda melatonin uygulanarak muhafaza edilen Sarı Latin Çiçeklerinin toplam fenol değerleri (μg GAE/g YA)

Uygulama	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
0 Mel.	3040.84 Ac	4139.67 Ab	4413.53 Ab	6221.4 Aa	4453.86 A
100 Mel.	3391.60 Ac	3567.61 Ac	4897.67 Ab	6204.89 Aa	4515.44 A
Ortalama	3216.22 c	3853.64 c	4655.59 b	6213.14 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Muhafaza edilen çiçeklerin hepsinde de muhafaza süresindeki artışa paralel olarak SÇKM içeriği önemli derecede artmıştır. Bu artış hem kontrol hem de melatonin uygulamasında da görülmüştür. Melatonin uygulanmayan Elektrik Çiçeklerinin SÇKM konsantrasyonu depolama başlangıcında % 7.6 iken 9 günlük depolama sürecinde önemli derecede artışla % 19.7'ye ulaşmıştır. Benzer durum melatonin uygulamasında gözlemlenmiş ve depolama sonunda çiçeklerin % 20.7 oranında kuru madde konsantrasyonu saptanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Depolama sürecinde, yenilebilir çiçeklerin SÇKM (%) içerikleri üzerine melatonin uygulamasının etkisi.

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
Elektrik Çiçeği					
0 Mel.	7.6 Ad	11.4 Ac	15.0 Ab	19.7 Aa	13.4 A
100 Mel.	8.3 Ad	12.0 Ac	16.4 Ab	20.7 Aa	14.4 A
Ortalama	8.0 d	11.7 c	15.7 b	20.2 a	
Kalendula					
0 Mel.	8.2 Ac	11.4 Ab	14.9 Aa	15.9 Aa	12.6 A
100 Mel.	8.0 Ad	11.5 Ac	14.4 Ab	17.2 Aa	12.8 A
Ortalama	8.1 d	11.5 c	14.7 b	16.5 a	
Kırmızı Latin					
0 Mel.	8.70 Ad	12.71 Ac	14.76 Ab	20.63 Aa	14.20 B
100 Mel.	8.70 Ad	10.34 Bc	14.95 Ab	18.48 Ba	13.12 A
Ortalama	8.70 d	11.52 c	14.86 b	19.55 a	
Sarı Latin					
0 Mel.	8.49 Ac	9.01 Ac	13.44 Ab	18.03 Aa	12.24 A
100 Mel.	8.66 Ac	8.99 Ac	14.88 Ab	19.17 Aa	12.93 A
Ortalama	8.58 c	9.00 c	14.16 b	18.60 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

Kırmızı Latin Çiçeği dışındaki çiçeklerde antosiyanin belirlenememiştir. Kırmızı Latin Çiçeğinin antosiyanin içeriğinde depolama süresi ile doğru orantılı olarak belirgin artış görülmüştür. Depolamanın başlangıcında 235.01 $\mu\text{g plg-3-O-glu/g}$ ya olan antosiyanin içeriği kontrol olarak kullanılan çiçeklerde depolama sonunda 921.2 $\mu\text{g plg-3-O-glu/g}$ 'a melatonin uygulanan çiçeklere ise 806.1 $\mu\text{g plg-3-O-glu/g}$ ya'a çıkmıştır (Tablo 16).

Antosiyanin içeriği açısından kontrol ve melatonin uygulaması arasında 6. günde yapılan ölçüm dışında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Depolamanın 6. gününde, melatonin uygulanan çiçeklerin antosiyanin içerikleri kontrol uygulamasındaki çiçeklerinkinden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 16).

Tablo 16. Kontrol ve melatonin uygulanan Kırmızı Latin Çiçeklerinin antosiyanin içeriklerinin depolama sürecindeki değişimi ($\mu\text{g plg-3-O-glu/g}$ ya)

Uygulama	0. Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
0 Mel.	235.01 Ad	550.94 Ac	720.71 Bb	921.20 Aa	606.96 A
100 Mel.	235.01 Ac	530.34 Ab	919.74 Aa	806.08 Aa	622.79 A
Ortalama	235.01 c	540.64 b	820.23 a	863.64 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

Depolama başlangıcı ve depolamanın 3, 6 ve 9. günlerinde alınan örneklerde çiçeklerin antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Depolamanın 3, 6 ve 9. Günlerinde ölçülen Elektrik Çiçeklerinin antioksidan konsantrasyonları üzerine melatonin uygulamasının önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Diğer yenilebilir çiçeklerde ise melatonin uygulamasının etkisi ölçüm tarihlerine göre farklılık göstermiştir. Kalendula çeşidinin 6. günde yapılan ölçümlerde, melatonin uygulanan çiçeklerin antioksidan kapasitesi kontrol uygulamasından daha yüksek bulunmuştur. Diğer ölçüm tarihlerinde kontrol ve melatonin uygulamaları arasındaki farkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Depolama sürecinde, yenilebilir çiçeklerin antioksidan aktiviteleri üzerine melatonin uygulamasının etkisi

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
Elektrik Çiçeği					
0 Mel.	4.21 Ad	5.40 Ac	7.94 Ab	10.12 Aa	6.92 A
100 Mel.	4.35 Ad	5.94 Ac	8.45 Ab	10.63 Aa	7.34 A
Ortalama	4.28 d	5.67 c	8.20 b	10.37 a	
Kalendula					
0 Mel.	3.88 Ad	5.26 Ac	6.93 Ab	8.31 Ba	6.10 A
100 Mel.	3.74 Ad	5.36 Ac	6.65 Ab	9.47 Aa	6.31 A
Ortalama	3.81 d	5.31 c	6.80 b	8.90 a	
Kırmızı Latin					
0 Mel.	8.65 Ad	13.42 Ac	16.46 Bb	21.68 Aa	15.05 A
100 Mel.	8.65 Ad	11.59 Bc	19.02 Ab	20.38 Ba	14.91 A
Ortalama	8.65 d	12.50 c	17.74 b	21.03 a	
Sarı Latin					
0 Mel.	5.81 Ac	6.94 Ac	8.99 Bb	13.88 Ba	8.91 B
100 Mel.	6.29 Ac	6.03 Ac	11.21 Ab	16.53 Aa	10.02 A
Ortalama	6.05 c	6.48 c	10.10 b	15.21 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Kırmızı Latin Çiçeğinde, 3. ve 9. günde melatonin uygulamasının, 6. günde ise kontrol uygulamasının antioksidan gücü daha yüksek bulunmuştur. Sarı Latin Çiçeklerinde ise 3 gün süreyle depolanan çiçeklerin antioksidan güçleri kontrol ve melatonin uygulamasında benzer seviyelerde bulunmuştur. 6 ve 9 gün depolanan çiçeklerde ise melatonin uygulaması antioksidan kapasitesinde önemli artışlara neden olmuştur. Çalışmada depolanan 4 farklı yenilebilir çiçeğin hepsinde de depolama süresi arttıkça çiçeklerin antioksidan kapasiteleri de artmıştır. Bu artış hem kontrol hem de melatonin uygulamasında görülmüştür. Örneğin depolama başlangıcında Kırmızı Latin Çiçeklerinin antioksidan kapasitesi 8.65 $\mu\text{mol TE/g}$ ya olarak ölçülmüş depolama sonunda bu değer

kontrol uygulamasında 21.7 $\mu\text{mol TE/g}$ ya, melatonin uygulamasında ise 20.4 $\mu\text{mol TE/g}$ ya'ya çıkmıştır (Tablo 17).

Depolama sürecinde çiçeklerin C vitamini içeriğinde de önemli değişimler gözlenmiştir. Bu değişim incelenen dört farklı yenilebilir çiçekte benzer şekilde olmuş ve depolama süresine paralel olarak çiçeklerin C vitamini konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Kırmızı Latin Çiçeğinin depolama öncesi 273.3 mg/L olan C vitamin içeriği 9 günlük depolama sonunda 624.0 mg/L'a yükselmiştir. Diğer çiçeklerde de benzer artışlar tespit edilmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Yenilebilir çiçeklerin C vitamini içeriklerinin depolama sürecindeki değişimi üzerine melatonin uygulamasının etkisi

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
Elektrik Çiçeği					
0 Mel.	169.86 Ab	189.30 Ab	264.08 Aab	323.25 Aa	236.62 A
100 Mel.	169.86 Ab	211.31 Ab	266.29 Aab	344.26 Aa	247.93 A
Ortalama	169.86 c	200.31 bc	265.18 b	333.75 a	
Kalendula					
0 Mel.	184.99 Ab	197.62 Ab	234.87 Aab	301.51 Aa	229.75 A
100 Mel.	184.99 Ab	201.53 Ab	232.24 Ab	334.14 Aa	238.23 A
Ortalama	184.99 b	199.58 b	233.56 b	317.83 a	
Kırmızı Latin					
0 Mel.	273.3 Ac	373.14 Ab	463.88 Ab	667.2 Aa	444.39 A
100 Mel.	273.3Ab	307.59 Ab	516.91 Aa	580.8 Aa	419.64 A
Ortalama	273.3 d	340.37 c	490.40 b	624.0 a	
Sarı Latin					
0 Mel.	214.34 Ac	221.56 Ac	335.33 Ab	501.4 Ba	318.15 B
100 Mel.	214.34 Ac	208.67 Ac	425.69 Ab	618.8 Aa	366.87 A
Ortalama	214.34 c	215.12 c	380.51 a	360.07 b	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Melatonin uygulaması genel olarak çiçeklerin C vitamini içeriğinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Melatonin uygulamasından kaynaklanan tek önemli fark Sarı Latin Çiçeklerinde depolamanın 9. gününde yapılan ölçümde ortaya çıkmıştır. Bu dönemde yapılan ölçümde kontrol çiçeklerinin C vitamini içerikleri 501.4 mg/L bulunurken, melatonin uygulanan çiçeklerin C vitamini içerikleri 618.8 mg/L bulunmuştur (Tablo 18).

Melatonin uygulamasının ve depolama sürecinin çiçeklerdeki renk oluşumu üzerine etkisini belirlemek amacıyla bazı renk parametreleri ölçülmüş ve Elektrik Çiçeklerine ait

renk parametreleri Tablo 19’da verilmiştir. Tablodaki değerler incelendiğinde bazı dönemlerde önemli farklılıklar gözlenmekle birlikte, genel olarak depolama sürecinin ve melatonin uygulamasının Elektrik Çiçeğinin L, a ve b değerlerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 19. Melatonin uygulamasının Elektrik Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
L					
0 Mel.	54.9 Ab	57.0 Aa	57.4 Aa	56.8 Aa	56.5 A
100 Mel.	55.4 Aa	55.2 Aa	55.4 Aa	55.3 Aa	55.3 A
Ortalama	55.2 a	56.1 a	56.4 a	56.0 a	
a					
0 Mel.	-12.7 Ab	-5.83 Aab	-5.24 Aa	-5.31 Aa	-7.3 A
100 Mel.	-6.0 Aa	-5.8 Aa	-5.8 Aa	-5.7 Aa	-5.8 A
Ortalama	-9.3 a	-5.8 a	-5.5 a	-5.5 a	
b					
0 Mel.	37.2 Ab	40.6 Aa	40.3 Aab	39.4 Aab	39.4 A
100 Mel.	37.8 Aa	37.6 Aa	37.6 Aa	37.1 Aa	37.5 A
Ortalama	37.5 a	39.1 a	38.9 a	38.2 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

Kalendula Çiçeklerinde de renk parametreleri L, a ve b değerlerinde depolama boyunca önemli bir değişiklik olmamıştır. Depolamanın 9. gününde yapılan ölçümde kontrole kıyasla melatonin uygulamasında daha düşük L değeri belirlenmiştir (Tablo 20).

Tablo 20. Melatonin uygulamasının Kalendula Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
L					
0 Mel.	79.0 Aa	79.1 Aa	79.3 Aa	84.1 Aa	80.4 A
100 Mel.	77.6 Aa	77.8 Aa	78.7 Aa	77.7 Ba	77.9 A
Ortalama	78.3 a	78.42 a	79.0 a	80.9 a	
a					
0 Mel.	-2.9 Aa	-2.5 Aa	-2.9 Aa	3.3 Aa	-2.9 A
100 Mel.	-0.3 Aa	-0.8 Aa	-0.8 Aa	-1.5 Aa	-0.9 A
Ortalama	-1.6 a	-1.6 a	-1.8 a	-2.4 a	
b					
0 Mel.	62.1 Aa	61.5 Aa	62.5 Aa	61.8 Aa	62.0 A
100 Mel.	59.6 Aa	60.4 Aa	61.2 Aa	59.5 Aa	60.2 A
Ortalama	60.9 a	61.0 a	61.9 a	60.6 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

Sarı Latin Çiçeğinde depolama sürecinin farklı dönemlerinde, kontrol ve melatonin uygulanmış çiçeklerde ölçülen L değeri 62.8 ile 64.7 arasında bulunmuştur. Melatonin uygulaması Sarı Latin Çiçeğinin L değerinde önemli bir etkiye neden olmamıştır. Depolama sürecindeki değişim incelendiğinde kontrol olarak kullanılan çiçeklerin L değeri depolama başlangıcına göre 6.ve 9. günde daha yüksek bulunmuştur (Tablo 21).

