

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GİLABURUNUN (*Viburnum opulus*) FARKLI OLGUNLAŞMA
EVRELERİ, KURUTMA VE SALAMURA SÜRECİNDE *TRANS-*
RESVERATROL VE BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ**

DOKTORA TEZİ

ASLI DÖNMEZ

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2023

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



GİLABURUNUN (*Viburnum opulus*) FARKLI OLGUNLAŞMA
EVRELERİ, KURUTMA VE SALAMURA SÜRECİNDE
TRANS-RESVERATROL VE BAZI KALİTE
PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ

DOKTORA TEZİ

ASLI DÖNMEZ

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2023

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2019FEBE008 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ASLI DÖNMEZ

ÖZET

**GİLABURUNUN (*Viburnum opulus*) FARKLI OLGUNLAŞMA
EVRELERİ, KURUTMA VE SALAMURA SÜRECİNDE *TRANS-
RESVERATROL* VE BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ
DOKTORA TEZİ
ASLI DÖNMEZ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÇETİN KADAKAL)**

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2023

Bu tez çalışmasında Kayseri bölgesinde yetişen gilaburu (*Viburnum opulus*) meyvelerinin olgunlaşma aşamalarındaki fiziksel ve kimyasal değişimler ve farklı olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyveleri ile hazırlanan salamuraların bu süreçte uğradığı fiziksel ve kimyasal değişimler araştırılmıştır. Aynı zamanda olgun gilaburu meyveleri 50, 60 ve 70 °C’de sıcaklık uygulamasıyla kurutularak uygun matematiksel modeller belirlenmiş ve meyvenin kuruma kinetiği incelenmiştir. Bu çalışmalar neticesinde kuru madde, kül, suda çözünür kuru madde (SÇKM) içerikleri ve 100 tane ağırlığı değerlerinin yeşil olum evresinden olgun meyveye doğru arttığı gözlemlenmiştir. Salamuralarda da kuru madde ve kül miktarları yeşil olum evresinden olgun meyveye doğru artış göstermiştir. Farklı olgunlaşma aşamalarındaki meyvelerde ve bu meyvelerin salamuralarında yapılan pH analizi sonucunda meyvenin pH değerinin olgunlaştıkça azaldığı görülmüştür. Farklı olgunlaşma aşamalarında ve salamuralarda yapılan toplam fenolik madde (TFM) analizi sonucunda en düşük TFM değerinin olgun meyvelerde, en yüksek değer ise renk dönüm evresindeki meyvelerde olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler gilaburu meyvesinin antioksidan aktivite (AA) değerinin yeşil olum evresinden olgun meyveye doğru arttığını göstermiştir. Salamura işlemi meyvelerin AA değerinde azalmaya sebep olmuştur. Gilaburu meyvesinin yeşil olum, renk dönüm ve olgun hallerinin suda çözünen vitamin (SÇV) değerleri incelendiğinde her üç evrede de baskın vitaminin askorbik asit olduğu görülmüş ve salamura işlemi ile SÇV değerleri azalmıştır. Olgun meyvenin baskın organik asidinin tartarik asit olduğu ve en fazla *trans-resveratrol*ün yeşil olum evresinde bulunduğu tespit edilmiştir. Kurutma işlemi sonucunda tüm değerlerde azalma gözlemlenmiş ve en fazla kayıplar 70 °C’de yapılan kurutma işleminde gerçekleşmiştir. Yapılan kinetik modelleme çalışmaları 50 ve 60 °C sıcaklıkta gerçekleştirilen kurutma işlemleri için en uygun modelin Parabolik model, 70 °C için ise Page mode olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Gilaburu, HPLC, kuruma kinetiği, olgunlaşma evreleri, salamura, suda çözünen vitaminler, *trans-resveratrol*,

ABSTRACT

CHANGES OF *TRANS-RESVERATROL* AND SOME QUALITY PARAMETERS ON GILABURU (*Viburnum opulus*) FRUITS DURING DIFFERENT RIPENING STAGES, DRYING PROCESS AND BRINE

PH. D THESIS

ASLI DÖNMEZ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÇETİN KADAKAL)

DENİZLİ, AUGUST 2023

In this thesis, the physical and chemical changes in the ripening stages of gilaburu (*Viburnum opulus*) fruits grown in Kayseri region and the physical and chemical changes in the brine prepared with gilaburu fruits in different ripening stages were investigated. At the same time, ripe gilaburu fruits were dried at 50, 60 and 70 °C by temperature application and appropriate mathematical models were determined and the drying kinetics of the fruit were examined. As a result of these studies, it was observed that the dry matter, ash, water-soluble dry matter contents and 100 grain weight values increased from the green stage to the ripe fruit. Dry matter and ash amounts in brines also increased from green stage to ripe fruit. As a result of the pH analysis of fruits at different ripening stages and their brine, it was observed that the pH value of the fruit decreased as it matured. As a result of the total phenolic substance analysis performed at different ripening stages and brines, it was determined that the lowest total phenolic substance value was in ripe fruits and the highest value was in fruits in the color turning stage. The analysis showed that the antioxidant activity value of gilaburu fruit increased from the green stage to the ripe fruit. The brine process caused a decrease in the AA value of the fruits. When the water-soluble vitamin values of green stage, color turning and ripe forms of gilaburu fruit were examined, it was observed that the dominant vitamin was ascorbic acid in all three stages, and the water-soluble vitamin values decreased with the brine process. It was determined that the dominant organic acid of the ripe fruit was tartaric acid, and *trans-resveratrol* was found to be the most abundant in the green stage. As a result of the drying process, a decrease was observed in all values and the highest losses were observed in the drying process at 70 °C. Kinetic modeling studies have shown that the most suitable model for drying processes at 50 and 60 °C is the Parabolic model, and the Page mode for 70 °C.

KEYWORDS: *Viburnum opulus*, HPLC, drying kinetic, ripening stages, brine, water-soluble vitamins, *trans-resveratrol*.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Gilaburu	5
1.1.1 Gilaburunun (<i>Viburnum opulus</i>) Morfolojik Özellikleri	5
1.1.2 Gilaburunun Sağlık Üzerindeki Etkileri	6
1.1.3 Gilaburunun Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitesi	8
1.1.4 Gilaburunun Bazı Ülkelerde Kullanımı	11
1.1.5 Gilaburunun Bileşimi.....	12
1.1.5.1 Fenolik Bileşenler	12
1.1.5.1.1 Resveratrol	15
2. MATERYAL VE METOT	17
2.1 Materyal.....	17
2.2 Metot	18
2.2.1 Fiziksel Analizler	18
2.2.1.1 Renk Analizi.....	18
2.2.1.2 100 Tane Ağırlığı	18
2.2.1.3 Kuru Madde Analizi.....	19
2.2.1.4 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Analizi	19
2.2.1.5 Su Aktivitesi Analizi	19
2.2.2 Kimyasal Analizler	20
2.2.2.1 pH Tayini	20
2.2.2.2 Titrasyon Asitliği (TA) Analizi.....	20
2.2.2.3 Kül Analizi	21
2.2.2.4 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini.....	21
2.2.2.5 Antioksidan Aktivite (AA) Tayini	22
2.2.2.6 Suda Çözünen Vitaminlerin Tayini.....	23
2.2.2.6.1 Analizin Hazırlığı	23
2.2.2.6.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri	23
2.2.2.7 Organik Asit Tayini.....	27
2.2.2.7.1 Örneklerin Hazırlanması.....	27
2.2.2.7.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri	27
2.2.2.8 Fenolik Bileşenlerin Tayini.....	29
2.2.2.8.1 Örnek Hazırlama.....	29
2.2.2.8.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri	30
2.2.2.9 <i>Trans</i> - Resveratrol Tayini	33
2.2.2.9.1 Örneklerin Hazırlanması.....	33
2.2.2.9.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafiği	34
2.2.3 Kurutma Çalışmaları.....	35
2.2.3.1 Örneklerin Kurutulma Süreci	35

2.2.3.2	Kurutma Karakteristikleri	36
2.2.3.2.1	Örneklerin Nem İçeriğinin Hesaplanması	36
2.2.3.2.2	Örneklerde Nem Oranı Hesaplanması	36
2.2.3.2.3	Örneklerin Kuruma Hızı	37
2.2.3.2.4	Efektif Difüzyon Katsayısı ve Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi.....	37
2.2.3.3	Kinetik Modelleme ve En Uygun Modelin Belirlenmesi	39
2.2.3.4	Reaksiyon Kinetiği ve Kinetik Parametrelerin Hesaplanması 40	
2.2.3.4.1	Reaksiyon Hız Sabitinin Hesaplanması.....	41
2.2.3.4.2	Aktivasyon Enerjisinin Hesaplanması	41
2.2.3.4.3	Q_{10} Değerinin Hesaplanması	42
2.2.3.4.4	Desimal Azalma Süresinin Hesaplanması	42
2.2.3.4.5	Yarılanma Süresinin Hesaplanması	42
2.2.4	İstatistiksel Analizler	43
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	44
3.1	Olgunlaşma ile Meydana Gelen Fiziksel Değişimler.....	44
3.2	Olgunlaşma ile Meydana Gelen Kimyasal Değişimler	51
3.2.1	pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler.....	51
3.2.2	Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivitedeki (AA) Değişimler.....	53
3.2.3	Suda Çözünen Vitamin İçeriğindeki Değişimler	55
3.2.4	Organik Asit İçeriğindeki Değişimler.....	57
3.2.5	Fenolik Bileşen Kompozisyonundaki Değişimler	59
3.2.6	<i>Trans</i> -Resveratrol İçeriğindeki Değişimler	61
3.3	Salamura İşlemi Sonucunda Meydana Gelen Fiziksel Değişimler	63
3.4	Salamura İşlemi Sonucunda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler..	67
3.4.1	pH ve Titrasyon Asitliğinde (TA) Meydana Gelen Değişimler ..	67
3.4.2	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitede Meydana Gelen Değişimler.....	69
3.4.3	Suda Çözünen Vitamin İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler..	71
3.4.4	Organik Asit İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	74
3.4.5	Fenolik Bileşen Kompozisyonundaki Değişimler	77
3.4.6	<i>Trans</i> -Resveratrol İçeriğindeki Değişimler	80
3.5	Kurutma ile Meydana Gelen Değişimler.....	82
3.5.1	Olgun Gilaburu Meyvesinin Kurutulmasına Ait Kinetik Modeller	84
3.5.2	Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Gilaburu Meyvelerine Ait Efektif Difüzyon Katsayısı (D_{eff}) ve Aktivasyon Enerjisi (E_a).....	87
3.5.3	Kurutma İşleminin Bazı Bileşenler Üzerindeki Etkisi	88
3.5.3.1	Kurutmanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi.....	88
3.5.3.2	Kurutmanın Suda Çözünen Vitamin İçeriğine Etkisi.....	89
3.5.3.3	Kurutmanın Organik Asit İçeriğine Etkisi	92
3.5.3.4	Kurutmanın Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi	94
3.5.3.5	Kurutmanın <i>Trans</i> -Resveratrol Üzerine Etkisi	95
3.6	Gilaburu Meyvesinin Bileşiminde Bulunan Bazı Bileşenlerin Parçalanma Kinetiği.....	96
3.6.1	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin Parçalanma Kinetiği	96
3.6.2	Suda Çözünen Vitaminlerin Parçalanma Kinetiği	100
3.6.2.1	Askorbik Asitin Parçalanma Kinetiği	101

3.6.2.2	Pridoksinin Parçalanma Kinetiği	103
3.6.2.3	Tiaminin Parçalanma Kinetiği	105
3.6.2.4	Niasinin Parçalanma Kinetiği	106
3.6.3	<i>Trans</i> -Resveratrolün Parçalanma Kinetiği.....	108
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	111
5.	KAYNAKLAR.....	117
6.	ÖZGEÇMİŞ	143

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarından hazırlanan salamura örnekleri	17
Şekil 2.2: Gilaburu bitkisi	18
Şekil 2.3: Gallik asit standart eğrisi	22
Şekil 2.4: Troloks standart eğrisi	23
Şekil 2.5: Askorbik asitin standart kalibrasyon grafiği	25
Şekil 2.6 : Niasinin standart kalibrasyon grafiği	25
Şekil 2.7: Tiaminin standart kalibrasyon grafiği	26
Şekil 2.8: Pridoksinin standart kalibrasyon grafiği	26
Şekil 2.9: Malik asitin standart kalibrasyon grafiği	28
Şekil 2.10: Tartarik asitin standart kalibrasyon grafiği	28
Şekil 2.11: Sitrik asitin standart kalibrasyon grafiği	29
Şekil 2.12: Klorojenik asitin standart kalibrasyon grafiği	31
Şekil 2.13: Ellajik asitin standart kalibrasyon grafiği	31
Şekil 2.14: p-kumarik asitin standart kalibrasyon grafiği	32
Şekil 2.15: Kafeik asitin standart kalibrasyon grafiği	32
Şekil 2.16: Rutinin standart kalibrasyon grafiği	33
Şekil 2.17: <i>Trans</i> - resveratrolün standart kalibrasyon grafiği	34
Şekil 3.1: Olgunlaşma ile kuru madde ve SÇKM içeriğinde meydana gelen değişim	46
Şekil 3.2: Olgunlaşma ile tane boyutunda meydana gelen değişim (mm)	47
Şekil 3.3: Olgunlaşma ile 100 tane ağırlığında meydana gelen değişim (g)	48
Şekil 3.4: Olgunlaşma ile kül içeriğinde meydana gelen değişim (%)	49
Şekil 3.5: Olgunlaşma ile su aktivitesinde meydana gelen değişim (a_w)	50
Şekil 3.6: Olgunlaşma ile renk değerlerinde meydana gelen değişimler	51
Şekil 3.7: Olgunlaşma ile pH ve titrasyon asitliği (TA) değerlerinde meydana gelen değişimler	52
Şekil 3.8: Olgunlaşma ile toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen değişimler	54
Şekil 3.9: Olgunlaşma ile antioksidan aktivitede meydana gelen değişimler	54
Şekil 3.10: Olgunlaşma ile askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler	56
Şekil 3.11: Olgunlaşma ile B grubu vitamin değerlerinde meydana gelen değişimler	57
Şekil 3.12: Olgunlaşma ile organik asit değerlerinde meydana gelen değişimler	59
Şekil 3.13: Olgunlaşma ile fenolik bileşen değerlerinde meydana gelen değişimler	61
Şekil 3.14: Olgunlaşma ile <i>trans</i> -resveratrol değerlerinde meydana gelen değişimler	63
Şekil 3.15: Salamuranın etkisiyle kuru madde içeriğinde meydana gelen değişimler	64
Şekil 3.16: Salamuranın etkisiyle kül içeriğinde meydana gelen değişimler	65
Şekil 3.17: Salamuranın etkisiyle L* değerlerinde meydana gelen değişimler	66
Şekil 3.18: Salamuranın etkisiyle a* değerlerinde meydana gelen değişimler	67
Şekil 3.19: Salamuranın etkisiyle b* değerlerinde meydana gelen değişimler	67
Şekil 3.20: Salamuranın etkisiyle pH değerlerinde meydana gelen değişimler	68

Şekil 3.21: Salamuranın etkisiyle TA değerlerinde meydana gelen değişimler	69
Şekil 3.22: Salamuranın etkisiyle TFM değerlerinde meydana gelen değişimler	70
Şekil 3.23: Salamuranın etkisiyle antioksidan aktivitede meydana gelen değişimler	71
Şekil 3.24: Salamuranın etkisiyle farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler.....	72
Şekil 3.25: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler.....	73
Şekil 3.26: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler.....	74
Şekil 3.27: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler	74
Şekil 3.28: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler	76
Şekil 3.29: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler	76
Şekil 3.30: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler	77
Şekil 3.31: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler.....	79
Şekil 3.32: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler.....	80
Şekil 3.33: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler	80
Şekil 3.34: Salamuranın etkisiyle olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin <i>trans-resveratrol</i> içeriğinde meydana gelen değişimler.....	82
Şekil 3.35: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş olgun gilaburu meyvesinin nem oranı-zaman grafiği.....	83
Şekil 3.36: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş olgun gilaburu meyvesinin kuruma hızı	84
Şekil 3.37: Efektif difüzyon katsayısı ile sıcaklık arasındaki Arrhenius tipi ilişki	88
Şekil 3.38: Toplam fenolik maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	98
Şekil 3.39: Toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği ...	98
Şekil 3.40: Antioksidan aktivitenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	100
Şekil 3.41: Antioksidan aktivitenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	100
Şekil 3.42: Askorbik asitin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği.....	102
Şekil 3.43: Askorbik asitin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	103
Şekil 3.44: Pridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	104
Şekil 3.45: Pridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	104
Şekil 3.46: Tiaminin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği.....	106
Şekil 3.47: Tiaminin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	106
Şekil 3.48: Niasinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği.....	108
Şekil 3.49: Niasinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	108
Şekil 3.50: <i>Trans-resveratrol</i> 'ün birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	110
Şekil 3.51: <i>Trans-resveratrol</i> 'ün parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	110

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Suda çözünen vitamin analizinin kromatografi koşulları.....	24
Tablo 2.2: Organik asit analizinde kullanılan HPLC cihazının çalışma şartları	27
Tablo 2.3: Fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan HPLC cihazının koşulları	30
Tablo 2.4: <i>Trans</i> -resveratrol analizi için HPLC cihazının şartları.....	34
Tablo 2.5: Kurutma kabının teknik özellikleri.....	35
Tablo 2.6: Matematiksel modeller	39
Tablo 3.1: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait SÇKM, kuru madde, tane boyutu, 100 tane ağırlığı, kül ve su aktivitesi değerleri.....	44
Tablo 3.2: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait renk değerleri.....	50
Tablo 3.3: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait pH ve titrasyon asitliği (TA) değerleri.....	52
Tablo 3.4: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait TFM ve AA değerleri	54
Tablo 3.5: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait askorbik asit değerleri	56
Tablo 3.6: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait B grubu vitamin değerleri.....	57
Tablo 3.7: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait organik asit değerleri	58
Tablo 3.8: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait fenolik bileşen değerleri.....	61
Tablo 3.9: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait <i>trans</i> -resveratrol değerleri.....	62
Tablo 3.10: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin kuru madde ve kül içerikleri.....	64
Tablo 3.11: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin renk değerleri.....	66
Tablo 3.12: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin pH ve TA değerleri.....	68
Tablo 3.13: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin TFM ve AA değerleri.....	69
Tablo 3.14: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin askorbik asit değerleri	72
Tablo 3.15: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin B grubu vitaminleri değerleri	73
Tablo 3.16: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin organik asit değerleri	75
Tablo 3.17: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin fenolik bileşen değerleri	79
Tablo 3.18: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin <i>trans</i> - resveratrol değerleri.....	81
Tablo 3.19: Matematiksel modellere ait sabitler ve istatistik veriler.....	86
Tablo 3.20: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesine ait D_{eff} ve E_a değerleri.....	87

Tablo 3.21: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin TFM ve AA değerleri.....	89
Tablo 3.22: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin askorbik asit değerleri.....	90
Tablo 3.23: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin B grubu vitamin değerleri.....	90
Tablo 3.24: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin organik asit değerleri.....	93
Tablo 3.25: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin fenolik bileşen değerleri.....	95
Tablo 3.26: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin <i>trans</i> -resveratrol değerleri.....	96
Tablo 3.27: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında toplam fenolik madde parçalanma kinetiğine ait veriler	97
Tablo 3.28: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında antioksidan aktivitenin parçalanma kinetiğine ait veriler	99
Tablo 3.29: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında askorbik asitin parçalanma kinetiğine ait veriler	102
Tablo 3.30: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında pridoksinin parçalanma kinetiğine ait veriler	103
Tablo 3.31: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında tiaminin parçalanma kinetiğine ait veriler	105
Tablo 3.32: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında niasinin parçalanma kinetiğine ait veriler	107
Tablo 3.33: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında <i>trans</i> -resveratrolün parçalanma kinetiğine ait veriler	109

SEMBOL LİSTESİ

L	:	Litre
ml	:	Mililitre
µl	:	Mikrolitre
g	:	Gram
µg	:	Mikrogram
mg	:	Miligram
mm	:	Milimetre
nm	:	Nanometre
dk	:	Dakika
kcal	:	Kilokalori
kJ	:	Kilojoule
W	:	Watt
KM	:	Kuru madde
SÇKM	:	Suda çözünebilir kuru madde
SÇV	:	Suda çözünen vitamin
RMSE	:	Root mean square error, tahmini standart hata
TFM	:	Toplam fenolik madde
AA	:	Antioksidan aktivite
TA	:	Titrasyon asitliği
R²	:	Determinasyon katsayısı
D_{eff}	:	Efektif difüzyon katsayısı
Q₁₀	:	10 °C'lik sıcaklık artışının reaksiyon hız sabitine etkisi
χ²	:	ki-kare
k	:	Reaksiyon Hız Sabiti
E_a	:	Aktivasyon Enerjisi
t_{1/2}	:	Yarılanma süresi
ΔE	:	Toplam renk değişimi
HPLC	:	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
PDA	:	Photo Diode Array Dedektör
T	:	Sıcaklık
c	:	Konsatrasyon
R	:	Gaz Sabiti
t	:	Süre
TE	:	Troloks eşdeğeri
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
DPPH	:	2.2 diphenyl-1-picrylhydrazyl

ÖNSÖZ

Tezin hazırlanmasında her zaman desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Çetin KADAKAL'a, değerli bilgileriyle beni her zaman aydınlatan ve süreci yakından takip eden değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Sebahattin NAS, Sayın Prof. Dr. Raci EKİNCİ ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ'e, sonuçlarımın değerlendirilmesinde desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Tolga Kağan TEPE ve H. Suat BATU'ya, hem çalışmalarımda hem de manevi anlamda bu süreçte yanımda olan sevgili arkadaşım Pınar ŞENGÜN'e, bu zorlu yolculukta her zaman yanımda olan ve süreci benimle birlikte adım adım takip eden biricik kardeşim Asena Badel ZENGİN, sevgili annem Güler DÖNMEZ ve sevgili babam Şaban DÖNMEZ'e sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Yılın belirli dönemlerinde elde edilebilen tarım ürünlerinin birçoğu üretildiği dönem dışında taze olarak tüketilememektedir. Bu nedenle ürünlerin uzun süre saklanıp sağlıklı bir şekilde muhafaza edilebilmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Kurutma işlemi, taze ürünlere yaygın olarak uygulanan en eski ve en etkili koruma yöntemlerinden biridir (Durance ve Wang 2002). Bu işlem çok uzun yıllardır uygulanıyor olsa da gıdanın yapısından suyun uzaklaştırılmasının nasıl bir koruyucu etkiye sahip olduğunun bilimsel olarak açıklanması daha yakın tarihe dayanmaktadır (Cemeroğlu 2013^a). Mikrobiyal ve kimyasal faaliyetlerin devamlılığı için gıdanın yapısında bulunan su, belirli bir değer aralığında olmalıdır. Bu faaliyetler devam ettiği sürece gıdalar için bozulma kaçınılmazdır. Dolayısıyla meyve ve sebzelerin uzun süre muhafaza edilebilmesi için yapısında bulunan fazla suyun uzaklaştırılması gerekmektedir. Kurutma işlemi ile gıdanın yapısındaki serbest su uzaklaştırılarak ürünlerin mikrobiyal ve biyokimyasal faaliyetleri azaltılmakta ya da durdurulmakta ve dayanma süreleri uzatılmaktadır (Kalia ve Gupta 2006). Ayrıca kurutulan ürünlerin ağırlığı ve hacmi azaldığından kurutma işlemi sayesinde ürünün paketlenme, nakliye ve depolama maliyetleri de azalmaktadır (Jia ve diğ. 2019).

