

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI



TAZE DOĞRANMIŞ KİVİ VE MANDARİN MEYVELERİNDE
HASAT SONRASI ARGİNİN, SİTRULİN VE FERULİK ASİT
UYGULAMALARININ BAZI FİZYOLOJİK OLAYLAR
ÜZERİNE ETKİSİ

BAHÇE BİTKİLERİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞE NUR ÖZARSLANDAN

TEZ DANIŞMANI
Doç.Dr.İhsan CANAN

BOLU, TEMMUZ 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ayşe Nur ÖZARSLANDAN tarafından hazırlanan “TAZE DOĞRANMIŞ KİVİ VE MANDARİN MEYVELERİNDE HASAT SONRASI ARGİNİN, SİTRULİN VE FERULİK ASİT UYGULAMALARININ BAZI FİZYOLOJİK OLAYLAR ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Programında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.
28/07/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
İhsan CANAN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof.Dr.Muttalip GÜNDOĞDU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç.Dr. Orhan KARAKAYA
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....
AYŞE NUR ÖZARSLANDAN

ÖZET

TAZE DOĞRANMIŞ KİVİ VE MANDARİN MEYVELERİNDE HASAT SONRASI ARGİNİN, SİTRULİN VE FERULİK ASİT UYGULAMALARININ BAZI FİZYOLOJİK OLAYLAR ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
AYŞE NUR ÖZARSLANDAN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. İHSAN CANAN)

BOLU, TEMMUZ - 2025
XII + 30 sayfa

Bu yüksek lisans tezi, ferulik asit, sitrulin ve arginin uygulamalarının iki farklı meyve türünün taze doğranmış haline, yani Satsuma mandarini (Citrus unshiu) ve Hayward çeşidi kivi meyvesine (Actinidia deliciosa) olan etkilerini değerlendirmektedir. Uygulamalar yapıldıktan sonra meyveler 4 °C'de altı gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresi boyunca kalite parametrelerindeki değişimleri izlemek için her iki günde bir analizler gerçekleştirilmiştir.

Satsuma mandarini üzerindeki uygulamalar, meyve ağırlık kaybını %0,17 gibi minimal bir seviyeye düşürerek kalitesini kontrol grubuna göre etkin bir şekilde korumuş, pH ve toplam çözünür şeker (SÇKM) seviyelerini stabil tutmuştur. Bununla birlikte, sitrulin uygulaması toplam fenolik içeriği önemli ölçüde azaltmıştır. Uygulamaların antioksidan özellikler ve renk stabilitesi üzerindeki etkisi sınırlı kalmış, bu durum gelecekte daha fazla optimizasyon yapılması gerektiğini göstermiştir.

Hayward kivi meyvesinde gerçekleştirilen benzer uygulamalar, ferulik asit, arginin ve sitrulin kombinasyonunun %0,83±0,09 oranında meyve su kaybını azalttığını ve en yüksek ağırlık kaybının ferulik uygulamasında %1,40±0,33 olarak belirlendiğini göstermektedir. Depolama süresine bağlı olarak pH değerleri 3,83 ile 3,93, toplam çözünür şeker değerleri ise 12,17 ile 12,58 arasında değişmiştir. Ayrıca, bu meyvede uygulanan formülasyonların, optimum tüketim süresinin 48 saatle sınırlı olmak üzere, besin değerinin ve kalitesinin korunmasına önemli katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma, ferulik asit, arginin ve sitrulin uygulamalarının hem Satsuma mandarini hem de Hayward kivi meyvelerinin kalitesini artırmada etkili olduğunu ve biyokimyasal uygulamaların taze meyve koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Gelecek araştırmalar, etkili bileşenler ve stratejilerin keşfi için önemli bir temel sağlayabilir.

ANAHTAR KELİMELELER: Taze Doğranmış, Mandarin, Kivi, Ferulik Asit, Sitrulin, Arginin, Hasat Sonrası Kalite

ABSTRACT

EFFECTS OF POSTHARVEST ARGININE, CITRULLINE AND FERULIC ACID APPLICATIONS ON SOME PHYSIOLOGICAL EVENTS IN FRESH-CUT KIWI AND MANDARIN FRUITS

MSC THESIS

AYŞE NUR ÖZARSLANDAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: DOÇ. DR. İHSAN CANAN)

BOLU, JULY 2025

XII + 30 pages

This master's thesis evaluates the effects of applications of ferulic acid, citrulline, and arginine on the fresh-cut forms of two different fruit types, namely Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) and Hayward kiwi (*Actinidia deliciosa*). After the applications were carried out, the fruits were stored at 4 °C for six days. Analyses were conducted every two days to monitor changes in quality parameters during the storage period.

The applications on Satsuma mandarin effectively preserved the quality by reducing the weight loss to a minimal level of 0.17%, while keeping the pH and total soluble solids (TSS) levels stable. However, the citrulline application significantly decreased the total phenolic content. The effects of these applications on antioxidant properties and color stability remained limited, indicating a need for further optimization in the future.

Similar applications conducted on Hayward kiwi demonstrated that the combination of ferulic acid, arginine, and citrulline reduced fruit water loss by $0.83\pm 0.09\%$, with the highest weight loss recorded at $1.40\pm 0.33\%$ for the ferulic application. Depending on storage duration, pH values ranged from 3.83 to 3.93, and total soluble solids values varied between 12.17 and 12.58. Additionally, it was concluded that the formulations applied to this fruit significantly contributed to preserving the nutritional value and quality, with an optimum consumption period limited to 48 hours.

In conclusion, this study shows that the applications of ferulic acid, arginine, and citrulline are effective in enhancing the quality of both Satsuma mandarin and Hayward kiwi fruits, and that biochemical applications have great potential for developing fresh fruit preservation strategies. Future research may provide an important foundation for the discovery of effective components and strategies.

KEYWORDS: Fresh-cut, Mandarin, Kiwi, Ferulic Acid, Citrulline, Arginine, Post-Harvest Quality

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	ix
TEŞEKKÜR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	4
2.1 Materyal.....	4
2.2 Yöntem	4
Uygulamaların Hazırlanması:.....	4
2.3 İncelenen Özellikler	5
2.3.1 Pomolojik Özellikler.....	5
2.3.2 Renk parametreleri	6
2.3.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavanoidler.....	6
2.3.4 İstatistiki Analiz.....	7
3. BULGULAR	9
3.1 Satsuma Mandarin	9
3.1.1 Pomolojik Analizler.....	9
3.1.2 Renk Parametreleri	10
3.1.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavanoidler.....	11
3.2 Hayward Kivi	15
3.2.1 Pomolojik Analizler.....	15
3.2.2 Renk Parametreleri	17
3.2.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler.....	18
4. TARTIŞMA	24
4.1 Satsuma Mandarin	24
4.2 Hayward Kivi	25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR	28

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Satsuma Mandarinini Parametrelerin PCA Analizi	12
Şekil 3.2. Satsuma Mandarinini PCA Özdeğer Tablosu	13
Şekil 3.3. Satsuma Mandarinini Isı Haritası Korelasyonlar	14
Şekil 3.4. Hayward Kivi Parametrelerin PCA Analizi	20
Şekil 3.5. Hayward Kivi PCA Özdeğer Tablosu	21
Şekil 3.6. Hayward Kivi Isı Haritası Korelasyonlar	22



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Satsuma Mandarini Pomolojik Analizler	9
Tablo 3.2. Satsuma Mandarini Renk Parametreleri	10
Tablo 3.3. Satsuma Mandarini Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler	11
Tablo 3.4. Hayward Kivi Pomolojik Analizler	15
Tablo 3.5. Hayward Kivi Renk Parametreleri	17
Tablo 3.6. Hayward Kivi Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler	18



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

TA	: Titre Edilebilir Asitlik
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
pH	: Hidrojen İyon Konsantrasyonu
DPPH	: 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil
FRAP	: Ferrik Redükleyici Antioksidan Güç
L*	: Parlaklık Değeri
a*	: Kırmızılık / Yeşillik Renk Değeri
b*	: Sarılık / Mavilik Renk Değeri
Chr	: Chroma (Renk Canlılığı)
hue	: Renk Tonu Açısı



TEŞEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının her aşamasında bilgi, emek ve desteğini esirgemeyen değerli danıŐmanım Doç. Dr. İhsan CANAN'a en içten teŐekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinde manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili aileme ve erkek arkadaŐım Hakan MÜSTECEP'e sonsuz teşekkür ederim.



1.GİRİŞ

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, ferulik asit, sitrulin ve arginin uygulamalarının Satsuma mandarini (*Citrus unshiu*) ve Hayward kivi (*Actinidia deliciosa*) üzerinde yaptığı etkileri değerlendiren iki ayrı araştırma yürütmüştür. Satsuma mandarin, kendine has lezzeti ve sağlığa faydalı bileşenleri ile tanınmaktadır. Bu meyve, özellikle flavonoidler olan hesperidin ve narirutin yönünden zengindir ve bu biyoaktif bileşenler, önemli anti-inflamatuar ve antioksidan etkiler göstererek, iltihapla ilişkili kronik hastalıkların riskini azaltma potansiyeline sahip (Karthikeyan et al., 2021). Yenilikçi yeşil ekstraksiyon teknikleri, mandalin kabuklarındaki bu faydalı bileşenlerin verimliliğini artırarak, besin profilini geliştirmektedir (Šafranko et al., 2021).

Günümüzde fonksiyonel gıdalara olan ilginin artmasıyla Satsuma mandarin, düşük kalorili bir meyve olarak dikkat çekmekte ve C vitamini, diyet lifi ve hastalık önlemeye yönelik önemli fitokimyasallar açısından zengin bir kaynak olarak öne çıkmaktadır (Sun et al., 2023). Yapılan araştırmalar, çeşitli meyvelerin düzenli olarak diyetlere dahil edilmesinin, kalp hastalığı, diyabet ve bazı kanser türleri gibi kronik durumların riskini azalttığını göstermektedir. Ayrıca, meyve tüketiminin, diyet lifi alımını artırarak, kardiyovasküler hastalık ve tüm nedenlere bağlı mortaliteyi önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir (Yao et al., 2023; Soliman, 2019). Taze doğranmış meyve ve sebzeler, tüketiciler arasında popülerlik kazanmaktadır. Ancak, bu ürünlerin en kısa sürede tazeliklerini kaybetmeden tüketilmesi gerekmektedir. Doğranmış meyve ve sebzelerin minimal işlenmesi, onların raf ömrünü tehdit eden hızlı bir bozulma sürecine maruz bırakmaktadır (Bagheri & Abbaszadeh, 2020).

Ferulik asit, meyve koruma üzerindeki etkileri sebebiyle önemli bir fenolik bileşendir. Oksidatif stresi azaltma, meyve kalitesini artırma ve bozulma organizmalarının büyümesini inhibe etme konusundaki rolleri, ferulik asidin meyve kalitesinin artırılması için umut verici bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir (Zduńska et al., 2018; Sweed et al., 2024). Ayrıca, ferulik asidin patojenlere karşı direnci artırma yeteneği, meyvelerin raf ömrünü uzatmada önemli bir faktör olabilir (Chen et al., 2024). Ferulik asidin biyokimyasal yollar üzerindeki etkisi, meyvelerin

antioksidan kapasitelerinin sürdürülebilirliğine de katkıda bulunmuştur (Turcov, 2022).

Citrulline ve arginine, bitkilerin stres tepkileri ve hasat sonrası meyve kalitesi açısından kritik öneme sahiptir. Citrulline, nitrik oksit sentezinde temel bir öncü olarak işlev görmektedir; bu, bitkilerin çeşitli abiyotik stres koşullarına karşı, örneğin kuraklık gibi durumlara karşı savunma mekanizmalarını güçlendirebilir. Yükseltilmiş sitrulin seviyeleri, hasat sonrası aşamalarda iyileştirilmiş meyve kalitesi ile ilişkilendirilmiştir (Song et al., 2020; Joshi et al., 2019). Citruin'in meyve kalitesi üzerindeki olumlu etkileri, meyvelerin besin değerini artırma ve hasat sonrası koşullarda raf ömrünü uzatma potansiyeli sunmaktadır (Joshi et al., 2019; Uçar et al., 2019). Çeşitli çalışmalar, citrulin ve arginin uygulamaları ile meyve kalitesinin artırılmasına yönelik önemli bilgiler sunmakta ve bu maddelerin meyve besin değerini geliştirmek üzere potansiyel sağlığı artırılabilir etkilerini araştırmaktadır (González-Villagra et al., 2024).