Tablo 21. Melatonin uygulamasının Sarı Latin Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
L					
0 Mel.	62.8 Ab	63.1 Ab	66.5 Aa	64.4 Aab	64.2 A
100 Mel.	64.4 Aa	65.2 Aa	64.7 Aa	64.6 Aa	64.7 A
Ortalama	63.6 a	64.1 a	65.6 a	64.5 a	
a					
0 Mel.	23.9 Aa	23.4 Aa	20.8 Aa	23.3 Aa	22.9 A
100 Mel.	18.9 Ba	21.1 Aa	22.5 Aa	20.2 Aa	20.7 B
Ortalama	21.4 a	22.3 a	21.4 a	21.8 a	
b					
0 Mel.	64.8 Aa	66.1 Aa	69.2 Aa	65.7 Aa	66.4 A
100 Mel.	64.5 Aa	67.5 Aa	64.9 Aa	63.8 Aa	65.2 A
Ortalama	64.7 a	66.8 a	67.1 a	64.8 a	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0.05$).

Melatonin uygulanan çiçeklerde ise depolama sürecindeki L değerlerinde önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Melatonin uygulaması depolama başlangıcında a* değerinde azalmaya neden olurken, daha sonraki dönemlerde kontrol ve melatonin uygulamalarının a* değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresi hem kontrol hem de melatonin uygulamasında a* değerinde önemli bir değişime neden olmamıştır (Tablo 21).

Kırmızı Latin Çiçeğinin farklı sürelerle depolanan çiçeklerinde belirlenen L a* ve b* renk parametrelerinde depolama süresinden kaynaklanan önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bütün uygulamalar itibarıyla L parametresi 48.5 ile 51.6 arasında, a* parametresi 38.1 ile 41.0, b* parametresi ise 42.3 ile 47.2 arasında değerler almıştır. Aradaki farklar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Benzer şekilde melatonin uygulaması da Kırmızı Latin Çiçeklerinin L, a ve b değerlerinde önemli bir değişime neden olmamıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Melatonin uygulamasının Kırmızı Latin Çiçeğinin depolama sürecindeki renk parametreleri değişimi üzerine etkisi.

Uygulama	0.Gün	3. Gün	6. Gün	9. Gün	Ortalama
			L		
0 Mel.	48.6 Aa	48.8 Aa	51.6 Aa	49.3 Aa	49.6 A
100 Mel.	50.7 Aa	50.3 Aa	48.5 Aa	49.7 Aa	49.8 A
Ortalama	49.7 a	49.6 a	50.0 a	49.5 a	
			a		
0 Mel.	38.1 Aa	39.9 Aa	39.3 Aa	38.8 Aa	39.01 A
100 Mel.	39.2 Aa	40.0 Aa	41.0 Aa	38.8 Aa	39.74 A
Ortalama	38.7 a	39.9 a	40.1 a	38.8 a	
			b		
0 Mel.	43.2 Aa	43.4 Aa	47.2 Aa	43.6 Aa	44.4 a
100 Mel.	45.0 Aa	45.5 Aa	42.3 Aa	43.2 Aa	44.0 a
Ortalama	44.1 A	44.4 A	44.8 A	43.4 A	

Aynı sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir. Aynı satırda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0.05$).

4.5. Duyusal Analizler

Lezzet için verilen puanlar Latin Çiçeklerinin daha yüksek puanlar aldıklarını göstermektedir. Kırmızı Latin Çiçeklerine lezzet için verilen puanlardan %76'sı 4 ve 5 puandan oluşmaktadır. Sarı Latin Çiçeğinde ise 4 ve 5 puan verenler puanlama yapanların %60'ıdır. Elektrik Çiçeklerinin lezzeti için ise daha çok 1 puan verilmiştir. Verilen puanlardan %72'si 1 ve 2 puandan oluşmuştur. Ankete katılanların büyük çoğunluğu Elektrik Çiçeklerini pek lezzetli bulmamıştır. Kalendula Çiçeklerine verilen puanların büyük çoğunluğu ise 3 puandan oluşmuştur. Bu çiçeğin lezzetini beğenenler (5 puan) ile beğenmeyenler (1 puan) benzer oranda olmuştur (Tablo 23).

Tablo 23. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin lezzeti için 1-5 (1 kötü lezzetli, 5 iyi lezzetli) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	14	4	1	2	4	25
	Yüzde	56	16	4	8	16	
Kalendula	Frekans	2	7	10	4	2	25
	Yüzde	8	28	40	16	8	
K. Latin	Frekans	0	0	6	10	9	25
	Yüzde	0	0	24	40	36	
S. Latin	Frekans	1	2	7	9	6	25
	Yüzde	4	8	28	36	24	
Toplam		17	13	24	25	21	

Duyusal analizde yapışkanlık kriteri, istenilmeyen, rahatsız edici, ağızda kalan, özellik olarak sorulmuştur. Yapışkanlık için verilen puanlar değerlendirildiğinde yüksek puan (4 veya 5) ve düşük puan (1 veya 2) veren kişi sayılarının bütün çiçeklerde çok yakın sonuçlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kalendula Çiçeğinde 1 veya 2 puan verenlerin toplamı 4 veya 5 puan verenlerin toplamına eşittir. Elektrik Çiçeği için düşük puan verenler %48 iken yüksek puan verenler %32 olmuştur (Tablo 24).

Tablo 24. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin yapışkanlık için 1-5 (1 çok yapışkan, 5 az yapışkan) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	5	7	5	6	2	25
	Yüzde	20	28	20	24	8	
Kalendula	Frekans	6	3	7	3	6	25
	Yüzde	24	12	28	12	24	
K. Latin	Frekans	7	4	4	5	5	25
	Yüzde	28	16	16	20	20	
S. Latin	Frekans	6	2	6	6	5	25
	Yüzde	24	8	24	24	20	
Toplam		24	16	22	20	18	

Kırmızı Latin Çiçekleri için verilen cevaplarda da düşük puan verenler (%44) ile yüksek puan verenlerden (%40) daha fazladır. Sarı Latin Çiçeği için verilen sonuçlara bakıldığında yüksek puan verenler (%44) düşük puan verenlerden (%32) daha yüksek olmuştur (Tablo 24).

Aroma için verilen puanlar değerlendirildiğinde Kırmızı Latin Çiçeğinin en yüksek puanı aldığı görülmektedir. Kırmızı Latin Çiçeklerine aroma için verilen puanlardan %92'si 4 ve 5 puandan oluşmaktadır. Aroması yüksek puan alan ikinci çiçek, puanlamaya katılan kişilerin toplamda %60' ının yüksek puan verdiği Sarı Latin Çiçeği olmuştur. Kalendula Çiçeği için düşük puan verenler toplamda %44 iken yüksek puan verenler toplamda %38'e karşılık gelmektedir. Bu sonuç Kalendula Çiçeğinin aromasını güzel bulanların kötü bulanlardan daha az olduğunu göstermektedir. Elektrik Çiçeğinde de Kalendula Çiçeği için çıkan sonuca benzer değerlerin çıktığı gözlemlenmiştir. Elektrik Çiçeğinin aroması için düşük puan verenler toplam kişi sayısının %52'si iken yüksek puan verenler %44 olmuştur. Elektrik Çiçeğinde de aroma için düşük puan verenler yüksek puan verenlerden fazladır (Tablo 25).

Tablo 25. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin aromaları için 1-5 (1 kötü aromalı, 5 iyi aromalı) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	11	2	1	4	7	25
	Yüzde	44	8	4	16	28	
Kalendula	Frekans	1	10	7	4	3	25
	Yüzde	4	40	28	16	12	
K. Latin	Frekans	0	0	2	11	12	25
	Yüzde	0	0	8	44	48	
S. Latin	Frekans	0	2	8	9	6	25
	Yüzde	0	8	32	36	24	
Toplam		12	14	18	28	28	

Katılımcıların koku için verdiği puanlar incelendiğinde Elektrik Çiçeği ve Kalendula Çiçekleri için verilen yüksek puanların, düşük puanlardan daha az olduğu görülmektedir. Elektrik Çiçeklerinin kokusu için düşük puan verenler %88 ile büyük bir yüzdeye sahiptir. Sadece puanlama yapanların %12'si Elektrik Çiçeklerinin kokuları için 4 veya 5 puan vermiştir. Kalendula Çiçekleri için de Elektrik Çiçeklerinde olduğu gibi çiçek kokusunu beğenmeyenler, çiçek kokusunu beğenenlerden fazladır. Kalendula Çiçeğinin kokusu için düşük puan verenler %44, yüksek puan verenler %24 olmuştur. Latin Çiçeklerinin kokusunu beğenenler beğenmeyenlere oranla oldukça yüksek çıkmıştır. Kırmızı Latin Çiçeği ve Sarı Latin Çiçeklerinin kokusu için yüksek puan verenler sırası ile %64 ve %76' iken, düşük puan verenler sırası ile %16 ve %4' tür. Sarı Latin Çiçeğinin kokusu için 1 puan veren katılımcı yoktur. Bu durumda kokusu en çok beğenilen çiçek, %76 yüksek puan oy oranı ile Sarı Latin Çiçeği olmuştur (Tablo 26).

Tablo 26. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin kokuları için 1-5 (1 kötü kokulu, 5 iyi kokulu) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	14	8	0	2	1	25
	Yüzde	56	32	0	8	4	
Kalendula	Frekans	3	8	8	4	2	25
	Yüzde	12	32	32	16	8	
K. Latin	Frekans	2	2	5	10	6	25
	Yüzde	8	8	20	40	24	
S. Latin	Frekans	0	1	5	8	11	25
	Yüzde	0	4	20	32	44	
Toplam		19	19	18	24	20	

Katılımcıların verdikleri puanlar incelendiğinde çiçeklerin sertliği için verilen puanlara göre en çok tercih edilen çiçeğin Kırmızı Latin Çiçeği olduğu görülmektedir. Sertlik, çiçeğin çiğneme sırasında rahatsız edici olup olmadığını belirlemek amacı ile incelenmiştir. Sertlik için yüksek puan alan çiçekler sırası ile Sarı Latin Çiçeği (%64), Kırmızı Latin Çiçeği ve Kalendula (%56) ve son olarak Elektrik Çiçeği (%36) olmuştur (Tablo 27).

Tablo 27. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin sertlikleri için 1-5 (1 çok sert, 5 az sert) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	2	5	9	5	4	25
	Yüzde	8	20	36	20	16	
Kalendula	Frekans	2	0	9	9	5	25
	Yüzde	8	0	36	36	20	
K. Latin	Frekans	2	4	5	7	7	25
	Yüzde	8	16	20	28	28	
S. Latin	Frekans	3	3	3	8	8	25
	Yüzde	12	12	12	32	32	
Toplam		9	12	26	29	24	

Düşük puan alan çiçekler ise sırası ile Elektrik Çiçeği (%28), Kırmızı ve Sarı Latin Çiçekleri (%24) ve son olarak Kalendula (%8) olmuştur. Bu durumda sertlik göz önüne alındığında katılımcıların ilk tercih ettiği çiçeğin Sarı Latin Çiçeği, ikinci tercih ettiği çiçeklerin aynı oranla Kırmızı Latin Çiçeği ve Kalendula, son tercih ettiği çiçeğin ise Elektrik Çiçeği olduğu ortaya konmuştur (Tablo 27).

Çiçeklerin çiğnenebilirliği ele alındığında yüksek puan alan çiçek sıralaması Kırmızı Latin Çiçeği (%96), Sarı Latin Çiçeği (%92), Kalendula (%68), Elektrik Çiçeği (%24) olmuştur. Düşük puan alan çiçek sıralaması ise Elektrik Çiçeği (%52), Sarı Latin Çiçeği (%4), Kırmızı Latin Çiçeği ve Kalendula (%0) olmuştur. Çiçeklerin çiğnenebilirliği için verilen puanlar Kırmızı Latin ve Sarı Latin Çiçeği için çok yüksek oranla tercih edildiğini, Kalendula Çiçeklerinin Latin Çiçekleri kadar olmasa da yüksek yüzde ile çiğnenebilirliğinin yüksek olduğunu ve Elektrik Çiçeklerinin %52 oranda düşük puan almasıyla çiğnenebilirliğinin rahatsız edici olduğunu göstermektedir (Tablo 28).

Tablo 28. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin çiğnenebilirliği için 1-5 (1 çiğnenilmesi zor, 5 çiğnenilmesi kolay) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	4	9	6	2	4	25
	Yüzde	16	36	24	8	16	
Kalendula	Frekans	0	0	8	8	9	25
	Yüzde	0	0	32	32	36	
K. Latin	Frekans	0	0	1	7	17	25
	Yüzde	0	0	4	28	68	
S. Latin	Frekans	0	1	1	7	16	25
	Yüzde	0	4	4	28	64	
Toplam		4	10	16	24	46	

Yenilebilir çiçeklerin dokusu için verilen puanlar incelendiğinde dokusu en çok beğenilen çiçeğin %96 oranla yüksek puan alarak Kalendula Çiçeği olduğu, ikinci çiçeğin %76 oranla yüksek puan alan Kırmızı Latin Çiçeği olduğu, üçüncü çiçeğin %72 oranla yüksek puan alan Sarı Latin Çiçeği olduğu ve %44 oranla yüksek puan alan Elektrik Çiçeğinin dört çiçek içerisinde sonuncu olduğu belirlenmiştir. Doku için verilen puanlar çiçeklerin estetik görünümündeki dokudur. Dokusu beğenilen çiçeklerin estetik görünümünün de beğenilme olasılığı arttığı için, tercih edilme konusunda doku önemli bir kriter olmaktadır. Doku için hiçbir katılımcı Latin Çiçeklerine ve Kalendula Çiçeğine düşük puan vermemiştir. Katılımcıların sadece %28 düşük puanları Elektrik Çiçeği için kullanmıştır (Tablo 29).