Kurutma işlemi doğal yöntemlerle (güneşte) yapılabildiği gibi sıcak hava uygulamalarıyla da gerçekleştirilebilir. Güneşte kurutma yöntemi pratik ve düşük maliyetli bir işlem olduğundan dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat bu yöntem gıdada kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Ayrıca kontaminasyon riski yüksektir ve standart bir kurutma parametresi elde edilememektedir (Midilli 2001). Tüm bu nedenlerden dolayı özellikle endüstriyel üretimlerde alternatif bir kurutma tekniği olan sıcak hava uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Temel olarak kurutma kabinleri ısıtıcı bir sistemle donatılmıştır ve sıcak hava fan yardımı ile kabin içinde gezerek fazla suyun gıdadan uzaklaşmasını sağlamaktadır (Oliveira ve diğ. 2016). Kapalı bir sistem olduğu için bu yöntemle kontaminasyon riski önlenilmekte ve uygun sıcaklık-süre parametreleri kontrollü olarak uygulanabilmektedir. Böylece kurutma işlemi daha kısa sürede ve daha hijyenik bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir.

Kurutma işlemi temelde bir ısı-kütle transferi olayıdır. Bu transfer olayı sıcaklık, hava hızı, kurutulan ürünün başlangıçtaki nem içeriği, kurutulan ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri ve kurutma yöntemi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Inyang ve diğ. 2018). Yüksek kalitede bir son ürün elde etmek için kurutma işlemini etkileyen bu parametrelerin en doğru şekilde seçilmesi ve uygulanması önemlidir. Bu amaçla kurumanın kinetik modellenmesi yapılarak kurutma işleminin kontrollü gerçekleşmesi ve şartların optimize edilmesi sağlanmaktadır.

Kuruma kinetiği, nemin bir malzemenin yüzeyinden veya içinden uzaklaştırılma sürecini inceleyen bir bilimsel konsepttir. Kuruma kinetiği çalışmaları, gıda işleme, tarım, kimya, malzeme bilimi ve diğer endüstri dallarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalar, kuruma işlemlerinin optimize edilmesi, ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gibi alanlarda önemli bir rol oynamaktadır. Kinetik çalışmalar, malzeme içindeki nem miktarının zamanla nasıl değiştiğini ve bu değişikliğin hangi faktörlere bağlı olarak gerçekleştiğini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Kuruma kinetiği, birçok faktörü içeren karmaşık bir süreçtir ve genellikle kuruma eğrileri veya nem içeriğine karşı zaman grafiği olarak ifade edilmektedir. Bu eğriler, ürünün kuruma sürecinin ne kadar hızlı gerçekleştiğini göstermektedir. Kuruma kinetiği modellenmesi, bu eğrilerin matematiksel denklemlerle tanımlamayı ve kuruma sürecini tahmin etmeyi amaçlamaktadır (Ertekin ve Fırat 2017). İnce tabaka kurutma modellenmesine ait denklemler diğer modellemelere göre daha az veri gerektirmesi ve bu sayede karmaşıklığı ortadan kaldırarak kullanım kolaylığı sağlaması yönüyle kinetik modelleme çalışmalarında yoğun olarak tercih edilmektedir (Azzouz ve diğ. 2022).

İnce tabaka kurutma modeli, bir malzemenin ince bir tabaka halinde kurutulmasının matematiksel ve fiziksel olarak analiz edildiği bir yaklaşımdır. Kurutma sürecini tanımlayan ince tabaka kurutma modelleri teorik, yarı teorik ve ampirik olmak üzere üç ana kategoride incelenmektedir (Sharaf-Eldeen ve Hamdy 1979). Bu gruplar arasındaki en büyük fark, nem taşınımının hangi mekanizmalarca kontrol edildiğidir. Teorik modeller nem taşınımının kontrolünün hem iç hem de dış direnç mekanizmaları tarafından kontrol edildiğini öne sürerken, yarı teorik ve ampirik modeller yalnızca dış direnci dikkate almaktadır. Bu durum teorik

modellerin daha karmaşık hale gelmesine sebep olmaktadır. Yarı teorik ve ampirik modeller ise daha çok deneysel verilere dayandığı için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Teorik modellemede denklemler Fick'in ikinci difüzyon yasasından türetilirken yarı teorik modellemeye ait denklemler bu yasanın farklı şekillerde uyarlanmasından ve buna ek olarak tek bir kuruma sabiti içeren Newton'un soğuma yasasından türetilmektedir (Babalıs ve diğ. 2006). Ampirik modeller ise tamamen istatistiksel ilişkilere ve deneysel verilere dayandığından nem içeriğini doğrudan zamanla ilişkilendirmekte ve kurutma işleminin davranışı hakkında bağlantı kurmaya yardımcı olmamaktadır (Tepe 2023). Page, Lewis (Newton), Logaritmik, Henderson ve Pabis, Modifiye Page modelleri yarı teorik; Thompson, Wang ve Singh modelleri ampirik modellere örnektir (Kutlu ve diğ. 2015).

Bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biri de salamura uygulamasıdır. Milattan önce 7000'li yıllarda şarap, sirke ve bira gibi fermente ürünlerin üretildiğine dair bulgular, gıdaların dayanıklı hale getirilmesi için fermentasyon uygulamasının kullanılmasının bu tarihlere dayandığını düşündürmektedir (Aktan ve diğ. 1998). Özellikle 1970'li yıllardan itibaren fermentasyon uygulamalarında meydana gelen teknolojik gelişimler, fermente ürünlerin tüketimini yaygınlaştırmıştır (Board ve diğ. 1995). Fermente ürünlerin tüketiminin yaygınlaşmasındaki temel sebep, geçen yıllar içerisinde bu ürünlerin test edilmiş olması (Mavhungu 2005) ve içeriğinde bulunan mikroorganizmaların insan sağlığı açısından faydalı olduğu düşüncesidir (Dursun 2010). Evlerde basit şekilde ve düşük maliyetlerle yapılabilen fermentasyon uygulaması, kurutma ve tuzlama işlemleriyle kombinlenerek de yaygın şekilde kullanılmaktadır. Fermentasyon işleminin temel amacı ürünleri muhafaza etmek olsa da fermentasyon esnasında meydana gelen reaksiyonlar ürünlerin lezzet açısından gelişimini sağlamakta, besleyici ve organoleptik özelliklerini de geliştirmektedir (Nout 2001).

Salamura uygulamasında amaç, biyokimyasal ve mikrobiyolojik aktivitelerin kısıtlanması için ortamın pH değerinin düşürülmesi yani asitliğin artırılmasıdır. Salamura işleminde kullanılan tuz ise mikrobiyal gelişimi önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Avunca 2022). Salamuranın basitçe tanımı ise, meyve ve sebzelerin belirli oranlarda tuzlu salamura suyunda ya da kendi öz sularında tuzun koruyucu etkisi ve yapılarında doğal olarak bulunan laktik asit bakterilerinin aktiviteleri

sonucunda ortamın pH'ının düşmesi sayesinde meyve ve sebzelere uzun süre dayanıklılık kazandırılması şeklindedir (Aktan ve diğ. 1998). Ülkemizde zeytin, salatalık, kapari ve asma yaprağı gibi pek çok ürün salamura edilerek tüketilmektedir. Böylece mevsime bağlı kalmaksızın her daim tüketilebilme imkânı doğmaktadır.

Beslenme, insanoğlunun yaşamsal döngüsünü sürdürebilmek için dünyaya gelişinden beri zorunlu olarak yaptığı bir faaliyettir. Bu zorunluluğa istinaden en eski çağlardan bu yana yiyecek arayışı devam etmektedir. İnsan tüketimine uygun yiyecek arayışı sürerken etin dışında bitkilerin de yenilebilir olduğu ve tüketiminin sağlık açısından sakıncalı bulunmadığı keşfedilmiştir (Koçyiğit ve Özhatay 2008). Dünya nüfusu arttıkça tüketim özellikleri çeşitlenmekte ve yeni kaynak arayışları her daim devam etmektedir. Yabani yenilebilir bitkiler de eski zamanlardan beri farmakolojik olarak kullanılmasının yansira insanoğlunun diyetini tamamlayan unsurlardan biri olmuştur (Ercişli ve Sağbaş 2017).

Meyveler, bitkinin tohumlarını taşıyan, tohumların çevresindeki dokulardan oluşan yenilebilir kısım olarak tanımlanmaktadır (Amao 2018). Lifli yapıları, içeriğinde bulunan vitaminler, mineraller ve diğer biyoaktif bileşikler ile meyveler beslenme açısından oldukça yararlıdır (Agudo 2004, Liu ve diğ. 2000). Yabani yenilebilir meyveler herhangi bir insani müdahale olmadan doğada kendiliğinden yetişen bitkilerdir (Mohapatra ve Panda 2009). Tıbbi amaçlı kullanımının yanında vitamin, mineral ve lifler açısından zengin bir besin kaynağı olan yabani meyveler, estetik ve ekonomik değerleri nedeniyle de insan hayatının önemli bir parçası haline gelmiştir. Yabani meyveler özellikle az gelişmiş ülkelerde ve kırsal bölgelerde yaşayan halkın geçim kaynaklarından birisidir (Andersen ve diğ. 2003). Kızılcık, kuşburnu, böğürtlen, yabani dağ elması, alıç, kızamık, mavi yemiş gibi ürünler sıklıkla tüketilen yabani meyvelerden bazılarıdır (Akyürek ve Zeybek 2023). Gilaburu da (*Viburnum opulus*) yabani bir meyve olup yetişme koşulları olarak yüksek şartlara ihtiyaç duymadığından dünyanın birçok bölgesinde doğal olarak yetişebilmektedir.

1.1 Gilaburu

Gilaburu, Magnoliopsida sınıfı, Asteridae alt sınıfı, Dipsacales (Rubiales) takımının *Caprifoliaceae* familyasından olup doğal olarak yetişebilen yabani bir meyvedir (Sönmez ve diğ. 200, Zarifikhosroshahi 2015). Bu bitki, yetişmek için yüksek çevresel koşullara gereksinim duymamakta, sert iklimsel şartlarda bile yetişebilmektedir. Fakat ormanların seyrek olduğu, rahatça güneş ışığını alabildiği ve suyun bol olduğu yerlerde yetişen gilaburu bitkisi daha kaliteli ve parlak renkte meyveler vermektedir (Orakçı 2010). Dünyada European cranberrybush, American cranberrybush ve Cranberry tree gibi alternatif isimlerle anılmakta iken İngilizcede Cramp bark, Guelder rose, Snowball bush, High bush cranberry, Stagbush ve Cranberry viburnum isimleri kullanılmaktadır. Ülkemizde yöresel olarak değişen Gilaburu, Gülabba, Gilaboru, Geleboru, Giligili gibi değişik isimlerle anılır (Orakçı 2010, Özer ve Kalyoncu 2007). Dünyanın hemen her yerinde dekoratif amaçlı kullanılan ve bir çalı bitkisinin meyvesi olan gilaburunun kökeni Avrupa, Kuzey Afrika ve Kuzey Asya'ya dayanmaktadır. Ülkemizde başta Kayseri olmak üzere, Konya, Bursa, Sakarya, Ankara, Tokat, Sivas, Trabzon, Çorum, Maraş, Kırşehir, İstanbul, İzmir, Erzurum ve Samsun illerinde doğal olarak yetişmektedir (Yetim ve diğ. 2013).

1.1.1 Gilaburunun (*Viburnum opulus*) Morfolojik Özellikleri

Gilaburu bitkisi derin sürgünleri sayesinde 300 yıl gibi uzun bir süre yaşayabilmektedir. Genellikle çalı görünümünde olan bitkinin boyu 1,3 ile 3,5 metreye kadar ulaşabilmekte ve küçük bir ağaç formuna ulaşabilmektedir. Gilaburu, hızlı büyüyen ve dikildikten sonra 3 yıl içerisinde meyve verebilen bir bitkidir (Davis 1972). Bitkinin yaprakları yuvarlak tabanlı, üç-beş parçalı, kenarları tırtıklı ve düzensiz dizilişlidir. Bitkinin koyu yeşil renkli olan yaprakları sonbaharda kızıla dönmektedir. Mayıs-Haziran aylarında çiçek açan bitkinin her bir salkımında çiçeklenme döneminin sonunda 25-30 adet meyve oluşmaktadır. Bitki ilk yıllarda ince, pürüzsüz, yeşil renkte olan ve ilerleyen yıllarda kahverengiye dönen dalların tepesinde 4-11 cm çapında şemsiye şeklinde açan salkımları ve beyaz çiçekleriyle çiçeklenme döneminde gösterişli bir hal alır. İç içe geçmiş iki halka görünümünde

olan salkımların iç kısmında yeşil renkli fertil çiçekler yer alır (Hızlısoy 2009, Kajszczak ve diğ. 2020, Özer ve Kalyoncu 2007).

Önceleri yeşil olan meyveler, olgunlaşmadan bir ay kadar önce açık sarı bir renk almakta, olgunlaştıklarında ise parlak kırmızı olmaktadır. Meyveler küre şeklinde olup ince kabukludur (Sağdıç 2017, Yıldız ve Ekici 2019). Her bir meyve tanesi 0,4-1,8 g ağırlığında; 1,04-11,85 mm boyunda ve 1,02-9.6 mm enindedir (Ersoy ve diğ. 2018, Konarska ve Domaciuk 2018, Özkan ve diğ. 2020). Meyve hasadı yaz sonunda başlayıp sonbaharın ortalarına kadar devam etmektedir. Kışa doğru meyveler buruşarak kuru kırmızı üzüm görüntüsünü almaktadır. Gilaburu bitkisinin meyveleri acı ve buruk bir tada, karakteristik bir kokuya sahiptir (Kajszczak ve diğ. 2020, Özrenk ve diğ. 2011). Her ağacın meyve verimi ağaç başına yaklaşık 8,4 kg'dır ve meyvelerin meyve suyu verimliliği %43,5 dolayındadır (Sönmez ve diğ. 2007). Viburnum cinsi gilaburunun 230'dan fazla türü bulunmaktadır. Bu türler yoğun olarak Doğu Asya ve Güney Amerika'ya yayılmış olmakla birlikte ülkemizde ağırlıklı olarak *V. opulus* L., *V. orientale* Pallas, *V. lantana* L. ve *V. tinus* L. türleri yetişmektedir (Baytop 1999).

1.1.2 Gilaburunun Sağlık Üzerindeki Etkileri

Gilaburu, bileşiminde bulunan vitaminler, organik asitler, mineraller, biyoaktif bileşenler, karotenoidler, fenolik bileşenler ve esansiyel yağlar sebebiyle sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmakta ve bazı ülkelerde kültür bitkisi olarak yetiştirilmektedir (Gündoğar 2013, Rop ve diğ. 2010, Zarifikhosroshahi ve diğ. 2020). Gilaburunun sağlık üzerindeki etkilerinin çoğu içerdiği çeşitli fenolik bileşenler sayesinde sahip olduğu antioksidan aktivite ile ilişkilendirilmektedir. Amerika ve İngiltere'de yapılan çalışmalar günde 250 ml gilaburu suyunun tüketilmesinin birtakım tümörleri azaltıcı etki gösterdiği, damar genişlemelerini düzenlediği, kas kramplarını azalttığı, idrar zorluğu ve kabızlık üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Karaçelik ve diğ. 2015, Kraujulyte ve diğ. 2013, Yao ve diğ. 2004). Yapılan hücre tabanlı çalışmalar ise gilaburunun anti-enflamatuvar, anti-obezite, anti-diyabetik, kardiyο koruyucu, anti kanserojen ve osteojenik özellikler gösterdiğini belirlemiştir (Hakkinen 2000, Kajszczak ve diğ. 2020). Ayrıca

gilaburunun sahip oluğu yüksek fenolik konsantrasyon sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirdiği saptanmıştır (am ve Hışıl 2007, Sağdıç ve diğ. 2006). Öyle ki kanser hastaları için gilaburu suyu bağışıklık sistemi güçlendirici ve iştah açıcı olarak tavsiye edilmektedir (İnanç ve diğ. 2006).

Aksoy ve diğ. (2004), gilaburunun böbrek taşını kimyasal çözünme yöntemiyle yok ettiğini ve bu taşın vücuttan atılması esnasında herhangi bir ağrı hissedilmediğini bildirmişlerdir. İlan ve diğ. (2014) gilaburunun kalsiyum oksalat taşları üzerine etkisini incelemiş ve liyofilize gilaburu suyunun antirolitik aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. Erdem ve diğ. (2016) yapmış oldukları çalışma sonucunda bir ay boyunca sıçanlara farklı konsantrasyonlarda verilen *V. opulus* ekstraktlarının idrar hacmini ve idrar sitrat seviyesini arttırdığını ve böbrek dokusundaki kristal birikimlerini azalttığını raporlamışlardır. *V. opulusun* böbrek taşları ve böbrek taşlarının vücuttan atılması üzerine yapılan diğer çalışmalar da olumlu sonuçlar vermiştir (Kızılay ve diğ. 2019, Tuğlu ve diğ. 2014).

Gilaburunun böbrekler üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra mide ve bağırsak sağlığı üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir (am 2005). Gilaburunun mukozal savunma mekanizması üzerine yapılan bir çalışmada meyvenin endojen nitrik oksit oluşumunda bir artış sağladığı, lipid peroksidasyonunu baskıladığı ve gastroduodenal mukozanın glikokonjugat içeriğinde değişikliklere yol açarak güçlü bir gastroduodenoprotektif aktivite uyguladığı belirlenmiştir (Zayachkivska ve diğ. 2006).

Viburnum toronis türünün antinosiseptif etkisinin araştırıldığı bir çalışmada bu türün önemli bir aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiş ve asetik asit kaynaklı karın ağrısını %68,6 oranında azalttığı bildirilmiştir (Calle ve diğ. 1999). Yapılan başka bir çalışmada farklı miktarlarda *Viburnum oplusun* ağrı kesici özelliği aspirin ile kıyaslanmış ve aspirinle benzer şekilde karın ağrısını azalttığı belirlenmiştir (Altun ve diğ. 2009). Benzer şekilde *Viburnum lantana* yapraklarından elde edilen ekstraktların antinosiseptif etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Sever ve diğ. 2007).

Gilaburu bitkisinin çeşitli kısımlarının da farmakolojik etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitkinin gövde kabuklarından elde edilen toz, tereyağı ile karıştırılarak yaraya uygulanması sonucu olumlu etki gözlemlenmiş; meyve ve meyve çiçekleri

suda kaynatılarak boğaz ve diş ağrısının azalmasında etkili olmuştur (Aksoy ve diğ. 2004, Çam 2005). *V. opulusun* yanığa bağlı organ hasarı üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada yanığa bağlı gelişen oksidatif stresi ve inflamatuvar yanıtı baskılayarak iyileştirici ve koruyucu bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Usuk 2019). Ek olarak gilaburunun kabuklarının ve yapraklarının Kuzey Amerika halkı tarafından kabakulak ve bazı göz hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir. Tayland'da *V. inopitanatum* türünün yaprakları suyla kaynatılarak mide ağrıları için kullanılmaktayken Hindistan'da *V. nervosum* türünün kökleri akut furunkulozisin tedavisi için kullanılmaktadır. (Yürüker 1993). Ayrıca bitkinin ağaç kabukları astım ve kramp giderici ilaçların yapımında kullanılmaktadır (Aksoy ve diğ. 2004). Erdoğan ve diğ. (2011) *V. opulusun* dalları, yaprakları ve meyvelerinin önemli düzeyde salisin, amentoflavon ve klorojenik asit içermesi sebebiyle yüksek antioksidan etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde ABD'de gilaburu bitkisinin gövde kabukları kullanılarak hazırlanan ilaçların sinir hastalıkları, halsizlik, kramp giderici, tetanoz ve romatizma gibi hastalıklarda tedavi edici olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Zarifikhosroshahi 2015). Genellikle halk arasında alkolsüz meyve suyu olarak ya da meyvenin kabukları ve gilaburu ağacının kabukları kaynatılarak tüketilen gilaburu, kas kasılmaları, menstrüal sancılar, böbrek taşı ve böbrek kumu gibi rahatsızlıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kajszczak ve diğ. 2020, Orakçı 2010, Yürüker 1993).

1.1.3 Gilaburunun Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitesi

Antioksidanlar, serbest radikallerin olumlu etkilerini inhibe edici özelliğe sahip bir sistemle çalışmaktadır. Antioksidanlar insan vücuduna beslenme ile alınabilmekte ya da vücutta kendiliğinden üretilmektedir. Metabolizmada kullanılan oksijenin normal işleyişinin dışında bazı etkenler yoluyla aktif oksijenler oluşabilmektedir. Bu aktif oksijenlerin faaliyetleri engellenemediğinde DNA, protein, karbonhidrat ve lipidlerin yapısında hasarlar meydana gelmektedir. Bu durum hücre membranında ve hücrenin fonksiyonel yapısında bozunmalara sebep olarak çeşitli hastalıklar oluşturmaktadır (Katiyar ve Mukhtar 1997, Sivritepe 2000). Oluşan aktif oksijenlerin oksidatif etkisi, aktif oksijenin antioksidanlar tarafından tutularak ya da oluşumu engellenerek baskılanabilmektedir. Böylece sebep olabileceği

birtakım hastalıkların da önüne geçilebilmektedir (Baublis ve diğ. 2000). Diyet yoluyla vücuda alınan sentetik antioksidanların kanserojen etkisinin olabileceği düşüncesi, insanları doğal antioksidan kaynaklarına yöneltmiştir. Bu sebeple meyve ve sebzelerde bulunan C ve E vitaminleri, karotenoidler ve fenolik bileşenler doğal antioksidan aktiviteleri yönüyle, son yıllarda bilimsel araştırmalarda popüler hale gelmiştir (Chib ve diğ. 2020, Sivritepe 2000). Yüksek antioksidan kapasiteye sahip doğal bileşenler meyve ve sebzelerin yapısından karakterize özellikleri bozulmadan ekstrakte edilerek ilaç, kozmetik ve gıda sanayinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Goli ve diğ. 2005).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) araştırmaları, dünya üzerinde 20.000 civarında bitkinin tıbbi amaçlı kullanıldığını göstermektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2013). Gilaburu da bu tıbbi amaçlı kullanılan farmakolojik meyvelerden biridir. Gilaburu bitkisinin çeşitli morfolojik kısımlarının ve bu kısımlara ait ekstraktların yüksek miktarda fenolik asit, antosiyanidin, askorbik asit ve malik asit gibi antioksidan aktivite gösteren bileşenler içerdiği, yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Çam ve Hışıl 2007, Rop ve diğ. 2010, Velioğlu ve diğ. 2006). Kraujalytė ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmada, gilaburunun antioksidan aktivite gösteren polifenollerini yoğun olarak içerdiği rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada gilaburunun sahip olduğu antioksidan özelliklerin, içerdiği fenolik bileşenlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu çalışmada farklı enkapsülasyon yöntemleri kıyaslanmış ve enkapsülasyon sonucunda fenolik bileşenlerin artış ve azalışına paralel olarak antioksidan aktivite değerleri değişmiştir (Alifakı 2019). Altun ve Yılmaz (2007) gilaburunun ana fenolik bileşenin klorojenik asit olduğunu ve içerdiği bu fenoliğin antioksidatif etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca meyvenin içeriğinde bulunan askorbat-karoten, glutatyon ve α - tokoferol gibi antioksidan aktivitesi yüksek bileşikler bulunduğu tespit edilmiştir (Fattahi ve diğ. 2012, Kılıçgün ve Altınar 2010). Gilaburu meyvesinin yapısında bulunan linoleik ve oleik asit, inorganik maddeler ve ketonlar, triterpenoidler, diterpenoidler, seskiterpenler ve iridoidler; kabuğunda bulunan saponinler, alkaloidler, tripenler ve iridoid glikozitlerin antioksidan aktiviteyi desteklediği düşünülmektedir (Altun ve Yılmaz 2007, Andreeva ve diğ. 2004, Yang ve diğ. 2011).