Hayward kivi, dünya genelinde artan popüleriteye sahip bir meyvedir ve besin değeri ile lezzeti ile dikkat çekmektedir. Kivi, yüksek C vitamini, diyet lifi ve biyoaktif bileşenler açısından zengin bir kaynak olarak öne çıkmaktadır (Karakaya et al., 2019; Sezer et al., 2017). Ancak, doğranmış kivi tazeliğinin ve kalitesinin korunması, fiziksel ve kimyasal değişimlerin etkisi nedeniyle ciddi bir zorluk oluşturmaktadır (Sezer & Ayhan, 2017). Doğranmış kivi, yiyeceklerin doğal dolgunluk özelliklerinden dolayı hızlı bir olgunlaşma ve bozulma riski taşımaktadır (Sezer & Ayhan, 2017). Bu durum, doğranmış kivi raf ömrünün artırılması için uygun saklama yöntemleri ve ambalajlama teknikleri üzerine araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Ferulik asidin meyve koruma üzerindeki etkileri, taze doğranmış kivi kalitesini artırarak raf ömrünü uzatma potansiyeline sahiptir. Özellikle, ferulik asidin gıda koruyucu olarak kullanımı, meyvenin kalitesini artırırken, serbest radikalleri nötralize etme yeteneği ile dikkat çekmektedir (Oliveira et al., 2019). Hasat sonrası kalite, meyve ve sebzelerin üretim sonrası işleme, taşıma, depolama ve tüketim süreçlerinde karşılaştıkları değişimleri tanımlamaktadır. Özellikle taze doğranmış kivi hasat sonrası kalitesi, meyvenin ticari değeri üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Araştırmalar, ferulik asidin, meyve kalitesini korumada önemli

bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Alam, 2019). Ferulik asidin gıda koruyucu olarak kullanımı ve serbest radikalleri nötralize etme yeteneği, meyve kalitesinin artırılması açısından önemlidir (Oliveira et al., 2019). Ayrıca, citrulin ve argininin meyve kalitesini artırıcı etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu amino asitlerin meyve besin değerini geliştirebileceğini ve hasat sonrası koşullarda meyvenin raf ömrünü uzatabileceğini ortaya koymuştur (Assefa et al., 2020; Hartman et al., 2019). Özellikle citrulin ve arginin düzeylerinde yapılan iyileştirmelerin, tüketici memnuniyetini artırmaya ve piyasa talebini karşılamaya yardımcı olacağı beklenmektedir (Hartman et al., 2019; Song et al., 2020). Dolayısıyla, bu araştırma sonucunda elde edilen verilerin, hasat sonrası işlemlerde optimal bileşen kombinasyonlarının belirlenmesine yönelik önemli bilgiler sunması beklenmektedir.

Bu yüksek lisans tezinin hipotezi, ferulik asit, citrulin ve arginin uygulamalarının, her iki meyve türünün (Satsuma mandarin ve Hayward kivi) taze doğranmış halinin kalitesi üzerinde olumlu bir etki yaratabileceğidir. Uygulamaların, meyvelerin oksidatif stresi azaltma, raf ömrünü uzatma ve toplam fenolik içerik gibi kalite parametrelerini iyileştirme kabiliyetine sahip olacağı öngörülmektedir. Sonuçların, özellikle taze doğranmış ürünlerin kalitesinin artırılmasında önemli katkılar sağlaması ve sağlıklı gıda alternatifleri sunarak, tüketicilerin beklentilerine yanıt vermesi beklenmektedir.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada taze doğranmış Hayvard çeşidi kivi (*Actinidia deliciosa*) ve satsuma mandarini (*Citrus unshiu*) meyveleri kullanılmıştır. Meyveler, yerel piyasalardan temin edilerek, boyut uniformiteleri ve görünür kusurlarının olmaması açısından seçilmiştir. Uygulanan biyokimyasal uygulamalar, ferulik asit, sitrulin ve arginin içermektedir ve detaylı olarak aşağıda belirtilen konsantrasyonlarda kullanılmıştır.

2.2 Yöntem

Örnekler beş farklı uygulama grubuna ayrılmıştır:

1. Arginin
2. Ferulik Asit
3. Ferulik Asit + Sitrulin + Arginin
4. Kontrol (hiçbir uygulama yok)
5. Sitrulin

Bu uygulamalar, önceki araştırmaların (Karthikeyan ve ark., 2021; Zduńska ve ark., 2018) etkinliği vurgulayan bulgularına dayalı olarak belirlenen konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulamalar yapıldıktan sonra, taze doğranmış kiviler 4 °C'de altı gün boyunca depolanmıştır. Depolama süresi boyunca kalite parametrelerindeki değişimleri izlemek için her iki günde bir analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, ferulik asit, arginin ve sitrulin gibi çeşitli bileşenler kullanılarak dört farklı uygulama hazırlanmıştır.

Uygulamaların Hazırlanması:

Ferulik Asit Uygulaması: 8.5 g ferulik asit, 2.2 L distile su ve 0.8 L DMFD (Dimetilformamid) içinde çözünerek bir çözelti hazırlanmıştır. Bu uygulama deneyin 0. gününde uygulanmıştır.

Arginin Uygulaması: 0.522 g arginin, 3 L distile su içinde çözünerek bir çözelti hazırlanmıştır. Bu uygulama, deney tasarımına göre bir kez uygulanmıştır.

Sitrulin Uygulaması: 0.522 g sitrulin, 3 L distile su içinde çözünerek bir çözelti hazırlanmıştır. Argininle benzer şekilde, bu uygulama da bir kez gerçekleştirilmiştir.

Ferulik Asit, Arginin ve Sitrulin Kombinasyonu: 8.5 g ferulik asit, 0.522 g arginin ve 0.522 g sitrulin, 2.2 L distile su ve 0.8 L DMFD içinde çözülerek bir kombinasyon çözeltisi hazırlanmıştır. Bu uygulama da 0.gün yapılmıştır.

2.3 İncelenen Özellikler

2.3.1 Pomolojik Özellikler

2.3.1.1 AĞIRLIK KAYBI (%)

Meyvelerin ağırlık kaybı depolama süresi boyunca düzenli aralıklarla değerlendirilmiştir. Başlangıç ağırlığı 0.01 g duyarlılıktaki bir dijital terazi (Precisa 125 ASCS, İsviçre) kullanılarak kaydedilmiş ve sonraki ağırlıklar altı gün boyunca her iki günde bir ölçülmüştür. Ağırlık kaybı yüzdesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Ağırlık Kaybı (\%)} = 100 \times (\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık}) / (\text{Başlangıç Ağırlığı})$$

2.3.1.2 PH, SUDA ÇÖZÜNEBİLİR KURU MADDE (%) VE TITRE EDİLEBİLİR ASİTLİK (%)

Kivilerden elde edilen meyve suyu pH seviyeleri, kalibre edilmiş bir pH metre (Hanna HI9124, İtalya) kullanılarak ölçülmüştür.

Meyve sularındaki suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM) el refraktometresi (Atago N-20 Brix 0-20 %, Japonya) yardımı ile ölçülmüştür. Toplam çözünebilir kuru madde (%) cinsinden ifade edilmiştir.

Titre edilebilir asitlik (TA), meyve suyu örneklerinin bir standart sodyum hidroksit çözeltisi ile titrasyonu ile belirlenmiş ve sitrik asit yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Bu ölçüm, lezzet profili ve genel meyve kalitesinin değerlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

2.3.2 Renk parametreleri

Renk parametreleri (L^* , a^* , b^* , Kroma, hue) bir renk ölçüm cihazı (NR60CP, 3NH Tech, Çin) kullanılarak ölçülmüş ve mandarin ve kivilerin görsel çekiciliğinin nicel bir değerlendirmesi sağlanmıştır. Parametreler, uygulama öncesinde ve sonraki her örnekleme aralığında analiz edilmiştir; bu süreç, McGuire, (1992) ile Sothornvit ve Rodsamran (2010) tarafından belirlenen yöntemleri takip ederek renk stabilitesinin izlenmesinde tutarlılık sağlanmıştır.

2.3.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavanoidler

CuPRAC (Bakır İyonlarının Azaltıcı Antioksidan Kapasitesi) analizi, antioksidanlar tarafından Cu^{2+} 'ın Cu^{+} 'a indirgenmesiyle oluşan renkli kompleksin absorbansını ölçmektedir. Reaksiyon karışımı, 50 μ L örnek ve 1 mL CUPRAC reaktanı (10 mM $CuSO_4$, 7.5 mM neokuproin ve 1 M NH_4Ac) içermektedir. Karışım $25^\circ C$ 'de 30 dakika inkübe edilmiş ve absorbans 450 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, Trolok standart eğrisi (Apak ve ark., 2004) kullanılarak hesaplanmış ve μ M TE/mL cinsinden ifade edilmiştir.

DPPH radikal temizleme aktivitesi, antioksidanlar tarafından engellenen DPPH radikallerinin absorbans düşüklüğü ile belirlenmiştir. Reaksiyon karışımı, 10 μ L örnek ve 100 μ L 60 μ M DPPH (metanol içinde) içermektedir. Karışım $25^\circ C$ 'de karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiş ve absorbans 517 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, Trolok standart eğrisi (Brand-Williams ve ark., 1995) kullanılarak hesaplanmış ve μ M TE/mL cinsinden ifade edilmiştir.

Bu antioksidan analizleri, çeşitli uygulamaların antioksidan tutma ve artırma üzerindeki etkilerini doğrulayan yerleşik protokollere uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Rey ve ark., 2020).

FRAP (Demir İndirgeme Antioksidan Gücü) analizi, Fe³⁺'ın Fe²⁺'a indirgenmesiyle oluşan mavi kompleksin absorbansını ölçmektedir. Reaksiyon karışımı, 10 µL örnek ve 100 µL FRAP reaktanı (300 mM asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl₃) içermektedir. Karışım 37°C'de 4 dakika inkübe edilmiş ve absorbans 593 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, FeSO₄ standart eğrisi (Benzie & Strain, 1996) kullanılarak hesaplanmış ve µM Fe²⁺/mL cinsinden rapor edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan tüm kimyasallar ve cihazlar, yüksek saflıkta Sigma-Aldrich ve Merck'ten temin edilmiştir. Kimyasallar arasında Folin-Ciocalteu reaktanı, alüminyum klorür ve DPPH bulunmaktadır. Analizlerde bir mikropilaka okuyucu ve spektrofotometre kullanılmıştır.

Toplam fenolik bileşikler, Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde, fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu reaktörü ile oksidasyonu ile oluşan mavi renkli komplekslerin absorbansı ölçülmüştür. Reaksiyon karışımı, 10 µL örnek, 10 µL Folin-Ciocalteu reaktörü ve 100 µL saf su daha sonra üzerine 50 µL %7 Na₂CO₃ içermektedir. Karışım 25°C'de 120 dakika inkübe edilmiştir ve absorbans 760 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, aynı prosedürle oluşturulmuş, 2mM dan seri sulandırılmış Galik asit standart eğrisine dayanarak mM GAE cinsinden ifade edilmiştir. Bu prosedür, meyve kalitesi çalışmalarında yaygın olarak uygulanan yöntemleri takip etmektedir (Singleton ve ark., 1999; Ainsworth & Gillespie, 2007).

Toplam flavonoid içeriği, alüminyum klorür yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemde, flavonoidlerin Al³⁺ ile oluşturduğu komplekslerin absorbans artışı ölçülmüştür. Reaksiyon karışımı, 10 µL örnek ve 100 µL Al³⁺-H₃OOK karışımını (2% Al³⁺ ve 1 M H₃OOK, 8:2 oranında) içermektedir. Karışım 25°C'de 10 dakika inkübe edilmiş ve absorbans 510 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar, Keratin standart eğrisine (Zhi ve ark., 1999) kullanılarak hesaplanmış ve µg QE/mL cinsinden ifade edilmiştir.

2.3.4 İstatistiksel Analiz

Her iki denemede; tesadüf parselleri deneme desenine göre dizayn edilmiş, üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Veriler, uygulamalar arasındaki anlamlı farkları değerlendirmek için ANOVA ve TUKEY testi kullanılarak analiz edilmiştir (p ≤

0.05). Tablolarda verilerin gösterimi uygulamalar, zaman, uygulama * zaman etkileşimi olarak üç bölüm halinde, ortalamalar \pm standart hatalar olarak görselleştirilmiştir. Bu istatistiksel yaklaşım, uygulamaların çeşitli kalite parametreleri üzerindeki etkinliğini belirlemeye olanak tanımaktadır; Win ve Seta (2022) tarafından önerilen metodolojilerle uyumludur.



3.BULGULAR

3.1 Satsuma Mandarin

3.1.1 Pomolojik Analizler

Bu bölümde sunulan bulgular, ferulik asit, sitrulin ve argininin taze doğranmış Satsuma mandarini üzerindeki önemli kalite parametreleri üzerindeki etkisini açıklamaktadır. Ağırlık kaybı, pH, toplam çözünür katı madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik, renk parametreleri ve antioksidan kapasiteleri gibi ayrıntılı analizler aracılığıyla bu çalışma, bu biyokimyasal uygulamaların hasat sonrası kaliteyi artırmadaki etkinliğini vurgulamaktadır. Her bir parametre, uygulanan tekniklerle ilişkilendirilerek incelenmiş, koruma ve kalite artırma mekanizmaları üzerine önemli bilgiler ortaya konmuştur.