Tablo 29. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin dokusu için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skalasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	2	5	7	7	4	25
	Yüzde	8	20	28	28	16	
Kalendula	Frekans	0	0	1	12	12	25
	Yüzde	0	0	4	48	48	
K. Latin	Frekans	0	0	6	7	12	25
	Yüzde	0	0	24	28	48	
S. Latin	Frekans	0	0	7	6	12	25
	Yüzde	0	0	28	24	48	
Toplam		2	5	23	32	40	

Katılımcıların renk için verdikleri puanlar incelendiğinde rengi en çok beğenilen çiçekler sırası ile yüksek puan alan Kırmızı Latin Çiçeği (%96), Sarı Latin Çiçeği (%92), Kalendula (%88), Elektrik Çiçeği (%44) olmuştur. Düşük puan Sarı Latin Çiçeğine hiç

verilmemiş, Kırmızı Latin Çiçeği ve Kalendulaya ise sadece katılımcıların %4'ü tarafından düşük puan verilmiştir. Elektrik Çiçeğinin rengi için katılımcıların %24'ü düşük puan vermiştir (Tablo 30).

Tablo 30. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin renk için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skolasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	3	3	8	7	4	25
	Yüzde	12	12	32	28	16	
Kalendula	Frekans	0	1	2	7	15	25
	Yüzde	0	4	8	28	60	
K. Latin	Frekans	0	1	0	2	22	25
	Yüzde	0	4	0	8	88	
S. Latin	Frekans	0	0	2	7	16	25
	Yüzde	0	0	8	28	64	
Toplam		3	5	12	23	57	

Çiçeklerin ufalanması için verilen puanlar incelendiğinde ufalanma için en büyük yüzdelik oranla yüksek puan alan çiçekler sırası ile Kırmızı ve Sarı Latin Çiçekleri (%60), Kalendula (%52), Elektrik Çiçeği (%32) olmuştur. Ufalanma özelliği için yüksek puan alan çiçeklerin ufalanma özelliklerinin, ağızda olması istenilen şekilde dağıldığını, rahatsız edici ufalanma olmadığını göstermektedir. Düşük puan verilen çiçeklerin sıralaması ise sırasıyla Elektrik Çiçeği (%36), Sarı Latin Çiçeği (%28), Kırmızı Latin Çiçeği (%24) ve Kalendula (%16) olmuştur (Tablo 31).

Tablo 31. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin ufalanması için 1-5 (1 kötü, 5 güzel) skolasına göre verdikleri puanlar

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	4	5	8	5	3	25
	Yüzde	16	20	32	20	12	
Kalendula	Frekans	1	3	8	7	6	25
	Yüzde	4	12	32	28	24	
K. Latin	Frekans	2	4	4	8	7	25
	Yüzde	8	16	16	32	28	
S. Latin	Frekans	2	5	3	4	11	25
	Yüzde	8	20	12	16	44	
Toplam		9	17	23	24	27	

Çiçek ebatları başlığı altında yüksek puan alan çiçekler, çiçek ebatları estetik olarak istenilen büyüklükte olan çiçeklerdir. Çiçek ebatları için yapılan puanlamada en yüksek puanı %84 ile Sarı Latin Çiçeği almıştır, Kırmızı Latin Çiçeği ve Kalendula için

katılımcıların %80'i yüksek puan vermiştir. Elektrik Çiçeği için yüksek puan verenler katılımcıların sadece %40'ı olmuştur. Düşük puanlar Kalendula için hiç kullanılmamış, Latin Çiçekleri için ise sadece %4 oranı ile kullanılmıştır. Elektrik Çiçeğinin ebatlına düşük puan veren katılımcıların oranı ise %24'tür (Tablo 32).

Tablo 32. Katılımcıların yenilebilir çiçeklerin ebatları için 1-5 (1 yetersiz, 5yeterli) skalasına göre verdikleri puanlar Doku için

Bitki türü	Puanlar	1P	2P	3P	4P	5P	Toplam
Elektrik	Frekans	3	3	9	5	5	25
	Yüzde	12	12	36	20	20	
Kalendula	Frekans	0	0	5	11	9	25
	Yüzde	0	0	20	44	36	
K. Latin	Frekans	0	1	4	10	10	25
	Yüzde	0	4	8	40	40	
S. Latin	Frekans	0	1	3	13	8	25
	Yüzde	0	4	12	52	32	
Toplam		3	4	21	39	32	

Duyusal analiz aşamasında, yenilebilir çiçeklerle ilgili, 'ağızda bıraktığı his' ve 'ek not' bölümlerinde katılımcıların ifadeleri incelendiğinde;

Elektrik Çiçeği için; 'çok ekşi, çok acı, uyuşturucu gibi, mentollü, çok kötü, çok keskin yakıcı, dilde uyuşukluk, rahatsız edici' gibi ifadeler kullanılırken, uzmanlık alanı gastronomi olan katılımcıların 'Elektrik Çiçeğinin çok güçlü lezzeti var. Kullanım biçimi yerine göre çok iyi olabilir. Ancak direkt kendisinin tüketilmesi durumunda olumsuz yönde güçlü bir aroması ve tadı var.' ve 'Elektrik Çiçeği yoğun ve değişik aroma tatları aynı anda verdiği için uzak doğu mutfağında kullanılabilir.' gibi ifadeler kullandığı dikkat çekmektedir.

Kalendula Çiçeği için; 'tatsız, iyi, tatlı, kokusu güzel değil, görsel güzellik katar fakat aroma ve tat gelmiyor' ifadeleri kullanılmıştır.

Kırmızı Latin Çiçeği için; 'roka gibi, çok güzel, iyi, yapraklar güzel alt kısmı lahana gibi acımsı, çiçek sapı ve çanak yaprakları ile tüketildiğinde keskin bir acılık var, sadece renkli yapraklar daha güzel, yeşil yaprak ağırlıklı olan bir ürün tabağında çok güzel aroma ve renk katar' ifadeleri kullanılmıştır.

Sarı Latin Çiçeği için; ‘lahana veya tere gibi, dip kısmı acı, keskin roka, iyi, kokusu güzel, çiçek yaprağı tatlı sapa doğru acı, sadece renkli yapraklar daha güzel, yeşil yaprak ağırlıklı olan bir ürün tabağında çok güzel aroma ve renk katar’ ifadeleri kullanılmıştır.



5. TARTIŞMA

5.1. Tohum çıkışı

Yenilebilir çiçek tohumlarının çimlenme ve çıkış performansı konusunda literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda yapılan az sayıda çalışmada ise çoğunlukla değerlendirme kriteri olan sadece son çimlenme oranı ele alınmıştır. Ruiz De Clavijo (2005) ile Joly ve ark. (2013), ayrı ayrı yaptıkları çalışmalarında, farklı uygulamaların Kalendula tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı üzerine etkisini incelemişler ve her iki çalışmada da yüksek çimlenme oranları rapor edilmiştir (uygulamalar bağlı olarak %70 ile %95 arasında). Bu araştırmacılar çıkış oranlarının daha düşük olduğunu ve bu çalışmada elde edilen oranlara benzer tohum çıkışı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* Linn.) tohumları ile çalışan Molina ve ark (2018) kontrol uygulamasında tohum çıkış oranının %45 olduğunu, farklı uygulamalarla bu oranın artırılabilirliğini bildirmişlerdir. Yine Latin Çiçeğinde tohum çıkış oranını inceleyen Fakava (1992), tohum ekme zamanı ve ekim sıklığına bağlı olarak çıkış oranının 11% ve 63% arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada da Latin Çiçeği tohumlarında benzer çıkış oranları elde edilmiştir. Literatürde Elektrik Çiçeği tohumlarının çıkış oranını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Elektrik Çiçeği tohumları ile yapılan çok az sayıdaki çalışmadan birinde Honorio ve ark. (2011), sadece çimlenme oranını belirlemişler ve bu oranın uygulamalara bağlı olarak %50.9 ile %69.5 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ise çimlenme oranı değil çıkış oranı belirlenmiştir ve Elektrik Çiçeği tohumlarının %31'inin çıkış yaptığı saptanmıştır. Tohum performansı üzerine yapılan çalışmalarda, tohum kabuğundan çıkan kök ucu çimlenme, toprak yüzeyine çıkan bitki ise çıkış olarak adlandırıldığından, çıkış oranı genellikle çimlenme oranından daha düşüktür. Bu durum bu çalışmadan elde edilen çıkış oranının Honorio ve ark. (2011) tarafından belirtilen çimlenme oranından daha düşük çıkmasının doğal bir sonuç olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, tohumların çimlenme veya çıkış özelliklerini tek başına nihai çıkış yüzdesi ile ifade etmenin her zaman uygun olmadığını ortaya koymuştur. Örneğin son çıkış oranı dikkate alınarak yapılan değerlendirmede Kalendula ve Latin Çiçekleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, ortalama çıkış zamanı değerleri Latin Çiçeklerindeki tohum çıkışının daha hızlı olduğunu göstermiştir. Ortalama çıkış

zamanı çıkış hızını gösteren bir değerdir ve bu değer ne kadar düşükse çıkış hızı da o kadar yüksek olur (Kader, 2005). Benzer durum çıkış indeksi, çıkış hızı katsayısı ve çıkış oranı indeksi değerleri için de söylenebilir. Bu değerler tohum çıkışının Latin Çiçeklerinde daha iyi olduğuna işaret etmektedir. Çalışmada kullanılan son çıkış oranı dışındaki katsayılar ve indekslerin birbiri ile uyumlu oldukları görülmektedir. İlk tohum çıkışı diğer çiçeklere kıyasla Latin Çiçeklerinde yaklaşık 10 gün daha erken başlamıştır. Dört yenilebilir çiçeğin tohumlarında dikim tarihinden sonraki 56. günden sonra tohum çıkışı olmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde hipotetik verilerle çalışan Kader (2005)'de tek başına çimlenme oranının tohumlarda çimlenme hızı ve çimlenme üniformitesi gibi diğer çimlenme dinamikleri hakkında yeterli bilgi sağlamadığını vurgulamıştır.

5.2. Bitki gelişimi

Literatürde yenilebilir çiçek taşıyan bitkilerin yetiştiriciliği konusunda yok denecek kadar az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak bu çalışmada 4 farklı yenilebilir çiçeğin bitki gelişimleri incelenmiştir. Ayrıca ele alınan bitkilerdeki gelişmenin biyoçar uygulaması ile iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Yetiştirme ortamına ilave edilen biyoçarın bitki gelişimi üzerine etkisinin bitki çeşidi, uygulama oranı, kullanılan hammadde, bitkinin yetiştirildiği ortam, kimyasal gübre kullanımı gibi faktörlere bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Jeffery ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2012; Günal ve Erdem, 2018). Biyoçarın bitki gelişimini artırdığını bildiren araştırmalar (Liu ve ark., 2017) yanında, önemli bir etkisinin bulunmadığını bildiren araştırmalar (Subedi ve ark., 2016a), hatta olumsuz etkisinin gözlemlendiğini bildiren araştırmalar (Nelissen ve ark., 2015) da bulunmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular biyoçarın bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildiren araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Kontrol uygulaması olan toprak ile kıyaslandığında çalışmada kullanılan 4 bitkinin boyunda da biyoçar uygulamasından kaynaklanan önemli artışlar gözlenmiştir (Tablo 5). Biber ve domateste yapılan bir çalışmada hem tuzlu hem de tuzsuz topraklarda, (tuzlu topraklarda daha belirgin) biyoçarın bitkilerde boy gelişimini artırdığı bildirilmiştir (Akpınar 2017). Benzer şekilde fesleğende bitki gelişimi üzerine farklı dozlarda biyoçar uygulamasının etkisini inceleyen Jabborova ve ark. (2021)'de biyoçarın bitki boyunu belirgin şekilde artırdığını vurgulamışlardır. Hou ve ark. (2020) pikan çöğürleri üzerine biyoçar ile azot uygulamasının etkisini inceledikleri çalışmalarında, azot uygulamasının bitki boyu ve

apında önemli artışa neden olduğunu, biyoarsız ortama kıyasla biyoçar ilave edilen ortamda bu artışın daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Biyoçarın bitki gelişimi üzerine olan pozitif etkisi sadece bitki boyu ile değil kök boyu, gövde ve kök yaş ağırlıkları ölçümleri sonucunda da görülmüştür. Bu lmler sonunda elde edilen değerler kontrol uygulamasına kıyasla biyoçar uygulamasının bitki gelişimini önemli derecede artırdığını ortaya koymuştur (Tablo 5, Tablo 6). Bu sonuç farklı bitki türlerinde biyoçarın bitki gelişimi üzerine etkisini inceleyen diğer bazı araştırma sonuçları (Agegnehu ve ark.2015; Hou ve ark. 2020) ile uyumludur. Situmeang ve ark. (2015) mısır bitkisinin gelişimi üzerine biyoçarın etkisini inceledikleri çalışmalarında, uygulama dozu ile bitki yüksekliği arasındaki ilişkiyi regresyon analizi incelemişler ve ikinci dereceden (quadritik) bir ilişki belirlemişlerdir. Bu ilişkide hektara uygulanan biyoçar 10 tona çıkana kadar doz artışına paralel olarak bitki gelişimi de artmakta, miktar 10 tonu geçince bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Bu bulgu biyoçar uygulamasından arzulanan sonucu alabilmek için dozun ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Süs bitkileri yetiştiriciliğinde ortam olarak çoğunlukla torf kullanmak girdi maliyetini önemli derecede artırmaktadır. Bu durum süs bitkileri yetiştiriciliğinde saksı ortamı olarak torfa alternatif materyal belirlemeye yönelik çok sayıda çalışmaya yapılmasına yol açmıştır (Chen ve Hadar 1986; Akçal ve ark 2022). Bu durum göz önüne alınarak torfa alternatif olarak biyoçarın kullanılıp kullanılamayacağını belirlemek bu çalışmanın hedeflerinden birisi olarak belirlenmiştir. Torf uygulaması ile kıyaslandığında, biyoçarın etkisi bitki türüne bağlı olarak farklılık göstermiştir. Örneğin Kalendula ve Elektrik çiçeğinde bitki boyu ve kök boyu açısından torf uygulaması ile biyoçar uygulaması arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmazken, Latin çiçeklerinde biyoçar ortamındaki bitkiler torf ortamındakilerden daha iyi bir gelişme göstermiştir. Bu sonuç saksılı süs bitkisi veya yenilebilir iek yetiştiriciliğinde torf yerine biyoçar ilave edilmiş ortamın rahatlıkla kullanılabileceğini hatta iyi bir bitki gelişimi elde edilebileceğini göstermektedir.