Yapılan çalışmalar askorbik asitin antioksidatif etkiye sahip bir sekonder metabolit olduğunu göstermiştir (Ulger ve diğ. 2012). Gilaburunun da yüksek miktarda askorbik asit içerdiği ve bu içeriği sayesinde antioksidan aktivite sağladığı yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Česonienė ve diğ. 2010, Çam ve diğ. 2007).

Çalışmalarda antioksidanların ekstraksiyonu için su, metanol, aseton ve etanol gibi çeşitli çözücüler kullanılmıştır. Burnaz ve diğ. (2010) ekstraksiyon için üç farklı çözücü (su, metanol, kloroform) kullanmışlardır. Antioksidan aktivite belirlemeden kullanılan yöntemler DPPH, toplam fenolik madde miktarı ve demir indirgeme/antioksidan güç (FRAP) şeklindedir. Sonuç olarak toplam fenolik madde içeriği sulu ve kloroformlu ekstraktlara nazaran metanol ekstraktlarında daha yüksek bulunmuştur. Barak ve diğ. (2019) *V. oplusun* antioksidan potansiyelini değerlendirmek için metanol ve su ekstraktları kullanmışlardır. Sonuçlar metanol ekstraktının fenolik profil ve antioksidan özellikler açısından sulu ekstrakta göre daha üstün olduğunu göstermiştir.

Bitkilerin yapısında bulunan doğal bileşikler bakteri hücrelerinin biyokimyasal işleyişini bozarak fizikokimyasal bütünlüğüne etki etmektedir. Özellikle hidrofobik yapıdaki terpenler hücre duvarında bulunan lipitlerle etkileşime girerek hücre zarının geçirgenliğini arttırmaktadır. Bu durum, hücrenin proton ve elektron hareketlerinde aksaklıklar meydana getirerek fizikokimyasal yapısını hasara uğratmaktadır (Silva ve Fernandes 2010). Bitkilerin yapısında bulunan fenoliklerin, terpenoidlerin, uçucu yağların, alkaloidlerin, lektinler-polipeptidlerin ve poliasetlenlerin patojenlere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Cowan 1999). Gilaburu meyvesinin içerdiği doğal asitler sebebiyle antimikrobiyal etki gösterdiği, yapılan çalışmalarca raporlanmıştır. Ayrıca meyve çekirdeğinin de yağ asitleri yönünden zengin olduğu bildirilmiştir (Kraujalyte ve diğ. 2013, Rop ve diğ. 2010, Yunusova ve diğ. 2004). Güleşçi (2019), yapmış olduğu çalışmada *V. opulus* L. 'nın organik asit, fenolik bileşik, C vitamini gibi bileşenlerine ait çalışmalara dayanarak gilaburu meyvesinin yüksek oranda antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir.

Česonienė ve diğ. (2012) tarafından gilaburunun antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmaya gilaburu suyunun Gram (+) ve Gram (-) bakterilerin büyümesini inhibe edici özelliği olduğu bildirilmiş, *S. typhimurium*, *L.*

monocytogenes, S. agona, E. faecalis ve S. aureus'a karşı yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği doğrulanmıştır. Sağdıç ve diğ. (2006) gilaburunu antimikrobiyal aktivitesine karşı en hassas bakterinin Aeromonas hydrophila olduğunu, en dirençli bakterinin ise Yersinia enterocolitica olduğunu bildirmişlerdir. Gilaburunun idrar yolu enfeksiyonuna sebep olan Candida suşları üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada meyvenin etanol, metanol ve etil asetat ekstraktlarının bu suşlar üzerinde antifungal aktivite gösterdiği rapor edilmiş ve fermente gilaburu ürünlerinin idrar yolu hastalıkları için antifungal ilaçlara alternatif olarak kullanılması önerilmiştir (Sezgin ve diğ. 2017). Yapısında bulunan klorojenik asit sayesinde gilaburunun antimikrobiyal ve antiviral etki gösterdiği literatürde yer almıştır (Puupponen-Pimia ve diğ. 2005, Wang ve diğ. 2009).

1.1.4 Gilaburunun Bazı Ülkelerde Kullanımı

Gilaburu, halk arasında genellikle salamura edilerek tüketilmektedir. Gilaburu meyvesinin salamura edilmesindeki temel amaç, meyvenin acı tadının giderilmesidir (Tuğlu ve diğ. 2014). Meyvelerin hoş olmayan acı tadı içeriğindeki hafif toksik olarak kabul edilen ve yenmeden önce giderilmesi gereken saponin glikozitleri ve viburninden kaynaklanmaktadır (Česonienė ve diğ. 2010). Hasat edildiği anda acı bir tada sahip olan gilaburu meyvesi, acılığın giderilmesi için içme suyu kalitesinde olan sular ile salamura edilmektedir. Yaklaşık 3 aylık bir salamura süreci sonunda gilaburular acılığını kaybetmekte ve artık sıkılarak suyunun tüketilmesi için hazır hale gelmektedir (Soylak ve diğ. 2002). Kendine has bir tada ve kokuya sahip olan meyve suyu, su ile seyreltilip şeker ilave edilerek de tüketilmektedir. Ayrıca suyu çıkarılan meyvenin kabukları kurutularak çay gibi demlenmekte ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Selçuklu ve Osmanlı döneminde, çiçeklenme evresindeki estetik görüntüsünden dolayı dekoratif amaçlı kullanılmıştır (Yıldız ve Ekici 2019). Polonya'da besleyici özellikleri unutulmuş gilaburu bitkisi, park ve bahçelerde yabani olarak yetişmekte, tıpta ve beslenmede nadiren kullanılmaktadır. Ukrayna'da yaygın olarak yetişen gilaburu, ülkenin ulusal sembolü haline gelmiştir ve “*kalyna*” adıyla anılmaktadır. Ülkede ağırlıklı olarak tıbbi amaçlı kullanılmaktadır. Bitki İngiltere'de

de ekseriyetle tıbbi amaçlı kullanılmaktadır (Burnaz 2007). Kanada'da tıbbi amaçlı kullanımının yanında reçel ve marmelat yapımında endüstriyel boyutta kullanımı mevcuttur. Bazı Avrupa ülkelerinde tıbbi amaçlı kullanımının yansıra süs bitkisi olarak da yetiştirilmektedir (Aksoy ve diğ. 2004, Çam ve Hışıl 2005). Bulgaristan'da Tchervena, İtalya'da Pallone di maggio isimleriyle anılan gilaburu, her iki ülkede de çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Burnaz 2007, Leporatti ve Ivancheva 2003).

1.1.5 Gilaburunun Bileşimi

Gilaburu bitkisi, meyvesinde, yapraklarında, kabuklarında ve gövdesinde farklı kimyasal bileşikler içermektedir. Vitaminler (A, E ve C vitamini), mineraller (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu), organik asitler (tartarik asit, malik asit, sitrik asit, suksinik asit, fumarik asit ve asetik asit), şekerler (glukoz, fruktoz ve sakkaroz), fenolik bileşenler (gallik asit, kateşin, kafeik asit, şiringig asit, p-kumarik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, protokateşik asit, vanillik asit, rutin ve kuersetin), yağ asitleri (laurik, miristik, oleik, linoleik, palmitik, α -linolenik, araşidik, gondoik, behenik ve stearik asit), aminoasitler (aspartik asit, glisin, glutamik asit, prolin, arjinin, alanin, histidin, fenilalanin, izolösin, tirozin, treonin, serin, lösin, lisin ve valin)ve bazı temel aktif bileşenler (arbutin, etil-arbutin, skopoletin, hidrokinonlar, skopolin ve tanenler) gibi kimyasalları bileşiminde bulundurduğu bildirilmiştir (Baytop 1999, Bolat ve Özcan 2002, Boyacı ve diğ. 2016, Özrenk ve diğ. 2011, Yunusova ve diğ. 2004, Zarifikhosroshahi ve diğ. 2020). Gilaburunun sağlık açısından faydalılığını ön plana çıkaran en önemli bileşiklerden biri fenoliklerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada gilaburunun bazı kimyasal bileşenlerinin yanında fenolik bileşen içeriği de araştırılmış ve en önemli fenolik bileşenlerden olan resveratrole ayrıca değinilmiştir.

1.1.5.1 Fenolik Bileşenler

Fenolik bileşenler meyve, sebze, tahıl ve birçok bitkisel ürünün bileşiminde doğal olarak bulunan sekonder metabolitlerdir. Fenolik bileşenler gıdanın renk, tat,

koku gibi pek çok karakteristik özelliğinden sorumlu olmasının yanında virüs, parazit gibi pek çok dış etmene karşı bitkilerin savunma mekanizması olarak da görev alırlar (Bohn 2014). Yapılarında bir ya da daha fazla hidroksil grubu (-OH) bağlanmış bir benzen halkası bulunan bu bileşenler bitkilerin yapısında en bol bulunan fitokimyasallardır. Bitkiler tarafından doğal olarak üretilen 30.000'den fazla fenolik bileşen olduğu ve bunların 5000 kadarının yapısal tanımlanmasının yapıldığı bildirilmiştir (Atak ve Uslu 2018, Nizamoğlu ve Nas 2010). Fenolik bileşenlerin hücre yapısında serbest, bağlı ve konjüge (ekstrakte edilebilir) olmak üzere üç farklı şekilde bulunabilir (Nayak ve diğ. 2015). Hücre vakuollerinin içinde bulunan fenolikler serbest formda bulunurken, bağlı formdaki fenolikler hücre duvarlarındaki selüloz, pektin ve proteinlere kovalent bağlarla bağlıdır. Konjüge olarak bağlanmış fenolikler ise yapılarında bulunan aromatik halkalar ve hidroksil grupları sayesinde esterleşmektedir (Saura-Calixto 2012).

Fenolik bileşenler sahip oldukları antioksidatif, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antiviral etkilerinden dolayı insan sağlığıyla ilişkilendirilen bitkisel kaynaklı popüler bileşiklerdir (Kaur ve Mondal 2014, Zhang ve Tsao 2016). Fenolik bileşenlerin bu etkinliği pek çok çalışmaya konu olmuş ve yapılan araştırmalar sonucunda kanser, kolesterol, kalp-damar hastalıkları, diyabet ve katarakt gibi hastalıkların tedavisinde önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Demir ve diğ. 2019, Erlund ve diğ. 2008, Thangapazham ve diğ. 2006).

Fenolik bileşenler “flavonoidler” ve “flavonoid olmayanlar” olmak üzere temel olarak iki ana grup altında incelenmektedir ve bu gruplandırma, yapılarında bulunan -OH grubunun ve aromatik halkaların yeri ve sayısı, organik bileşiklerle oluşturduğu bağa göre şekillenmektedir. Kateşinler (kateşin, epikateşin, epigallokateşin), flavonoller (kuersetin, kaemferol), flavonlar (rutin, apigenin), flavanonlar (naringenin, hesperidin), isoflavonlar (genstein) ve antosiyanidinler (delfinidin, siyanidin, malvidin) flavonoidler grubunda; fenolik asitler (benzoik asitler (gallik asit), sinamik asitler (kafeik asit, ferulik asit, kumarik asit)), stilbenler (resveratrol, pikeid) ve lignanlar (pinoresinol) flavonoid olmayanlar grubundadır. (Karabulut ve Yemiş 2019). Yapılan bu gruplandırmada flavonoidlerin hidroksilasyon ve polimerizasyon dereceleri göz önüne alınmaktadır (Kumar ve Pandey 2013).

Yapılarında oksijen içeren bir piren halkası ve buna bağlı olan iki benzen halkası ihtiva eden flavonoidler, bitkilerin yapısında bulunan karbonhidrat ve aminoasitlerin birincil metabolitleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle kalp-damar hastalıklarındaki etkinliklerinin yanı sıra meyve ve sebzelerin turuncu, kırmızı, yeşil renklerinden sorumludurlar. Flavonoidlerin en karmaşık grubu olan kateşinler ağırlıklı olarak siyah ve yeşil çayda bulunur. Üzüm, ahududu, kuzukulağı, siyah fasulye gibi bitkiler flavonoller açısından zengin bir içeriğe sahiptir (Zakaryan ve diğ. 2017). Flavonlar bitkileri UV, böcekler ve çeşitli bitki hastalıklarından korumakla görevlidir. Maydanoz, zeytin, kivi, bezelye gibi besinlerde bulunurlar ve biyoyararlılığı diğer flavonoidlere göre daha düşüktür (Hostetler ve diğ. 2017). Flavanonlar narenciye flavonoidi olarak da bilinir. Narenciye meyvelerin iç kısmında bulunan beyaz kabukta ve zarda yer alan flavanonlar, meyvenin acı ve buruk tadından sorumludur. Ayrıca diğer flavonoidlere göre biyoyararlılığı daha yüksektir (Suna ve Ayaz 2019). İsoflavonların fitoöstrojenik özellikleri bu flavonoidlerin meme kanserine sebebiyet verdiğini düşündürmüştü ancak çalışmalar bu durumun aksini ortaya çıkarmıştır. Ağırlıklı olarak baklagillerde bulunmaktadır (Atak ve Uslu 2018, Yu ve diğ. 2016). Antosiyoninler bitkiye pembe-mor rengi vermekte ve bu özelliğiyle tozlaşmayı kolaylaştırmada rol oynamaktadır. Oksijen radikali absorbe etme kapasitesinin yüksek olması bu flavanoide antiinflamatuvar ve antioksidan özellik sağlamaktadır (Kolaç ve diğ. 2017, Samavat ve diğ. 2017).

Fenolik asitler, flavonoid olmayan fenolik bileşenlerdir. Hidroksisinnamik ve hidroksibenzoik asitler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bu ayrım yapısında bulunan -OH ve -OCH₃ gruplarına göre yapılmaktadır. Fenolik asitler glikozitlerin ya da organik asitlerin esterleridir (Robbins 2003) ve yüksek oranda antioksidan özellik gösterirler (Cong-Cong ve diğ. 2017). Çilek, üzüm, buğday kepeği, adaçayı, tarçın, kimyon, karabiberin yanı sıra şarap ve zeytinyağı gibi bitkisel ürünlerin yapısında bulunmaktadır (Bozan ve diğ. 2003, Yu ve Zhou 2005). Lignanlar yoğunlukla keten tohumu, buğday ve yağlı tahıllarda bulunmakta olup, bitkilerin hemen her yerinden izole edilebilirler (Cong-Cong ve diğ. 2017, Massanet ve diğ. 1989). Yapılan çalışmalar lignan metabolitlerinin kanser hücrelerinin büyümesini önleyici etki sağladığını göstermiştir (Qu ve diğ. 2005). Stilbenler abiyotik stres etkisiyle sentezlenen, bitkiyi patojen ve UV saldırılarını karşı koruyan sekonder metabolitlerdir. Stilbenlerin bitkilerin hem kurucu hem de uyarılabilir savunma

mekanizmalarına katılabildikleri, yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Chong ve diğ. 2009). Yoğunlukla bitkilerin dokularında stilben glikozitleri olarak bulunan stilbenler, okaliptüs, çam ve mahlura gibi ağaçların özlerinin bileşikleri olarak tanımlanmıştır (Artık ve diğ. 2016). Stilbenler, özellikle üzüm, yaban mersini, ahududu, böğürtlen gibi mor veya koyu renkli meyve ve bitkilerde bulunur. Stilbenlerin farklı yapı ve özelliklere sahip çeşitleri bulunmaktadır. Bu stilben çeşitlerinin her biri farklı bitkisel kaynaklarda bulunur ve çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir. Pterostilben, piceatannol, pinosylvin, gnetol, astringenin ve resveratrol bazı önemli stilben çeşitleridir. Resveratrol antikanserojen, antiviral, nöroprotektif, anti-aging ve antiinflamatuvar etkileri sebebiyle üzerinde en çok çalışılan stilbendir (Stojanovic ve diğ. 2002).

1.1.5.1.1 Resveratrol

Resveratrol, bitkiler tarafından herhangi bir tehdit altında üretilen bir fitoaleksindir (Çaylak ve diğ. 2009). İnsan sağlığı açısından da faydalı olan resveratrol, daha çok renkli üzümlerde bulunur ve antioksidan aktivite gösterir. Özellikle kılcal damarların tıkanmasını ve apolipoprotein, lipid sentezinin modülasyonu ile kılcal damarlarda trombosit birikmesini engellediği yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Karabulut 2008).

Resveratrolün keşfedilmesi ve etki etme şeklinin belirlenmesi için yapılan araştırmalar yakın geçmişe dayanmaktadır. Aslında 1930'lu yıllarda doğu ülkelerinde kalp ve karaciğer hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktaydı. "Sivri uçlu çoban değneği (*Polygonum cuspidatum*)" adıyla bilinen bu bitkinin hastalıklar üzerindeki etkisinin resveratrol'den kaynaklandığı bilinmiyordu (Mazlum 2020). Resveratrol ilk olarak 1976 yılında asma yaprağında tespit edilmiştir (Pervaiz 2003). Daha sonraki yıllarda Hillis ve arkadaşları resveratrolün antifungal etkisini okaliptüs ve ananas üzerinde incelemişlerdir (Keskin ve diğ. 2009). Üzüm asması üzerinde yapılan çalışmada resveratrolün asmanın odunsu bölgesinin temel bileşeni olduğu, meyve tanesinde ise az miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Creasy ve Creasy 1998). Başka bir çalışmada ise üzümde resveratrolün en fazla bulunduğu kısmın kabuk olduğu, az miktarda çekirdekte ve sapta tespit edildiği bildirilmiştir (Adıgüzel 2007).

Resveratrol, güçlü bir serbest radikal süpürücü ve antioksidandır (Tatlıdede 2008). Ancak yapılan in-vitro çalışmalar resveratrolün zayıf bir antioksidan olduğunu, in-vivo çalışmalar ise güçlü bir antioksidatif işlev gösterdiğini belirlemiştir. Resveratrolün in-vivo çalışmalardaki antioksidatif etkisinin nitrik oksit oluşumunu uyarma kabiliyetinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu özelliği ile kalp sağlığını korumada da büyük öneme sahiptir (Burns ve diğ. 2002, Imamura ve diğ. 2003). Farmakokinetik çalışmalar sonucunda resveratrolün karsinojen aktivasyonunu çeşitli aşamalarda bloke ederek tümörün başlamasını ve ilerlemesini baskıladığını göstermiştir (Bostancı ve diğ. 2022, Ruano-Ravina ve diğ. 2004). Çeşitli hastalıkların tedavisinde resveratrolün antienflamatuvar etkisinden yararlandığı bildirilmiştir (Delal ve diğ. 2005). Resveratrolün anti-aging mekanizması tam olarak anlaşılacakla birlikte mitokondrilerin işleyişini iyileştirerek yaşlanmaya bağlı meydana gelen makula dejenerasyonunu baskıladığı ve görme kaybının önüne geçtiği rapor edilmiştir (King ve diğ. 2005).

Trans ve *cis* formları bulunan resveratrol yağda çözünebilme özelliğine sahiptir (İnal 2011). Üzümün kabuk kısmında ve suyunda *trans*-resveratrol bulunduğu tespit edilmiştir ve belirtilen kısımlarda *cis*-resveratrol bulunmamıştır. Bu bilgi değerlendirildiğinde *cis*-resveratrolün *trans*-resveratrole ait bir izomer olduğu düşüncesi oluşmuştur. Ayrıca izomerizasyonun fermentasyon esnasında üzüm kabuğunda bulunan polimerlerin parçalanmasıyla oluştuğu bildirilmiştir (Abril ve diğ. 2005). Günümüzde resveratrol üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Böylece resveratrolün biyosentezi ve kimyasal yapısı önemli oranda aydınlatılmıştır. (Dönmez 2015).

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak gilaburu meyvesinin *Viburnum opulus* L. türünün yeşil olum, renk dönüm ve olgun hali kullanılmıştır. Örnekler Kayseri ilinden (Kayseri Pazarı Bio Bitkisel Ürünler Limited Şirketi) temin edilmiştir. Gilaburu meyveleri, özel bir bahçe içerisinde bulunan rastgele seçilen 10 bitkiden homojen olarak toplanmış ve hasat edildiği gün frigorifik araçla Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Enstrümantal Analiz laboratuvarına getirilmiştir. Analizde kullanılacak meyveler üç farklı olgunlaşma aşamasında toplanmıştır. Meyvenin yeşil olum, renk dönüm ve olgun hallerinden içme suyu kalitesindeki sularla hızlı şekilde salamura kurulmuş ve 3 aylık salamura süreci başlatılmıştır. Salamura işleminde yalnızca meyve ve içme suyu kullanılmıştır. Kurutma işleminde kullanılacak olan olgun meyveler analize kadar -18 °C'de saklanmış ve analizden 1 saat önce +4°C'de çözündürülerek kullanılmıştır.



Şekil 2.1: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarından hazırlanan salamura örnekleri



Şekil 2.2: Gilaburu bitkisi

2.2 Metot

2.2.1 Fiziksel Analizler

2.2.1.1 Renk Analizi

Gilaburu meyvelerinin her üç olgunlaşma evresinde ve bu meyvelerden hazırlanmış salamuralarda renk analizi yapmak için meyve taneleri saydam bir kap içerisine boşluk kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Renk analizi için kullanılan Hunter Lab Color Miniscan XE (USA) cihazı, analiz öncesi siyah ve beyaz zeminler üzerinde L (0=siyah, 100=beyaz), a (a+=kırmızı, a-=yeşil) ve b (b+=sarı, b-=mavi) değerleri kalibre edilmiştir (Cemeroğlu 2013^b). Cihazda okunan L*, a* ve b* değerleri kaydedilmiş ve renk yoğunluğu değerleri tespit edilmiştir.

2.2.1.2 100 Tane Ağırlığı

100 tane ağırlığı ölçümleri, Cemeroğlu (2013^b)'nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Her olgunlaşma aşaması için 10 tane rastgele seçilmiş gilaburu

meyvesi hassasiyeti 0,0001 g olan terazide (LF 225 DR Vibra, Türkiye) en az 3 tekrar olacak şekilde tartılmış ve elde edilen sonuç 10 ile çarpılarak hesaplanmıştır.

2.2.1.3 Kuru Madde Analizi

Analiz öncesinde kurutma kapları yıkanmış ve sabit tartıma gelmesi için 105 °C'deki etüvde (Nüve, FN 120) 24 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan kurutma kapları desikatörde soğutulmuştur. Analiz öncesi meyve taneleri yıkanarak kaba kirinden arındırılmış ve saf sudan geçirilip kurulama kağıtları ile kurulanmıştır. Desikatörden alınan kurutma kaplarının darası alınmış, kapların içerisine 10'ar gram meyve tanesi tartılmıştır. Bu tartımlar en az iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra kuru madde miktarı ağırlıkça % olarak 2.1'de görülen eşitlikle hesaplanmıştır (Cemeroğlu 1992).

$$\text{Kuru Madde (\%)} = 100 - \left(\frac{a-b}{a}\right) \times 100 \quad (2.1)$$

a: Dara ve örneğin toplam ağırlığı (g) (Kurutma öncesi)

b: Dara ve örneğin toplam ağırlığı (g) (Kurutma sonrası)

2.2.1.4 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Analizi

Gilaburu meyvesi örneklerinin içerdiği suda çözünür kuru madde değerinin tespiti için masa tipi refraktometre (Milwaukee MA871 Refractometer, Europe) kullanılmıştır. Analiz için meyveler püre haline getirilip kaba filtre kâğıdı ile süzlmüştür. Elde edilen süzüntü, saf su ile kalibre edilmiş cihazın okuma gözüne damlatılmıştır. Sonuçlar % briks olarak kaydedilmiştir (Cemeroğlu 2010).