Tablo 3.1. Satsuma Mandarin Pomolojik Analizler

Uygulamalar	Ağırlık kaybı (%)	pH	SÇKM (%)	TA (%)
Arginin	0,53±0,10 a	3,17±0,05 a	13,58±0,63 a	1,79±0,17 a
Ferulik	0,39±0,14 ab	3,16±0,04 a	14,33±0,51 a	2,14±0,17 a
Fer+Citr+Arg	0,17±0,05 b	3,17±0,03 a	14,67±0,50 a	2,15±0,13 a
Kontrol	0,53±0,10 a	3,22±0,05 a	14,00±0,56 a	2,14±0,17 a
Sitrulin	0,25±0,07 ab	3,15±0,03 a	14,67±0,47 a	2,06±0,16 a
Zaman (gün)				
0.gün	0,00±0,00 b	3,21±0,00 a	16,67±0,13 a	2,63±0,02 a
2.gün	0,49±0,12 a	3,14±0,05 a	13,33±0,41 b	2,11±0,15 b
4.gün	0,46±0,08 a	3,17±0,05 a	13,40±0,38 b	1,62±0,13 c
6.gün	0,56±0,05 a	3,18±0,03 a	13,60±0,27 b	1,87±0,08 bc
Zaman*Uygmlr				
0.gün	0,00±0,00 f	3,21±0,01 a-d	16,67±0,33 a	2,63±0,04 a
2.gün Arginin	0,81±0,02 a	3,32±0,08 a	11,33±0,33 d	1,45±0,11 e
2.gün Ferulik	0,62±0,51 abc	2,98±0,04 e	13,33±0,88 bc	2,58±0,14 a
2.gün Fer+Citr+Arg	0,14±0,08 ef	3,24±0,09 abc	14,67±0,88 b	2,14±0,39 a-d
2.gün Kontrol	0,73±0,13 ab	3,13±0,14 a-e	13,00±0,58 bcd	2,23±0,43 ab
2.gün Sitrulin	0,17±0,07 def	3,01±0,05 de	14,33±0,67 bc	2,16±0,32 abc
4.gün Arginin	0,56±0,06 a-d	3,04±0,11 cde	13,33±0,88 bc	1,59±0,40 b-e
4.gün Ferulik	0,32±0,05 c-f	3,17±0,11 a-e	13,33±0,88 bc	1,57±0,35 b-e
4.gün Fer+Citr+Arg	0,16±0,06 ef	3,14±0,03 a-e	13,67±0,88 bc	1,98±0,08 a-e
4.gün Kontrol	0,87±0,05 a	3,32±0,18 ab	12,67±0,88 cd	1,50±0,38 cde
4.gün Sitrulin	0,37±0,22 b-f	3,18±0,04 a-e	14,00±1,15 bc	1,47±0,32 de
6.gün Arginin	0,75±0,15 ab	3,11±0,14 a-e	13,00±0,58 bcd	1,50±0,15 cde
6.gün Ferulik	0,64±0,12 abc	3,28±0,03 ab	14,00±0,58 bc	1,80±0,16 b-e
6.gün Fer+Citr+Arg	0,39±0,02 b-f	3,10±0,01 b-e	13,67±0,88 bc	1,87±0,24 b-e
6.gün Kontrol	0,52±0,03 a-e	3,20±0,02 a-d	13,67±0,88 bc	2,21±0,04 ab
6.gün Sitrulin	0,48±0,06 a-e	3,19±0,01 a-e	13,67±0,33 bc	1,96±0,08 a-e
ANOVA F (0,05)				
Uygulamalar	2,70*	0,39ns	0,74ns	0,90ns
Zaman (gün)	11,69***	0,66ns	26,13***	15,29***
Zaman (gün) * Uyg	4,72***	1,44ns	5,12***	3,60***

Tablo 3.1, ferulik asit, sitrulin ve arginin uygulamalarının taze doğranmış Satsuma mandarinlerinin ağırlık kaybı, pH, toplam çözünür katı madde (SÇKM) ve

titrasyona uygun asidite (TA) parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bu bileşiklerin kombinasyonu, %0,17 ile en düşük ağırlık kaybını sağlamış ve bu tür uygulamaların meyvenin iç kalitesini etkili bir şekilde koruduğunu göstermiştir.

pH açısından, uygulama grupları arasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir; kontrol grubunda en yüksek değer 3.22, sitrulin grubunda ise en düşük değer 3.15 olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde, SÇKM değerleri 13.58 ile 14.67 °Brix arasında dalgalanmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir; bu da uygulamalar arasında tutarlı bir tatlılık sağlandığını göstermekte ve tüketici kabulü açısından önem taşımaktadır.

3.1.2 Renk Parametreleri

Tablo 3.2. Satsuma Mandarin Renk Parametreleri

	a *	b *	Chr	hue	L*
Uygulamalar					
Arginin	11,02±0,63 ab	21,83±0,98 a	34,77±5,07 a	52,56±5,62 a	40,75±1,58 a
Ferulik	11,61±0,63 a	21,75±0,96 a	34,53±5,28 a	51,35±5,36 a	41,82±1,28 a
Fer+Citr+Arg	10,30±0,40 ab	20,48±0,82 a	33,63±5,25 a	52,58±5,57 a	42,91±1,63 a
Kontrol	11,09±0,57 ab	21,14±0,81 a	34,58±5,08 a	51,76±5,44 a	41,62±1,43 a
Sitrulin	9,92±0,44 b	19,26±0,96 a	32,41±5,48 a	51,48±5,50 a	43,01±1,25 a
Zaman (gün)					
0.gün	9,24±0,18 c	18,43±0,30 b	63,42±0,10 a	20,62±0,35 b	48,30±0,05 a
2.gün	10,34±0,57 bc	19,66±1,00 b	21,58±1,43 c	61,90±0,96 a	40,68±1,29 b
4.gün	12,09±0,46 a	22,56±0,74 a	25,27±0,88 b	61,86±0,39 a	40,43±0,85 b
6 gün	11,49±0,34 ab	22,92±0,44 a	25,66±0,49 b	63,40±0,60 a	38,68±0,65 b
Zaman*Uygmlr					
0 gün	9,24±0,49 ef	18,43±0,78 ef	63,42±0,27 a	20,62±0,92 c	48,30±0,13 a
2 gün Arginin	10,53±1,09 c-f	20,08±2,44 c-f	22,65±2,64 bcd	62,17±0,56 b	40,51±3,18 b-e
2 gün Ferulik	12,18±1,93 a-d	21,46±2,70 a-e	21,35±6,55 cd	60,70±0,94 b	40,02±2,54 b-e
2 gün Fer+Citr+Arg	9,77±1,18 def	19,79±2,61 def	22,07±2,85 cd	63,65±0,72 ab	44,46±4,23 ab
2 gün Kontrol	10,61±1,22 c-f	20,20±1,03 b-f	22,83±1,47 bcd	62,56±1,56 b	37,38±2,56 cde
2 gün Sitrulin	8,60±0,31 f	16,76±2,76 f	19,00±2,49 d	60,41±4,98 b	41,02±2,08 b-e
4 gün Arginin	13,97±0,74 a	24,47±0,35 ab	26,54±2,24 bc	60,44±0,96 b	36,98±0,62 e
4 gün Ferulik	13,15±0,67 ab	25,29±0,55 a	28,51±0,79 b	62,57±0,70 b	38,95±0,33 cde
4 gün Fer+Citr+Arg	10,83±0,66 b-f	20,61±1,30 b-f	23,29±1,46 bcd	62,25±0,11 b	42,48±1,56 bc
4 gün Kontrol	11,73±1,14 a-d	22,63±2,23 a-e	25,49±2,50 bc	62,58±0,34 b	42,34±1,33 bcd
4 gün Sitrulin	10,77±0,81 b-f	19,78±0,99 def	22,53±1,15 bcd	61,48±1,41 b	41,41±3,06 b-e
6 gün Arginin	10,35±0,68 c-f	24,34±0,83 abc	26,47±1,02 bc	67,02±0,70 a	37,19±1,55 de
6 gün Ferulik	11,87±0,40 a-d	21,83±0,39 a-e	24,85±0,52 bcd	61,51±0,50 b	40,03±1,12 b-e
6 gün Fer+Citr+Arg	11,36±0,18 b-e	23,08±0,28 a-d	25,73±0,25 bc	63,80±0,49 ab	36,41±1,06 e
6 gün Kontrol	12,79±0,75 abc	23,27±0,54 a-d	26,57±0,82 bc	61,27±0,93 b	38,46±0,44 cde
6 gün Sitrulin	11,08±1,06 b-e	22,06±1,91 a-e	24,69±2,19 bcd	63,40±0,23 ab	41,31±1,34 b-e
ANOVA F (0,05)					
Uygulamalar	1,54öd	1,37öd	0,04öd	0,01öd	0,43öd
Zaman (gün)	9,36***	10,51***	508,12***	1119,90***	25,99***
Zaman (gün) * Uyg	3,01**	2,62**	69,46***	179,41***	5,40***

Tablo 3.2, taze doğranmış Satsuma mandarinlerinin renk parametreleri üzerindeki uygulamaları incelemiş ve a* ve b* değerlerinin sırasıyla 8.60 ile 13.97 ve 16.76 ile 25.29 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Kroma (C) ve aydınlık (L)

değerleri ise 19.00 ile 63.42 ve 36.98 ile 48.30 arasında değişim göstermiştir. Ancak, uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir; bu da bu biyokimyasal uygulamaların meyvenin renk stabilitesi üzerindeki etkisinin minimal olduğunu göstermektedir.

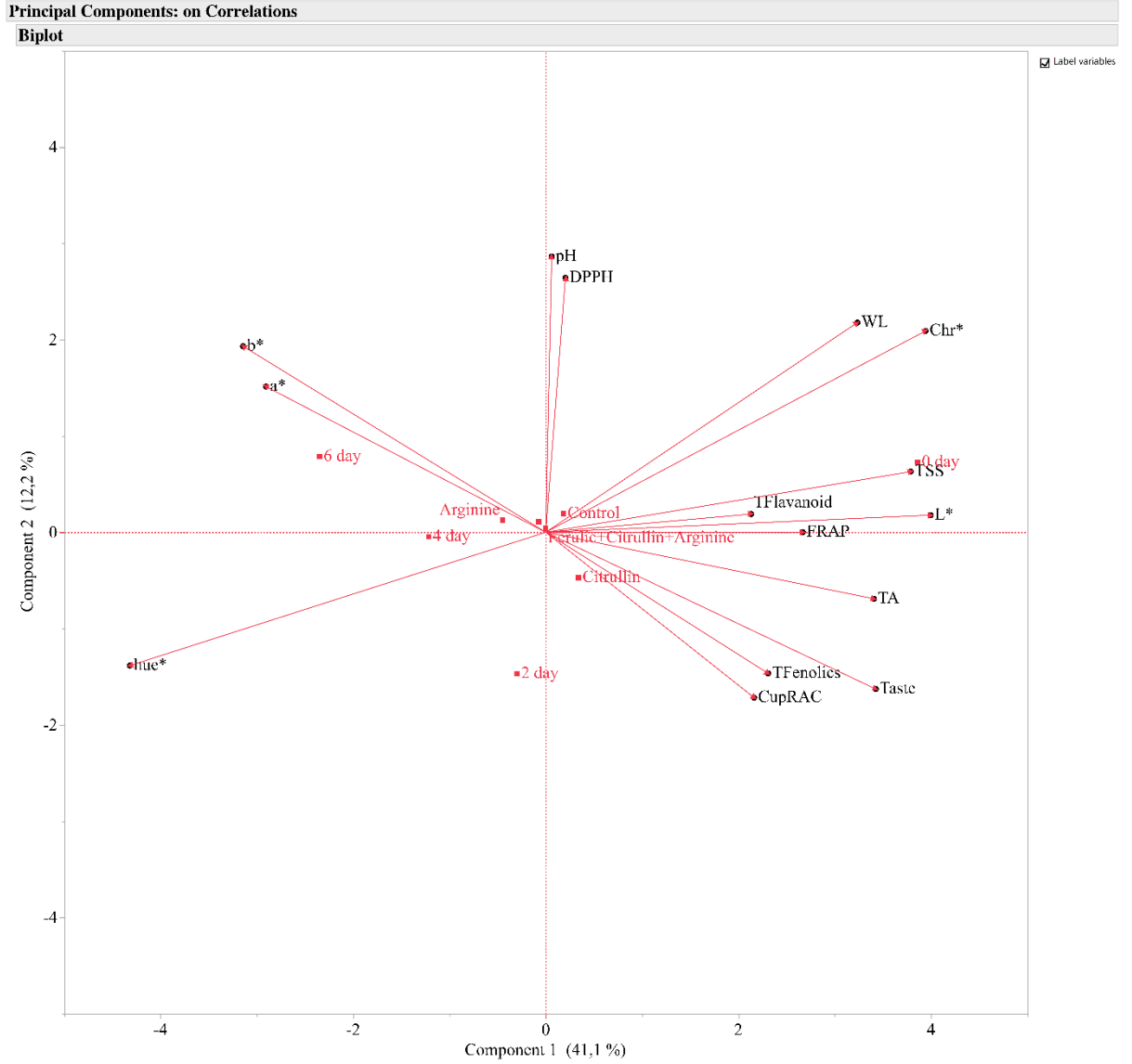
3.1.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler

Tablo 3.3. Satsuma Mandarinini Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler

	CupRAC (mM TE)	DPPH (mM)	FRAP (mM)	T Fenolik (mM GAE)	T Flavonoid (mM QE)
Uygulamalar					
Arginin	1,73±0,30 a	18,26±2,63 ab	-37,51±35,25 a	4,00±1,21 ab	1,80±0,23 a
Ferulik	1,43±0,18 a	17,75±2,67 ab	24,72±85,48 a	4,56±1,27 ab	2,20±0,36 a
Fer+Citr+Arg	1,59±0,25 a	21,89±1,14 ab	-61,88±24,04 a	2,27±1,02 b	2,03±0,27 a
Kontrol	2,17±0,32 a	22,81±0,79 a	-14,54±30,94 a	5,55±0,40 a	2,15±0,38 a
Sitrulin	1,67±0,27 a	16,02±3,15 b	28,82±86,36 a	2,43±0,96 b	2,65±0,55 a
Zaman (gün)					
0.gün	2,13±0,26 a	20,58±1,54 a	158,53±85,11 a	5,57±0,45 a	3,03±0,48 a
2.gün	2,15±0,19 a	16,47±2,88 a	-18,59±25,04 b	5,30±0,43 a	1,50±0,06 b
4.gün	1,89±0,15 a	21,87±1,64 a	-52,15±5,41 b	5,38±0,42 a	2,78±0,25 a
6 gün	0,70±0,13 b	18,47±1,89 a	-136,10±13,58 b	-1,21±0,89 b	1,34±0,07 b
Zaman*Uygmlr					
0 gün	2,67±1,24 abc	23,54±1,98 ab	367,23±285,51 a	7,40±0,41 a	4,28±0,24 a
2 gün Arginin	1,48±0,13 def	18,41±7,14 abc	-55,09±6,09 c	4,90±0,36 c-f	1,45±0,12 c
2 gün Ferulik	1,50±0,21 def	14,74±11,03 abc	-29,64±25,57 c	6,71±0,47 abc	1,40±0,09 c
2 gün Fer+Citr+Arg	2,25±0,28 a-e	21,19±2,51 ab	-56,38±1,14 c	3,86±0,45 ef	1,52±0,04 c
2 gün Kontrol	2,61±0,53 abc	20,46±1,78 abc	73,03±122,79 bc	6,66±1,28 abc	1,37±0,08 c
2 gün Sitrulin	2,91±0,07 a	7,55±6,79 c	-24,89±22,59 c	4,39±0,90 c-f	1,78±0,23 bc
4 gün Arginin	2,82±0,26 ab	15,18±7,29 abc	-29,64±23,31 c	5,99±0,46 a-e	3,09±0,20 ab
4 gün Ferulik	1,86±0,19 b-e	20,17±1,25 abc	-56,38±2,16 c	7,29±0,84 ab	1,96±0,21 bc
4 gün Fer+Citr+Arg	1,26±0,03 efg	25,59±1,06 a	-67,16±2,69 c	4,37±0,62 c-f	3,46±0,20 a
4 gün Kontrol	1,70±0,12 cde	24,57±0,96 ab	-49,48±7,26 c	5,81±0,42 a-e	1,66±0,12 bc
4 gün Sitrulin	1,80±0,18 b-e	23,83±0,96 ab	-58,11±4,67 c	3,43±0,46 f	3,74±0,59 a
6 gün Arginin	0,43±0,01 g	20,75±1,30 abc	-161,64±3,42 c	-2,27±2,02 g	1,21±0,04 c
6 gün Ferulik	0,51±0,04 fg	19,87±1,63 abc	-158,18±4,38 c	-2,30±0,95 g	1,55±0,19 c
6 gün Fer+Citr+Arg	0,44±0,02 g	17,09±0,89 abc	-153,87±13,28 c	-3,43±0,39 g	1,33±0,13 c
6 gün Kontrol	1,68±0,16 cde	22,66±1,02 ab	-37,83±12,01 c	4,70±0,39 c-f	1,31±0,25 c
6 gün Sitrulin	0,44±0,01 g	11,95±9,17 bc	-168,97±1,56 c	-2,74±0,09 g	1,33±0,13 c
ANOVA F (0,05)					
Uygulamalar	1,54ns	1,37ns	0,04ns	0,01ns	0,43ns
Zaman (gün)	9,36***	10,51***	508,12***	1119,90***	25,99***
Zaman (gün) * Uyg	3,01**	2,62**	69,46***	179,41***	5,40***

Tablo 3.3, antioksidan kapasitelerini (CupRAC, DPPH, FRAP) ve fenolik ile flavonoid içeriklerini değerlendirmiştir. Antioksidan kapasiteleri, 0.44 ile 2.91 mM TE (CupRAC), -168.97 ile 367.23 mM (FRAP) ve 7.55 ile 25.59 mM (DPPH) arasında değişim göstermiştir. Fenolik içerik -3.43 ile 7.40 mM GAE arasında, flavonoid içeriği ise 1.21 ile 4.28 mM QE arasında değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında TFlavonoid, FRAP ve CupRAC parametreleri açısından anlamlı bir fark

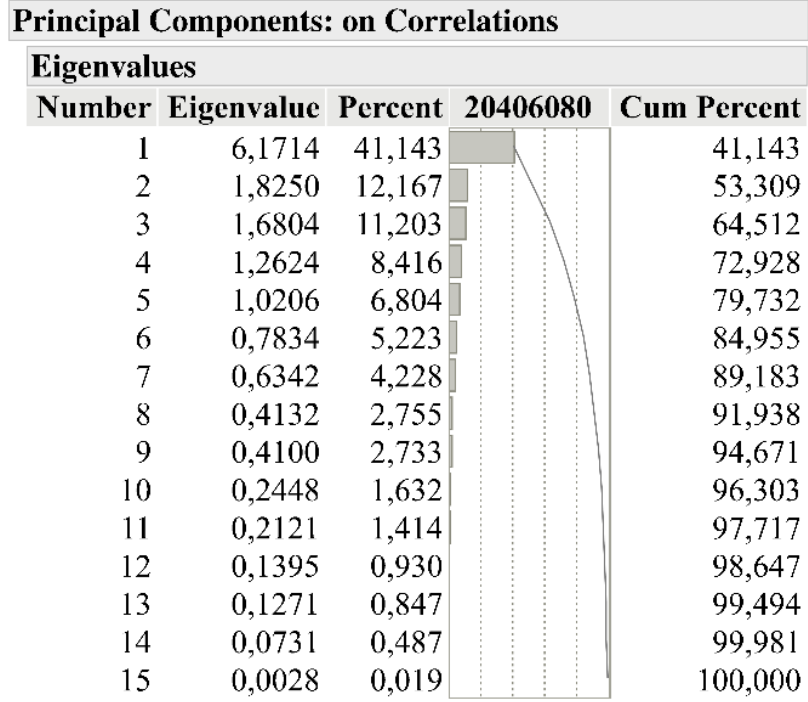
gözlemlenmemiştir; bu da, bu çalışmada test edilen uygulamaların bu testler tarafından tespit edilebilen antioksidan özellikleri önemli ölçüde artırmadığını göstermektedir.



Şekil 3.1. Satsuma Mandarin Parametrelerin PCA Analizi

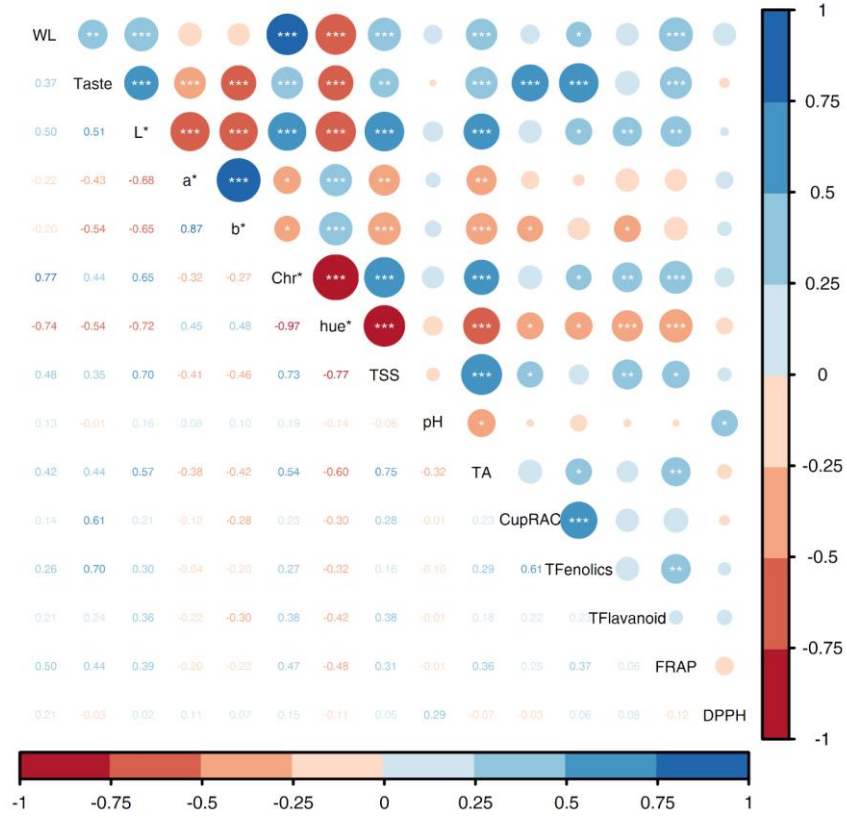
Şekil 3.1, ferulik asit, arginin ve sitrulin uygulamalarının mandalin meyvelerinin çeşitli parametreleri üzerindeki etkilerini net bir şekilde göstermektedir. Ferulik asit, meyvenin antioksidan kapasitesini önemli ölçüde artırarak raf ömrünü uzatmada hayati bir rol oynamaktadır. Ayrıca, arginin ve sitrulin uygulamaları da meyvenin kalitesini iyileştirmeye katkıda bulunmaktadır. Ancak, bu uygulamaların etkilerinin zamanla azaldığı gözlemlenmekte, özellikle 4. ve 6. günlerde önemli miktarda ağırlık kaybı

meydana gelmektedir; bu durum, uygulamaların geçici bir etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.2. Satsuma Mandarin PCA Özdeğer Tablosu

PCA sonuçları, Şekil 3.2’de gösterilen özdeğer tablosu aracılığıyla elde edilmiştir ve üç bileşenin veri setindeki varyansı etkilediğini ortaya koymaktadır. İlk bileşen, toplam varyansın %41.1’ini oluşturarak bu uygulamaların önemli bir etki sağladığını göstermektedir. Bu bileşenler arasındaki ilişkiler, özellikle ferulik asidin tat ve renk ölçümleri ile olan bağlantıları, daha ileri analizler için kritik içgörüler sunmaktadır. Ferulik asit, pH seviyelerini stabilize ederek ve tat ile aroma profillerini iyileştirerek kalitesi olumlu bir şekilde etkilerken, arginin ve sitrulin uygulamaları da meyvenin su içeriğinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Ancak, uzun süreli depolamanın olumsuz etkileri, bu uygulamaların etkinliğini azaltmakta ve dikkatli bir değerlendirmeyi gerektirmektedir.



Şekil 3.3. Satsuma Mandarinini Isı Haritası Korelasyonlar

Şekil 3.3, değişkenler arasındaki ilişkileri detaylı bir şekilde sunan bir ısı haritası analizi sağlamaktadır. SÇKM (Toplam Çözünebilir Katılar) ile pH arasındaki negatif korelasyon, pH'nın meyve olgunlaştıkça azalabileceğini ve bu durumun tat ve aroma profillerini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Ayrıca, Tat ile L* (aydınlık) arasındaki pozitif korelasyon, meyve görünürlüğünün tat algısını önemli ölçüde etkilediğini vurgulamaktadır. Dikkate değer bulgular arasında TA (Toplam Asitlik) ile FRAP arasındaki ilişki yer almakta olup, asit içeriğinin antioksidan kapasiteyi artırabileceğini önermektedir. CupRAC ile TFenolikler arasındaki güçlü pozitif korelasyon, fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Tat ile TFlavonoid arasındaki ilişki, tat profilleri ile flavonoid bileşenleri arasında güçlü bir bağlantı olduğunu göstererek, meyvenin tat kalitesini etkileyen bileşenlerin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu bulgular, ferulik asit, arginin ve sitrulin gibi bileşenlerin mandalin meyvelerinin kalite artışı üzerindeki çok yönlü etkilerini anlamak için bir rehber görevi görmektedir.