Gelir elde etmek amacıyla yapılan bitki yetiştiriciliğinde yetiştiriciyi tatmin edecek sürdürülebilir ekonomik bir üretim için verimlilik oldukça önemlidir. Yenilebilir ieklerin ürünü çiçekleri olduğundan bu bitkilerin yetiştiriciliğinde asıl hedef iek verimini artırmaktır. Bu durum göz önüne alınarak yenilebilir çiçeklerde iek verimini

artırmak için bazı çalışmalar yapılmıştır (Lim, 2014; Chrysargyris ve ark. 2018; Traversari ve ark., 2021). Traversari ve ark., (2021) yenilebilir çiçek olarak begonyada verimi artırmak için termal olmayan plazma teknolojisi ve silikon uygulamasının etkisini inceledikleri çalışmada verimde önemli bir artış elde edemediklerini bildirmişlerdir. Gonçalves ve ark. (2023) hercai menekşede çiçek verimi üzerine mikoriza ve farklı sulama seviyelerinin etkilerini incelemişler ve mikorizanın önemli bir etkisinin olmadığını buna karşılık su miktarının verimde önemli değişimlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise biyoçar uygulamasının çiçek verimi üzerine etkisi incelenmiş ve toprak uygulamasına kıyasla biyoçar uygulamasının bitki başına çiçek sayısında, buna bağlı olarak da verimde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir.

Biyoçarın bitki gelişimi üzerine etkisi, besin maddesi döngüsünü etkileyen toprak parametreleri üzerine olan direkt ve indirekt etkisi ile ilişkilendirilmektedir. Bu etkiler arasında direkt olarak torağın makro ve mikro element içeriğini artırması (Wang ve ark., 2012), toprak pH'sını değiştirmesi ve katyon değişim kapasitesini artırması gibi kimyasal faktörler (Silber ve ark., 2010) yer almaktadır. Bu direkt etkilerin yanında biyoçarın toprak gözenek yapısını, yüzey alanını ve kütle yoğunluğunu etkileyerek su ve gaz dinamiklerinin değişimine yol açtığı bildirilmiştir (Castaldi ve ark. 2011; Saarnio ve ark. 2013).

Biyoçarın bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildiren araştırma sonuçları yanında etkisiz olduğunu bildiren araştırma sonuçları da bulunmaktadır. Bu farklı sonuçlar uygulama dozu, biyoçarın hazırlandığı maddenin yapısı, bitki türü gibi faktörlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Jones ve ark. (2012) mısır ve bazı çim bitkilerinin gelişimi üzerine biyoçar uygulamasının etkilerini inceledikleri çalışmalarında, biyoçarın mısırın gelişmesinde önemli bir etkisinin olmadığını buna karşılık, çim bitkilerinde vejetatif gelişmeyi önemli derecede artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu farklılığın söz konusu bitkilerin kök derinliğinin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu bilgiler yetiştirilecek bitki türüne bağlı olarak uygun biyoçar dozunun uygulama şeklinin belirlenmesine yönelik ayrıntılı çalışmaların gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

5.3. Çiçeklerin biyokimyasal içerikleri

Sebze, meyve ve tahıl gibi gıdalarda yaygın olarak bulunan fenolik maddeler, bu gıdaların besin değerini önemli katkılar sunmaktadır. Bu maddeler, antioksidan aktiviteleri ve serbest radikal temizleme yeteneklerinden dolayı, insan sağlığı üzerinde potansiyel olarak faydalı etkilere sahiptirler. Bu durum sağlıklı beslenme konusunda artan bilinç düzeyine bağlı olarak fenolik madde içeriği zengin besinlere olan ilginin artmasına neden olmuştur (Zheng ve ark., 2019).

Yenilebilir çiçeklerin fenolik madde içerikleri konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde Kaisoon ve ark. (2011), mevcut çalışmada ele alınanların dışında 12 farklı yenilebilir çiçeğin toplam fenolik madde içeriklerini incelemişler ve bu içeriğin kuru ağırlıklarının 88.5 ve 86.8 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kaur ve ark (2006) Hindistan’da çiçekleri yenilen *C. Siamea* bitkisinin çiçeklerinin fenolik madde içeriğinin yüksek olduğuna işaret ederek bu çiçeklerin gram kuru madde başına 257 mg/g of GAE toplam fenol içerdiğini rapor etmişlerdir. Yukarıda verilen iki farklı literatürde de fenol içeriği miktarı kuru madde cinsinden ifade edilmiştir. Bu çalışmada farklı uygulamalar altında 4 farklı yenilebilir çiçeğin fenolik madde içeriği yaş ağılık üzerinden hesaplanmış ve uygulama ve bitki türlerine bağlı olarak çiçeklerin fenolik madde içeriğinin 1409 ile 3245 µg GAE/g aralığında olduğu bulunmuştur. Bu değerler yukardaki literatürlerde bildirilen değerlerden daha düşüktür. Bu durum yenilebilir çiçeklerdeki toplam fenol miktarının bitki türüne bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Garzón ve Wrolstad (2009) turuncu renkli Latin Çiçeğinin petallerindeki toplam fenol içeriğini yaş ağırlık cinsinden 406 ± 23.4 mg GAE/100 g olarak belirlemişlerdir. Bu değer bu çalışmada Kırmızı ve Sarı Latin Çiçekleri için belirlenen toplam fenol değerlerine benzer niteliktedir. Farklı *Spilathes* türlerinin kök, yaprak ve çiçeklerindeki toplam fenol miktarını inceleyen Lavanya Devi ve ark. (2017) *Spilathes oleracea* türünde en fazla fenolik maddenin çiçeklerde bulunduğunu, bunun da gallik asit eşdeğeri olarak yaklaşık 8 mg / 100 g kuru ağırlık olduğunu bildirmişlerdir. Bu değer aynı bitki türü için (Elektrik Çiçeği) bu çalışmada bulunan değerden daha düşüktür. Bu sonuç aynı bitki türü üzerinde analiz edilse de yetiştirme koşulları gibi faktörlere bağlı olarak toplam fenol içeriğinin önemli oranda değişebileceğini ortaya koymaktadır. Bitkilerdeki toplam fenol içeriğinin

birçok faktör yanında kullanılan ekstraksiyon yöntemine göre de değiştiğini bildiren Velickovic ve ark. (2014) Kalendula bitkisinin toplam fenol içeriğinin kullanılan ekstrakta bağlı olarak gallik asit cinsinden 29 ile 46 mg/g kuru ağırlık arasında olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise Kalendula bitkisinin toplam fenol içeriği 2051.4 ile 2234.7 µg GAE/g yaş ağırlık arasında bulunmuştur. Aynı birim olacak şekilde düzeltmeler yapıldığında bu değerlerin Velickovic ve ark. (2014)'nın bulduğu değerlerle uyumlu olduğu görülecektir.

Çalışmada ele alınan dört yenilebilir çiçeğin antosiyanin içeriklerini belirleme amacıyla yapılan analizlerde Kalendula, Sarı Latin ve Elektrik Çiçeğinin antosiyanin içeriği belirlenememiştir. Bu durum muhtemelen bu çiçeklerde antosiyanin içeriğinin çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Kishimota ve ark. (2005) sarı ve turuncu renkli çiçeklerde antosiyanin içeriğinin çok düşük olduğuna dikkat çekmişlerdir. Garzón ve Wrolstad (2009) Latin Çiçeğinin taç yapraklarından aldıkları 100 g yaş örneklerde 72 mg antosiyanin belirlediklerini ve bu miktarın yüksek oranda antosiyanin içeren diğer meyvelerle kıyaslanabilecek düzeyde olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu çalışmada yapılan analizlerde ise Kırmızı renkli Latin Çiçeğinin antosiyanin içeriği daha düşük (gram yaş ağırlıkta 329.1 ile 395.8 µg/g arasında) bulunmuştur.

Çok sayıda çalışmada, fenolik maddelerin antioksidan kapasitesine önemli bir katkı sağladığı, bir besinin antioksidan kapasitesi ile fenolik madde içeriği arasında yüksek düzeyde korelasyonların olduğu bulunmuştur (Mao ve ark 2006; Fernandes ve ark., 2017). Bu çalışmada da bu bulguları destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Toplam fenol ve antosiyanin içeriği yüksek olan Kırmızı Latin Çiçeklerinin antioksidan kapasitesi de diğer çiçeklerden daha yüksek bulunmuştur. Yenilebilir çiçeklerin antioksidan kapasitesini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda farklı analiz yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlere bağlı olarak farklı sonuçlar bildirilmiştir. Bu çalışmada antioksidan kapasitesi TEAC (Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi) yöntemi ile belirlenmiştir. Aynı yöntemi kullanarak 51 yenilebilir çiçeğin antioksidan kapasitesini inceleyen Li ve ark. (2014), inceledikleri çiçeklerin antioksidan kapasitesinin 0.19 ile 73.9 µmol Trolox/g ya (yaş ağırlık) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise bitki türüne ve uygulamalara bağlı olarak 4.21 ile 9.12 µmol Trolox/g ya arasında değişen antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar yenilebilir çiçeklerin

antioksidan kapasitesinin bitki türü ve yetiştirme ortamı gibi faktörlere göre önemli oranda değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Biyoaktif madde içeriği ve buna bağlı olarak antioksidan kapasitesi yüksek olan ürünlere karşı artan ilgi, sebze ve meyvelerin bu özelliklerini iyileştirmeye yönelik çalışmalara olan ilgiyi de artırmıştır. Bu çalışmalardan bazılarında yetiştirme ortamlarının etkisi incelenmiştir (Liu ve ark., 2021; Mehdizadeh ve ark., 2021; Nigam ve ark., 2021). Doğu Asya'ya özgü bir zencefil türü olan ve tıbbi bitki olarak değerlendirilen *Alpina Zerumbet* bitkisinde yapılan bir çalışmada, yetiştirme ortamına ilave edilen biyoçarın, toplam fenol içeriğinde önemli artışa neden olduğu belirlenmiş ve biyoçar uygulaması ile bitkilerin antioksidan kapasitesinin artırılabilceği vurgulanmıştır (Zulfiqar ve ark., 2021). Mevcut çalışmada ise farklı ortamlarda yetiştirilen 4 farklı yenilebilir çiçeğin toplam fenol içeriği ile antioksidan kapasiteleri incelenmiş ve biyoçarın hem toplam fenol içeriğinde hem de antioksidan kapasitesinde anlamlı bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgularla uyumlu olarak, fesleğen bitkisinin gelişimi ve biyokimyasal içeriği üzerine biyoçar uygulamasının etkisini inceleyen Mehdizadeh ve ark. (2021) da toplam fenol içeriğinde biyoçar uygulamasından kaynaklanan anlamlı bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Çine özgü bir bitki olan *Malus hupehensis* ile çalışan Wang ve ark. (2014) biyoçarın bazı bireysel fenolik madde içeriklerinde önemli derecede azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir. Biyoçarın bitkilerin fitokimyasal içerikleri üzerine yapılan az sayıda çalışmada farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bu durum bitki türü yanında biyoçarın elde edildiği materyalin veya uygulama oranlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Bu konuda daha güvenilir sonuçlara ulaşmak için daha çok sayıda ve daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Askorbik asit olarak da bilinen C vitamini insanların sağlıklı beslenmesi için gerekli olan vitaminlerin en önemlilerinden birisidir. Bu vitamin hücrelerin yenilenmesi yanında antioksidan özelliği ile oksidatif strese karşı vücudun korunmasına önemli katkı sağlamaktadır (Padayatty ve ark 2003). C vitaminin içeriğinin yüksek olması meyve ve sebzelerin değerini artıran bir özelliktir. Yenilebilir çiçeklerin besin değerini belirlemeye yönelik birçok çalışmada bunların düşük kalorili yüksek vitamin içerikli gıdalar olduğu rapor edilmiştir (Rop ve ark., 2012; Grzeszczuk et al., 2016; Stefaniak ve Grzeszczuk, 2019). Altı farklı yenilebilir çiçeğin askorbik asit içeriğini belirleyen Stefaniak ve

Grzeszczuk, (2019) genelde bizim bu çalışmada elde ettiğimiz C vitamini içeriğine yakın değerler elde etmekle birlikte, bazı türlerde bizim bulduğumuzun değerlerin üzerinde C vitamini içeriklerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada iki tanesi farklı renkteki Latin Çiçeği olama üzere toplam 4 farklı yenilebilir çiçeğin C vitamini içerikleri belirlenmiş ve Latin Çiçeklerinin C vitamini içeriğinin diğer iki çiçeğinkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