2.2.1.5 Su Aktivitesi Analizi

Gilaburu örneklerinin su aktivitesi, hassasiyeti $\pm 0,001$ olan su aktivitesi tayin cihazı (Testo Instruments, Model: Testo-650, Almanya) ile belirlenmiştir. Cihazın

paslanmaz çelik malzemeden yapılmış haznesine yaklaşık 5g örnek parçalanarak yerleştirilmiş ve 25 °C’de ölçüm yapılmıştır (Akçin ve Bostan 2019). Sistem dengeye ulaştığında cihazın göstergesindeki değer okunarak örneklerin su aktivitesi tespit edilmiştir.

2.2.2 Kimyasal Analizler

2.2.2.1 pH Tayini

Ölçüm için cam elektrot uçlu pH metre (PL-700PV, Gondo-Tayvan) kullanılmıştır. Ölçüm yapmadan önce pH metre 4 (yüksek asit) ve 7 (düşük asit) pH derecelerine sahip tampon çözeltilerle kalibre edilmiştir. Gilaburu meyvesinden 50 g tartılarak üzerine 1:1 oranında saf su ilave edilmiş ve blenderde ezme haline getirilmiştir (Tepe 2020). Homojen hale getirilen karışım kaba filtre kağıdından geçirilerek filtrat elde edilmiştir. Elde edilen filtrata pH metre elektrotları daldırılarak ölçüm yapılmıştır. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.

2.2.2.2 Titrasyon Asitliği (TA) Analizi

TA tayininde Cemeroglu (2013^b)’nun önerdiği yöntem kullanılmıştır. Gilaburu meyvesinden 10 g örnek alınarak saf suyla (1:5) homojenize edilmiştir. Homojenizatlar oda sıcaklığında yaklaşık 30 dk bekletilip filtre kâğıdı ile süzölmüştür ve filtrat elde edilmiştir. Bu filtratlar 0,1 N NaOH ile pH 8,1’e gelene kadar titre edilmiş, sarf edilen NaOH miktarı kaydedilip hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalar için eşitlik 2.2 kullanılmış ve % titrasyon asitliği sonuçları malik asit cinsinden verilmiştir. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%)} = \frac{V * f * E * 100}{M} \quad (2.2)$$

f: NaOH faktörü

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (g)

V: Sarf edilen NaOH miktarı (mL)

E: Eşdeğer asit (g)

2.2.2.3 Kül Analizi

Kül tayininde kullanılacak olan krozeler 105 °C'deki etüvde sabit ağırlığa getirildikten sonra desikatörde soğutulmuş ve daraları not edilmiştir. Sonrasında krozelere 5'er g örnek tartılmıştır. İçerisinde tartılmış örnekler bulunan krozeler kül fırınına (Selecta, FM 515, İtalya) konulmuş ve fırının sıcaklığı 550 °C'ye gelene kadar aşamalı olarak arttırılmıştır. Kül rengi oluşan ve sabit tartıma gelen örneklerin kül miktarı eşitlik 2.3'e göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2010). Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.

$$\text{Kül Miktarı (\%)} = \frac{m_2}{m_1} * 100 \quad (2.3)$$

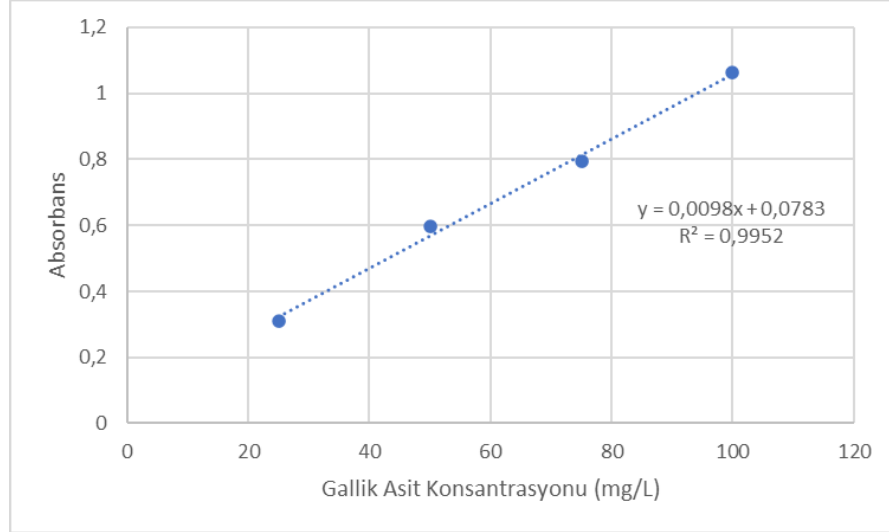
m_1 : Krozeye tartılan örnek miktarı (g)

m_2 : Yanma sonucu krozede kalan kül miktarı (g)

2.2.2.4 Toplam Fenolik Madde (TFM) Tayini

Fenolik madde içeriğinin yüksek olduğu düşünülen gilaburu ekstraktları 1:5 oranında seyreltilmiştir. Metanol ile ekstrakte edilen gilaburu ekstraktlarının (300 µL) üzerine Folin-Ciocalteu çözeltisi (1500 µL) (1:10, Folin-Ciocalteu reaktifi: Ultra saf su) eklenip 5 dakika süre ile bekletilmiştir. Süre tamamlandıktan sonra karışıma %7,5'lik sodyum bikarbonat çözeltisi (1200 µL) eklenip 2 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. 2 saatin sonunda absorbans değerleri dalga boyu 760 nm'ye ayarlanmış spektrofotometrede (T80, PG Ins.-UK) aynı yöntemle hazırlanmış şahit numuneye karşı ölçülmüştür (Singleton ve Rossi 1965). Gallik asit kullanılarak oluşturulan standart eğrinin denklemi kullanılarak fenolik madde içeriği hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere oluşturulan gallik asit eğrisi 25, 50, 75 ve 100 mg/L konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar mg

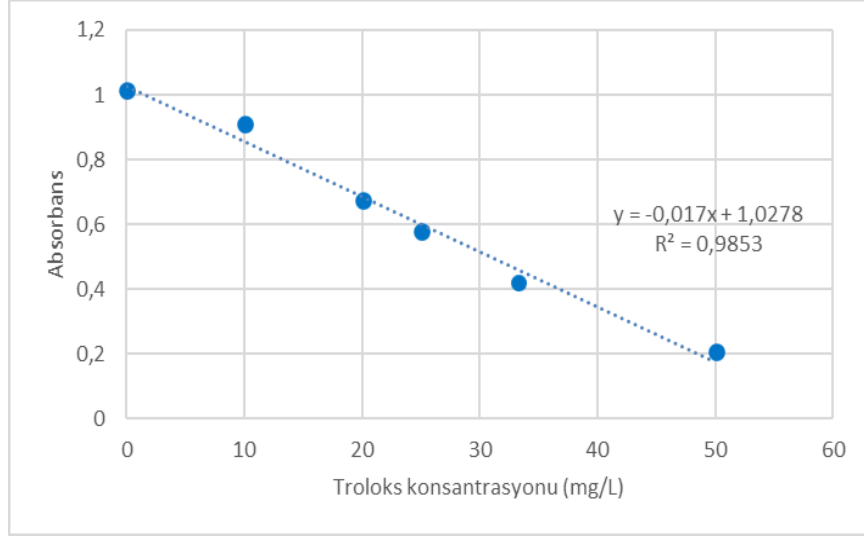
gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru madde (KM) cinsinden hesaplanmıştır. Gallik asit standart kalibrasyon eğrisi Şekil 2.3'te gösterilmiştir. TFM analizleri 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 2.3: Gallik asit standart eğrisi

2.2.2.5 Antioksidan Aktivite (AA) Tayini

Farklı olgunlaşma aşamalarında olan meyvelerin ve salamuraların antioksidan aktivite tayini için DPPH (2.2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) metodu kullanılmıştır (Thaipong ve diğ. 2006). DPPH yöntemi için 1:9 oranında hazırlanmış olan metanol-örnek ekstraktları hazırlanmıştır. Analizde kullanılan DPPH çözeltisi metanol çözeltisiyle (%90) 515 nm dalga boyunda absorbansı metanole karşı 1:1 olarak ayarlanmıştır. 150 µL örneğe 2850 µL DPPH eklenip üzeri kapatılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat süreyle bekletilmiştir. 1 saatlik sürenin sonunda örnekler spektrofotometre cihazında (515 nm) okunmuştur. Hesaplamalar için troloks (Sigma Aldrich) çözeltisinden oluşturulan standart eğrinin denklemi kullanılmış ve sonuçlar mmol troloks eşdeğeri (mmol TE) /g KM cinsinden verilmiştir. Troloks çözeltisinin standart kalibrasyon grafiği Şekil 2.4'te verilmiştir. AA analizleri 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 2.4: Troloks standart eğrisi

2.2.2.6 Suda Çözünen Vitaminlerin Tayini

2.2.2.6.1 Analizin Hazırlığı

Gilaburu örneklerinde suda çözünen vitaminlerden askorbik asit, tiamin niasin ve pridoksin analizleri yapılmıştır. Analiz için örneklerin hazırlanmasında, Otağ (2015) tarafından önerilmiş olan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde farklı olgunlaşma evrelerindeki ve farklı sıcaklık parametrelerinde kurutulmuş olgun gilaburu meyvelerinden 5 g örnek tartılarak saf su ile (1:9, w/v) homojenizatörde parçalanmıştır. Daha sonra bu karışım 9000 rpm'de 4 °C sıcaklıkta 10 dk boyunca santrifüj (Nüve NF800R, Türkiye) edilmiştir. Santrifüj sonucu elde edilen süpernatant önce kaba filtre kağıdından geçirilmiş, ardından 0,45 µm'lik PTFE tipi filtreden (Sartorius, SM16555Q, Almanya) geçirilip mikro şırınga ile 20 µL örnek, HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

2.2.2.6.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri

Suda çözünen vitamin analizi için Ekinci ve Kadakal (2005) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmış ve HPLC cihazının koşulları bu

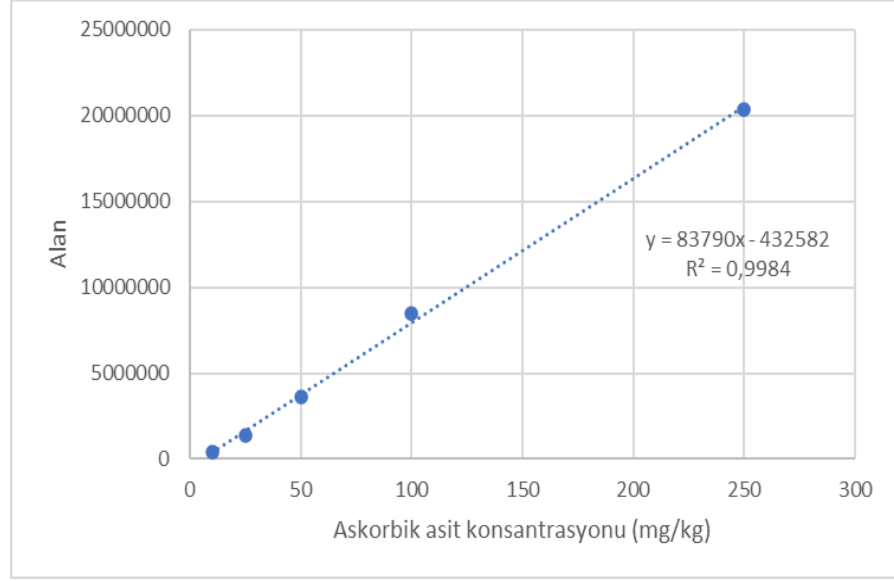
yönteme göre ayarlanmıştır. Analizde kullanılan HPLC cihazı (SHIMADZU), foto diode array (PDA) dedektör (SPD-M20A), kolon fırını (SHIMADZU CTO-20A), gaz giderici (SHIMADZU DGU-20A3), pompa (SHIMADZU LC-20AD) ve bilgisayardan oluşmaktadır. Analizlerin gerçekleştirilmesi için sağlanan HPLC cihazının koşulları Tablo 2.1'deki gibidir. Sonuçlar, yazılım programı olan “Shimadzu LC Solution” ile değerlendirildi.

Tablo 2.1: Suda çözünen vitamin analizinin kromatografi koşulları

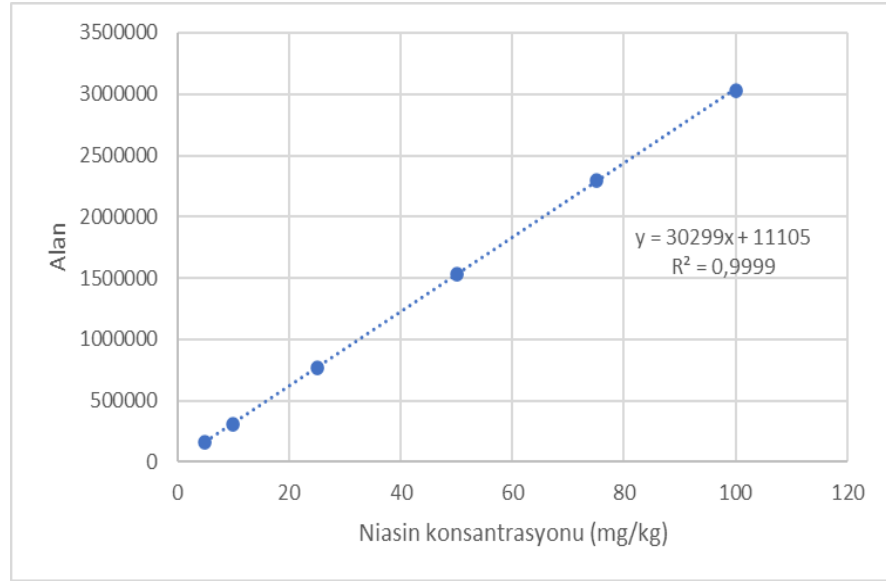
HPLC Koşulları		
Kolon		ACE C18 (7,8x300mm)
Dalga boyu	Askorbik Asit	254 nm
	Niasin	261 nm
	Tiamin	234 nm
	Pridoksin	324 nm
Fırın sıcaklığı		40 °C
Akış Hızı		0,8 mL/dk
Mobil Faz		0,1 M KH ₂ PO ₄ +0,1 M KOH

Analizde mobil faz olarak kullanılan 0,1 M KH₂PO₄'ün pH değeri 0,1 M KOH ile pH 7'ye ayarlanmıştır. Mobil faz hazırlarken kullanılan kimyasallar HPLC saflığındadır.

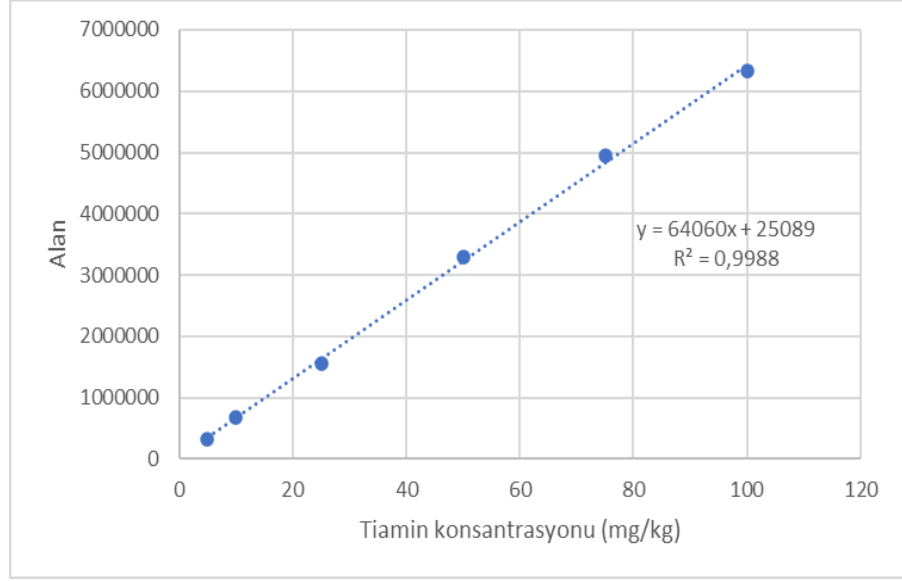
Suda çözünen vitamin içeriği, farklı konsantrasyonlarda (5, 10, 25, 50, 75 ve 100 ppm) hazırlanmış olan stok çözeltilerin yüksek R² değerine sahip kalibrasyon eğrilerinden elde edilen denklem ile hesaplanmıştır. Askorbik asit, niasin, tiamin ve pridoksin standartları ile hazırlanan kalibrasyon grafikleri sırasıyla Şekil 2.5, Şekil 2.6, Şekil 2.7 ve Şekil 2.8'de verilmiştir. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



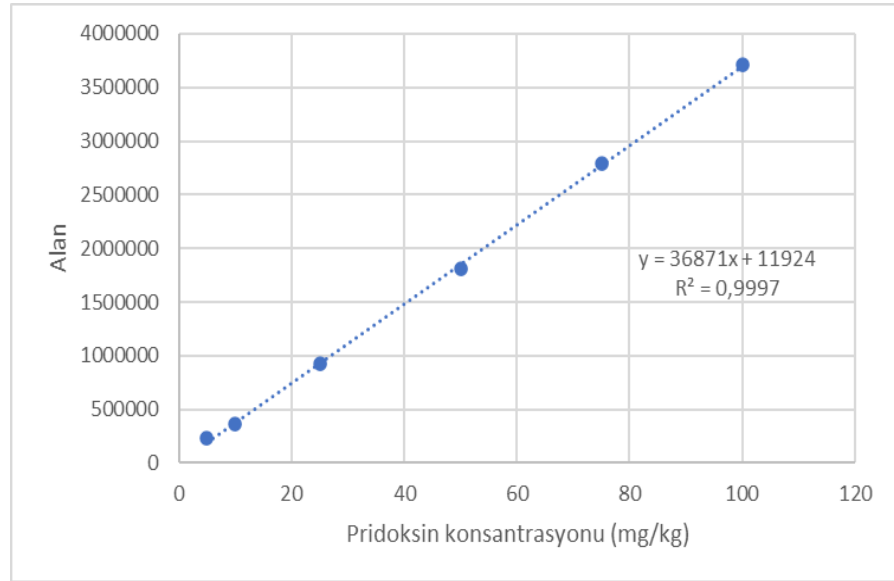
Şekil 2.5: Askorbik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.6 : Niasinin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.7: Tiaminin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.8: Pridoksinin standart kalibrasyon grafiği

Suda çözünen vitaminlerin analizi için uygulanan yöntemin ve HPLC cihazının doğru sonuç verip vermediğinin belirlenmesi amacıyla geri kazanım testi yapılmıştır. Gilaburu örneklerindeki vitamin miktarları belirlendikten sonra belirli konsantrasyonlarda standart eklenmiş ve yeniden cihaza enjeksiyon yapılmıştır. Bu yöntemle tespit edilen geri kazanımlar askorbik asit, niasin, tiamin ve pridoksin için sırasıyla %98,2, %96,4, %98,1 ve %95,9'dur.

2.2.2.7 Organik Asit Tayini

2.2.2.7.1 Örneklerin Hazırlanması

Farklı olgunlaşma evrelerindeki ve farklı sıcaklık parametrelerinde kurutulmuş olgun gilaburu meyvelerinden 5 g tartılarak saf su ile homojenize edilmiştir (1:10 w/v). Ardından kaba filtre kâğıdı ile süzülerek 4 °C’de 10 dk santrifüj (10000 rpm) edilmiştir. Daha sonra kaba filtre ile berrak filtrat alınıp 0,45 µm’lik filtreden geçirilip cihaza enjeksiyon yapılmıştır.

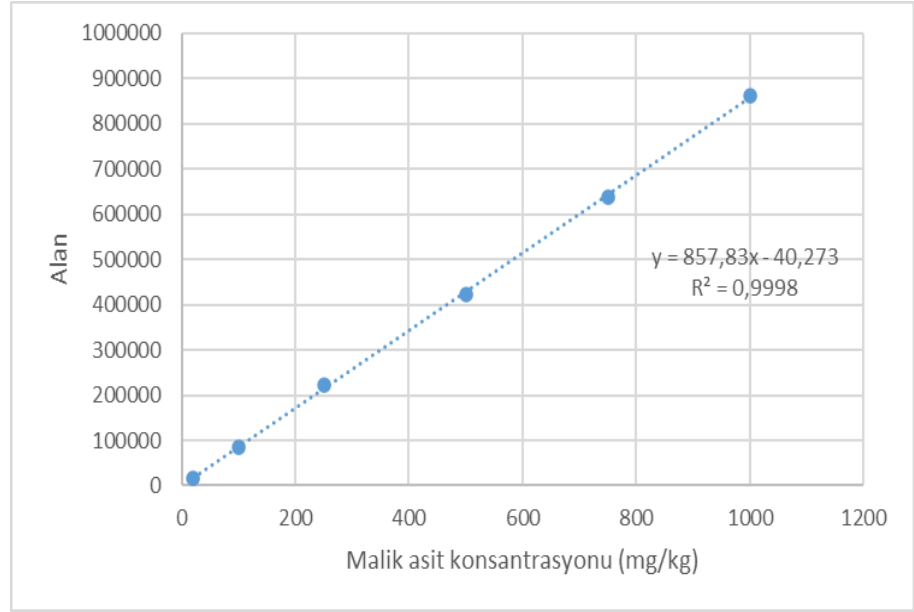
2.2.2.7.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri

Soyer ve diğ. (2003) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek organik asit analizinde kullanılmıştır. Organik asitlerin tespiti için HPLC cihazı kullanılmıştır. Tablo 2.2’de HPLC cihazının çalışma şartları gösterilmektedir.