3.2 Hayward Kivi

3.2.1 Pomolojik Analizler

Bu bölümde, ferulik asit, sitrulin ve argininin taze doğranmış kivi meyvelerinin kalite parametreleri üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Ağırlık kaybı, pH, toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), asidite, renk özellikleri ve antioksidan kapasite gibi kriterler üzerinden yapılan detaylı analizler, bu biyokimyasal uygulamaların hasat sonrası kaliteyi nasıl iyileştirdiğini göstermektedir. Her bir parametre, uygulanan yöntemlere dayalı olarak incelenmiş ve koruma mekanizmaları hakkında önemli bulgular ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, mevcut literatürle karşılaştırılarak bu bileşenlerin kivi üzerindeki etkileşimleri ve hasat sonrası stratejilerin geliştirilmesi için olası yollar hakkında bilgi sunmaktadır.

Tablo 3.4. Hayward Kivi Pomolojik Analizler

	Ağırlık Kaybı (%)	pH	SÇKM (%)	TA (%)
Uygulamalar				
Arginin	1,01±0,13 ab	3,93±0,05 a	12,17±0,49 a	0,39±0,05 a
Ferulik	1,40±0,33 a	3,83±0,05 a	12,58±0,36 a	0,50±0,05 a
Fer+Citr+Arg	0,83±0,09 b	3,92±0,05 a	12,42±0,40 a	0,44±0,05 a
Kontrol	0,87±0,11 b	3,88±0,07 a	12,00±0,48 a	0,51±0,06 a
Sitrulin	0,87±0,10 b	3,93±0,05 a	12,00±0,51 a	0,43±0,05 a
Zaman (gün)				
0.gün	0,00±0,05 c	4,12±0,00 a	14,33±0,13 a	0,62±0,04 a
2.gün	0,55±0,06 b	3,79±0,04 c	11,20±0,22 c	0,51±0,05 b
4.gün	1,24±0,28 a	3,78±0,04 c	11,87±0,31 b	0,37±0,03 c
6.gün	1,11±0,09 a	3,91±0,04 b	11,53±0,24 bc	0,30±0,01 c
Zaman*Uygmlr				
0 gün	1,08±0,14 bc	4,12±0,01 a	14,33±0,33 a	0,62±0,11 ab
2 gün Arginin	0,61±0,09 bc	3,89±0,12 a-d	10,33±0,33 d	0,39±0,05 de
2 gün Ferulik	0,69±0,05 bc	3,71±0,04 d	12,00±0,58 bc	0,60±0,08 abc
2 gün Fer+Citr+Arg	0,49±0,14 c	3,90±0,10 a-d	11,67±0,33 bcd	0,46±0,12 bcd
2 gün Kontrol	0,49±0,07 c	3,70±0,14 d	10,67±0,33 cd	0,71±0,06 a
2 gün Sitrulin	0,49±0,27 c	3,76±0,03 cd	11,33±0,33 bcd	0,37±0,02 de
4 gün Arginin	1,27±0,44 bc	3,87±0,11 bcd	12,33±0,88 b	0,23±0,02 e
4 gün Ferulik	2,31±1,30 a	3,67±0,02 d	12,33±0,33 b	0,41±0,04 cde
4 gün Fer+Citr+Arg	1,00±0,19 bc	3,79±0,13 bcd	12,00±0,58 bc	0,37±0,06 de
4 gün Kontrol	0,62±0,01 bc	3,74±0,11 cd	10,67±0,33 cd	0,41±0,08 cde
4 gün Sitrulin	1,00±0,13 bc	3,83±0,03 bcd	12,00±1,00 bc	0,44±0,06 bcd
6 gün Arginin	1,09±0,16 bc	3,85±0,05 bcd	11,67±0,33 bcd	0,30±0,02 de
6 gün Ferulik	1,51±0,14 ab	3,84±0,02 bcd	11,67±0,33 bcd	0,35±0,04 de
6 gün Fer+Citr+Arg	0,75±0,09 bc	3,88±0,06 bcd	11,67±0,67 bcd	0,30±0,02 de
6 gün Kontrol	1,29±0,10 bc	3,97±0,16 abc	12,33±0,33 b	0,28±0,04 de
6 gün Sitrulin	0,90±0,10 bc	4,01±0,10 ab	10,33±0,33 d	0,28±0,00 de
ANOVA F_(0,05)				
Uygulamalar	3,41***	3,54***	8,43***	4,29***
Zaman (gün)	1,01±0,13 ab	3,93±0,05 a	12,17±0,49 a	0,39±0,05 a
Zaman (gün) * Uyg	1,40±0,33 a	3,83±0,05 a	12,58±0,36 a	0,50±0,05 a

Ağırlık kaybı yüzdesi, Ferulik+Citrullin+Arginin uygulamasında %0,83±0,09 olarak belirlenmiş ve bu değer kontrol grubuna (0,91±0,11) kıyasla anlamlı derecede

düşük bulunmuştur (Tablo 3.4). Ağırlık kaybının en yüksek değeri, Ferulik uygulamasında $1,40 \pm 0,33$ olarak gözlemlenmiştir. Uygulama etkisi, Ferulik+Citrullin+Arginin'nin meyve su kaybını azaltma konusundaki etkinliğini göstermektedir. Zamanla ağırlık kaybı değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir; bu tüm zaman dilimlerinde benzer ağırlık kaybı oranlarının sürdüğünü göstermektedir. Uygulama ve zaman etkileşimi, başta Ferulik+Citrullin+Arginin olmak üzere tüm uygulamaların meyvenin raf ömrünü uzatma potansiyelini vurgulamaktadır. Minimum değer $0,83$, maksimum değer $1,40$ olarak belirlenmiştir. Ağırlık kaybının kontrol altında tutulması, taze kivi meyvesinin besin değeri açısından önemlidir. Bu durum, yukarıda belirtilen tazeliği koruyarak, meyvenin tüketim aşamasında daha uzun süre kaliteli kalmasını sağlamaktadır.

pH değerleri uygulama grupları arasında anlamlı farklılık göstermemiştir; Ferulik uygulaması en düşük pH değerini ($3,83$), Ferulik+Citrullin+Arginin uygulaması ise en yüksek pH değerini ($3,92$) sunmuştur (Tablo 3.4). Zamanla pH değerleri arasında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir; tüm zaman dilimlerinde pH'nın stabil kaldığı belirtilmiştir. Uygulama ve zaman etkileşimi, pH üzerinde belirgin bir etki göstermemekte ve bu durum, uygulamaların pH üzerinde net bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır. Minimum değer $3,83$, maksimum değer $3,93$ olarak belirlenmiştir. Düşük pH seviyeleri, meyvenin asidik tadını korumakta, bu da tat dengeleyici bir faktör oluşturmaktadır. Stabil pH, meyvenin lezzetini ve yapısını koruyarak, tüketici memnuniyetini artırabilecek bir özelliktir.

SÇKM değerleri, tüm gruplarda $12,17$ ile $12,58$ arasında değişmiş ve uygulama grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 3.4). Zamanla değişim gözlemlenmemiştir; tüm zaman dilimlerinde benzer SÇKM değerlerinin korunduğu görülmektedir. Uygulama ve zaman arasındaki etkileşim, SÇKM üzerinde belirgin bir değişim yaratmamış ve bu değerler stabil kalmıştır. Minimum değer $12,17$, maksimum değer $12,58$ olarak belirlenmiştir. SÇKM'nin stabil kalması, meyvelerin tatlılık düzeyinin korunmasına yardımcı olarak, tüketici memnuniyetini artırmaktadır. Şeker içeriğinin yüksek olması, meyvenin enerji kaynağı olmasını desteklerken, diyet veya sağlık hedefleri üzerinde de olumlu etkiler sağlayabilir.

TA değerleri $0,39$ ile $0,50$ arasında değişmiş ve anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (Tablo 3.4). Zamanla da stabil kalmış; değerlerde anlamlı bir değişim belirlenmemiştir. Uygulama ve zaman arasındaki etkileşimin asitlik üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Minimum değer $0,39$, maksimum değer

0,50 olarak belirlenmiştir. Stabil asitlik oranları, kiviinin tat dengesini koruyarak, sağlıklı bir diyetin sıklıkla önerilen unsurlarından biri olan meyve tüketiminde önemli bir rol oynamaktadır.

3.2.2 Renk Parametreleri

Tablo 3.5. Hayward Kivi Renk Parametreleri

	a*	b*	Chr	hue	L*
Uygulamalar					
Arginin	2,50±0,46 a	19,33±0,65 a	35,15±8,23 a	66,86±8,26 a	37,04±1,26 a
Ferulik	3,07±0,46 a	18,70±0,89 ab	34,62±8,34 a	64,59±7,91 a	37,37±1,14 a
Fer+Citr+Arg	2,60±0,39 a	16,81±0,91 ab	32,66±8,67 a	65,39±7,98 a	34,57±1,67 a
Kontrol	2,71±0,60 a	16,54±1,26 b	32,45±8,76 a	65,03±7,99 a	34,58±1,77 a
Sitrulin	2,30±0,32 a	17,29±1,09 ab	33,07±8,63 a	66,44±8,14 a	36,04±1,87 a
Zaman (gün)					
0.gün	2,52±0,52 ab	19,48±0,54 a	82,06±1,56 a	19,87±0,61 b	41,47±0,90 a
2.gün	3,20±0,47 a	18,17±0,98 a	18,54±0,98 b	79,87±1,44 a	36,72±0,91 b
4.gün	2,94±0,22 ab	17,72±1,01 ab	18,03±0,99 b	80,18±0,92 a	34,45±1,22 b
6 gün	1,88±0,23 b	15,57±0,73 b	15,73±0,72 b	82,73±0,97 a	31,04±0,96 c
Zaman*Uygulmlr					
0 gün	2,52±1,38 abc	19,48±1,42 ab	82,06±4,13 a	19,87±1,60 e	41,47±2,38 a
2 gün Arginin	2,64±1,34 abc	19,35±1,54 ab	19,66±1,31 bcd	81,71±4,73 abc	38,10±1,36 abc
2 gün Ferulik	4,27±0,60 ab	16,38±1,23 a-d	16,97±1,07 bcd	75,10±2,79 d	35,84±0,71 a-d
2 gün Fer+Citr+Arg	2,27±0,76 abc	17,35±1,59 abc	17,52±1,64 bcd	82,81±2,21 abc	35,52±1,78 b-e
2 gün Kontrol	4,51±1,59 a	19,59±3,58 ab	20,23±3,67 bc	77,19±3,44 cd	38,22±1,85 abc
2 gün Sitrulin	2,30±0,21 abc	18,19±3,29 ab	18,34±3,29 bcd	82,56±0,82 abc	35,93±4,06 a-d
4 gün Arginin	3,11±0,61 abc	20,98±0,30 a	21,25±0,30 b	81,53±1,59 abc	36,31±0,97 a-d
4 gün Ferulik	3,44±0,40 abc	19,66±3,16 ab	20,02±3,04 bc	79,44±2,57 bcd	35,74±2,72 a-e
4 gün Fer+Citr+Arg	3,18±0,80 abc	17,56±1,36 abc	17,95±1,21 bcd	79,69±2,96 bcd	32,45±3,11 c-f
4 gün Kontrol	2,82±0,27 abc	12,20±0,36 d	12,52±0,41 d	77,05±0,88 cd	28,69±0,99 f
4 gün Sitrulin	2,15±0,11 abc	18,19±1,05 ab	18,40±1,10 bcd	83,19±0,25 abc	39,03±1,14 ab
6 gün Arginin	1,74±0,27 bc	17,52±1,34 abc	17,63±1,36 bcd	84,34±0,71 ab	32,27±2,06 def
6 gün Ferulik	2,05±0,84 abc	19,26±0,41 ab	19,44±0,43 bcd	83,94±2,42 ab	36,43±1,86 a-d
6 gün Fer+Citr+Arg	2,44±0,14 abc	12,87±0,26 cd	13,11±0,28 cd	79,20±0,52 bcd	28,82±0,09 f
6 gün Kontrol	0,99±0,47 c	14,91±0,57 bcd	14,97±0,54 bcd	86,01±2,00 a	29,94±0,63 ef
6 gün Sitrulin	2,21±0,43 abc	13,29±0,96 cd	13,50±0,89 cd	80,15±2,31 a-d	27,75±0,53 f
ANOVA F (0,05)					
Uygulamalar	0,40öd	1,54öd	0,02öd	0,01öd	0,71öd
Zaman (gün)	2,20öd	3,77*	852,22***	886,95***	18,93***
Zaman (gün) * Uyg	0,73öd	2,28*	127,07***	156,18***	5,16***

Kırmızılık değeri (a*), Arginin uygulamasında en yüksek değer olan 2,50±0,46 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.5). Diğer uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Renk parametrelerinde zamanla değişim gözlemlenmemiştir; stabil bir görünüm korunmuştur. Uygulama ve zaman etkileşimi, a* değerinin stabil olduğunu göstermektedir. Minimum değer 2,50, maksimum değer 3,07 olarak belirlenmiştir. Kırmızılık değeri, meyvenin tazelik hissini etkileyen bir faktördür. Bunun yanı sıra, meyvenin görünüm açısından cazibesini artırmakta ve tüketici tercihlerini olumlu yönde etkileyebilmektedir.