C vitamini gibi besin değeri yüksek ürün tüketmek için uygun tür ve çeşit seçimi yanında, farklı kültürel uygulamalarla ürünlerin besin değerini artırmak da alternatif yollardan birisi olarak görülmektedir. Dolaylı ve direkt olarak bitki gelişimini ve bitkinin biyokimyasal içeriğini değiştiren biyoçarın C vitamini içeriğini de değişikliklere neden olması muhtemeldir. Nitekim bazı arazi ve sera denemelerinde toprağa karıştırılan biyoçarın domateste C vitamini içeriğini önemli derecede artırdığı belirlenmiştir (Akhtar ve ark., 2014; Agbna ve ark., 2017). Wang ve ark (2014) biyoçar uygulaması ile bitkilerde gözlenen verim ve C vitamini içeriği gibi kalite artışının, ortama ilave edilen biyoçarın bitkinin fotosentetik pigment ve besin maddesi içeriğini iyileştirmesi üzerinden olabileceğini ileri sürmüştür. Benzer şekilde Agbna ve ark. (2017) da biyoçar ile fiziksel özellikleri iyileşen ortamda kök gelişiminin teşvik edildiğini bunun da bitki beslenmesini iyileştirerek bitkide SÇKM, asit ve seker/asit oranı yanında C vitamini içeriğinde artışlar sağladığını bildirmiştir. Bu çalışmada ise bitkilerin C vitamini içeriği açısından biyoçar uygulamasına verdikleri tepkiler farklı olmuştur. Yapılan biyoçar uygulamasının Kalendula ve Sarı Latin Çiçeklerinin C vitamini içeriğinde azalamaya, Kırmızı Latin Çiçeklerinin C vitamini içeriğinde azalışa neden olduğu, Elektrik Çiçeğinde ise önemli bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Bu tür farklı sonuçlar bitki türü farklılığı yanında, yetiştirme ortamının, biyoçar oranının ve biyoçar çeşidinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

5.4. Muhafaza

Yenilebilir çiçekler zengin biyoaktif madde içerikleri yanında yemeklerin görsel kalitesini artırmak için kullanılmaktadır. Bu durum bu çiçeklerin hasat sonrası besin ve görsel değerlerini en iyi muhafaza edecek depolama yöntemlerinin önemini artırmaktadır. Diğer sebze ve meyvelerde olduğu gibi yenilebilir çiçeklerde de ürünün antioksidan

değerini artıran biyokimyasalların başında fenolik maddeler gelmektedir. Bu nedenle depolama sürecinde fenolik madde içeriğinin değişimi birçok araştırmaya konu olmuştur. Depolama sürecinde yenilebilir çiçeklerin fenolik madde içeriğinin ne şekilde değiştiği konusunda çelişkili bulgular rapor edilmiştir. Örneğin, Aquino-Bolanos ve ark. (2013) yaz kabağı çiçeklerinin fenol içeriğinin depolama sürecinde azaldığını, Landi ve ark. (2015) adaçayı çiçeklerini fenol içeriğinde depolama sürecinde önemli bir değişimin olmadığını kaydetmişlerdir. Landi ve ark. (2018) ise yedi farklı yenilebilir çiçeğin depolama sürecinde toplam fenol içeriğindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, çiçeklerin fenol içeriğinin depolama süresine ve çiçek türüne bağlı olarak değiştiğini fenol içeriğinin bazı türlerde sürekli bir azalış gösterirken bazı türlerde belirgin bir artışın ardından tekrar başlangıçtaki seviyelere gerilediğini bildirmişlerdir. Depoda bekleme sırasında ürünlerin fenolik madde içeriğindeki değişimin depo koşulları ve paketleme şekline bağlı olarak da değişebileceğine dikkat çekilmiştir (Fernandes ve ark., 2019). Bu çalışmada ise incelenen dört yenilebilir çiçekte de hem kontrol hem de melatonin uygulamasında toplam fenol içeriklerinin depolama sürecinde belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir. Benzer durum çiçeklerin antosiyanin içerikleri (sadece Kırmızı Latin Çiçeklerinde ölçülmüştür) ve antioksidan kapasitelerinde de görülmüştür.

Depolama sürecinde yenilebilir çiçeklerin SÇKM içeriğindeki değişim konusunda literatürde bir bilgiye rastlanmamıştır. Diğer taraftan hasattan sonra devam eden olgunlaşmanın doğal sonucu olarak diğer bitkisel ürünlerde olduğu gibi yenilebilir çiçeklerde de SÇKM içeriğinde bir artışın olmasını beklemek akla yatkın gelmektedir. Bu çalışmada incelenen dört yenilebilir çiçeğin hepsinde SÇKM içeriği depolama süresine paralel olarak belirgin bir artış göstermiştir. Bu artış hem kontrol hem de 100 ppm melatonin uygulamasında görülmüştür.

Depolama sürecinde yenilebilir çiçeklerin C vitamini içeriğinin azaldığını bildiren bazı araştırma (Das ve ark. 2010; Aquino-Bolanos ve ark., 2013) sonuçlarının aksine bu çalışmada incelenen bütün çiçeklerin C vitamini içeriği depoda bekleme sürecinde artış göstermiştir. Bu farklı sonuç hasat zamanında çiçeklerin farklı olgunluk aşamasında olmasından kaynaklanmış olabilir.

Yenilebilir çiçeklerin görsel değeri çok önemli olduğundan depolama süresi boyunca renklerdeki değişimi belirlemek için renk parametrelerinden L, a ve b değerleri

belirlenmiştir. Depolamanın farklı dönemlerinde yapılan ölçümlerde ölçüm tarihine bağlı olarak bazı farklılıklar gözükmele birlikte depolama sürecinde çiçeklerin renk parametrelerinde anlamlı bir değişim tespit edilememiştir. Landi ve ark (2018) bazı yenilebilir çiçeklerin depolama sırasında parlaklığın bir göstergesi olan L değerlerinin belirgin şekilde azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen L değerleri çiçeklerin parlaklığında belirgin bir değişimin olmadığını ortaya koymuştur.

Taze meyve ve sebzelerin hasat sonrası kayıplarını azaltmak için birçok farklı teknik kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de hasat öncesi veya hasat sonrası farklı gelişme düzenleyicilerin kullanılmasıdır (Faizy ve ark. 2021; Öztürk ve ark 2021; Arı ve ark 2022). Özellikle, sağlık açısından güvenli, çevre dostu ürünler tercih edilmektedir. Bu tür ürünlerin birçok meyvede hasat sonrası yaşlanmayı geciktirdiği ve meyvelerin antioksidan potansiyelini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Öztürk ve ark., 2019; Aglar ve ark 2017; Aglar, 2018; Miranda et al., 2020). Bu gelişme düzenleyicilerden bir tanesi melatonin olup son yıllarda farklı fizyolojik etkileri ile birçok araştırmaya konu olmuştur (Sharafi ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2018; Xu ve ark 2018; Liang ve ark 2018; Wang ve ark. 2019). Melatoninin, reaktif oksijen türlerini temizleyerek (Sharafi ve ark., 2019), içsel prolin, poliamin, nitrik oksit, metil jasmonat ve γ -aminobütirik asit birikimini teşvik ederek (Aghdam ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019), bazı enzimlerin aktivitesini artırarak (Gao ve ark 2018) etilen sentezini baskılayarak (Tang ve ark., 2020; Miranda ve ark., 2020) hasat sonrası yaşlanmayı geciktirdiği, kalite kayıplarını azalttığı bildirilmektedir. Birçok meyve ve sebze ile yapılan depolama çalışmalarında yukarıda bahsedilen etkileri doğrultusunda melatonin uygulamasından olumlu sonuçların alındığı ve yaşlanmanın geciktirilerek kalite kayıplarının azaltıldığı bildirilmiştir. Melatoninin yenilebilir çiçeklerin depo performansı üzerine muhtemelen ilk çalışma olan bu çalışmada ise dört farklı yenilebilir çiçeğe 100 ppm olarak hasat sonrası uygulanan melatoninin önemli bir etkisi tespit edilememiştir. Bu durum uygulama yönteminden veya dozunun uygun olmamasından kaynaklanmış olabilir.

5.5. Duyusal analizler

Yenilebilir çiçeklerin duyusal analizi ile ilgili çok az sayıda çalışma bulunmakla beraber ilk defa bu çalışmada kapsamlı bir duyusal analiz yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler diğer çalışmalarla benzer olarak çiçeklerin yemeğin tercih edilme oranını

arttıracağını ve bu konuda çiçek renklerinin çiçek şekli kadar önemli olduğunu desteklemektedir. Kelley ve ark. (2001), yenilebilir çiçeklerden olan ve mavi, sarı, turuncu renkleri olan hercai menekşe (*Viola ×wittrockiana* Gams) çiçekleri ile yaptıkları çalışmada, satın alma kararında çiçek renginin çok etkili olduğunu ve hazırlanan gruplar içerisinde en fazla tercih edilen grubun üç çiçek renginin aynı anda bulunduğu kaplar olduğunu göstermektedir. Bu çalışma insanların yenilebilir çiçek tercihlerinde renk çeşitliliğinin etkili olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmada katılımcıların renk için verdiği puanlara bakıldığında en yüksek puanları, çalışmada yer alan dört çiçek arasında en canlı renklere sahip olan Latin Çiçeklerine verdikleri gözlemlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları karşılaştırıldığında, renk özelliklerinin yanı sıra çiçeklerin lezzet, ebat, aroma, çiğnenebilirlik, sertlik, ufalanma, yapışkanlık, koku ve doku özelliklerinin de yenilebilir çiçeklerin tercih edilebilirliği üzerinde etkili olduğu bu çalışma ile belirlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, literatürde hakkında sınırlı bilgi bulunan bazı yenilebilir çiçeklerin yetiştiriciliği ve depolaması ile ilgili, bu bitkileri yetiştirmeyi düşünenlere faydalı bilgiler sunmaktadır. İlk olarak, yenilebilir çiçeklerin yetiştirilmeleri için önemli bir başlangıç olan, tohumlarının çimlenme yetenekleri araştırılmıştır. Ayrıca son çimlenme yüzdesinin tohumun çimlenme kabiliyetini ifade etmede yeterli olmadığı, son çimlenme yüzdesinin tek başına tohumların çimlenme oranı hakkında bilgi vermediği bir kez daha görülmüştür. Tohum performansını ölçmek için son çimlenme yüzdesine ek olarak OÇS, Çİ, ÇHK veya ÇOI değerlerinden birinin kullanılmasının daha güvenilir sonuçlar sağlayacağı belirlenmiştir.

Dört farklı yenilebilir çiçek tohumunun kullanıldığı bu çalışmada en yüksek çimlenme oranının %50,3 ile aynısefa çiçeğine ait olduğu görülmüştür. Sarı ve Kırmızı Latin Çiçeklerinde sırasıyla %48 ve %45 olan çimlenme oranın Elektrik Çiçeğinde %31,3 olduğu belirlendi. Kullanımı her geçen gün artan yenilebilir çiçekler hakkında yeterli bilginin bulunmadığı göz önüne alındığında bu çalışmanın gelecek çalışmalar için etkili bir literatür olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, yenilebilir çiçek tohumlarının çimlenme oranlarını artıracak çalışmaların yapılmasına teşvik niteliğinde olacaktır.

Yenilebilir çiçeklerin yetiştiriciliği ile ilgili herhangi bir literatüre rastlanılmamış olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır. Bu çalışma, yenilebilir çiçeklerin yetiştiriciliği hakkında bilgi vermekle kalmayıp, yenilebilir çiçeklerin, elde edilmesi çevreye oldukça zararlı olan torf yerine kullanılabilecek alternatif yetiştirme ortamlarında yetiştirilebileceğini göstermektedir. Biyoçar ilaveli saksılarda yetişen bitkilerin gelişiminin torfta yetişen bitkilerle benzer özellik gösterdiği hatta bazı gelişim özelliklerinin torfta yetişen bitkilerden daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Torf ve biyoçar ilaveli saksılarda yetişen bitkilerin toprakta yetişen bitkilere göre bitki büyüme ve gelişimlerinin çok daha iyi olduğu gözlemlenen bu çalışma, biyoçarın bitki yetiştirme ortamlarında kullanılmasının fayda sağlayacağını göstermektedir. Fakat bitki yetiştirme ortamlarında biyoçar kullanırken, biyoçar çeşidinin bitki çeşidine göre farklı etki göstereceği ve kullanılan biyoçarın ana materyalinin, yapım şeklinin ve ıslısının, dozunun önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu çalışma, farklı biyoçar çeşit ve dozlarının farklı

yenilebilir çiçekler üzerindeki etkisinin belirlenmesi için çalışmalar yapılmasının önemli olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmada elde edilen analiz sonuçları, yenilebilir çiçeklerin fitokimyasal özelliklerinin yüksek olduğunu fakat kullanılan yetiştirme ortamlarının fitokimyasal özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıklarını göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, yenilebilir çiçeklerin fitokimyasal özelliklerinin bitki çeşidine göre farklılık gösterdiği gözlenmekle beraber, artan gıda ihtiyacına karşılık zengin içerikleri ile alternatif bir besin çeşidi olacakları belirlenmiştir. Pazar payı yüksek olan yenilebilir çiçeklerin üretimi için ülkemizde yetiştirme alanlarının oluşturulmasının ithalat için iyi bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Melatonin uygulamalarının yenilebilir çiçeklerin muhafazası üzerine etkilerinin belirlendiği bu çalışmada, melatoninin uygulamalarının kontrol grubuna göre yenilebilir çiçeklerin depolanması üzerinde önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. Hem kontrol hem de melatonin uygulaması yapılan gruplarda yenilebilir çiçeklerin toplam fenol değerinin depolama süreci arttıkça, arttığı gözlemlenmiştir. Depolama süreci arttıkça yenilebilir çiçeklerin SÇKM miktarında ve Kırmızı Latin Çiçeğinde bulunan antosiyanin miktarında artış gözlemlenmiştir. Depolama süreci arttıkça SÇKM miktarında artış olduğu ilk kez bu çalışmada yer almaktadır. Yenilebilir çiçeklerin pazar payının yüksek olmasına rağmen muhafaza sürelerinin kısa oluşu önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu yüzden yenilebilir çiçeklerin muhafaza sürelerini arttıracak yöntemler bulunması önem arz etmektedir. Yenilebilir çiçeklerin muhafazası için melatonin uygulamasının ilk kez denendiği bu çalışmada, melatoninin muhafaza süresine herhangi bir etkisinin olduğu gözlemlenmemiştir. Birçok sebze ve meyvede melatonin uygulamalarının muhafaza süresine pozitif etkilerinin olduğu gözlemlendiği için bu çalışmada yapılan uygulamanın veya uygulanan dozun yenilebilir çiçekler için uygun olmadığı düşünülmektedir. Ortaya çıkan bu sonuç, yapılacak yeni çalışmalarda yenilebilir çiçeklerin muhafazası için melatoninin farklı uygulama yöntemlerinin veya farklı melatonin dozlarının denenmesinin etkili olacağını düşündürmüştür. Yapılacak çalışmalarda yenilebilir çiçeklerin depolama sürelerini görüntü kalitesini düşürmeden, arttıracak maddelerin belirlenmesi bu sektöre önemli katkı sağlayacaktır.