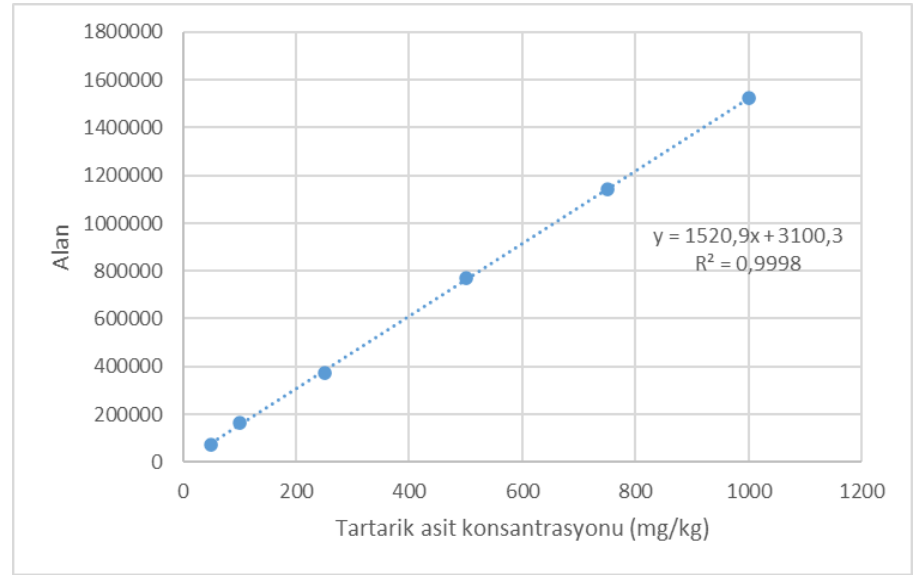
Tablo 2.2: Organik asit analizinde kullanılan HPLC cihazının çalışma şartları

		HPLC Koşulları
Kolon		ACE C18 (7,8x300mm)
Dalga boyu	Malik Asit	214 nm
	Tartarik Asit	214 nm
	Sitrik Asit	214 nm
Fırın sıcaklığı		25 °C
Akış Hızı		1 ml/dk
Mobil Faz		0,01 N H ₂ SO ₄

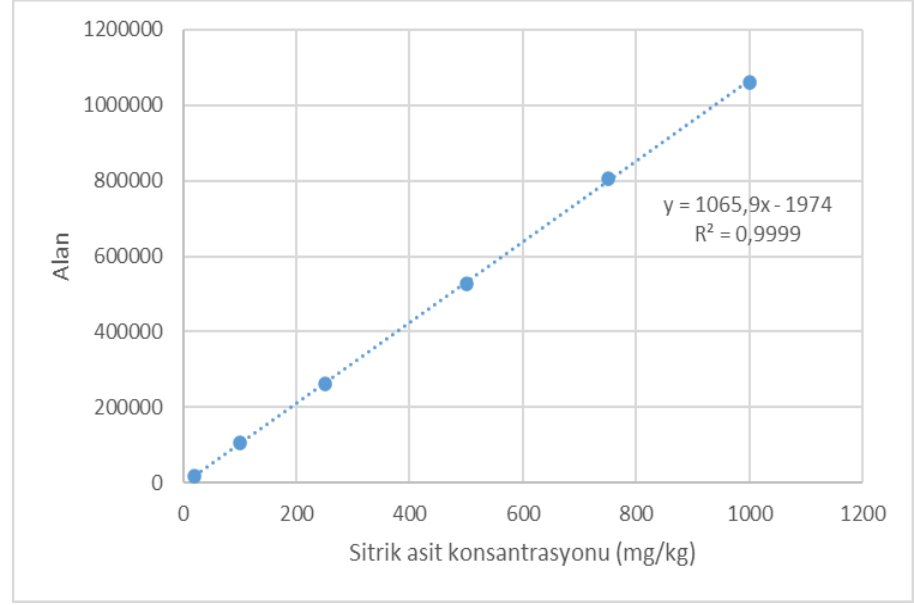
Organik asitlerin standart kalibrasyon grafikleri 100, 250, 500, 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda hazırlanan standartlar ile oluşturulmuştur. Malik, tartarik ve sitrik asit standartlarıyla oluşturulan kalibrasyon grafikleri sırasıyla Şekil 2.9, 2.10 ve 2.11’de verilmiştir. Gilaburu meyvelerinin bileşiminde bulunan organik asitlerin miktarları, standart kalibrasyon eğrilerinin denklemleri yardımıyla hesaplanmıştır. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 2.9: Malik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.10: Tartarik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.11: Sitrik asitin standart kalibrasyon grafiği

Malik, sitrik ve tartarik asitin geri kazanım testi sırasıyla %98,5, %98,2 ve %97,1 şeklinde sonuçlanmıştır.

2.2.2.8 Fenolik Bileşenlerin Tayini

2.2.2.8.1 Örnek Hazırlama

Farklı olgunlaşma evrelerindeki ve farklı sıcaklık parametrelerinde kurutulmuş gilaburu örneklerinin fenolik bileşen kompozisyonu için yapılan metanol ekstraksiyonu Choi ve diğ. (2012)'nin önerdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Örnekler, 5g tartılıp oranında metanol (%90 metanol:su) eklenerek homojenize edilmiştir. Faz ayrımı için 4 °C'de 10 dk santrifüj (4500 rpm) edilen homojenizatlar kaba filtre kağıdından geçirilmiş ve berrak filtrat elde edilmiştir. Ekstraksiyonun son adımı Gao ve diğ. (2012) tarafından önerilen modifiye edilmiş yöntemin uygulanması ile tamamlanmıştır. Bu yöntemle göre metanol ekstraktlarının başlangıç miktarının yaklaşık %90'ı rotary evaporatörde 45 °C'de buharlaştırılmıştır. Örnekler HPLC cihazına enjekte edilmeden önce mikrofiltreden geçirilmiştir (0,45 µm).

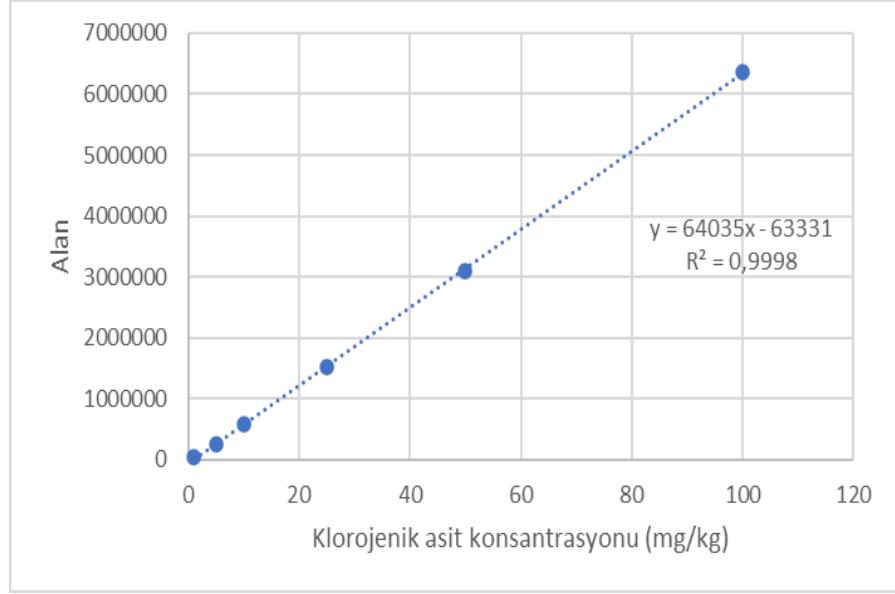
2.2.2.8.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri

Fenolik bileşikler, Bansal ve diğ. (2015) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek tanımlanmıştır. Fenolik bileşiklerin tayini için kullanılan HPLC cihazının çalışma şartları Tablo 2.3'teki gibidir. Bu yöntemde iki farklı mobil faz kullanılmıştır (gradient). Mobil fazlardan biri %0,1 orto-fosforik asit iken (A) diğeri %100 asetonitrildir (B). Mobil fazın akışı 0-5 dk arası %95 A, %5 B; 5-25 dk arası %50 A, %50 B; 25-30 dk arası ise %5 A, %95 B olacak şekilde ayarlanmıştır.

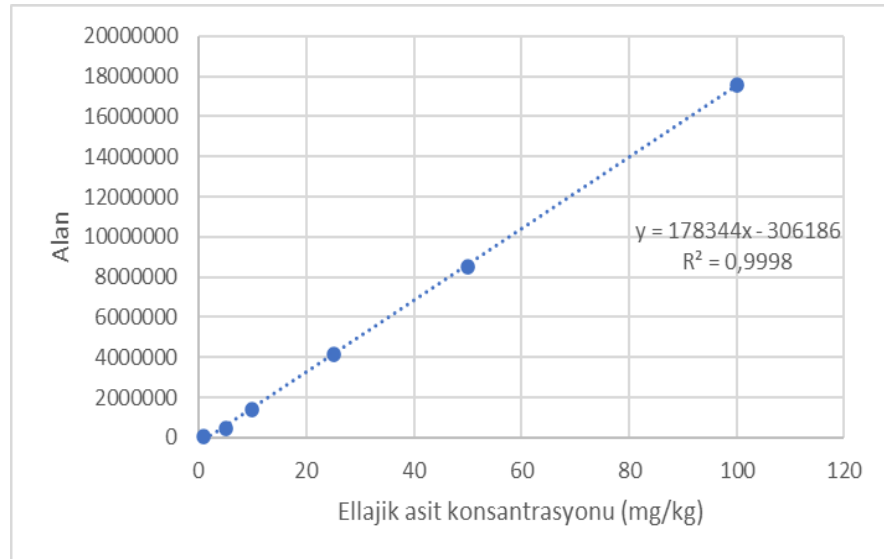
Tablo 2.3: Fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan HPLC cihazının koşulları

HPLC Koşulları	
Kolon	ACE C18 (7,8x300mm)
Dalga boyu	Klorojenik Asit 280 nm
	Ellajik Asit 254 nm
	p-Kumarik Asit 280 nm
	Kafeik Asit 280 nm
	Rutin 360 nm
Fırın sıcaklığı	25 °C
Akış Hızı	0,5 ml/dk
Mobil Faz	0,1 orto-H ₃ PO ₄ (A):C ₂ H ₃ N (B)

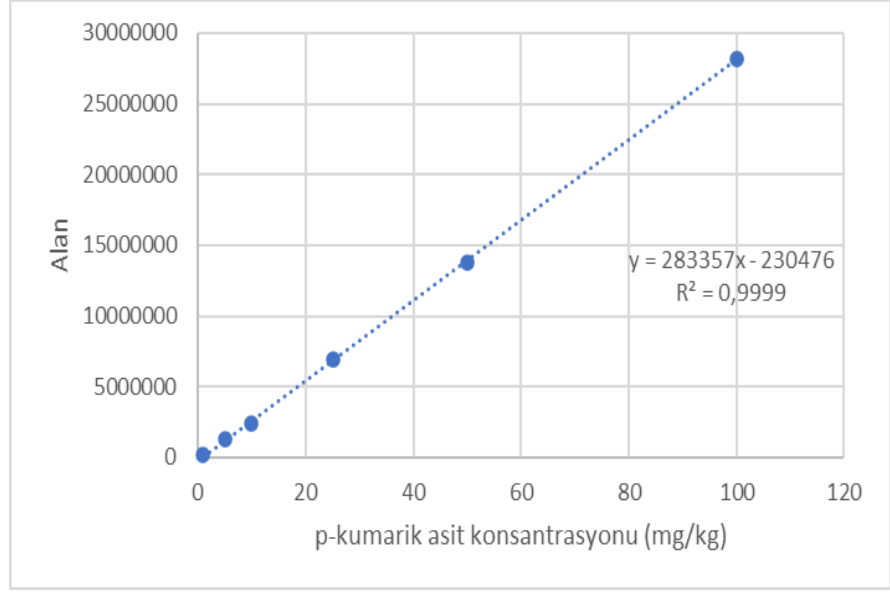
Fenolik bileşiklere ait standart kalibrasyon grafikleri 5, 10, 25, 50, 75 ve 100 ppm konsantrasyonlarda hazırlanıp cihaza enjekte edilmiştir. Bu değerlerle çizilen en yüksek R² değerine sahip kalibrasyon eğrisinin denklemi kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Fenolik bileşiklerin standart kalibrasyon grafikleri Şekil 2.12-Şekil 2.16'da gösterilmiştir. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



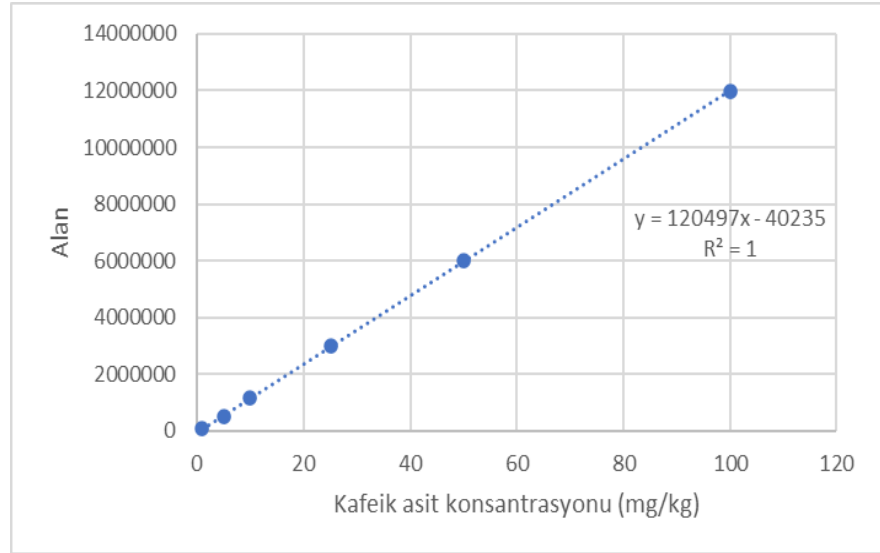
Şekil 2.12: Klorojenik asitin standart kalibrasyon grafiği



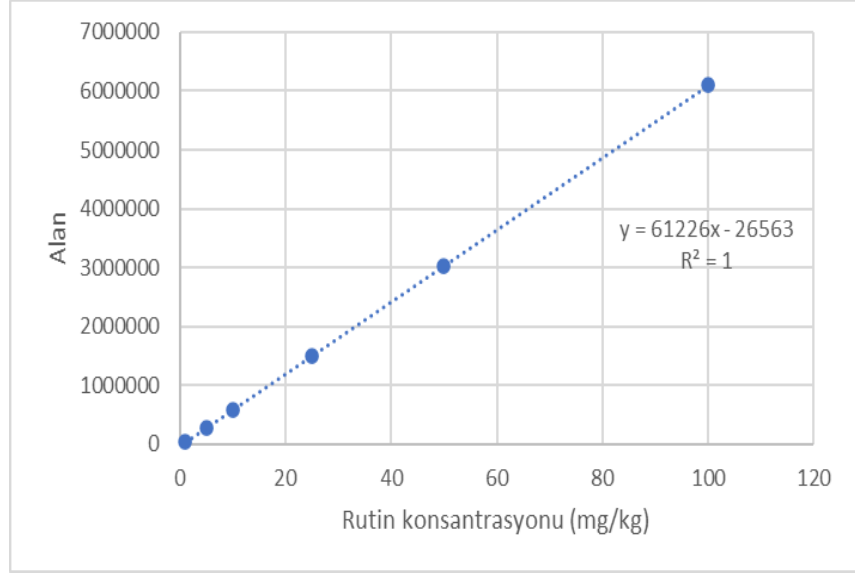
Şekil 2.13: Ellajik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.14: p-kumarik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.15: Kafeik asitin standart kalibrasyon grafiği



Şekil 2.16: Rutinin standart kalibrasyon grafiği

Başlangıç miktarı bilinen örnekler üzerine belirli konsantrasyonlarda standart eklemesi yapılarak geri kazanım testi yapılmıştır. Sonuçlar klorojenik, ellajik, p-kumarik, kafeik asit ve rutin için sırasıyla %98,2, %96,3, %95,4, %97,1 ve %95,7 olarak bulunmuştur.

2.2.2.9 *Trans*- Resveratrol Tayini

2.2.2.9.1 Örneklerin Hazırlanması

Bir fenolik bileşen olan *trans*-resveratrol analizi Singh ve Pai (2014)'nin önerdiği yöntemle gerçekleştirilmiştir. Farklı olgunlaşma evrelerinde ve farklı sıcaklık parametrelerinde kurutulmuş olgun gilaburu meyvelerinin ekstraksiyonu için metanol kullanılmıştır. Bu yöntemde 5 g gilaburu örneği tartılmış, metanolla ekstrakte edilmiştir (1:9, w/v). Sonrasında falcon tüpleri içerisinde 9000 rpm'de 4°C sıcaklıkta 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden geçen ekstraktlar, kaba filtreden geçirildikten sonra 0,45 µm'lik PTFE tipi filtreden geçirilip mikro şırınga ile 20 µL örnek, HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

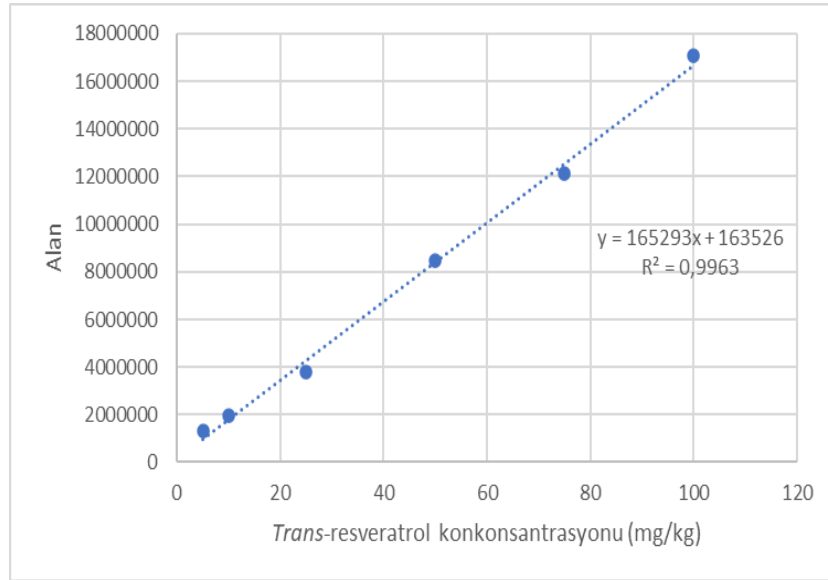
2.2.2.9.2 HPLC Koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafiği

Trans-resveratrol analizi için kullanılan yöntemle göre belirlenen HPLC koşulları Tablo 2.4'te verilmiştir. Kullanılan kimyasalların tümü HPLC saflığındadır.

Tablo 2.4: *Trans*-resveratrol analizi için HPLC cihazının şartları

HPLC Koşulları	
Kolon	ACE C18 (7,8x300mm)
Dalga boyu	306 nm
Fırın sıcaklığı	30 °C
Akış Hızı	0,8 mL/dk
Mobil Faz	Metanol:10 mM KH ₂ PO ₄ : Asetonitril (63:30:7)

Trans-resveratrol standartına ait kalibrasyon eğrisi 5, 10, 25, 50, 75 ve 100 ppm konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Bu değerlerle çizilen yüksek R² değerine sahip kalibrasyon eğrisinin denklemi kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. *Trans*-resveratrole ait standart kalibrasyon grafiği Şekil 2.17'de verilmiştir. Analizler 2 paralel şekilde yapılmış ve 3 kez tekrarlanmıştır.



Şekil 2.17: *Trans*-resveratrolün standart kalibrasyon grafiği

Trans-resveratrol için yapılan geri kazanım testinin sonucu %97,3 şeklinde belirlenmiştir.

2.2.3 Kurutma Çalışmaları

2.2.3.1 Örneklerin Kurutulma Süreci

Kurutma işlemleri için tepsili kurutma kabini kullanılmıştır (Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti., İzmir). Kullanılan kurutucunun özellikleri Tablo 2.5'te verilmiştir. Kurutma çalışmasında 50, 60 ve 70°C şeklinde farklı kurutma sıcaklıkları kullanılmıştır. Delikli örnek kaplarına iki paralel olacak şekilde 10'ar g örnek tartılmış, tepsiye tek katman halinde serilmiş ve örneklerin dara, örnek ve dara + örnek değerleri not edilmiştir. Bu örnekler yardımıyla her sıcaklık derecesi için kurutma işleminin ne kadar süreceği belirlenmiştir. Tartım örneklerinin dışında, başka iki delikli paslanmaz kaplara 500'er g örnek tartılmıştır. Her sıcaklık değerinde belirli periyotlarla hassas terazi (Vibra AJ 420 CE, Türkiye) yardımıyla tartımlar yapılarak dara + örnek değerleri kaydedilmiş ve nem oranı/süre grafiği oluşturulmuştur. Ayrıca kuruma süresine göre en az 6 numune olacak şekilde belirlenen periyotlarla örnekler alınmış ve bu örneklerle kromatografik analizler için ekstraksiyonlar hazırlanmıştır. Kurutma işlemi, örneklerin nem içeriği %18-20 değerine eriştiğinde bitirilmiştir.

Tablo 2.5: Kurutma kabininin teknik özellikleri

Kurutma Kabini	
Dış Yükseklik	110 cm
Dış Genişlik	80 cm
Dış Derinlik	60 cm
Kabinin iç boyutları	70x55x100
Sıcaklık aralığı	40 – 120 °C
Bağıl Nem (RH) Aralığı	%20-%95
Hava Hızı Aralığı	0 – 2 m/s
Tepsi Özellikleri	40 x 60 cm paslanmaz çelik

2.2.3.2 Kurutma Karakteristikleri

2.2.3.2.1 Örneklerin Nem İçeriğinin Hesaplanması

Bütünlüğü bozulmadan kurutma işlemi uygulanan gilaburu örneklerinin kurutma esnasında nem içeriğinin hesaplanması için eşitlik 2.4 kullanılmıştır.

$$M_t = \frac{m_t - KM}{KM} \quad (2.4)$$

M_t : t anında örneğin nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

m_t : t anında örneğin ağırlığı (g)

KM: Örnekteki kuru madde miktarı (g)

2.2.3.2.2 Örneklerde Nem Oranı Hesaplaması

Matematiksel modellemelerin hesaplanmasında nem oranının bilinmesi önemli bir parametredir. Bu amaçla, örneklerin nem oranının hesaplanması için eşitlik 2.5 kullanılmıştır.

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_i - M_e} \quad (2.5)$$

MR : Örneklerin nem oranı (boyutsuz)

M_i : Örneğin başlangıçtaki nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

M_t : Örneğin herhangi bir zamana ait nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

M_e : Örneğin t zamanındaki denge nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

Gıda kurutma prosesinde nem oranının belirlenmesi için kullanılan M_t , M_i ve M_e değerleri kendi arasında kıyaslandığında M_e değerinin diğer değerlere oranla çok düşük olması sebebiyle hesaplamalarda bu değer ihmal edilerek 0 kabul edilebilir (Bi ve diğ. 2015). Sonuç olarak nem oranı denklemi eşitlik 2.6'daki halini alır.

$$MR = \frac{M_t}{M_i} \quad (2.6)$$

2.2.3.2.3 Örneklerin Kuruma Hızı

Kurutma işlemi uygulanan örneklerin kuruma hızının belirlenmesi için eşitlik 2.7 kullanılmıştır.

$$Kuruma\ Hızı = \frac{M_{t+\Delta t} - M_t}{\Delta t} \quad (2.7)$$

M_t : Örneğin t zamanındaki nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

$M_{t+\Delta t}$: Örneğin t+Δt zamanındaki nem içeriği (g su g⁻¹ KM)

Δt : Ölçümler arasındaki zaman farkı (saat)

2.2.3.2.4 Efektif Difüzyon Katsayısı ve Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi

Tarım ürünlerinde uygulanan kurutma prosesi azalan hızda bir kuruma periyodu izliyorsa, kurutma proseslerini tanımlamak için genellikle Fick'in difüzyon eşitliği (2.8) kullanılmaktadır (Sarpong ve diğ. 2018).

$$\frac{\partial M}{\partial t} = D_{eff} \nabla^2 M \quad (2.8)$$

Küresel şekilli ürünlerin kuruma için Fick'in difüzyon eşitliği Crank (1975) tarafından basitleştirilerek eşitlik 2.9'daki halini almıştır. Bu eşitlik revize edilirken kuruma süresinin uzun olduğu, nem transferinin yalnızca difüzyonla yoluyla sağlandığı, kurumanın örneklerde büzüşme olmadan gerçekleştiği, sıcaklığın ve difüzyon katsayısının sabit olduğu kabul edilmiştir.

$$MR = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 D_{eff} t}{r^2}\right) \quad (2.9)$$

MR : Nem oranı

D_{eff} : Efektif difüzyon katsayısı (m² s⁻¹)

r : Örneğin başlangıç yarıçapı (m⁻¹)

T : Kurutmanın tamamlanma süresi (saat)

Eşitlik 2.9'un ilk terimi logaritmik formda basitleştirilerek uzun kuruma süreleri için kullanılmaktadır ve böylece eşitlik 2.10 ortaya çıkmıştır (Kutlu ve diğ. 2015, Saravaocos ve Raouzeos, 1962).