L değeri 34,57 ile 37,37 arasında değişmiş ve en yüksek değer Ferulik+Citrullin+Arginin grubunda ($37,37 \pm 1,14$) gözlemlenmiştir (Tablo 3.5). Zaman içinde L değeri açısından da değişim gözlenmemiştir; stabil kalmıştır. Uygulama ve zaman etkileşimi anlamında belirgin bir etki gözlemlenmemiştir; L değeri sabit bir yapıda korunmuştur. Minimum değer 34,57, maksimum değer 37,37 olarak belirlenmiştir. Yüksek parlaklık değeri, meyvenin kalitesini ve tazeliğini vurgulamakta, tüketici algısını olumlu yönde etkilemektedir. Parlaklık, genellikle meyvenin lezzetiyle ilişkili kabul edilmekte ve sağlıklı beslenmeye yönelik tercihler üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmaktadır.

3.2.3 Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler

Tablo 3.6. Hayward Kivi Antioksidant Kapasite, Toplam Fenolik ve Flavonoidler

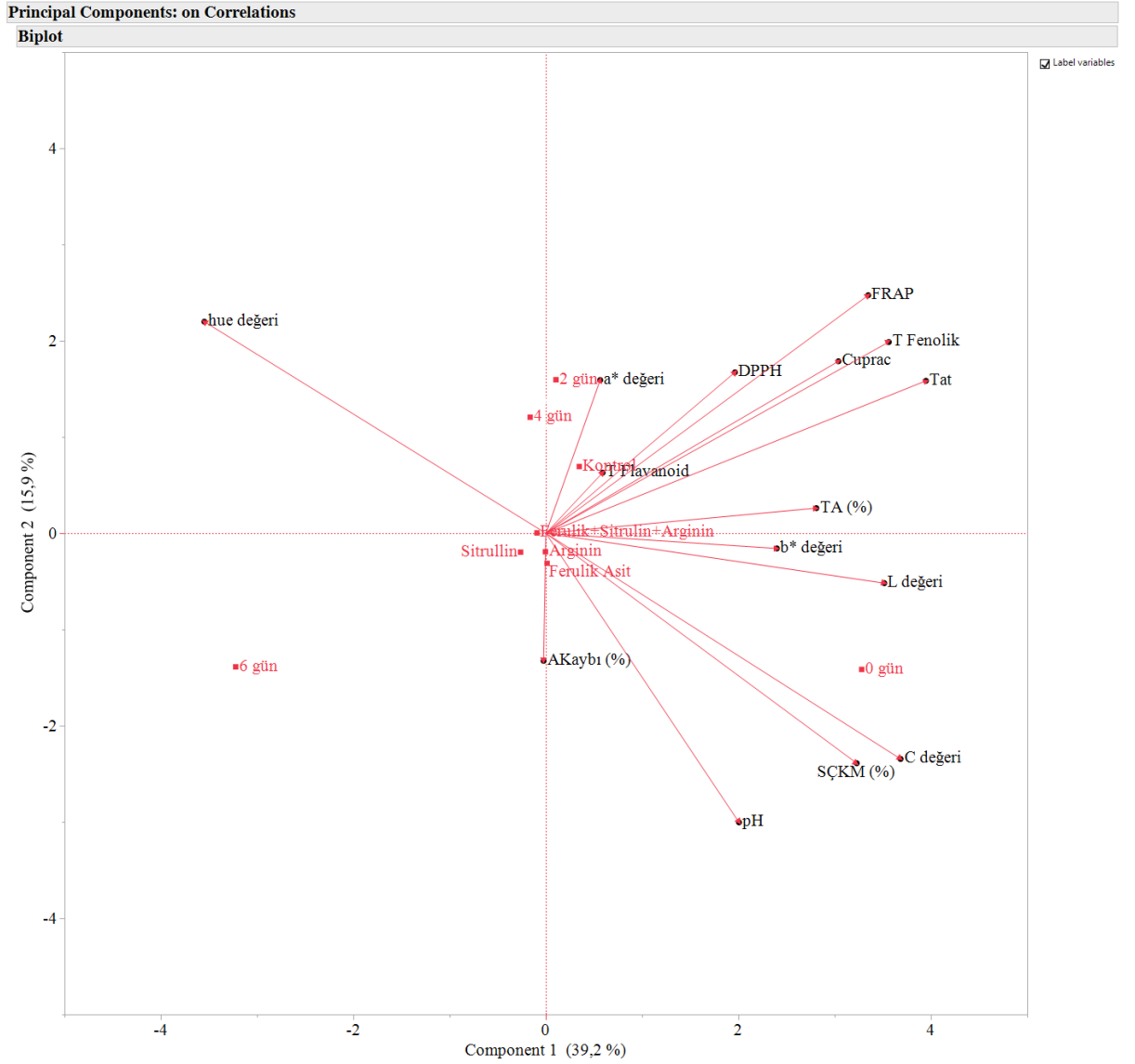
Uygulamalar	CupRAC (mM TE)	DPPH (mM)	FRAP (mM)	T Fenolik (mM GAE)	T Flavanoid (mM QE)
Arginin	1,89 ± 0,26 a	21,49 ± 0,91 a	-35,35 ± 19,75 ab	1,59 ± 1,11 a	1,48 ± 0,10 a
Ferulik	2,32 ± 0,20 a	10,38 ± 4,01 c	-45,60 ± 20,11 b	1,21 ± 1,03 a	1,48 ± 0,10 a
Fer+Citr+Arg	2,27 ± 0,35 a	21,67 ± 1,82 a	-35,46 ± 21,60 ab	1,84 ± 1,00 a	1,32 ± 0,04 a
Kontrol	2,67 ± 0,11 a	19,89 ± 3,27 ab	7,25 ± 3,13 a	3,39 ± 0,28 a	1,58 ± 0,18 a
Sitrulin	2,38 ± 0,43 a	12,21 ± 4,02 bc	-39,23 ± 21,08 ab	1,06 ± 1,01 a	1,62 ± 0,18 a
Zaman (gün)					
0.gün	2,78 ± 0,17 a	19,93 ± 1,91 a	1,68 ± 4,60 a	3,87 ± 0,26 a	1,55 ± 0,16 ab
2.gün	2,53 ± 0,10 a	22,98 ± 1,45 a	3,84 ± 2,95 a	3,06 ± 0,29 a	1,52 ± 0,07 ab
4.gün	2,83 ± 0,26 a	17,22 ± 2,55 a	0,04 ± 4,96 a	3,10 ± 0,42 a	1,63 ± 0,14 a
6.gün	1,09 ± 0,19 b	8,37 ± 3,94 b	-124,28 ± 16,50 b	-2,76 ± 0,78 b	1,28 ± 0,05 b
Zaman*Uygulmlr					
0.gün	2,66 ± 0,24 b	20,17 ± 2,19 ab	-7,64 ± 19,92 ab	4,72 ± 0,73 a	1,10 ± 0,08 b
2.gün Arginin	2,12 ± 0,20 bc	23,98 ± 1,02 ab	3,15 ± 8,72 ab	3,08 ± 0,35 ab	1,55 ± 0,27 ab
2.gün Ferulik	2,55 ± 0,13 b	17,53 ± 6,63 ab	-6,77 ± 5,61 ab	3,05 ± 0,79 ab	1,46 ± 0,25 ab
2.gün Fer+Citr+Arg	2,80 ± 0,19 b	26,03 ± 0,82 a	2,72 ± 7,47 ab	2,73 ± 0,29 ab	1,33 ± 0,04 b
2.gün Kontrol	2,88 ± 0,21 b	25,59 ± 0,82 ab	9,62 ± 4,86 a	3,89 ± 0,16 ab	1,55 ± 0,04 ab
2.gün Sitrulin	2,31 ± 0,16 bc	21,78 ± 1,83 ab	10,48 ± 4,54 a	2,56 ± 1,25 b	1,70 ± 0,09 ab
4.gün Arginin	2,30 ± 0,19 bc	21,78 ± 2,42 ab	7,89 ± 2,99 a	2,97 ± 1,26 ab	1,81 ± 0,14 ab
4.gün Ferulik	2,57 ± 0,09 b	14,08 ± 1,65 ab	-17,99 ± 18,12 b	2,22 ± 0,44 b	1,40 ± 0,15 ab
4.gün Fer+Citr+Arg	2,63 ± 0,39 b	21,63 ± 1,53 ab	2,29 ± 14,30 ab	3,89 ± 1,52 ab	1,43 ± 0,07 ab
4.gün Kontrol	2,66 ± 0,03 b	11,66 ± 12,98 b	7,89 ± 9,33 a	3,29 ± 1,00 ab	2,09 ± 0,66 a
4.gün Sitrulin	3,99 ± 1,11 a	16,94 ± 2,79 ab	0,13 ± 2,24 ab	3,16 ± 0,57 ab	1,43 ± 0,12 ab
6.gün Arginin	0,50 ± 0,03 d	20,02 ± 1,16 ab	-144,81 ± 7,13 c	-4,41 ± 0,08 c	1,48 ± 0,08 ab
6.gün Ferulik	1,32 ± 0,33 cd	-6,60 ± 6,73 c	-157,75 ± 5,84 c	-4,44 ± 0,13 c	1,33 ± 0,04 b
6.gün Fer+Citr+Arg	0,54 ± 0,11 d	16,06 ± 5,50 ab	-157,32 ± 1,56 c	-3,27 ± 1,24 c	1,27 ± 0,16 b
6.gün Kontrol	2,24 ± 0,13 bc	20,24 ± 3,43 ab	-2,03 ± 4,97 ab	2,75 ± 0,22 ab	1,08 ± 0,07 b
6.gün Sitrulin	0,87 ± 0,17 d	-7,85 ± 6,55 c	-159,48 ± 3,53 c	-4,43 ± 0,13 c	1,25 ± 0,08 b
ANOVA F (0,05)					
Uygulamalar	0,92öd	3,11*	1,29öd	0,98öd	0,78öd
Zaman (gün)	19,26***	5,70**	48,71***	40,76***	1,71öd
Zaman (gün) * Uyg	6,00***	3,44***	55,58***	17,75***	1,23öd

CuPRAC değerleri Ferulik uygulamasında $2,32 \pm 0,20$ mM TE ve Arginin uygulamasında $1,89 \pm 0,26$ mM TE olarak gözlemlenmiştir (Tablo 3.6). Ferulik uygulamasının antioksidan kapasitedeki etkinliği belirgin bir şekilde ortaya

çıkmaktadır. Zamanla CUPRAC değeri genel olarak azalma eğilimi göstermiştir. Uygulama ve zaman etkileşimi, özellikle Ferulik uygulamasında belirgin bir antioksidan azalma etkisi göstermektedir. Minimum değer 1,89, maksimum değer 2,32 olarak belirlenmiştir. Yüksek antioksidan bileşenler, vücutta serbest radikallere karşı mücadelede önemli rol oynayarak, hücrel sağlığın korunmasına katkıda bulunur. Bu durum, sağlıklı bir diyet için kivi meyvesinin önemini artırmaktadır ve tüketim önerilerini destekleyebilir.

DPPH değerleri, 10,38 ile 21,67 arasında değişmekte olup, antioksidan kapasite üzerinde önemli görevleri olduğu gösterilmiştir (Tablo 3.6). Düşük DPPH değerleri Ferulik uygulamasında gözlemlenmiştir, bu da meyvenin özellikle antioksidan aktivitesinin düştüğünü göstermektedir. Zamanla genel olarak azalma gözlenmiştir. Uygulama ve zaman etkileşimi, bu antioksidan performansında belirgin azalmalarla birlikte görülmüştür. Minimum değer 10,38, maksimum değer 21,67 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kivi meyvesinin antioksidan içeriklerinin zamanla azalabileceğini gösterirken, antioksidanların sağlıklı bir diyetin temel bileşenlerinden olduğu dikkate alındığında, optimal tüketim zamanının önemini vurgulamaktadır.