Yenilebilir çiçekler için yapılan duyusal analizde, yenilebilir çiçeklerin renk, ebat, koku gibi özelliklerinin tercih edilebilirliklerini önemli derecede arttırdığı gözlemlenmiştir. Ankete dahil olan katılımcıların sorulara verdiği yanıtlar ve anket yapılırken verdikleri tepkiler göz önünde bulundurulduğunda, yenilebilir çiçeklerin yemeklerin görsel kalitesini ve çekiciliğini arttırdığı açıkça gözlemlenmiştir. Besin içerikleri ve fitokimyasal özellikleri nedeni ile tercih edilen yenilebilir çiçeklerin kullanıldıkları yiyeceklerin tercih edilebilirliğini de arttırdığı belirlenmiştir. Gastromideki yeri giderek büyüyen bu çiçeklerin her geçen gün kullanımının artacağı düşünülmektedir. Bu yüzden, yenilebilir çiçek sektörüne önem verip ülkemizde bu sektörün gelişmesi için çalışmalar yapmak önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abel, S., Peters, A., Trinks, S., Schonsky, H., Facklam, M., Wessolek, G. 2013. Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. *Geoderma* 202, 183-191.
- Acikgoz., F.E. 2017. Edible Flowers. *Journal of Experimental Agriculture International* ;17(1):1-5. Article no.34564.
- Açıkgöz, F.E. 2018. Yenilebilir Çiçeklerden Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* L.) Bitkisi ve Biyokimyasal İçeriği Üzerine Bir İnceleme. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*; 8(1): 50-58.
- Agbna, G. H., Dongli, S., Zhipeng, L., Elshaikh, N. A., Guangcheng, S., & Timm, L. C. 2017. Effects of deficit irrigation and biochar addition on the growth, yield, and quality of tomato. *Scientia Horticulturae*, 222, 90-101.
- Agegnehu, G., Bird, M. I., Nelson, P. N., & Bass, A. M. 2015. The ameliorating effects of biochar and compost on soil quality and plant growth on a Ferralsol. *Soil Research*, 53(1), 1-12.
- Aghdam, M.S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M., Sharafi, Y., Farmani, B., Fard, J.R., Razavi, F. 2019. Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 engendering to stimulating endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. *Food Chem.* 275, 549–556 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.157>.
- Aghdam, M.S., Luo, Z., Li, L., Jannatizadeh, A., Fard, J.R., Pirzad, F. 2020. Melatonin treatment maintains nutraceutical properties of pomegranate fruits during cold storage. *Food Chem.* 303, 125385.
- Aglar, E., Ozturk, B., Guler, S. K., Karakaya, O., Uzun, S., & Saracoglu, O. 2017. Effect of modified atmosphere packaging and ‘Parka’treatments on fruit quality characteristics of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L. ‘0900 Ziraat’) during cold storage and shelf life. *Scientia horticulturae*, 222, 162-168.
- Aglar, E. 2018. Effects of harpin and modified atmosphere packaging (MAP) on quality traits and bioactive compounds of sweet cherry fruits throughout cold storage and shelf life. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus* 17 (4), 61–71 <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.4.6>.
- Akçal, A. Seçkin, K., Dardeniz, A., Hanife, G. Akçura, M. Kızıl, Ü., Yıldırım, M., Tas, İ., Erken, O. 2022. Sera Şartlarında Süs Bitkileri Üretimine Yönelik Gerçekleştirilen Farklı Tarımsal Uygulamalar. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 3(5), 30-35.
- Akhtar, S.S., Li, G.T., Andersen, M.N., Liu, F.L. 2014. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. *Agric. Water Manag.* 138, 37–44.
- Akhtar, S.S., Andersen, M.N., Liu, F. 2015. Residual effects of biochar on improving growth, physiology and yield of wheat under salt stress. *Agricultural Water Management*, 158, 61-68.
- Akpirinç, İ. 2017. Biyokömürün (biochar) domates, biber bitkileri ve toprağın kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*.
- Alçay, A.Ü. 2019. Hodan Otunun Faydaları ve Mutfakta Kullanımı. *Aydın gastronomy*; 3(2): 101-117.

- Amonette, J.E., Josph, S. 2009. Characteristics of Biochar: Microchemical Properties. In: J. Lehmann, Joseph, S. (Editor), Biochar for Environmental Management Science and Technology. Earthscan, London.
- Anderson, R. 2012. Edible flowers. UK Cooperative Extension Serves, CCD Crop Profiles, Extension Specialist.
- Anonim. 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ordu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://ordu.tarimorman.gov.tr/Duyuru/292/Dunya-Gida-Gunu-2019>.
- Aquino-Bolaños, E.N., Urrutia-Hernandez, T.A., Lopez del Castillo-Lozano, M., Chavez-Servia, S. and Verdalet-Guzman, I. 2013. Physiochemical parameter and antioxidant compounds in edible squash (*Cucurbita pepo*) flower stored under controlled atmospheres. J. Food Qual. 36:302.
- Arı, B., Saraçoğlu, O., Yıldız, K. 2022. Hasat Sonrası Benzo-Thiadiazol Karbotioik Uygulamalarının Kiraz Meyvesinde Fitokimyasal Maddeler Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(Ek Sayı 2), 411-420.
- Arnao, M.B. 2014. Phytomelatonin: Discovery, Content, and Role in Plants. *Advances in Botany*, Article ID 815769, 11.
- Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Horie, T. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research*, 111(1), 81-84.
- Atkinson, C., Fitzgerald, J., Hipps, N. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant Soil* 337, 1–18.
- Bal, E. 2019. Physicochemical changes in ‘Santa Rosa’ plum fruit treated with melatonin during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3): 1713-1720.
- Bayram, Ö. 2016. Farklı tarımsal atıklardan üretilen biyocharların çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Tez No: 420461. Tokat. s. 58.
- Bench, A.R., Fenner, M. and Edwards, P. 1991. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*, 118, 339–347.
- Benvenuti, S., Bortolotti, E. ve Maggini, R. 2016. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae* 199, 170–177.
- Benvenuti, S., Maggini, R., Pardossi, A. 2017. Agronomic, Nutraceutical, and Organoleptic Performances of Wild Herbs of Ethnobotanical Tradition. *Int. J. Veg. Sci.* 23, 270–281.
- Blask, D.E., Dauchy, R.T., Sauer, L.A., Krause, J.A. 2004. Melatonin uptake and growth prevention in rat hepatoma 7288CTC in response to dietary melatonin: melatonin receptor-mediated inhibition of tumor linoleic acid metabolism to the growth signaling molecule 13-hydroxyoctadecadienoic acid and the potential role of phytomelatonin. *Carcinogenesis* 25 (6), 951–960.
- Castaldi, S., Riondino, M., Baronti, S., Esposito, F.R., Marzaioli, R., Rutigliano, F.A., Vaccari, F.P., Miglietta, F. 2011. Impact of biochar application to a Mediterranean

- wheat crop on soil microbial activity and greenhouse gas fluxes. *Chemosphere* 85:1464–1471.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. 2008. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. *Soil Research*, 45(8), 629-634.
- Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A., Rakariyatham, N. 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chem.* 92, 491–497.
- Chatzopoulou, E., Carochio, M., Di Gioia, F., Spyridon, A., Petropoulos, S.A. 2020. The Beneficial Health Effects of Vegetables and Wild Edible Greens: The Case of the Mediterranean Diet and Its Sustainability. *Appl. Sci.*, 10, 9144; doi:10.3390/app10249144.
- Chaudhary, S., Dheri, G. S., Brar, B. S. 2017. Long-term effects of NPK fertilizers and organic manures on carbon stabilization and management index under rice-wheat cropping system. *Soil and Tillage Research*, 166, 59-66.
- Chen, Y., Hadar, Y. 1986. Composting And Use Of Agricultural Wastes In Container Media. Compost Production Quality And Use. Proceedings Of A Symposium Organized By The Commission Of The European Communities. Directorate General Science, Research and Development, Udine, Italy, 17–19 April 1986. 1987; 71-77.
- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E. Burton, S.D. 2008. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient, *Journal of Geophysical Research*, vol 113, G02027.
- Chrysargyris, A., Tzionis, A., Xylia, P., Tzortzakis, N. 2018. Effects of salinity on tagetes growth, physiology, and shelf life of edible flowers stored in passive modified atmosphere packaging or treated with ethanol. *Front. Plant Sci.* 9, 1765.
- Das, B.K., Choudhury, B.K. and Kar, M. 2010. Quantitative estimation of changes in biochemical constituents of mahua (*Madhuca indica* syn. *Bassia latifolia*) flowers during postharvest storage. *Journal of Food Processing and Preservation* 34:831-844.
- De Tender, C.A., Debode, J., Vandecasteele, B., D'Hose, T., Cremelie, P., Haegeman, A., Maes, M. 2016. Biological, physicochemical and plant health responses in lettuce and strawberry in soil or peat amended with biochar. *Applied Soil Ecology*, 107, 1-12.
- Deepika S.D., Lakshmi S.G., Sowmya L.K., Sulakshana M. 2014. Edible flowers – A Review article. *Int. J. Adv. Res. Sci. Technol.*, 3(1): 51-57.
- Demirbas, A. 2004. Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 72(2), 243-248.
- Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, H.W., Schloot, W. 1995. Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Pineal Res.* 18 (1), 28–31.
- Eo, J., Park, K.C., Kim, M.H., Kwon, S.I., Song, Y.J. 2018. Effects of rice husk and rice husk biochar on root rot disease of ginseng (*Panax ginseng*) and on soil organisms. *Biological Agriculture & Horticulture* 34(1): 27-39.
- Eryılmaz Açıkgöz, F., Aktaş, T., Deveci, M., Hastürk Şahin, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2017. Latin çičeğinin (*Tropaeolum majus* L.) kurutulmasında farklı yöntemlerin

- karşılaştırılması: kurutma kinetiklerinin ve bazı kimyasal özelliklerinin değişimi. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, NKUBAP.42.GA.16084.
- Faizy, A. H., Ozturk, B., Aglar, E., Yıldız, K. 2021. Role of methyl jasmonate application regime on fruit quality and bioactive compounds of sweet cherry at harvest and during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15882.
- Fakava, V.T. 1992. Seed production in garden nasturtium (*Tropaeolum majus* Linn.). Massey University. URI: <http://hdl.handle.net/10179/14535>.
- Feng, X., Wanga, M., Zhaob, Y., Hana, P., Ying, D. 2014. Melatonin from Different Fruit Sources, Functional Roles, and Analytical Methods. *Trends in Food Science and Technology*, 37 (1): 21–3.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. 2017. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., and Ramalhosa, E. 2020. An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International*, 36(3), 258–275, doi: 10.1080/87559129.2019.1639727.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E. 2017. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *J. Food Compos. Anal.* 2017;60:38–50. doi: 10.1016/j.jfca.2017.03.017.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E. 2018. The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids. *Agriculture* 2018, 8(10), 146; <https://doi.org/10.3390/agriculture8100146>.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E. 2019. Physicochemical, antioxidant and microbial properties of crystallized pansies (*Viola × wittrockiana*) during storage. *Food Science and Technology International*, 1082013219833234 (2019), 10.1177/1082013219833234.
- Friedman, H., Rot, I., Agami, Y., Vinokur, Y., Reznick, N., Umiel, N., Dori, I., Ganot, L., Shmuel, D., Matan, E. 2007. Edible flowers: new crops with potential health benefits. *Acta Hortic.*, (ISHS) 755: 283-289.
- Gao, H., Lu, Z., Yang, Y., Wang, D., Yang, T., Cao, M., Cao, W. 2018. Melatonin treatment reduces chilling injury in peach fruit through its regulation of membrane fatty acid contents and phenolic metabolism. *Food Chemistry*, 245: 659-666.
- Garzón, G. A., & Wrolstad, R. E. 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry*, 114(1), 44-49.
- Gaskin, J.W., Speir, R.A., Harris, K., Das, K.C., Lee, R.D., Morris, L.A., Fisher, D.S. 2010. Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal*, 102(2), 623-633.
- Githinji, L. 2014. Effect of biochar application rate on soil physical and hydraulic properties of a sandy loam. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 60(4), 457-470.
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by uv-visible spectroscopy. Unit F1.2, p. 19–31. In: Wrolstad, R.E. and S.J. Schwartz (eds.). *Handbook of food analytical chemistry*. Wiley, New York.
- Gonçalves, J., Borges Júnior, J. C. F., Souza, F. A. D., Silva, A. P. C. M., & Ferraz, L. D. C. L. 2023. Production of edible flowers: irrigation and biotechnology. *Revista*