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{6}{\pi^2}\right) - \left(\frac{\pi^2}{r^2} D_{eff} t\right) \quad (2.10)$$

Efektif difüzyon katsayısını hesaplamak için nem oranı sonuçlarının logaritması alınarak kuruma süresine karşı doğrusal bir grafik oluşturulmakta ve elde edilen doğrunun eğimi ile eşitlik 2.11 kullanılarak efektif difüzyon katsayısı hesaplanmaktadır (Batu 2021).

$$\text{Eğim} = -\frac{\pi^2}{r^2} D_{eff} \quad (2.11)$$

Difüzyon katsayısında meydana gelen değişim Arrhenius tipi bir eşitlikle açıklanmaktadır. Aktivasyon enerjisinin hesaplanmasında bu eşitlik kullanılmaktadır (Eşitlik 2.12) (Fang ve diğ. 2009).

$$D_{eff} = D_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad (2.12)$$

- D_{eff} : Efektif difüzyon katsayısı ($m^2 s^{-1}$)
- D_0 : Sonsuz sıcaklıktaki difüzyon katsayısına eşdeğer sabit ($m^2 s^{-1}$)
- R : Evrensel gaz sabiti ($8,314 J mol^{-1} K^{-1}$ ya da $1,987 cal mol^{-1} K^{-1}$)
- T : Kurutma sıcaklığı (K)
- E_a : Aktivasyon enerjisi ($kJ mol^{-1}$ ya da $kcal mol^{-1}$)

Eşitlik 2.12'nin logaritması alınarak basitleştirildiğinde eşitlik 2.13 elde edilmektedir.

$$\ln D_{eff} = \ln D_0 - \frac{E_a}{RT} \quad (2.13)$$

Aktivasyon enerjisinin hesaplanması için D_{eff} 'nin doğal logaritması alınıp T^{-1} değerine karşı grafiği çizilmektedir. Elde edilen doğrusal eğrinin eğimi ile aktivasyon enerjisi hesaplanmaktadır (Tepe 2020).

2.2.3.3 Kinetik Modelleme ve En Uygun Modelin Belirlenmesi

Gıdaların kurutulması sırasında etkili olan hava sıcaklığı, nem ve akış hızı gibi ortam koşullarının, kurutulan gıdaya ait özelliklerin kuruma karakteristiği ile kuruma hızına etkisinin incelenmesi için matematiksel modellerden faydalanılmaktadır (Chiang ve Petersen 1985). Farklı sıcaklıklarda kurutulan örneklerin tahmini ve deneysel verileri arasındaki ilişki açıklanırken, determinasyon katsayısı (R^2), tahmini standart hata (RMSE) ve ki-kare (χ^2) değerleri kullanılmaktadır. Deneysel veriler ve tahmin edilen veriler arasındaki ilişkinin açıklanmasında kullanılacak olan en iyi modeli belirlemek amacıyla R^2 değerinin en yüksek, χ^2 (Eşitlik 2.14) ve RMSE (Eşitlik 2.15) değerinin en düşük olduğu model seçilmelidir.

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=0}^N (MR_{tahmini,i} - MR_{deneysel,i})^2}{N - n} \quad (2.14)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (MR_{tahmini,i} - MR_{deneysel,i})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.15)$$

$MR_{tahmini}$: Matematiksel modeller yardımıyla hesaplanan nem oranı

$MR_{deneysel}$: Deneysel veriler ile elde edilen nem oranları

N : Deneysel verilerin sayısı

n : Modelde kullanılan katsayı sayısı

Matematiksel modelleme verilerinin hesaplanmasında MATLAB (R2015a) programı kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan matematiksel modeller Tablo 2.6'da sunulmuştur.

Tablo 2.6: Matematiksel modeller

Modelin Adı	Model	Kaynaklar
Lewis	$\exp(-kt)$	Lewis (1921)
Page	$\exp(-kt^n)$	Page (1949)
Henderson ve Pabis	$a \exp(-kt)$	Henderson ve Pabis (1961)
Logaritmik	$a \exp(-kt) + c$	Doymaz (2011)
Wang ve Sing	$1 + at + bt^2$	Wang ve Sing (1978)
Parabolik	$a + bt + ct^2$	Bi ve diğ. (2015)

2.2.3.4 Reaksiyon Kinetiği ve Kinetik Parametrelerin Hesaplanması

Gıdalarda işleme ve depolama esnasında genellikle kalite kayıplarına sebep olan reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu reaksiyonların izlenebilmesi, yorumlanabilmesi ve gerçekleşme hızının tespit edilebilmesi için reaksiyon kinetiğinden yararlanılır (Özkan ve diğ. 2010). Gıdalarda genellikle sıfırıncı ve birinci derece kinetik reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Kadalkal ve diğ. 2018). Parçalanma kinetiğinin hesaplanmasında kullanılan genel denklem eşitlik 2.16'da verilmiştir (Kadalkal ve diğ. 2017, Labuza ve Riboh 1982).

$$\frac{-d[C]}{dt} = k * [C]^m \quad (2.16)$$

[C] : Bileşen miktarı

t : Süre

k : Reaksiyonun hız sabiti

m : Reaksiyonun derecesi

Eşitlik 2.16'da sıfırıncı derece reaksiyonlar için m=0 değeri yerine yazılarak eşitlik 2.17 elde edilmektedir.

$$C = C_0 - kt \quad (2.17)$$

C : Söz konusu bileşenin miktarı (t anında)

C₀ : Söz konusu bileşenin miktarı (Başlangıçtaki)

k : Reaksiyon hız sabiti (saat⁻¹)

t : Kuruma süresi

Eşitlik 2.17'de birinci derece reaksiyonlar için m=1 değeri yerine yazılıp eşitliğin doğal logaritması alınarak eşitlik 2.18 oluşmaktadır.

$$\ln C = \ln C_0 - kt \quad (2.18)$$

2.2.3.4.1 Reaksiyon Hız Sabitinin Hesaplanması

Reaksiyon derecesinin bilinmesi, reaksiyona ait hız sabitinin hesaplanması için gereklidir (Şengün 2019). Bu amaçla konsantrasyon/süre grafiği oluşturulur. Elde edilen grafik lineerse reaksiyon sıfırıncı derecede gerçekleşmektedir. Fakat grafik lineer değilse reaksiyonun birinci dereceden olduğu anlaşılmakta ve konsantrasyon değerlerinin logaritmaları alınarak yeni değerlerle konsantrasyon/süre grafiği oluşturulmaktadır. Elde edilen grafiğin eğimi reaksiyon hız sabitini verir (Labuza 1984).

2.2.3.4.2 Aktivasyon Enerjisinin Hesaplanması

Aktivasyon enerjisi (E_a), sıcaklığın, reaksiyon üzerindeki etkisini ifade eder. Ayrıca bir reaksiyonun gerçekleşmesi için moleküllerin sahip olması gereken minimum enerji düzeyini de tanımlamaktadır. Yani aktivasyon enerjisi ne kadar yüksekse, reaksiyon sıcaklık artışından o kadar fazla etkilenmektedir (Cemeroğlu ve diğ. 1994). Aktivasyon enerjisinin hesaplanması için Arrhenius eşitliği (Eşitlik 2.19) kullanılmaktadır (Labuza ve Riboh 1982).

$$k = k_0 * e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (2.19)$$

k : Reaksiyonun hız sabiti (saat⁻¹)

k_0 : Frekans faktörü (saat⁻¹)

E_a : Aktivasyon enerjisi (kJ mol⁻¹ ya da kcal mol⁻¹)

T : Sıcaklık (K)

R : Evrensel gaz sabiti (8,314 J mol⁻¹ K⁻¹ ya da 1,987 cal mol⁻¹ K⁻¹)

Reaksiyona ait hız sabitinin doğal logaritması alınıp ve elde edilen değere karşılık T^{-1} grafiği oluşturulmaktadır. Elde edilen doğrunun eğimi yardımıyla eşitlik 2.20 kullanılarak aktivasyon enerjisi hesaplanmaktadır.

$$Eğim = \frac{-E_a}{R} \quad (2.20)$$

2.2.3.4.3 Q₁₀ Değerinin Hesaplanması

Bu değer, bir reaksiyonun hızının 10 °C'lik sıcaklık artışından kaç kat etkilendiğini ifade etmektedir (Özhan 2008). Eşitlik 2.21 yardımıyla Q₁₀ değeri hesaplanabilmektedir.

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\frac{10}{T_2-T_1}} \quad (2.21)$$

k_1 : Reaksiyonun hız sabiti (saat⁻¹) (T₁ sıcaklığında)

k_2 : Reaksiyonun hız sabiti (saat⁻¹) (T₂ sıcaklığında)

2.2.3.4.4 Desimal Azalma Süresinin Hesaplanması

Desimal azalma süresi (D), sıcaklığın etkisiyle bir ortamdaki bileşiğin ya da enzimin %90'ının parçalanması için geçmesi gereken süreyi ifade etmektedir (Aktaş 2020). D değerinin hesaplanması için eşitlik 2.22 kullanılmaktadır.

$$D = -(\ln 0,1)/k = 2,303/k \quad (2.22)$$

2.2.3.4.5 Yarılanma Süresinin Hesaplanması

Bir bileşiğin reaksiyonun başlangıcındaki konsantrasyon miktarının yarıya düşmesi için gerekli olan süre, yarılanma süresi (t_{1/2}) olarak tanımlanmaktadır (Tekin ve diğ. 2018). Eşitlik 2.23 yardımıyla bu süre hesaplanabilmektedir.

$$t_{1/2} = -\ln(0,5) / k = 0,693/k \quad (2.23)$$

2.2.4 İstatistiksel Analizler

Analizler iki paralel olacak şekilde üç kez tekrarlanarak gerçekleştirilmiş olup elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı (USA) kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olan değerler arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Olgunlaşma ile Meydana Gelen Fiziksel Değişimler

Gilaburu meyvesinin yeşil olum, renk dönüm ve olgunluk evrelerinde yapılan suda çözümlü kuru madde, kuru madde, tane boyutu, 100 tane ağırlığı, kül ve su aktivitesi analizlerinin sonuçları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait SÇKM, kuru madde, tane boyutu, 100 tane ağırlığı, kül ve su aktivitesi değerleri

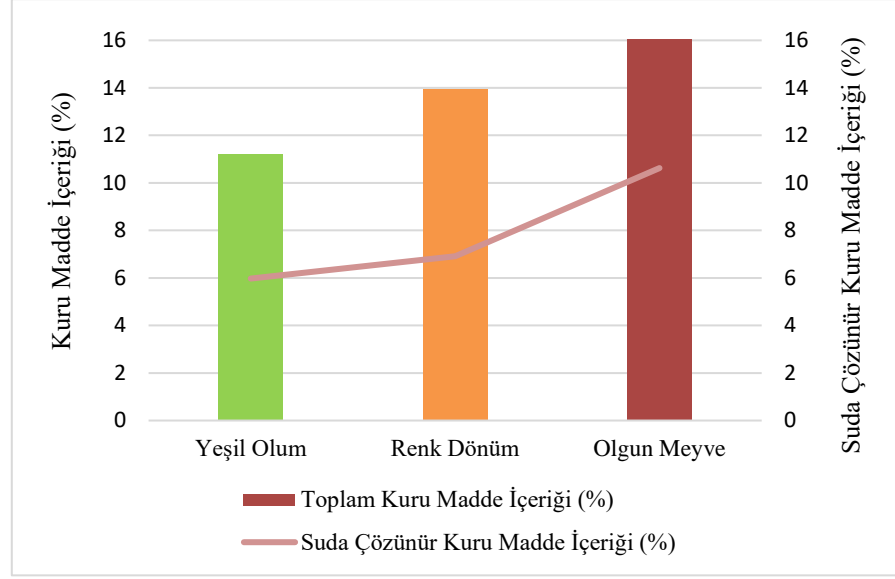
	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
SÇKM (%)	5,97±0,44 ^a	6,91±0,16 ^b	10,62±0,78 ^c
Kuru Madde (%)	11,22±0,6 ^a	13,94±0,53 ^b	16,04±0,41 ^c
Tane Boyutu (mm)	6,42*5,37±0,82 ^a	9,85*6,65±1,12 ^b	11,87*9,29±1,43 ^c
100 Tane Ağırlığı (g)	23,19±0,81 ^a	35,28±2,21 ^b	44,44±2,45 ^c
Kül (%)	0,24±0,01 ^a	0,27±0,007 ^a	0,41±0,02 ^b
Su Aktivitesi (a _w)	0,88±0,01 ^a	0,91±0,05 ^b	0,92±0,03 ^b

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

Meyvelerdeki suda çözümlü maddelerin toplamını ifade eden briks değerinin, yapılan analizde olgunlaşmaya bağlı olarak artış gösterdiği görülmüştür. En düşük briks değeri yeşil olum evresindeki örneklerde tespit edilmiştir. Renk dönüm evresinde bu değer yükselmiş ve meyve olgun hale geldiğinde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Briks değeri yeşil olum, renk dönüm ve olgun meyvelerde sırasıyla %5,97±0,44, %6,91±0,16 ve %10,62±0,78 olarak tespit edilmiş ve bu değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). Česoniené ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada olgun gilaburu meyvesinin briks değerinin %9 ile %13,5 arasında olduğu belirlenmiştir. Ardahan yöresine ait örneklerle yapılmış olan bir çalışmada ise olgun gilaburu meyvelerinde briks değeri %11,3 olarak bulunmuştur (Arslan ve diğ. 2018). Demirkol ve diğ. (2018) tarafından Kayseri yöresinden temin edilen olgun gilaburu örnekleriyle yapılan çalışma sonucunda meyvenin briks değeri %12,91 olduğu rapor edilmiştir. Literatürde gilaburu meyvesinin yeşil olum ve renk dönüm evrelerindeki briks değeri üzerine

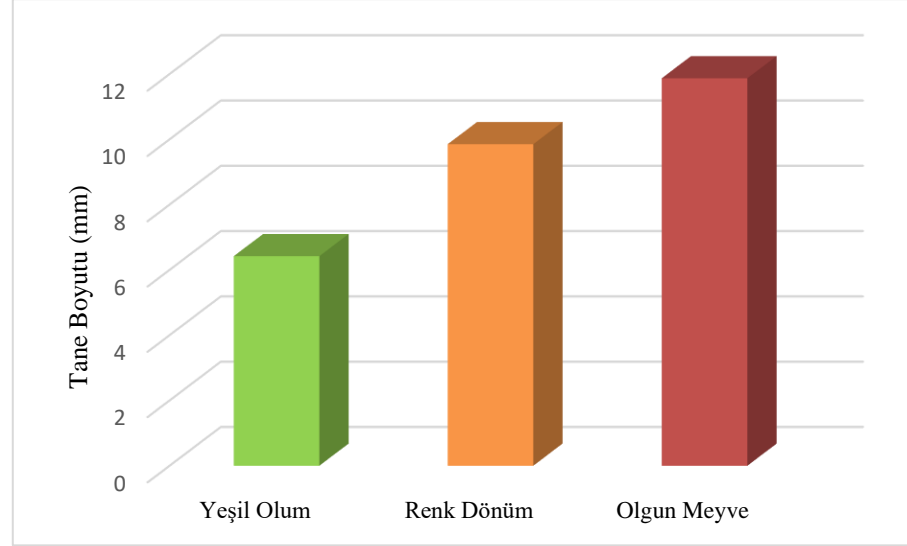
yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Şen (2007) tarafından farklı üzüm çeşitleriyle yapılan çalışmada, ben düşme döneminden olgunlaşmaya kadar geçen sürede briks değerinin arttığı bildirilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma ile bu çalışma sonuçları tutarlılık göstermektedir. Olgunlaşma ile meydana gelen bu artışın nedeni pektinin ve doğal şeker kompozisyonunun değişimine bağlanabileceği gibi (Wu ve diğ. 2012) yeşil olum evresinde meyvenin yapısında bulunan nişastanın olgun hale gelene kadar hidroliz olması ile de açıklanabilir (Zheng ve diğ. 2012).

Farklı olgunlaşma aşamalarındaki gilaburu meyvelerinin kuru madde içeriğinin analiz sonuçları, olgunlaşmanın ilerlemesiyle kuru madde içeriğinde artış olduğunu göstermiştir. Yeşil olum ($11,22 \pm 0,6$), renk dönüm ($13,94 \pm 0,53$) ve olgun evredeki ($16,04 \pm 0,4$) meyvelerin kuru madde içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). 12 farklı gilaburu genotipiyle yapılan bir çalışmada örneklerin ortalama kuru madde içeriği %16,9 olarak rapor edilmiştir (Çesoniené ve diğ. 2010). Akbulut ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmada olgun gilaburu meyvesinin nem içeriği $88,32 \pm 0,96$ olarak bulunmuş ve buna bağlı olarak kuru madde içeriğinin %11,68 olarak hesaplanmıştır. Mazur ve diğ. (2021), olgun gilaburu meyvesinin kuru madde içeriğini $17,3 \pm 0,7$ olarak bildirmiştir. Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşması esnasında kuru madde içeriğinde meydana gelen değişimin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır fakat hünnap meyvelerinde yapılan bir çalışmada meyvenin kuru madde içeriğinin olgunlaşma ile arttığı rapor edilmiştir (Cosmulescu ve diğ. 2018). Malatya yöresinde yetişen bazı şaraplık üzümlerle yapılan çalışmada olgunlaşma ile kuru madde içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Doğan ve diğ. 2018). Olgunlaşma ile SÇKM ve kuru maddede meydana gelen değişimin grafikler yardımıyla gösterimi Şekil 3.1'deki gibidir.



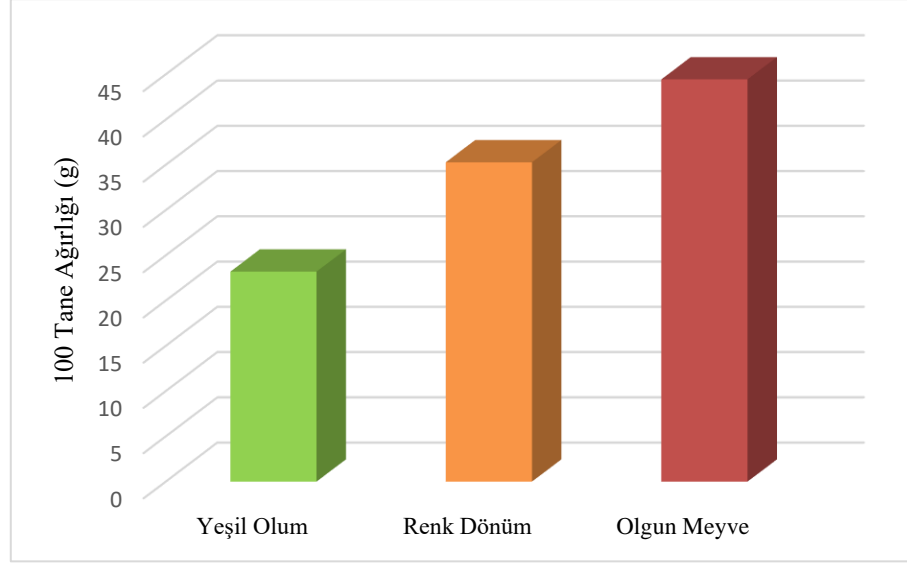
Şekil 3.1: Olgunlaşma ile kuru madde ve SÇKM içeriğinde meydana gelen değişim

Gilaburu meyvesi ovalimsi bir şekle sahip olduğundan dolayı kumpasla hem eninden hem de boyundan ölçülmüştür. Örneklerin ortalama tane boyutları yeşil olum evresinde $6,42*5,37\pm 0,82$ mm, renk dönüm evresinde $9,85*6,65\pm 1,12$ mm ve olgun halde $11,87*9,29\pm 1,43$ mm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar, olgunlaşmayla birlikte meyvenin tane boyutlarında artışlar olduğunu göstermektedir. Yeşil olum, renk dönüm ve olgun evredeki meyvelerin tane boyutları kıyaslandığında değerlerin istatistiksel anlamda birbirinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bu farklılık, olgunlaşmaya bağlı olarak tane boyutlarında meydana gelen artışın önemli ölçüde olduğunu ifade etmektedir. Zarifikhosroshahi (2015) tarafından yapılan çalışmada Kayseri yöresinden temin edilen olgun gilaburu örnekleri kullanılmış ve meyve boyutları $10,41*11,68$ mm olarak bulunmuştur. Benzer şekilde Tokat yöresinde yetişen olgun gilaburu meyvesinin boyutları $10,83*12,55$ mm (Kara ve diğ. 1995), Şebinkarahisar'da yetişen olgun tanenin boyutları $11,45*11,83$ mm olarak rapor edilmiştir (Karadeniz ve diğ. 2003). Bu sonuçlar bize farklı ekolojilerde yetişen meyvelerin tane boyutlarının farklı fakat yakın değerlerde olduğunu göstermiştir. Olgunlaşmanın tane boyutu üzerindeki etkisinin grafiksel gösterimi Şekil 3.2'de verilmiştir.



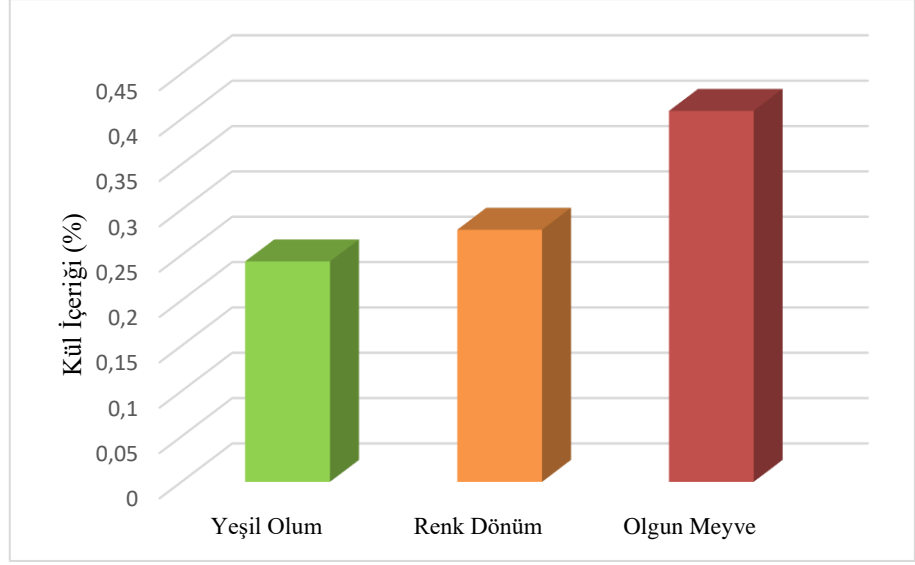
Şekil 3.2: Olgunlaşma ile tane boyutunda meydana gelen değişim (mm)

Yapılan çalışma, meyvenin tane ağırlığının yeşil olum evresinden olgun hale ulaşana kadar arttığını göstermiştir. En düşük 100 tane ağırlığı yeşil olum evresinde ($23,19 \pm 0,81$ g), en yüksek ise olgun örneklerde ($44,44 \pm 2,45$) tartılmıştır. Farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin 100 tane ağırlığı değerleri istatistiksel anlamda birbirinde farklıdır ($p < 0,05$). Dolayısıyla meyve olgunlaştıkça 100 tane ağırlığında meydana gelen değişimin önemli düzeyde olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalarda Kayseri yöresinden temin edilen olgun meyvelerin tane ağırlığının 0,82 g (Gündoğar 2013), Konya yöresinden elde edilen meyvelerin tane ağırlığının ise 0,7 g olduğu bildirilmiştir (Bolat ve Özcan 1995). Çalışmamızdan elde edilen sonuç ile diğer çalışmalar kıyaslandığında tane ağırlıkları arasında iki katına yakın bir fark görülmüştür. Bu durumun çevre ve iklim koşullarının farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir (Kollmann ve Grubb 2002). *V. lantana* ve *V. opulus* türleri arasında yapılan bir çalışmada *V. lantana* türünün salkımlarında adet olarak daha fazla tane bulunduğu fakat *V. opulus* türünün tane ağırlığının *V. lantana* türünün tanelerine göre iki kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Konarska ve Domaciuk 2018). Buna göre bahsedilen farkın, salkım üzerindeki meyve sayısına bağlı olarak da değişiklik oluşturabileceği düşünülmektedir. Olgunlaşma ile gilaburu meyvelerinin 100 tane ağırlığında meydana gelen değişimin grafiksel gösterimi Şekil 3.3'te verilmiştir.