Toplam fenolik içerikler, 1,21 ile 1,84 mM GAE arasında ölçülmüş ve flavonoid içerikler 1,32 ile 1,48 mM GAE olarak belirlenmiştir (Tablo 3.6). Uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ve zamanla bu değerlerde değişim kaydedilmemiştir. Uygulama ve zaman etkileşimi açısından belirgin bir etki görülmemiştir. Minimum değer 1,21 mM GAE, maksimum değer 1,84 mM GAE olarak belirlenmiştir. Fenolik bileşikler yüksek meyveler, farklı sağlık yararlarını destekleyip, antioksidan ve iltihap önleyici özelliklere sahip olabilir. Bu yüzden, fenolik ve flavonoid içeriği yüksek meyveler, sağlıklı bir diyet için önerilmektedir.



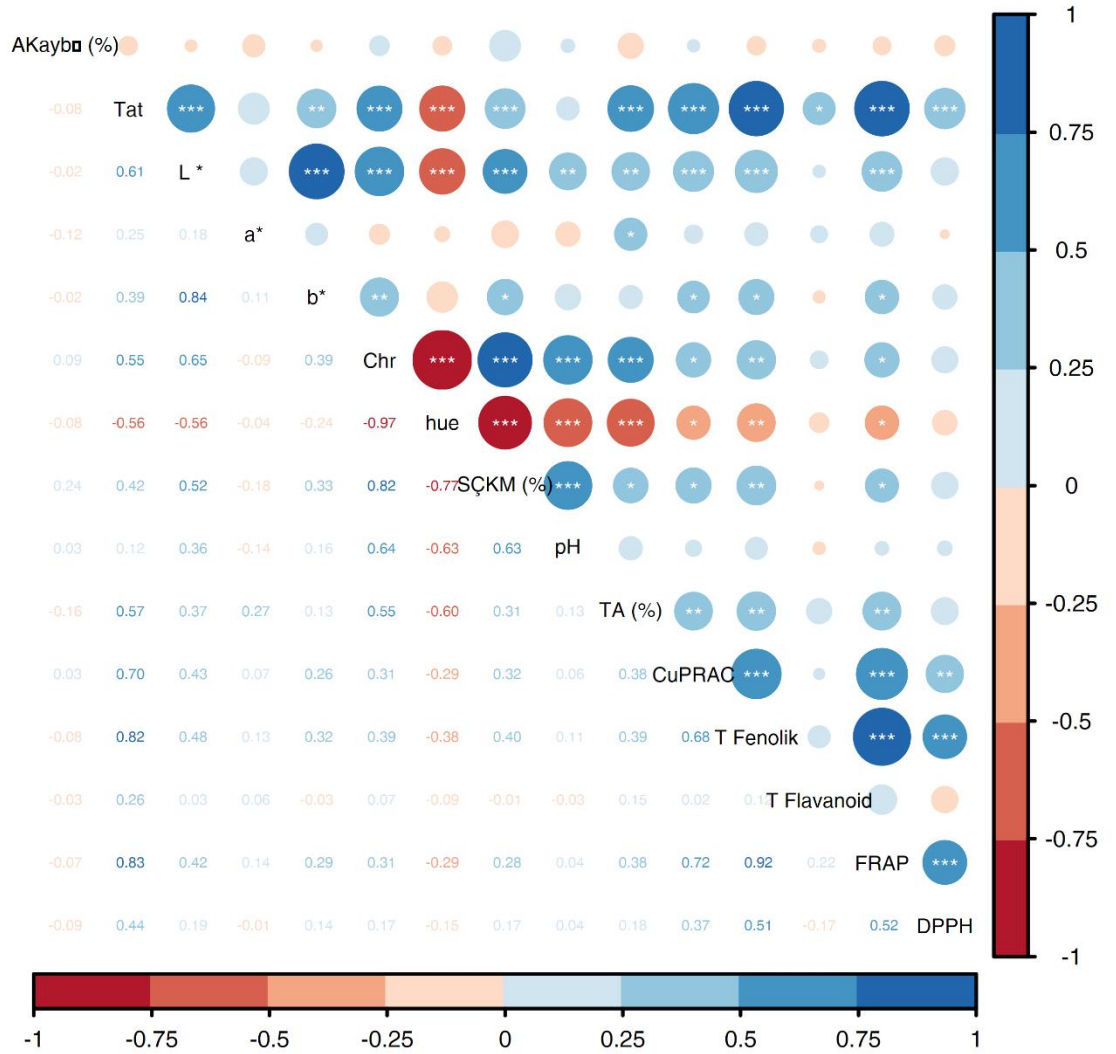
Şekil 3.4. Hayward Kivi Parametrelerin PCA Analizi

PCA analizi sonuçları, taze doğranmış kivi üzerindeki parametreler arasındaki ilişkileri anlamak için önemli veriler sunmaktadır. İlk grafikte görülen PCA biplot, bileşenler arası ilişkilerin net bir görselleştirmesini sağlamaktadır. Özellikle, Ferulik Asit, Sitrulin ve Arginin bileşenleri, birbiriyle güçlü bir ilişki sergilemektedir. Bu parametrelerin bir arada yer alması, taze kivi kalitesinin artırılması açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Diğer yandan, grafikte görülen bazı parametreler, özellikle FRAP, DPPH ve T Fenolik, negatif korelasyona sahip olup, bu durum bu bileşenlerin birbirleriyle ters yönde etkileşimde bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, kivi meyvesinin postharvest kalitesinin artırılması için optimize edilebilecek bileşenlerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Principal Components: on Correlations				
Eigenvalues				
Number	Eigenvalue	Percent	20406080	Cum Percent
1	5,8863	39,242		39,242
2	2,3914	15,943		55,185
3	1,3704	9,136		64,321
4	1,2689	8,460		72,781
5	1,0625	7,083		79,864
6	0,9026	6,017		85,881
7	0,6013	4,008		89,889
8	0,5328	3,552		93,442
9	0,3181	2,120		95,562
10	0,2369	1,579		97,141
11	0,1977	1,318		98,459
12	0,0886	0,590		99,050
13	0,0844	0,563		99,613
14	0,0579	0,386		99,998
15	0,0002	0,002		100,000

Şekil 3.5. Hayward Kivi PCA Özdeğer Tablosu

Şekildeki (Şekil 3.5) özdeğer tablosunda, ilk iki bileşenin (39,24% ve 15,94%) toplam varyansın %55,18'ini açıkladığı görülmektedir. Bu durum, analizin büyük bir kısmının bu iki bileşene dayandığını göstermektedir ve sıralama açısından ilk dört bileşenin toplam varyansı %72,78'e ulaşmaktadır. PCA'nın bu yapısı, düşük özdeğer değerlerine sahip diğer bileşenlerin, modelin genel yapısına daha az katkıda bulunduğunu da ortaya koymaktadır. Analiz, böylece Ferulik Asit, Sitrulin ve Arginin'in birbirleriyle olan ilişkisini vurgularken, aralarındaki karşılıklı etkileşimlerin kivi mikronürien profiline katkı sağladığına işaret etmektedir ve bu bileşenlerin birlikte kullanımının postharvest kalitesi üzerinde olumlu bir etki oluşturabileceği sonucuna vardmaktadır.



Şekil 3.6. Hayward Kivi Isı Haritası Korelasyonlar

Şekil 3.6’da gösterilen ısı haritası analizi, taze doğranmış kivi üzerindeki parametreler arasındaki ilişkileri açıkça ortaya koymaktadır. T (Tat) ile L* (Parlaklık) arasındaki korelasyon 0.61 olarak belirlenmiştir. Bu durum, daha parlak bir kiviğin tat açısından daha olumlu bir değerlendirme aldığı göstermektedir. pH ile titre edilebilir asit (TA) arasındaki negatif korelasyon -0.63’tür. Bu ilişki, asidik meyvelerin pH değerinin düşük olduğunu ve asitlik arttıkça pH değerinin düştüğünü göstermektedir. CuPRAC ile T fenolik arasındaki pozitif korelasyon 0.68 olarak belirlenmiştir. Bu, toplamdaki fenolik bileşenlerin CuPRAC ile olan ilişkisini vurgular ve kivi meyvesinin antioksidan kapasitesinin güçlendirilmesinde fenolik bileşenlerin önemli bir rol

oynadığını işaret eder. Son olarak, DPPH ile FRAP arasındaki pozitif korelasyon 0.52 olarak ölçülmüştür. Bu durum, her iki yöntemin de taze doğranmış kivi için antioksidan kapasitesini değerlendirirken benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu bulgular, parametreler arasındaki güçlü ve anlamlı ilişkilerin kivi meyvesinin kalite ve besin değerinin artırılması açısından kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır.



4.TARTIŞMA

4.1 Satsuma Mandarin

Kontrol ve yalnızca arginin uygulanan gruplar, %0,53 ile maksimum ağırlık kaybı sergilemiş ve bu biyokimyasal uygulamaların sağladığı su kaybını azaltma özelliklerini vurgulamıştır. Bu sonuç, Gomes ve ark. (2020) , hasat sonrası uygulamalar yapılmayan narenciye çeşitlerinde ağırlık kaybının daha yüksek olduğunu belirten bulgularla uyumludur ve ağırlık kaybını azaltmada bu uygulamaların etkinliğini doğrulamaktadır.

Renk stabilitesinde önemli bir farkın olmaması, bu uygulamaların renk koruma üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, Sothornvit ve Rodsamran'ın (2010) bulgularıyla örtüşmektedir; bu çalışmalar, yenilebilir kaplamaların meyve kalitesini önemli renk değişiklikleri olmadan koruduğunu belirtmiştir.

Antioksidan kapasiteleri ile ilgili bulgular, ferulik asit, sitrulin ve arginin uygulamalarının antioksidan özelliklerde önemli artışlar sağlamada yetersiz kaldığını, farklı uygulamalar arasındaki antioksidan kapasitenin değişkenliğini gösteren mevcut literatürü doğrulamaktadır. Sitruline bağlı olarak gözlemlenen antioksidan kapasitesindeki önemli azalma, fenolik bileşikler ile antioksidan etkinliği arasındaki kurulan bağlantı göz önüne alındığında endişeleri artırmaktadır (Ghasemzadeh & Ghasemzadeh, 2011)

Ayrıca, uygulamalar arasında flavonoid içeriğinde anlamlı bir artış gözlemlenememesi, kullanılan uygulamalardan kaynaklanan flavonoid biosentezinde olası bir doygunluk noktasının aşılmadığını göstermektedir. Literatür, flavonoidlerin belirli uygulamalarla sıklıkla artırılabilse de, biosentezleri için optimal koşullar veya konsantrasyonlar gerektirebileceğini önermektedir (Baston et al., 2018).

4.2 Hayward Kivi

Zaman içerisinde ağırlık kaybı oranlarındaki istikrarlı seyir, meyvenin tazeliğinin korunmasına katkı sağladığını işaret etmektedir. Araştırma süresince benzer ağırlık kaybı oranları, bu tür uygulamaların etkinliğini destekleyen veriler sunmaktadır. Goffi ve diğerleri (2019), meyve kalitesinin uzun süre muhafaza edilmesinin önemine vurgu yapmış ve bu bağlamda hasat sonrası işlemlerinin üzerindeki rolü incelemiştir. Sonuçlar, uygulamaların meyve kalitesini artırarak tüketim aşamasında daha uzun süre kaliteli kalmasına olanak sağladığını göstermektedir (Goffi et al., 2019)

Kivinin titre edilebilir asitlik (TA) değerleri 0,39 ile 0,50 arasında değişirken, uygulama ve zaman etkilerinin asitlik üzerinde kayda değer bir değişimi tespit edilmiştir. Bu bulgular, kivinin asitlik profiline ve dolayısıyla tat dengesine yaptığı katkıyı vurgulamaktadır. Stabil asidite oranlarının, meyvenin kalitesini koruyarak sağlıklı bir diyetin önemli bir parçası olan meyve tüketiminde rol oynadığı belirtilmiştir. Literatürde, kivinin hasat öncesi uygulamaları ve depolama koşullarının asidite dahil birçok kalite özelliği üzerinde etkili olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Sotiropoulos ve çalışma arkadaşları, hasat öncesi kalsiyum uygulamalarının kivinin genel kalitesi üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğunu raporlamışlardır (Sotiropoulos et al., 2023).

Kırmızılık değerinin (a) her bir uygulama grubunda stabil bir yapıda korunduğu ve en yüksek değer arginin uygulamasında elde edildiği gözlemlenmiştir. Özellikle, arginin uygulaması sonucunda a değeri $2,50 \pm 0,46$ olarak belirlenmiş, bu da meyvenin tazelik hissi üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Ancak, argininin meyvenin renk özellikleri üzerinde etkisi ile ilgili doğrudan ve yeterli bir kanıt mevcut değildir. Dolayısıyla, argininin etkileri üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (El-Hattab et al., 2016). Yüksek kırmızılık değeri, meyvenin genel görünümünü iyileştirerek tüketici tercihlerini olumlu yönde etkileyebilir, çünkü kırmızı renklilik çoğunlukla meyvenin olgunluğu ve lezzeti ile ilişkilidir (Agarwal et al., 2017).