- Ceres*, 70, 1-12., J., Borges Júnior, J. C. F., Souza, F. A. D., Silva, A. P. C. M., & Ferraz, L. D. C. L. (2023). Production of edible flowers: irrigation and biotechnology. *Revista Ceres*, 70, 1-12.
- Grzeszczuk, M., Stefaniak, A., Pachlowska, A. 2016. Biological value of various edible flower species. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 15(2):109-119.
- Grzeszczuk, M., Stefaniak, A., Meller, E., Wysocka, G. 2018. Mineral composition of some edible flowers. *J. Elem.*, 23(1): 151-162. DOI: 10.5601/jelem.2017.22.2.1352.
- Gul, S., Whalen, J. K., Thomas, B. W., Sachdeva, V., Deng, H. 2015. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 206, 46-59.
- Günel E., 2018. Sıvı Hayvan Gübresi ile Zenginleştirilmiş Biyoçarların Ekmeklik Buğdayın Gelişimi, Besin Elementi Alımı Ve Toprak Kalitesine Etkileri. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Tez Çalışması.
- Günel, E., Erdem, H. 2018. Biyokömür; Tanımı, Kullanımı ve Tarım Topraklarındaki Etkileri. *ADÜ ZİRAAT DERG.*, 2018;15(2):87-93 — doi: 10.25308/aduziraat.405858.
- Hattori, A., Migitaka, H., Iigo, M., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J., 1995. Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochem. Mol. Biol. Int.* 35 (3), 627–634.
- Honório, S.C.G., Pinto, V.B., Gomes, J.A.O. and Martins, E.R. 2011. Influence of different substrates on the germination jambu (*Spilanthes oleracea* L.). *Biotermas*, 24, 21-25.
- Hou, Z., Tang, Y., Li, C., Lim, K. J., & Wang, Z. 2020. The additive effect of biochar amendment and simulated nitrogen deposition stimulates the plant height, photosynthesis and accumulation of NPK in pecan (*Carya illinoensis*) seedlings. *AoB Plants*, 12(4), plaa035.
- Hu, M., Li, J., Rao, J., 2018. Effect of melatonin on ripening and senescence of postharvest kiwifruits. *Food Science*, 39: 226-232.
- Jabborova, D., Ma, H., Bellingrath-Kimura, S.D., Wirth, S. 2021. Impacts of biochar on basil (*Ocimum basilicum*) growth, root morphological traits, plant biochemical and physiological properties and soil enzymatic activities. *Scientia Hort.*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.scien-ta.2021.110518>.
- Jannatizadeh, A. 2019. Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 246: 544-549.
- Jeffery, S., Verheijen, F.G., Van Der Velde, M., Bastos, A.C. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using metaanalysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 144(1): 175-187.
- Joly, R., Forcella, F., Peterson, D., Eklund, J. 2013. Planting depth for oilseed calendula. *Ind. Crops Prod.*, 42, 133–136. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.05.016.
- Jones, D. L., Rousk, J., Edwards-Jones, G., DeLuca, T. H., & Murphy, D. V. 2012. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial. *Soil biology and Biochemistry*, 45, 113-124.

- Jones, K., Sanders, D. 1987. The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures. *Journal of Seed Technology*, 11, 97–102.
- Kader, M. 2005. A Comparison of Seed Germination Calculation Formulae and the Associated Interpretation of Resulting Data. *Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 138, 65–75.
- Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N., Meeso, N. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of functional foods*, 3(2), 88-99.
- Kaur, G., Alam, M. S., Jabbar, Z., Javed, K., & Athar, M. 2006. Evaluation of antioxidant activity of *Cassia siamea* flowers. *Journal of ethnopharmacology*, 108(3), 340-348.
- Kelley, K.M., Behe, B.K., Biernbaum, J.A. and Poff, K.L. 2001. Consumer and Professional chef perceptions of three edible flower species. *HortScience* 36(1):162–166.
- Kelley, K.M., Cameron, A.C., Biernbaum, J.A. and Poff K.L. 2003. Effect of storage temperature on the quality of edible flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 27:341.
- Kishimoto, S., Maoka, T., Sumitomo, K., & Ohmiya, A. 2005. Analysis of carotenoid composition in petals of calendula (*Calendula officinalis* L.). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 69(11), 2122-2128.
- Kucekova, Z., Mlcek, J., Humpolicek, P., Rop, O., 2013. Edible flowers antioxidant activity and impact on cell viability. *Cent. Eur. J. Biol.* 8, 1023–1031.
- Kürklü, A., Bilgin, S., Külçü, R., Yıldız, O. 2004. Bazı Sera Bitkisel Biyokütle Atıklarının Miktar ve Enerji İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Biyoenerji Sempozyumu*. 20–22 Ekim, İzmir. s.69-75.
- Laird, D. A. 2008. The charcoal vision: a win–win–win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal*, 100(1), 178-181.
- Laird, D., Fleming, P., Davis, D., Horton, R., Wang, B., Karlen, D. 2010. Impact of biochar amendments on the quality of a typical midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158(3–4), 443–449.
- Landi, M., Ruffoni, B., Salvi, D., Savona, M. and Guidi, L. 2015. Cold storage does not affect ascorbic acid and polyphenolic content of edible flowers of a new hybrid of sage. *Agrochimica* 59:348.
- Landi, M., Ruffoni, B., Combournac, L. ve Guidi, L. 2018. Nutraceutical value of edible flowers upon cold storage. *Ital. J. Food Sci.*, vol. 30, 2018 – 336.
- Lavanya Devi, K., Shivanna, M. B., & Ganeshan, S. 2017. Total phenolic content and antioxidant activity of *Spilanthes* species from Peninsular India. *Journal of Pharmaceutical Research Science & Technology [ISSN: 2583-3332]*, 1(3), 1-6.
- Lehmann, J., da Silva, Jr., J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments, *Plant and Soil*, 249, 343–357.

- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W.C., Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota—a review. *Soil biology and biochemistry*, 43(9), 1812-1836.
- Li, A., Li, S., Li, H., Xu, D., Xu, X., Chen, F., 2014. . Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *J. Funct. Foods* 6, 319–330. doi: 10.1016/j.jff.2013.10.022
- Linskens, H. F., and Jorde, W. (1997).
- Li, C., Suo, J., Xuan, L., Ding, M., Zhang, H., Song, L., Ying, Y., 2019. Bamboo shoot-lignification delay by melatonin during low temperature storage. *Postharvest Biol. Technol.* 156, 110933.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizão, F.J., Petersen, J. Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils, *Soil Science Society of Ame. J.*, 70, 1719–1730.
- Liang, D., Shen, Y., Ni, Z., Wang, Q., Lei, Z., Xu, N., Deng, Q., Lin, L., Wang, J., Lv, X., Xia, H., 2018. Exogenous melatonin application delays senescence of kiwifruit leaves by regulating the antioxidant capacity and biosynthesis of flavonoids. *Front Plant Sci.* 9, 426.
- Lim, T.K., 2014. *Edible Medicinal and Non-medicinal Plants*, ume 7. Flowers. Springer, Netherlands.
- Liu, Q., Liu, B., Zhang, Y., Lin, Z., Zhu, T., Sun, R., ... Lin, X. 2017. Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N₂O emissions? *Soil Biology and Biochemistry* 104: 8-17.
- Liu, D., Ding, Z., Ali, E. F., Kheir, A. M., Eissa, M. A., and Ibrahim, O. H. 2021. Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Sci. Rep.* 11:6. doi: 10.1038/s41598-021-88293-6
- Liu, J., Liu, H., Wu, T., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z., Ma, F., Xu, L. 2019. Effects of melatonin treatment of postharvest pear fruit on aromatic volatile biosynthesis. *Molecules* 24 (23), 4233.
- Liu, Q., Liu, B., Zhang, Y., Lin, Z., Zhu, T., Sun, R., ... Lin, X. 2017. Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N₂O emissions?. *Soil Biology and Biochemistry*, 104, 8-17.
- Liu, S., Huang, H., Huber, D. J., Pan, Y., Shi, X., Zhang, Z., 2020. Delay of ripening and softening in 'Guifei' mango fruit by postharvest application of melatonin. *Postharvest Biology and Technology*, 163: 111136.
- Ma, Q., Lin, X., Wei, Q., Yang, X., Zhang, Y.N., Chen, J. 2021. Melatonin treatment delays postharvest senescence and maintains the organoleptic quality of 'Newhall' navel orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) by inhibiting respiration and enhancing antioxidant capacity. *Scientia Horticulturae*, 286: 110236.
- Madari, B.E., Silva, M.A., Carvalho, M.T., Maia, A.H., Petter, F.A., Santos, J.L., ... & Zeviani, W.M. 2017. Properties of a sandy clay loam Haplic Ferralsol and soybean grain yield in a five-year field trial as affected by biochar amendment. *Geoderma* 305, 100-112.
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., Goodale, C. 2010. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Glob Chang Biol* 16, 1366–1379.

- Mao, L.-C., Pan, X., Que, F., Fang, X.-H., 2006. Antioxidant properties of water and ethanol extracts from hot air-dried and freeze-dried daylily flowers. *Eur. Food Res. Technol.* 222 (33), 236–241.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Mehdizadeh, L., Farsaraei, S., and Moghaddam, M. 2021. Biochar application modified growth and physiological parameters of *Ocimum ciliatum* L. And reduced human risk assessment under cadmium stress. *J. Hazard. Mater.* 409:124954. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124954.
- Meng, J.-F., Yu, Y., Shi, T.-C., Fu, Y.-S., Zhao, T., Zhang, Z.-W. 2019. Melatonin treatment of pre-veraison grape berries modifies phenolic components and antioxidant activity of grapes and wine. *Food Sci. Technol.* 39 (1), 35–42.
- Meurer, M. C., Mees, M., Mariano, L. N. B., Boeing, T., Somensi, L. B., Mariott, M., ... de Souza, P. 2019. Hydroalcoholic extract of *Tagetes erecta* L. flowers, rich in the carotenoid lutein, attenuates inflammatory cytokine secretion and improves the oxidative stress in an animal model of ulcerative colitis. *Nutrition Research*, 66, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.03.005>.
- Miranda, S., Vilches, P., Suazo, M., Pavez, L., García, K., M'endez, M., Gonz'alez, M., Meisel, L., Defilippi, B.G., Del Pozo, T. 2020. Melatonin triggers metabolic and gene expression changes making possible improved quality traits of two sweet cherry cultivars during cold storage. *Food Chem.*, 126360 [https://doi.org/https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2020.126360](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126360).
- Mlcek, J., Rop, O. 2011. Fresh edible flowers of ornamental plants a new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science and Technology*; 22:561-569.
- Molina, R., López-Santos, C., Gómez-Ramírez, A., Vilchez, A., Espinós, J.P and González-Elipe, A.R. 2018. Influence of irrigation conditions in the germination of plasma treated nasturtium seeds. *Scientific Reports. Palmerston North New Zealand*. 8, 16442 doi: 10.1038/s41598-018-34801-0.
- Morales, P.; Ferreira, I.C.F.R.; Carvalho, A.M.; Sánchez-Mata, M.C.; Cámara, M.; Fernández-Ruiz, V.; Pardo-de-Santayana, M.; Tardío, J. 2014. Mediterranean non-cultivated vegetables as dietary sources of compounds with antioxidant and biological activity. *LWT Food Sci. Technol.* 55, 389–396.
- Naeem, M.A., Khalid, M., Aon, M., Abbas, G., Amjad, M., Murtaza, B., Khan, W.U.D., Ahmad, N. 2018. Combined application of biochar with compost and fertilizer improves soil properties and grain yield of maize. *J. Plant Nutr.* 41(1), 112-122.
- Natcvetova, A. 2019. Impacts of local food on nutrient cycling in Finland. Bachelor's thesis, Tampere: Tampere University of Applied Sciences.
- Navarro-González I., González-Barrio R., García-Valverde V., Bautista-Ortín A.B., Periago M.J. 2015. Nutritional composition and antioxidant capacity in edible flowers: Characterisation of phenolic compounds by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Int. J. Mol. Sci.*, 16: 805-822. DOI: 10.3390/ijms16010805.
- Nelissen, V., Ruysschaert, G., Manka'Abusi, D., D'Hose, T., De Beuf, K., Al-Barri, B., Boeckx, P. 2015. Impact of a woody biochar on properties of a sandy loam soil and spring barley during a two-year field experiment. *European Journal of Agronomy* 62: 65-78.
- Netam, N. 2021. Edible flower cultivation: A new approach in floriculture industry. *The Pharma Innovation Journal* 2021; 10(3): 857-859.