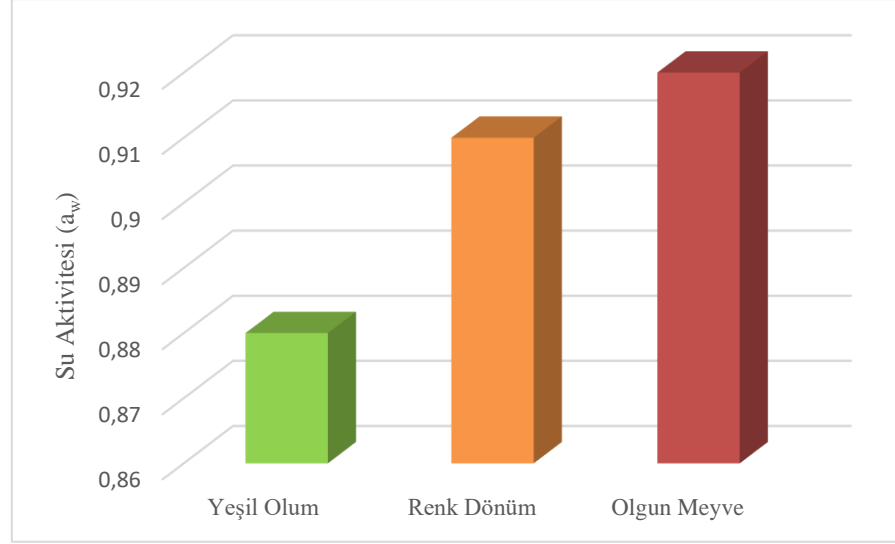
Şekil 3.3: Olgunlaşma ile 100 tane ağırlığında meydana gelen değişim (g)

Farklı olgunlaşma aşamalarındaki gilaburu örneklerinin kül içeriğinde olgunlaşmaya bağlı olarak artış gözlemlenmiştir. Kül içeriği yeşil olum evresinde $0,24 \pm 0,01$, renk dönüm evresinde $0,27 \pm 0,007$ ve olgun meyvelerde $0,41 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur. Yeşil olum ve renk dönüm evresindeki meyvelerin kül içeriği değerleri istatistiksel olarak birbirine benzerken ($p > 0,05$), olgun meyvenin kül içeriği değeri istatistiksel olarak bu değerlerden farklıdır ($p < 0,05$). Buna bağlı olarak meyvenin olgun hale gelmesiyle birlikte kül içeriğinin önemli ölçüde değiştiği söylenebilir. Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarında yapılmış olan bir kül analizine rastlanmamıştır. Fakat hünnap meyvelerinin olgunlaşma aşamaları üzerine yapılan bir çalışmada olgunlaşma ilerledikçe kül miktarının arttığı rapor edilmiştir (Tepe 2020). Çam ve Hışıl (2007) tarafından yapılan bir çalışmada olgun gilaburu meyvelerinin kül içeriği $0,38$ olarak bulunmuştur. Bu değer, elde edilmiş olan değer ile benzerlik göstermiştir. Kalyoncu ve diğ. (2013)'nin gilaburu örnekleriyle yürüttüğü çalışmada kül miktarı $0,11$ olarak rapor edilmiştir. Elde edilen sonuç, bu çalışma ile farklılık göstermektedir. Kül içeriğindeki farklılıkların yetişme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kibar 2016). Gilaburu meyvelerinin kül içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimi Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4: Olgunlaşma ile kül içeriğinde meydana gelen değişim (%)

Yeşil olum, renk dönüm ve olgun gilaburu örneklerinin su aktivitesi değerleri analiz edilmiştir. Yeşil olum evresinde meyvenin su aktivitesi değeri $0,88 \pm 0,01$, renk dönüm evresinde $0,91 \pm 0,05$ ve olgun halinde $0,92 \pm 0,03$ olarak bulunmuştur. Bu değerlerin istatistiksel kıyaslaması yapıldığında renk dönüm evresindeki ve olgun haldeki gilaburu meyvesinin su aktivitesi değerleri benzerlik arz ederken ($p > 0,05$) yeşil olum evresindeki meyvenin su aktivitesi değerinin bu değerlerden farklı olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Sonuç olarak yeşil olum evresini tamamlayıp renk dönüm evresine geçen meyvenin su aktivitesinde önemli bir değişiklik olduğu söylenebilir. Analiz sonucunda, meyve olgunlaştıkça su aktivitesinin yükseldiği görülmektedir. Bu durumun, olgunlaşmaya bağlı olarak, meyvenin su içeriğinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarının su aktivitesi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Su aktivitesi değeri 0,8'in üzerinde olan bazı gıdalarla yapılan bir çalışmada, beyaz üzümün su aktivitesi değeri 0,986, siyah üzümün ise 0,977 olarak bildirilmiştir (Kaya ve Zorba 2018). Olgunlaşma ile su aktivitesinde meydana gelen değişim Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5: Olgunlaşma ile su aktivitesinde meydana gelen değişim (a_w)

Fiziksel analizler içerisinde yer alan ve gilaburu meyvesinin olgunluğu hakkında fikir veren renk değerleri Tablo 3.2’de, verilmiştir. Renk değerlerinin grafikler yardımıyla gösterimi Şekil 3.6’da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi olgunlaşmanın artması ile L* ve b* değerleri azalırken a* değeri artmıştır.

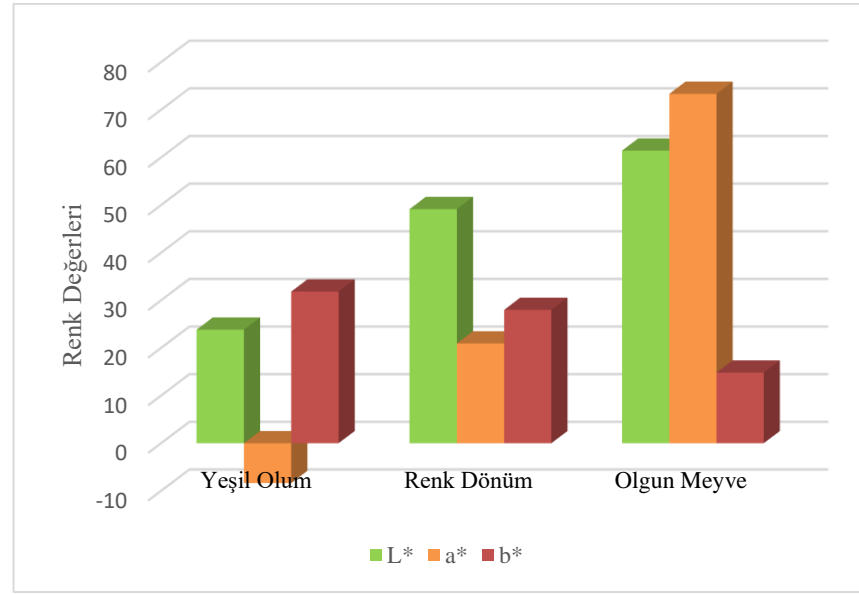
Tablo 3.2: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait renk değerleri

	Yeşil Olum	Renk dönüm	Olgun meyve
L*	61,43±0,07 ^a	49,15±0,04 ^b	23,84±0,08 ^c
a*	-8,374±0,01 ^a	20,95±0,01 ^b	73,34±0,04 ^c
b*	31,84±0,02 ^a	28,00±0,06 ^b	14,82±0,05 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

L* değerinin düşük olması rengin koyuluğunu ifade etmektedir. Gilaburu meyvesinin rengi olgunlaşma ile yeşilden kırmızıya doğru dönmektedir. Dolayısıyla L* değerinin olgunlaşma ile azalması bu duruma bağlanmaktadır. a* değerindeki artış, kırmızılığın arttığını ifade etmektedir. Gilaburu meyvesi olgun halini aldığı anda kırmızı renktedir ve yapılan çalışmada a* değerinin olgunlaşma ile artmış olması bu durumu kanıtlar niteliktedir. b* değeri analiz edilen bir örneğin renginin sarıya döndükçe b* değerinin arttığı bildirilmiştir (Çoklar ve Akbulut 2016). Örneklerin b* değerinin olgunlaşma ile azalmış olmasının nedeni, meyvenin olgunlaştıkça sarı renkten uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarına ait renk değerleri üzerine yapılmış bir çalışmaya

rastlanmamıştır. Bu sebeple sonuçlar, yeşilden kırmızıya doğru olgunlaşan goji berry ile karşılaştırılmıştır. Batu (2021), goji berry meyvelerinin L* ve b* değerlerinin olgunlaşma ile azaldığını, a* değerinin ise arttığını bildirmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin L*, a* ve b* değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olması, meyvenin renginin olgunlaşmaya bağlı olarak değiştiğini desteklemektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.6: Olgunlaşma ile renk değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2 Olgunlaşma ile Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

3.2.1 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler

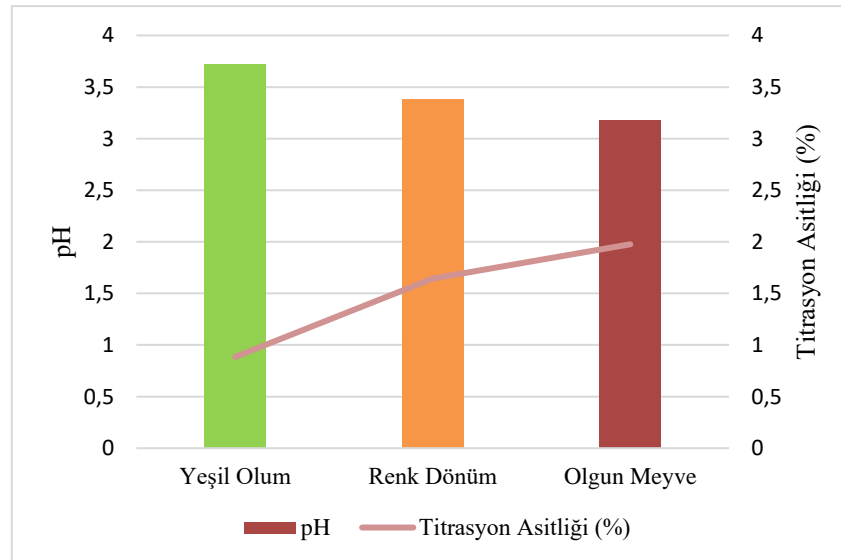
Olgunlaşmanın farklı evrelerinde bulunan gilaburuların TA ve pH değerlerindeki değişimler Tablo 3.3'te verilmiştir. Sonuçlarda görüldüğü üzere pH değeri olgunlaşmaya bağlı olarak azalmış, TA değeri ise olgunlaşmaya bağlı olarak artmıştır. Bu çalışmada olgun gilaburu meyvesinin pH değeri $3,17\pm 0,02$ TA değeri ise $\%1,97\pm 0,08$ olarak bulunmuştur. pH değerinin olgunlaşmaya bağlı olarak azalması, istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Olgunlaşma sonucunda pH ve TA değerlerinde gerçekleşen değişimlerin grafiksel gösterimi Şekil 3.7'de verilmiştir. Zarifikhosroshahi (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Kayseri

yöresinde yetişen olgun gilaburu örneklerinin pH değeri ortalama $3,15 \pm 0,01$ olarak bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise Erzincan yöresinde yetişen olgun gilaburu meyvesinin pH değeri 3,47 olarak bulunmuştur (Özrenk ve diğ. 2011). Dal ve Karacabey (2021) tarafından Kayseri yöresine ait olgun meyvelerle yapılan çalışmada pH değeri $3,61 \pm 0,005$, TA değeri $1,06 \pm 0,011$ olarak rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada ise olgun meyvenin TA değeri $1,78 \pm 0,48$ olarak bildirilmiştir (Mazur ve diğ. 2021). Yapılan çalışmada bulunan sonuçlar ile literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları benzerlik göstermektedir. Gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarında pH ve TA değerlerinde meydana gelen değişim ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat Teka (2013) tarafından domateslerin olgunlaşma aşamalarıyla yapılan çalışma, pH ve TA değerlerinin ters orantılı olduğunu destekler niteliktedir. Olgunlaşmaya bağlı olarak TA değerinde gözlemlenen artış, istatistiksel açıdan önem arz etmektedir ($p < 0,05$).

Tablo 3.3: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait pH ve titrasyon asitliği (TA) değerleri

	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
pH	$3,71 \pm 0,02^a$	$3,37 \pm 0,01^b$	$3,17 \pm 0,02^c$
Titrasyon Asitliği (Tartarik asit %)	$0,88 \pm 0,01^a$	$1,64 \pm 0,03^b$	$1,97 \pm 0,08^c$

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir ($p < 0,05$)



Şekil 3.7: Olgunlaşma ile pH ve titrasyon asitliği (TA) değerlerinde meydana gelen değişimler

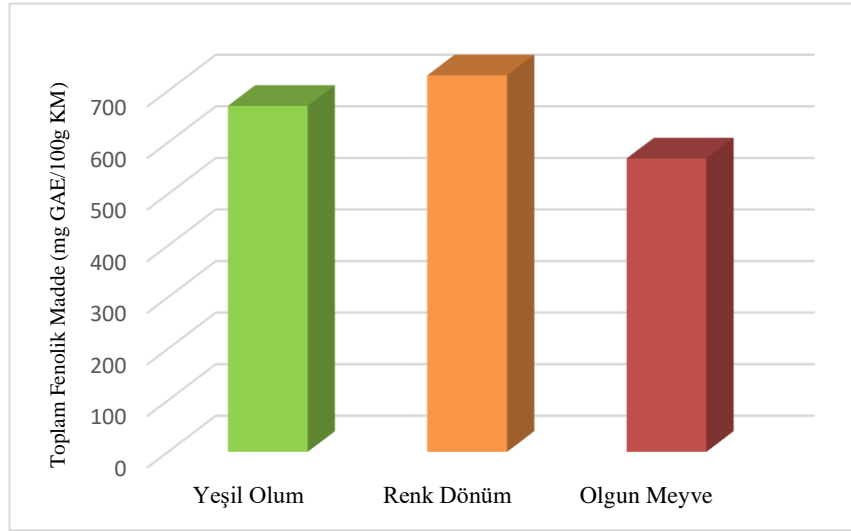
3.2.2 Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivitedeki (AA) Değişimler

Tablo 3.4'te gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarına ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi toplam fenolik madde içeriğinin en yüksek olduğu dönem renk dönüm evresi iken en düşük olduğu dönem tam olgunluk evresidir. Sonuç olarak meyvenin her bir olgunlaşma evresindeki TFM içeriği farklı bulunmuştur ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Olgunlaşmaya bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitedeki değişimler sırasıyla Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da verilmiştir. Rusya'nın farklı bölgelerinden toplanan olgun gilaburu örnekleriyle yapılan çalışmada örneklerin TFM değeri 6,80-8,31 g GAE/kg KM aralığında bulunmuştur (Rop ve diğ. 2010). 24 farklı olgun gilaburu genotipinin kullanıldığı bir çalışmada TFM değerleri 451,23-679,57 mg GAE/100 g KM olarak bulunmuştur (Yaman 2022). Bu değer aralıkları, yapılan çalışmada bulunan değerle benzerlik göstermektedir. Çam ve diğ. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise olgun meyvenin TFM değeri 355,60 mg GAE/100 g KM olarak rapor edilmiştir. Bu değer, çalışmamızda elde edilen değerden düşüktür. TFM içeriğinin farklı olması, meyvenin yetiştiği iklimsel koşullara, yetiştiği toprağın organik madde ve makro element içeriğinin farklı olmasına bağlanmaktadır (Skrypnik ve diğ. 2021). Yapılan analizlerde meyvenin antioksidan aktivite etkinliğinin yeşil olum evresinden olgunluk evresine doğru arttığı görülmüştür. Olgunlaşmaya bağlı olarak gilaburu meyvesinin AA içeriğinde önemli bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Olgun meyvede tespit edilen değer (15,08±0,20) Mazur ve diğ. (2021) tarafından olgun meyveyle yapılan çalışmada elde edilen değerle (14,64±0,61) benzer olduğu görülmüştür. Literatür taramasında gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamalarına ait TFM ve AA değerleri üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Altı farklı kivi türünün olgunlaşma aşamalarının incelendiği bir çalışmada iki türün TFM içeriğinin olgunlaşma ile azaldığı, bir türün AA değerinin olgunlaşma ile arttığı bildirilmiştir (Lee ve diğ. 2015).

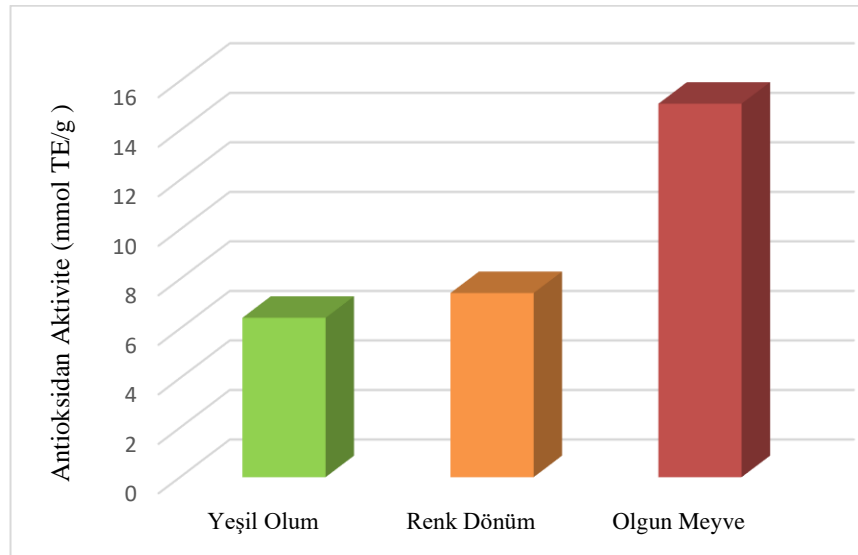
Tablo 3.4: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait TFM ve AA değerleri

	Yeşil Olum	Renk dönüm	Olgun meyve
Toplam Fenolik (mg GAE/100g KM)	671,03±3,42 ^a	730,51±3,56 ^b	568,97±2,18 ^c
Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	6,43±0,12 ^a	7,43±0,03 ^b	15,08±0,20 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.8: Olgunlaşma ile toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.9: Olgunlaşma ile antioksidan aktivitede meydana gelen değişimler

3.2.3 Suda Çözünen Vitamin İçeriğindeki Değişimler

Farklı olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyvelerinin askorbik asit (Tablo 3.5) ve B grubu vitamin içeriği değerleri (Tablo 3.6) aşağıda verilmiştir. Yeşil olum evresi, renk dönüm evresi ve olgun evredeki meyvelerin baskın vitamininin askorbik asit olduğu tespit edilmiştir. Askorbik asit miktarı en yüksek $1,17\pm 0,27$ g/100 g KM değeri ile yeşil olum evresinde, en düşük $0,78\pm 0,32$ g/100 g KM değeri ile olgun evrede tespit edilmiştir. Olgunlaşma ilerledikçe askorbik asit içeriğinde azalma gözlemlenmiştir fakat bu azalma istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşmasına bağlı olarak askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimlerin incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat yapılan bir çalışmada Avrupa'da yetişen üç farklı türdeki olgun gilaburu meyvelerinin askorbik asit içerikleri incelenmiştir. Üç farklı gilaburu meyvesinin askorbik asit içeriklerinin $1,14\pm 0,11$, $1,01\pm 0,09$ ve $1,64\pm 0,08$ g/100 g KM olduğu bildirilmiştir (Rop ve diğ. 2010). Akbulut ve diğ. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada taze gilaburu meyvesinin askorbik asit içeriğinin $0,59$ g/100 g KM olduğu belirtilmiştir. Sonuçların literatür ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Pridoksin değerinin en yüksek yeşil olum evresinde, en düşük renk dönüm evresinde olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil olum evresindeki ve olgun haldeki meyvelerin pridoksin içerikleri istatistiksel anlamda benzerken ($p>0,05$), renk dönüm evresindeki meyvenin pridoksin içeriği istatistiksel anlamda diğerlerinden farklıdır ($p<0,05$). Niasin değeri en yüksek yeşil olum evresinde belirlenmiş ve bu değer olgunlaşmanın ilerlemesi ile azalmıştır. Yeşil olum evresinden renk dönüm evresine geçişte meydana gelen azalma istatistiksel olarak fark yaratmazken ($p>0,05$) olgunlaşmanın tamamlanmasıyla elde edilen değer, diğer evrelerden farklı olarak istatistiki anlamda önemli bir azalma meydana geldiğini göstermiştir ($p<0,05$). Yeşil olum ve renk dönüm evresinde tiamin tespit edilememiş fakat olgun meyvede $0,30\pm 0,03$ mg/100 g KM miktarında tiamine rastlanılmıştır.

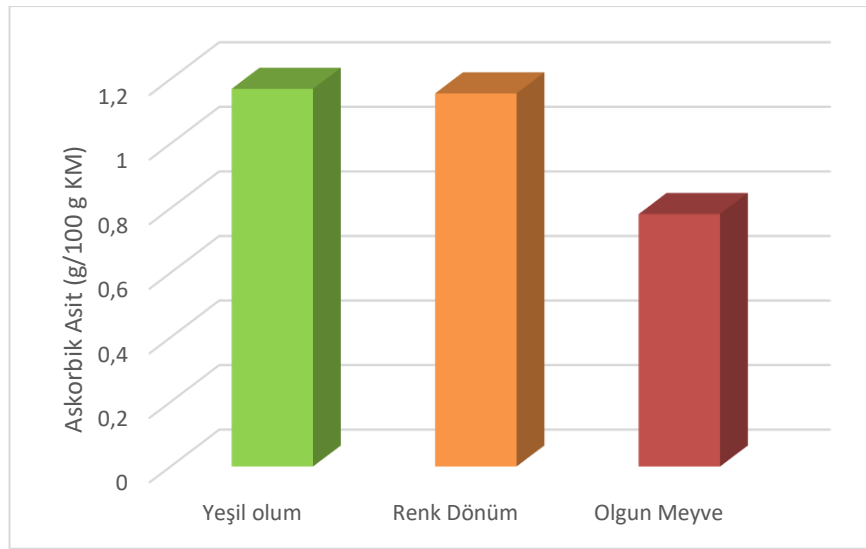
Literatürde gilaburu meyvesinin B vitamini içeriğinin araştırılmasına yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Farklı hurma çeşitleri ile yapılan bir çalışmada hurma örneklerinin tiamin, riboflovin, niasin, pantetonik asit ve pridoksin içerdiği bildirilmiştir. Tiamin, Khalasah ve Muzati çeşitlerinin yalnızca yarı olgun ve olgun

halinde tespit edilmiş, olgunlaşmamış meyvede tespit edilememiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada da tiamin, yalnızca olgun meyvede tespit edilmiştir. Aynı çalışmada olgunlaşmanın ilerlemesiyle pridoksin içeriğinde azalma gözlemlenmiştir (Aslam ve diğ. 2013). Kapari meyvesi ile yapılan benzer bir çalışmada meyvenin bileşiminde B grubu vitaminler saptanmıştır (Inagamov ve diğ. 2013). Imran ve diğ., (2010) beyaz dut ve karadut meyvelerinin niasin içeriklerini araştırılmışlardır. Beyaz dut meyvesinin niasin içeriği $3,10 \pm 0,60$ mg/100 g KM, karadut meyvesinin ise $1,60 \pm 0,10$ mg/100 g KM olarak bulunmuştur. Mango ve guava meyveleriyle yapılan çalışmada mangonun tiamin içeriğinin 0,02 mg/100 g, guavanın ise 0,06 mg/100 g olduğu bildirilmiştir (Onyenuga 1968). Olgunlaşmaya bağlı olarak gilaburu meyvesinin askorbik asit ve B grubu vitaminlerinde gerçekleşen değişimlerin grafiksel gösterimi sırasıyla Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'deki gibidir.