Ferulik asidin kivi üzerinde uygulamaları sırasında gözlemlenen CuPRAC değerleri, antioksidan kapasitenin ferulik uygulaması ile $2,32 \pm 0,20$ μM Trolox/mL

seviyelerine yükseldiğini gösterirken, arginin uygulaması $1,89 \pm 0,26 \mu\text{M}$ Trolox/mL seviyesinde kalmıştır. Ferulik asidin vücut üzerindeki antioksidan etkinliği, zaman içerisinde belirgin bir azalma eğilimi göstermiştir. Araştırmalar, yüksek antioksidan bileşiklerin serbest radikallere karşı savaşıma potansiyelinin hücrel sağlığın korunmasında önemli bir rol oynadığını desteklemektedir (Haminiuk et al., 2012; , (Liu et al., 2022). Özellikle, ferulik asidin güçlü bir antioksidan olarak meyve sağlığını artırmakta olduğu ve bu nedenle kivi meyvesinin sağlıklı beslenme üzerine olumlu etkiler yaptığı çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır (Liu et al., 2022).

DPPH değerlerinin 10,38 ile 21,67 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Ferulik uygulamasının düşük DPPH değerleri ile antioksidan aktivitenin zamanla azaldığını göstermektedir. Dolayısıyla, optimal tüketim zamanlarının belirlenmesi sağlık yararları açısından kritik bir önem taşımaktadır (Tighe-Neira et al., 2017).

Toplam fenolik içerikler 1,21 ile 1,84 μg Trolox/mL arasında, flavonoid içerikleri ise 1,32 ile 1,48 μg QE/mL olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ve zamanla bu değerlerde kayda değer bir değişim yaşanmamıştır. Fenolik ve flavonoid bileşenler, yüksek antioksidan ve iltihap önleyici özelliklere sahip olmalarıyla tanınmaktadır (Haminiuk et al., 2012)

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, ferulik asit, sitrulin ve arginin uygulamalarının, taze doğranmış Satsuma mandarin ve Hayward kivi meyvelerinin kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, farklı uygulamaların her bir meyve türü üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu göstermektedir.

Satsuma Mandarininde ferulik asit, sitrulin ve arginin kombinasyonu, meyve ağırlık kaybını %0,17 gibi minimal bir seviyeye düşürerek kalitenin etkin bir şekilde korunmasını sağlamıştır. Ayrıca, bu uygulama pH ve toplam çözünür katı madde (SÇKM) seviyelerini stabilize etmiştir. Ancak, sitrulin uygulaması toplam fenolik içeriği azaltmış, bu da meyvenin antioksidan kapasitesi üzerinde olumsuz bir etki yapmıştır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmalar, hem kaliteyi hem de besin özelliklerini korumak adına, bu uygulamaların optimizasyonunu gerektirmektedir.

Hayward kivi meyvesinde de ferulik asit, arginin ve sitrulin kombinasyonunun meyve ağırlık kaybını %0,83 oranında azalttığını göstermektedir. Bu uygulamanın en yüksek ağırlık kaybı %1,40 ile ferulik uygulaması altında gözlemlenmiştir. Depolama süresi boyunca pH değerleri 3,83 ile 3,93 arasında değişmiş ve toplam çözünür şeker değerleri 12,17 ile 12,58 arasında kalmıştır. Gözlemlenen sonuçlar, bu biyokimyasal uygulamaların meyve kalitesinin korunmasına önemli katkılarda bulunduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, ferulik asit, arginin ve sitrulin uygulamalarının hem Satsuma mandarin hem de Hayward kivi meyvelerinin kalite parametreleri üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Bu bulgular, taze meyve koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük bir potansiyele sahip olup, gelecekteki araştırmalar için önemli bir zemin sağlamaktadır. Optimal uygulama koşulları ve konsantrasyonlarının belirlenmesi, meyvelerin raf ömrünü uzatmak ve besin kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Agarwal, U., Didelija, I., Yuan, Y., Wang, X., & Marini, J. (2017). Supplemental citrulline is more efficient than arginine in increasing systemic arginine availability in mice. *Journal of Nutrition*, 147(4), 596-602. <https://doi.org/10.3945/jn.116.240382>
- Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, 2(4), 875-877. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.102>
- Alam, A. (2019). Anti-hypertensive effect of cereal antioxidant Ferulic acid and its mechanism of action. *Frontiers in Nutrition*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00121>
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 7970-7981. <https://doi.org/10.1021/jf048741x>
- Assefa, A., Hur, O., Ro, N., Lee, J., Hwang, A., Kim, B., ... & Noh, J. (2020). Fruit morphology, citrulline, and arginine levels in diverse watermelon (*citrullus lanatus*) germplasm collections. *Plants*, 9(9), 1054. <https://doi.org/10.3390/plants9091054>
- Bagheri, H. and Abbaszadeh, S. (2020). Effect of cold plasma on quality retention of fresh-cut produce. *Journal of Food Quality*, 2020, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2020/8866369>
- Baston, J., McCarthy, N., & Valverde, J. (2018). Flavonoid biosynthesis in plants: The role of different environmental stresses. *Environmental and Experimental Botany*, 153, 78-92. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.05.007>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Chen, J., Cao, K., Lu, X., Huang, D., Ming, R., Lu, R., & Li, L. (2024). Investigating the action model of the resistance enhancement induced by bacterial volatile organic compounds against botrytis cinerea in tomato fruit. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1475416>
- Chen, Y., Hu, X., Shi, Q., Lu, Y., Yan, J., Wu, D., & Qin, W. (2023). Changes in the fruit quality, phenolic compounds, and antioxidant potential of red-fleshed kiwifruit during postharvest ripening. *Foods*, 12(7), 1509. <https://doi.org/10.3390/foods12071509>
- El-Hattab, A., Emrick, L., Hsu, J., Chanprasert, S., Almannai, M., Craigen, W., & Scaglia, F. (2016). Impaired nitric oxide production in children with melas syndrome and the effect of arginine and citrulline supplementation. *Molecular Genetics and Metabolism*, 117(4), 407-412. <https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2016.01.010>
- Ghasemzadeh, A., & Ghasemzadeh, N. (2011). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents of 13 citrus species. *African Journal of Biotechnology*, 10(22), 4366-4370. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1780>
- Goffi, V., Magri, A., Botondi, R., & Petriccione, M. (2019). Response of antioxidant system to postharvest ozone treatment in 'soreli' kiwifruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(3), 961-968. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10055>
- Gómez, L., et al. (2020). Effect of Coatings and Natural Compounds on Weight Loss and Quality of Citrus: A Review. *Agricultural Sciences*, 11(3), 42-50.

- González-Villagra, J., Chicahual, C., Jorquera-Fontena, E., Falchetto-Gomes, P., Nunes-Nesi, A., & Reyes-Díaz, M. (2024). Salicylic acid improves yield, fruit quality, and post-harvest storage in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. lapins subjected to late-deficit irrigation. *Horticulturae*, 10(7), 707. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10070707>
- Haminiuk, C., Maciel, G., Plata-Oviedo, M., & Peralta, R. (2012). Phenolic compounds in fruits – an overview. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(10), 2023-2044. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03067.x>
- Hartman, J., Perkins-Veazie, P., & Wehner, T. (2019). Citrulline and arginine are moderately heritable in two red-fleshed watermelon populations. *HortScience*, 54(2), 200-205. <https://doi.org/10.21273/hortsci13715-18>
- Joshi, V., Shinde, S., Nimmakayala, P., Abburi, V., Alaparthy, S., Ortíz, C., & Reddy, U. (2019). Haplotype networking of gwas hits for citrulline variation associated with the domestication of watermelon. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(21), 5392. <https://doi.org/10.3390/ijms20215392>
- Karakaya, O., Öztürk, B., & Kadim, H. (2019). Kivi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) meyvesinin biyoaktif bileşikleri üzerine farklı map uygulamalarının etkisi. *Uluslararası Tarım Ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(1), 11-17. <https://doi.org/10.24180/ijaws.469541>
- Karthikeyan, A., Kim, H., Preethi, V., Moniruzzaman, M., Lee, K., Senthil, K., & Min, T. (2021). Assessment of anti-inflammatory and antioxidant effects of citrus unshiu peel (cup) flavonoids on LPS-stimulated RAW 264.7 cells. *Plants*, 10(10), 2209. <https://doi.org/10.3390/plants10102209>
- Liu, Z., Shi, L., Qi, Y., Barrow, C., Dunshea, F., & Suleria, H. (2022). Antioxidative properties and phenolic profile of the core, pulp and peel of commercialized kiwifruit by lcs-qtom/ms. *Processes*, 10(9), 1811. <https://doi.org/10.3390/pr10091811>
- McGUIRE, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, Vol. 27 (12), 1254-1255.
- Oliveira, D., Mota, T., Oliva, B., Segato, F., Marchiosi, R., Ferrarese-Filho, O., & Santos, W. (2019). Feruloyl esterases: biocatalysts to overcome biomass recalcitrance and for the production of bioactive compounds. *Bioresource Technology*, 278, 408-423. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.01.064>
- Park, Y., Im, M., & Gorinstein, S. (2014). Shelf life extension and antioxidant activity of 'Hayward' kiwi fruit as a result of prestorage conditioning and 1-methylcyclopropene treatment. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5), 2711-2720. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1300-3>
- Rey, J., Hargreaves, C. E., & Kreiter, B. (2020). Carotenoids, vitamin C, and antioxidant capacity in the peel of mandarin fruit in relation to the susceptibility to chilling injury during postharvest cold storage. *Antioxidants*, 9(12), 1296. <https://doi.org/10.3390/antiox9121296>
- Šafranko, S., Ćorković, I., Jerković, I., Jakovljević, M., Aladić, K., Šubarić, D., & Jokić, S. (2021). Green extraction techniques for obtaining bioactive compounds from mandarin peel (*Citrus unshiu* var. kuno): phytochemical analysis and process optimization. *Foods*, 10(5), 1043. <https://doi.org/10.3390/foods10051043>
- Sezer, E. and Ayhan, Z. (2017). Meyve ve sebzelerde etilen tutucu içeren aktif ambalajlama sistemlerinin uygulanması ve raf ömrüne etkisi. *Akademik Gıda*, 182-191. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.333675>
- Sezer, E., Ayhan, Z., Çelikkol, T., & Güner, F. (2017). Zeolit katkılı aktif polietilen ambalaj malzemesinin kivi meyvesinin kalite özellikleri ve raf ömrüne etkisi. *Gıda / the Journal of Food*, 42(3), 277-286. <https://doi.org/10.15237/gida.gd16108>

- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Soliman, G. A. (2019). Dietary fiber, atherosclerosis, and cardiovascular disease. *Nutrients*, 11(5), 1155. <https://doi.org/10.3390/nu11051155>
- Song, Q., Joshi, M., DiPiazza, J., & Joshi, V. (2020). Functional relevance of citrulline in the vegetative tissues of watermelon during abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00512>
- Sothornvit, R. and Rodsamran, P. (2010). Mango film coated for fresh-cut mango in modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(8), 1689-1695. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02316.x>
- Sotiropoulos, T., Manthos, I., Chatzistathis, T., Kountis, N., Dichala, O., & Tsoktouridis, G. (2023). Effect of organic calcium uptake and biostimulants during integrated nutrient management (inm) cultivation of kiwifruit cv. 'hayward'. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(2), 13109. <https://doi.org/10.15835/nbha51213109>
- Sun, Y., Wang, Y., Liu, C., & Zhang, C. (2023). Comprehensive studies of biological characteristics, phytochemical profiling, and antioxidant activities of two local citrus varieties in China. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1103041. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1103041>
- Sweed, N., Dawoud, M., Aborehab, N., & Ezzat, S. (2024). An approach for an enhanced anticancer activity of ferulic acid-loaded polymeric micelles via microrna-221 mediated activation of tp53inp1 in caco-2 cell line. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52143-y>
- Tighe-Neira, R., Alberdi, M., Arce-Johnson, P., Romero-Romero, J., Reyes-Díaz, M., & Inostroza-Blancheteau, C. (2017). Foods with functional properties and their potential uses in human health.. <https://doi.org/10.5772/67077>
- Turcov, D. (2022). Physico-chemical characterization of the antioxidant mixture resveratrol-ferulic acid for applications in dermato-cosmetic products. *Farmacia*, 70(3), 410-416. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2022.3.5>
- Win, S. and Setha, S. (2022). Enhancement of anti-inflammatory and antioxidant activities of mango fruit by pre- and postharvest application of salicylic acid. *Horticulturae*, 8(6), 555. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060555>
- Yao, J., Li, X., Xu, Y., & Zhang, R. (2023). Dietary intake of total vegetable, fruit, cereal, soluble and insoluble fiber and risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: Systematic review and dose–response meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1153165. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1153165>
- Zduńska, K., Dana, A., Kołodziejczak, A., & Rotsztein, H. (2018). Antioxidant properties of Ferulic acid and its possible application. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31(6), 332-336. <https://doi.org/10.1159/000491755>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)