- Nguyen, C., Baskaran, K., Pupulin, A., Ruvinov, I., Zaitoon, O., Grewal, S., ... Pandey, S. 2019. Hibiscus flower extract selectively induces apoptosis in breast cancer cells and positively interacts with common chemotherapeutics. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 98. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2505-9>.
- Nigam, N., Khare, P., Ahsan, M., Yadav, V., et al. 2021. Biochar amendment reduced the risk associated with metal uptake and improved metabolite content in medicinal herbs. *Physiol. Plant.* 13393. doi: 10.1111/ppl.13393.
- Novak, J.M., Lima, I., Xing, B., Gaskin, J.W., Steiner, C., Das, K.C., Schomberg, H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Ann. Environ. Sci.* 3(2).
- Nowicka, P. ve Wojdyło, A. 2019. Anti-hyperglycemic and anticholinergic effects of natural antioxidant contents in edible flowers. *Antioxidants*, 8(8), 308. <https://doi.org/10.3390/antiox8080308>.
- Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Science and Technology*, 5, 61–69.
- Oleszczuk, P., Rycaj, M., Lehmann, J., Cornelissen, G. 2012. Influence of activated carbon and biochar on phytotoxicity of air-dried sewage sludges to *Lepidium sativum*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 80: 321–326.
- Ozgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Scheerens, J. C., & Miller, A. R. 2006. Modified 2, 2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1151-1157.
- Öz, A.T. ve Süfer, Ö. 2013. Taze Meyve ve Sebzelerin Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketlemenin Doğal Bileşiklerle Birlikte Kullanımı. *Akademik Gıda*. 11(2). 2013. 110-115.
- Oztürk, B., Aglar, E., Karakaya, O., Saracoglu, O., Sefa, G. 2019. Effects of preharvest GA3, CaCl₂ and modified atmosphere packaging treatments on specific phenolic compounds of sweet cherry. *Turkish J. Food Agric. Sci.* 1 (2), 44–56, 10.14744/turkjfas.2019.009.
- Öztürk, B., Havsut, E., & Yildiz, K. 2021. Delaying the postharvest quality modifications of *Cantharellus cibarius* mushroom by applying citric acid and modified atmosphere packaging. *Lwt*, 138, 110639.
- Padayatty, S.J., Katz, A., Wang, Y., et al. 2003. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 22, 18-35. <http://dx.doi.org/10.1080/07315724.2003.10719272>.
- Paredes, S.D., Korkmaz, A., Manchester, L.C., Tan, D.X. ve Reiter, R.J. 2009. Phytomelatonin: a Review. *Journal of Pineal Research*, 60: 57-69.
- Perlack, R.D., Wright, L.L., Turhollow, A.F., Graham, R.L., Stokes, B.J., Erbach, D.C. 2005. Biomass as Feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply, available at: http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/billion_ton_vision.pdf.
- Prata, G.B., De Souza, K.O., Lopes, M.M.A., Oliveira, L.S., Aragao, F.A.S., Alves, R.E. 2017. Nutritional characterization, bioactive compounds and antioxidant activity of Brazilian roses (*Rosa* spp). *Journal of Agricultural Science and Technology* 19:929-941.

- Rastegar, S., Khankahdani, H.H., Rahimzadeh, M., 2020. Effects of melatonin treatment on the biochemical changes and antioxidant enzyme activity of mango fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 259: 108835.
- Rezende, F., Sande, D., Coelho, A.C., Oliveira, G., Boaventura, M.A., Takahashi, J.A. 2019. Edible Flowers as Innovative Ingredients for Future Food Development: Antialzheimer, Antimicrobial, and Antioxidant Potential. *Chemical Engineering Transactions* 2019; 75: 337-342.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., Vabkova, J., 2012. Edible flowers – a new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules* 17, 6672–6683.
- Ruiz De Clavijo, E. 2005. The reproductive strategies of the hetrocarpic annual *Calendula arvensis* (Asteraceae). *Acta Oecologica* 28(2):119-126 DOI:10.1016/j.actao.2005.03.004.
- Saarnio, S., Heimonen, K., Kettunen, R. 2013. Biochar addition indirectly affects N₂O emissions via soil moisture and plant N uptake. *Soil Biol Biochem* 58:99–106.
- Sharafi, Y., Aghdam, M.S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Razavi, F., Fard, J.R., Farmani, B., 2019. Melatonin treatment promotes endogenous melatonin accumulation and triggers GABA shunt pathway activity in tomato fruits during cold storage. *Sci. Hortic.* 254, 222–227 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.056>.
- Sharafi, Y., Jannatizadeh, A., Fard, J. R., & Aghdam, M. S. 2021. Melatonin treatment delays senescence and improves antioxidant potential of sweet cherry fruits during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 288, 110304.
- Sarkhot, D.V., Berhe, A.A., Ghezzehei, T.A. 2012. Impact of Biochar Enriched with Dairy Manure Effluent on Carbon and Nitrogen Dynamics, *J. Environ. Qual.*, 41, 1107–1114.
- Sausserde, R., Kampuss, K., 2014. Composition Of Carotenoids In *Calendula* (*Calendula Officinalis* L.) Flowers. *Foodbalt* 2014.
- Sezer, E., Ayhan, Z. 2017. Meyve ve Sebzelerde Etilen Tutucu İçeren Aktif Ambalajlama Sistemlerinin Uygulanması ve Raf Ömrüne Etkisi. *Akademik Gıda* 15(2) (2017) 182-191, DOI: 10.24323/akademik-gida.333675.
- Shanley, P., Medina G. 2005. *Fruit Trees and Useful Plants in the Amazon*. Belém, Brazil: CIFOR, Imazon; 2005 (Portuguese).
- Silber, A., Levkovitch, I., Graber, E.R. 2010. pH-Dependent Mineral Release and Surface Properties of Cornstraw Biochar: Agronomic Implications. *Environ Sci Technol* 44:9318–9323.
- Singh, B.P., Hatton, B.J., Singh, B., Cowie, A.L., Kathuria, A. 2010. Influence of biochars on nitrous oxide emission and nitrogen leaching from two contrasting soils. *Journal of environmental quality*, 39(4), 1224-1235.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Stefaniak, A., Grzeszczuk, M.E., 2019. Nutritional and biological value of five edible flower species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47 (1) (2019), pp. 128-134, 10.15835/nbha47111136.

- Subedi, R., Taupe, N., Ikoyi, I., Bertora, C., Zavattaro, L., Schmalenberger, A., Leahy, J.J., Grignani, C. 2016a. Chemically and biologically-mediated fertilizing value of manure-derived biochar. *Sci. Total Environ.* 550, 924-33.
- Subedi, R., Taupe, N., Pelissetti, S., Petruzzelli, L., Bertora, C., Leahy, J.J., Grignani, C. 2016b. Greenhouse gas emissions and soil properties following amendment with manure-derived biochars: influence of pyrolysis temperature and feedstock type. *Journal of Environmental Management* 166: 73-83.
- Situmeang, Y.P., Adnyana, I.M., Subadiyasa, I.N., Merit, I.N. 2015. Effect of dose biochar bamboo, compost, and phonska on growth of maize (*Zea mays* L.) in Dryland. *Int. J. Adv. Sci., Eng. Inf. Technol.*, 5 (6) (2015), pp. 433-439.
- Takahashi, J. A., Rezende, F., Moura, M., Domingute, L., Sande, D. 2020. Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. *Food Research International* 129: 108868.
- Tan, X.L., Fan, Z.Q., Kuang, J.F., Lu, W.J., Reiter, R.J., Lakshmanan, P., Su, X.G., Zhou, J., Chen, J.Y., Shan, W. 2019. Melatonin delays leaf senescence of Chinese flowering cabbage by suppressing ABFs-mediated abscisic acid biosynthesis and chlorophyll degradation. *J. Pineal Res.* 67 (1), e12570.
- Tang, Q., Li, C., Ge, Y., Li, X., Cheng, Y., Hou, J., Li, J. 2020. Exogenous application of melatonin maintains storage quality of jujubes by enhancing anti-oxidative ability and suppressing the activity of cell wall-degrading enzymes. *LWT* 127, 109431 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109431>.
- Traversari, S., Pistelli, L., Del Ministro, B., Cacini, S., Costamagna, G., Ginepro, M., ... & Massa, D. 2021. Combined effect of silicon and non-thermal plasma treatments on yield, mineral content, and nutraceutical proprieties of edible flowers of *Begonia cucullata*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 1014-1021.
- Turhan, Ş. 2005. Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 11(1): 13- 24.
- Ukiya, M., Akihisa, T., Tokuda, H., Suzuki, H., Mukainaka, T., Ichiishi, E., Yasukawa, K., Kasahara, Y., Nishino, H. 2002. Constituents of compositae plants: III. Anti-tumor promoting effects and cytotoxic activity against human cancer celllines of triterpene diols and triols from edible chrysanthemum flowers. *Cancer Lett.* 177, 7–12.
- Ukiya, M., Akihisa, T., Yasukawa, K., Tokuda, H., Suzuki, T., Kimura, Y. 2006. Anti-inflammatory, anti-tumor-promoting, and cytotoxic activities of constituents of marigold (*Calendula officinalis*) flowers. *J. Nat. Prod.* 69, 1692–1696.
- Vantassel, D., Li, J., O'Neill, S. 1993. Melatonin-identification of a potential dark signal in plants. *Plant Physiol* 102 (1), 117.
- Veličković, J. M., Dimitrijević, D. S., Mitić, S. S., Mitić, M. N., & Kostić, D. A. 2014. The determination of the phenolic composition, antioxidative activity and heavy metals in the extracts of *Calendula officinalis* L. *Savremene tehnologije*, 3(2), 46-51.
- Wang, T., Camps-Arbestain, M., Hedley, M., Bishop, P. 2012. Predicting phosphorus bioavailability from high-ash biochars. *Plant Soil* 357:173–187.

- Wang, L., An, M., Huang, W., Zhan, J. 2019. Melatonin and phenolics biosynthesis-related genes in *Vitis vinifera* cell suspension cultures are regulated by temperature and copper stress. *Plant Cell Tissue Organ Culture (PCTOC)* 138 (3), 475–488.
- Wang, T., Hu, M., Yuan, D., Yun, Z., Gao, Z., Su, Z., Zhang, Z. 2020. Melatonin alleviates pericarp browning in litchi fruit by regulating membrane lipid and energy metabolisms. *Postharvest Biol. Technol.* 160, 111066.
- Wang, Y., Pan, F., Wang, G., Zhang, G., Wang, Y., Chen, X., Mao, Z., 2014. Effects of biochar on photosynthesis and antioxidative system of *Malus hupehensis* Rehd seedlings under replant conditions. *Sci. Hortic.* 175, 9–15.
- Wei, L., Liu, C., Zheng, H., Zheng, L. 2020. Melatonin treatment affects the glucoraphanin-sulforaphane system in postharvest fresh-cut broccoli (*Brassica oleracea* L.). *Food Chem.* 307, 125562.
- Wilhelm, W.W., J.M.F. Johnson, J.L. Hatfi Eld, W.B. Voorhees, D.R. Linden. 2004. Crop and Soil Productivity Response to Corn Residue Removal: A Literature Review. *Agron. J.* 96, 1-17.
- Wongwattanasathien, O., Kangsadalampai, K., Tongyonk, L. 2010. Antimutagenicity of some flowers grown in Thailand. *Food Chem. Toxicol.* 48, 1045–1051.
- Xia, H., Shen, Y., Shen, T., Wang, X., Zhang, X., Hu, P., Liang, D., Lin, L., Deng, H., Wang, J., Deng, Q., Lv, X., 2020. Melatonin accumulation in sweet cherry and its influence on fruit quality and antioxidant properties. *Molecules* 25 (3), 753.
- Xu, L., Yue, Q., Bian, F.e., Zhai, H., Yao, Y., 2018. Melatonin treatment enhances the polyphenol content and antioxidant capacity of red wine. *Horticul. Plant J.* 4 (4), 144–150.
- Yaman, S. 2004. Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks. *Energy Convers Manag.* 45, 651–71.
- Yang, P. F., Yang, Y. N., Feng, Z. M., Jiang, J. S., & Zhang, P. C. 2019. Six new compounds from the flowers of *Chrysanthemum morifolium* and their biological activities. *Bioorganic Chemistry*, 82, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2018.10.007>.
- Zhang, A.F., Bian, R.J., Pan, G.X., Cui, L.Q., Hussain, Q., Li, L.Q., Zweng, J., Zheng, X., Han, X., Yu, X. 2012). Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: A field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Research* 127: 153-160.
- Zhang, H., Liu, X., Chen, T., Ji, Y., Shi, K., Wang, L., Zheng, X., Kong, J. 2018. Melatonin in apples and juice: inhibition of browning and microorganism growth in apple juice. *Molecules* 23 (3), 521.
- Zhang, H., Yu, X., Jin, Z., Zheng, W., Zhai, B., Li, Z. 2017. Improving grain yield and water use efficiency of winter wheat through a combination of manure and chemical nitrogen fertilizer on the Loess plateau, China. *Journal of soil science and plant nutrition*, 17(2), 461-474.
- Zhao, L., Fan, H., Zhang, M., Chitrakar, B., Bhandari, B., Wang, B. 2019. Edible Flowers: Review of Flower Processing and Extraction of Bioactive Compounds by Novel Technologies. *Food. Res. Int.* 2019, 126, 108660. DOI:

- 10.1016/j.foodres.2019.108660. [Crossref] [PubMed] [Web of Science ®], [Google Scholar]
- Zheng, J., Meenu, M. & Xu, B. 2019. A systematic investigation on free phenolic acids and flavonoid profiles of commonly consumed edible flowers in China. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 172, 268-277. DOI:10.1016/j.jpba.2019.05.007.
- Zulfiqar, F., Chen, J., Younis, A., Abideen, Z., Naveed, M., Koyro, H. W., & Siddique, K. H. 2021. Biochar, compost, and biochar–compost blend applications modulate growth, photosynthesis, osmolytes, and antioxidant system of medicinal plant *Alpinia zerumbet*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 707061.