Tablo 3.5: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait askorbik asit değerleri

	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
Askorbik Asit (g/100g KM)	$1,17 \pm 0,27^a$	$1,15 \pm 0,58^a$	$0,78 \pm 0,32^a$

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir ($p < 0,05$)

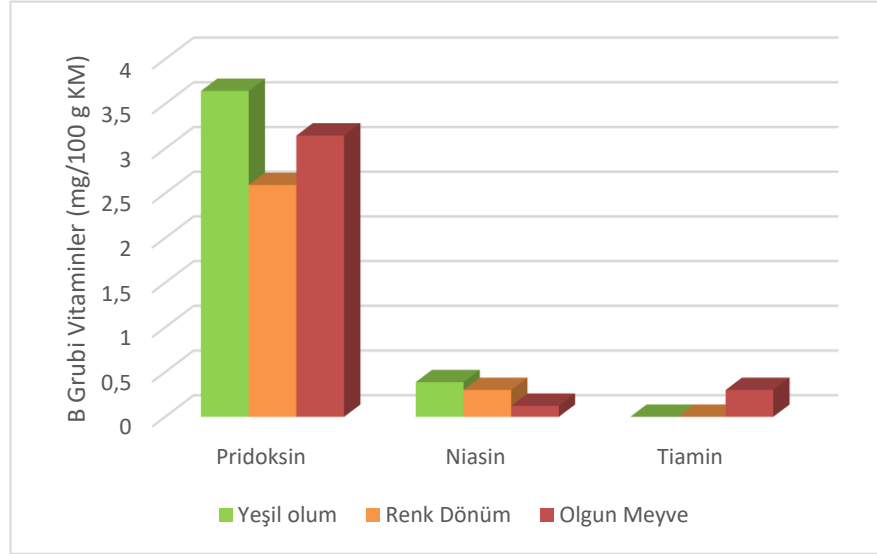


Şekil 3.10: Olgunlaşma ile askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler

Tablo 3.6: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait B grubu vitamin değerleri

B Grubu Vitaminler (mg/100g KM)	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
Pridoksin	3,64±0,14 ^a	2,59±0,05 ^b	3,14±0,08 ^a
Niasin	0,38±0,15 ^a	0,30±0,04 ^a	0,12±0,02 ^b
Tiamin	TE	TE	0,30±0,03

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.11: Olgunlaşma ile B grubu vitamin değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2.4 Organik Asit İçeriğindeki Değişimler

Gilaburu meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında tespit edilen organik asit değerleri Tablo 3.7’de verilmiştir. Yeşil olum evresinde (15,74±0,12 g/100 g KM) ve olgun meyvede (11,06±0,23 g/100 g KM) baskın asit tartarik asit iken, renk dönüm evresinin baskın asidi malik asittir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle tartarik ve sitrik asit içeriğinde azalma gözlemlenmiştir (p<0,05). En yüksek malik asit içeriğinin renk dönüm evresinde (16,51±0,08 g/100 g KM), en düşük malik asit değerinin ise olgun meyvede (8,62±0,05 g/100 g KM) olduğu belirlenmiştir. Meyvenin malik asit içeriği yeşil olum evresinden renk dönüm evresine doğru artmış (p<0,05) renk dönüm evresinden olgun evreye doğru yeniden azalmıştır (p<0,05). Özrenk ve diğ. (2020) Avrupa’da yetişen farklı genotiplerdeki olgun gilaburu meyvelerinin organik asit içeriklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda gilaburu meyvesinin en çok

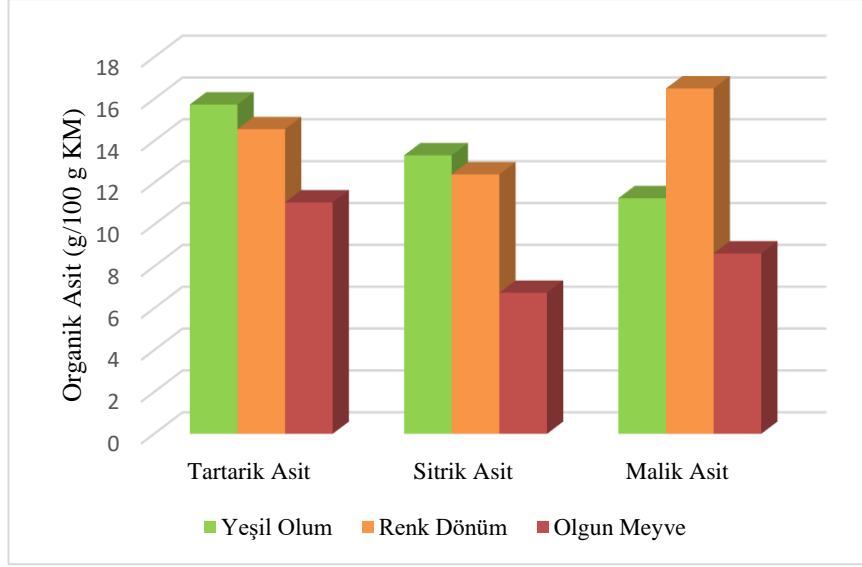
tartarik asit (98-144 mg/100 g) ve malik asit (85-130 mg/100 g) içerdiği bildirilmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında miktarsal olarak farklılıklar gözlemlenmektedir. Bu durumun nedeninin tür çeşitliliği, iklim koşulları ve toprak özellikleri gibi kompozisyonu etkileyen faktörler olduğu düşünülmektedir. Fakat olgun meyvenin baskın organik asiti benzer bulunmuştur. Kajszczak ve diğ. (2020) Rusya'da yetişen meyvelerin baskın organik asitlerinin malik ve sitrik asit olduğunu, Türkiye'de yetişen meyvelerin ise tartarik ve malik asit olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuç ile literatür bilgisi örtüşmektedir.

Gilaburu meyvesinin organik asit içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Beş farklı olgunlaşma aşamasında incelenen kurt üzümü örneklerinin tartarik ve malik asit içeriklerinde olgunlaşmaya bağlı olarak azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Zhao ve diğ. 2015). Üzümle yapılan bir çalışmada örnekler 4 farklı aşamada hasat edilmiş ve organik asit bileşiminde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak tartarik ve malik asit içeriklerinde düşüş olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre başlangıçta 2,83 g/kg olan tartarik asit içeriği olgunlaşmayla 1,90±0,15 g/kg değerine, malik asit içeriği ise 1,91±0,07 değerinden 0,97±0,05 g/kg değerine düşmüştür (Topalovic ve Mikulic-Petkovsek 2010). Şeftali örnekleri kullanılarak yapılan bir çalışmada olgunlaşmaya bağlı olarak sitrik asit içeriğinde düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir (Wang ve diğ. 1993). Barista-silva ve diğ. (2018), meyvelerin olgunlaşması sırasında yapısında bulunan şeker ve nişastanın parçalanmasından dolayı şeker içeriğinin arttığını, bu nedenle organik asit içeriğinde düşüş olduğunu bildirmiştir. Şekil 3.12'de organik asit içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.7: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait organik asit değerleri

Organik Asitler (g/100 g KM)	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
Tartarik Asit	15,74±0,12 ^a	14,56±0,14 ^b	11,06±0,23 ^c
Sitrik Asit	13,31±0,01 ^a	12,40±0,41 ^b	6,74±0,37 ^c
Malik Asit	11,26±0,05 ^a	16,51±0,08 ^b	8,62±0,05 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.12: Olgunlaşma ile organik asit değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2.5 Fenolik Bileşen Kompozisyonundaki Değişimler

Olgunlaşma aşamalarında gerçekleşen kimyasal ve enzimatik değişikliklerden dolayı meyvelerin fenolik bileşen kompozisyonu her aşamada farklılık gösterebilmektedir (Doshi ve diğ. 2006). Farklı olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyvesinin fenolik bileşen kompozisyonu Tablo 3.8’de verilmiştir. Yeşil olum ve renk dönüm evresinde klorojenik asit tespit edilmiş fakat olgun meyvede gözlemlenmemiştir. Yeşil olum evresindeki meyvenin klorojenik asit içeriği renk dönüm evresine göre daha yüksektir ve aradaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0,05$). Ellajik asit içeriğinin en yüksek yeşil olum evresinde ($2,57 \pm 0,18$ g/100 g KM), en düşük ise olgun meyvede ($0,64 \pm 0,03$ g/100 g KM) olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle ellajik asit içeriğinde meydana gelen azalma, istatistiksel anlamda önem arz etmektedir ($p < 0,05$). p-kumarik asit içeriğinin olgunlaşmanın ilerlemesi ile azaldığı belirlenmiştir. Yeşil olum evresinde $1,07 \pm 0,16$ g/100 g KM ile başlayan p-kumarik asit içeriği, olgun meyvede $0,57 \pm 0,17$ g/100 g KM’ye kadar düşmüştür. Renk dönüm evresindeki ve olgun haldeki meyvelerin p-kumarik asit değerleri arasında benzerlik gözlemlenirken ($p > 0,05$) yeşil olum evresindeki meyvenin p-kumarik asit içeriği diğerlerinden farklıdır ($p < 0,05$). Kafeik asit içeriğinin en yüksek olduğu evre renk dönüm evresidir ($1,47 \pm 0,18$ g/100 g KM). Bu değeri $0,64 \pm 0,61$ g/100 g KM ile olgun meyve takip etmiş ve en düşük kafeik asit

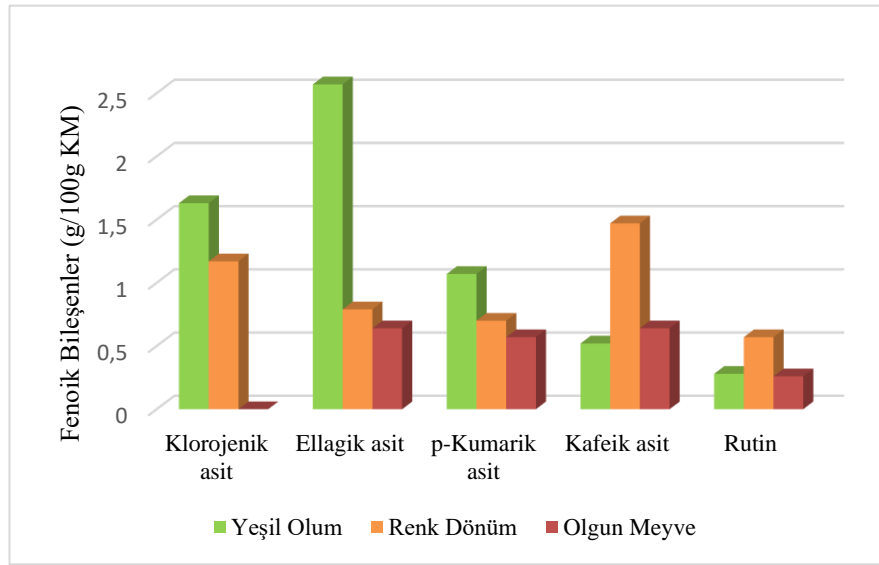
içeriği yeşil olum evresinde ($0,52\pm 0,05$ g/100 g KM) tespit edilmiştir. Yeşil olum evresindeki ve olgun haldeki meyvelerin kafeik asit içeriği benzerken ($p>0,05$), renk dönüm evresindeki meyvelerin içeriği bunlardan farklıdır ($p<0,05$). Rutinde de kafeik asit içeriğinde olduğu gibi en yüksek değer renk dönüm evresinde ($0,57\pm 0,02$ g/100 g KM) belirlenmiş olup bu değeri sırasıyla yeşil olum evresindeki ($0,28\pm 0,01$ g/100 g KM) ve olgun meyvedeki ($0,26\pm 0,12$ g/100 g KM) rutin içeriği takip etmiştir. Meyvelerin rutin içeriklerinin istatistiksel değerlendirmesi kafeik asit içeriklerine benzer şekilde yeşil olum evresinde ve olgun halde benzerlik gösterirken ($p>0,05$) renk dönüm evresinde diğerlerinden farklıdır ($p<0,05$). Olgun gilaburu genotipleri ile yapılan bir çalışmada meyvenin klorojenik, kafeik, kumarik asit ve rutin içerdiği rapor edilmiştir (Özrenk ve diğ. 2011). Kayseri yöresinden temin edilen 15 farklı gilaburu genotipiyle yapılan çalışmada meyvenin klorojenik, kafeik ve kumarik asit içerdiği belirlenmiş ve sırasıyla 23,64-30,33, 14,82-19,92 ve 6,38-11,18 mg/100 ml aralığında olduğu bildirilmiştir (Çolak ve diğ. 2022). Sonuçlar ml cinsinden verildiği için sağlıklı bir kıyaslama yapılamamakla birlikte meyvenin içeriğinde bulunan fenolik bileşenlerden bazılarının benzer olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada gilaburu meyvesinin çiçek, kabuk ve meyve kısmı incelenmiştir. Meyvenin içeriğinde klorojenik asit ($752,59\pm 2,07$ mg/100 g) ve rutin ($5,39\pm 0,03$ mg/100 g) tespit edildiği ancak p-kumarik asit tespit edilemediği bildirilmiştir (Polka ve diğ. 2019). Turek ve Cisowski (2007) gilaburu meyvesinin kabuklarından kafeik, ellajik ve klorojenik asitin de aralarında olduğu sekiz adet saf fenolik asit elde etmişlerdir.

Literatürde gilaburu meyvesinin fenolik bileşen içeriğinde olgunlaşma ile meydana gelen değişimler üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Batu (2021) tarafından gojji berry meyveleriyle yapılan çalışmada olgunlaşma ile klorojenik ve kafeik asit içeriğinin düştüğü, rutin içeriğinin yükseldiği rapor edilmiştir. Ayrıca p-kumarik asit içeriği yüksekten düşüğe doğru renk dönüm evresi, olgun meyve ve yeşil olum evrelerinde tespit edilmiştir. Gojji berry meyvelerinin içeriğinde ellajik asit tespit edilememiştir. Tepe (2020) tarafından yapılan çalışmada klorojenik ve kafeik asit içeriğinin olgunlaşma ile düştüğü belirlenmiştir. Şekil 3.13'te olgunlaşma ile fenolik bileşenlerde gözlemlenen değişimler grafiksel olarak verilmiştir.

Tablo 3.8: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait fenolik bileşen değerleri

Fenolik Bileşenler (g/ 100 g KM)	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun Meyve
Klorojenik asit	1,63±0,14 ^a	1,17±0,24 ^b	TE
Ellagik asit	2,57±0,18 ^a	0,79±0,12 ^b	0,64±0,03 ^c
p-Kumarik asit	1,07±0,16 ^a	0,70±0,24 ^b	0,57±0,17 ^b
Kafeik asit	0,52±0,05 ^a	1,47±0,18 ^b	0,64±0,61 ^a
Rutin	0,28±0,01 ^a	0,57±0,02 ^b	0,26±0,12 ^a

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.13: Olgunlaşma ile fenolik bileşen değerlerinde meydana gelen değişimler

3.2.6 *Trans*-Resveratrol İçeriğindeki Değişimler

Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerinde içeriğinde tespit edilen *trans-trans*-resveratrol miktarları Tablo 3.9’da verilmiştir. En yüksek *trans*-resveratrol içeriği yeşil olum evresinde (2,66±0,05 g/100 g KM) gözlemlenmiştir. Bu değeri sırasıyla renk dönüm evresindeki ve olgun meyvedeki *trans*-resveratrol içeriği takip etmektedir. Olgunlaşmanın ilerlemesi ile *trans*-resveratrol miktarında düşüş gözlemlenmiştir ve bu düşüş sonucunda meyvelerin farklı olgunlaşma evrelerindeki *trans*-resveratrol içeriğinde istatistiksel farklılıklar oluşmuştur (p<0,05). Literatürde gilaburunun *trans*-resveratrol içeriğine ait yalnızca bir çalışmaya rastlanmıştır. Gilaburunun kabuğunda ve suyunda yapılan analizler sonucunda kabukta 5,4±0,2

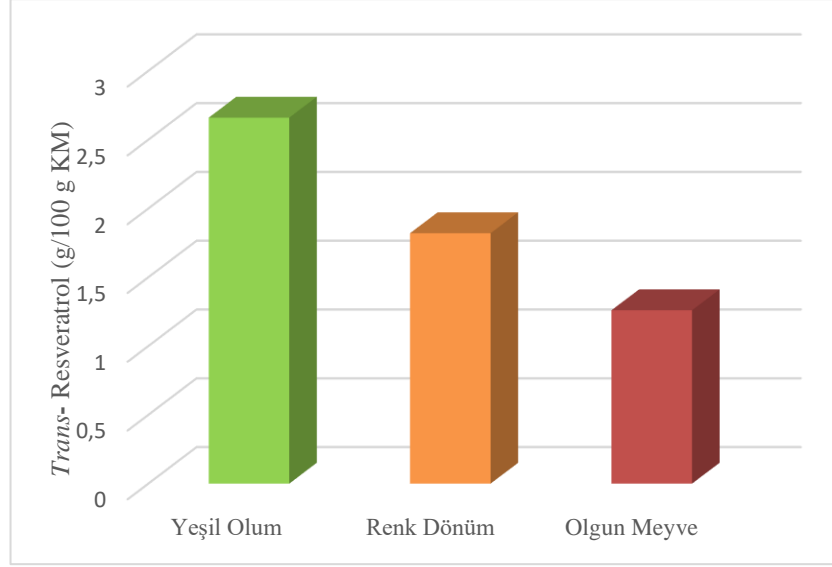
mg/kg, suyunda ise $0,38\pm 0,2$ mg/kg *trans*-resveratrol tespit edilmiştir (Stepakova ve diğ. 2020). Literatür çalışmasında kullanılan analiz metodu farklı olduğundan ve analizlerde meyvenin bütünü kullanılmayıp belirli bölümleriyle çalışıldığından sağlıklı bir karşılaştırma yapılamamıştır. Fakat bu sonuç ile meyvenin *trans*-resveratrol içerdiği desteklenmektedir. Berry grubu meyvelerle yapılan bir çalışmada altı farklı kırmızı meyve kullanılmış ve en yüksek *trans*-resveratrol içeriğinin sırasıyla yaban mersini, kızılçık ve kırmızı frenk üzümünde bulunduğu rapor edilmiştir (Ehala ve diğ. 2005). Häkkinen ve diğ. (1999) tarafından yapılan çalışmada frenk üzümü başta olmak üzere berry çeşiti meyvelerin bol miktarda resveratrol içerdiği bildirilmiştir.

Literatürde gilaburu meyvesinin *trans*-resveratrol içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Vinifera çeşitlerinde yapılan bir çalışmada meyvelerin resveratrol içeriğinin yeşil dönem ile tam olgunluk arasında istikrarlı bir şekilde azalarak olgun meyvelerde sıfıra yaklaştığı bildirilmiştir (Jeandet ve diğ. 1991). Şarap yapımında kullanılan üzümlerle yapılan çalışmada olgunlaşan üzümlerin kabuklarındaki *trans*-resveratrol konsantrasyonunun çeşide bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği ve bu değişimin meyvelerin gelişim aşamaları ile negatif ilişkili olduğu bulunmuştur (Sun ve diğ. 2006). *Trans*-resveratrol içeriğinin olgunlaşmaya bağlı olarak gösterdiği değişim Şekil 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.9: Gilaburu meyvesinin olgunlaşma evrelerine ait *trans*-resveratrol değerleri

	Yeşil Olum	Renk Dönüm	Olgun meyve
<i>Trans</i> - Resveratrol (g/100 g KM)	$2,66\pm 0,05^a$	$1,82\pm 0,18^b$	$1,26\pm 0,05^c$

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir ($p<0,05$)



Şekil 3.14: Olgunlaşma ile *trans*-resveratrol değerlerinde meydana gelen değişimler

3.3 Salamura İşlemi Sonucunda Meydana Gelen Fiziksel Değişimler

Farklı olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyvelerinden hazırlanmış olan salamuralarda hesaplanan toplam kuru madde ve kül miktarları Tablo 3.10'da verilmiştir. Salamura işlemi esnasında salamura suyuna geçen çözünebilir kuru maddelerin, meyvenin kuru madde içeriğinde düşüşe sebep olduğu görülmüştür. Bu kayba bağlı olarak kül miktarında da azalma gözlemlenmiştir. Salamura öncesinde olduğu gibi salamura sonrasında da kuru madde ve kül miktarı olgunlaşma ile artış göstermektedir ($p < 0,05$). Kül miktarı en düşük yeşil olum evresindeki, salamuralarda görülürken, en yüksek olgun meyvelerden hazırlanmış olan salamuralarda tespit edilmiştir. Benzer şekilde kuru madde miktarı da yeşil olum evresinden olgun meyveye doğru artış göstermiştir. Literatürde gilaburu meyvesinin olgunlaşma aşamaları ile hazırlanmış salamuraların fiziksel analizlerine ait bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat farklı gıda örneklerinde salamura işlemi sonucunda meydana gelen değişimler mevcuttur. Asma yaprağı çeşitleri ile yapılan çalışmada salamura esnasında yapraklarda bulunan serbest kuru maddenin salamura suyuna geçmesi sonucu salamura sonrasında yaprakların kuru madde içeriğinde düşüş görüldüğü bildirilmiştir (Gülcü 2011). Özbek ve Güzeler (2022) salamura esnasında peynirlerde meydana gelen kuru madde kaybını azaltmak için salamura suyuna stabilizatörler

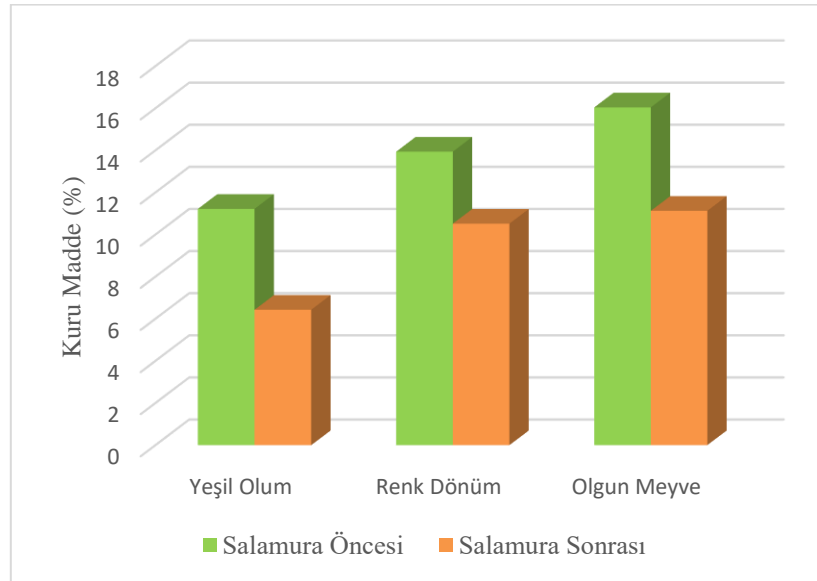
eklemişlerdir. Benzer şekilde zeytinlerle yapılan bir çalışmada da kuru madde içeriğinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Poiana ve Romeo 2006).

Tablo 3.10: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin kuru madde ve kl içerikleri

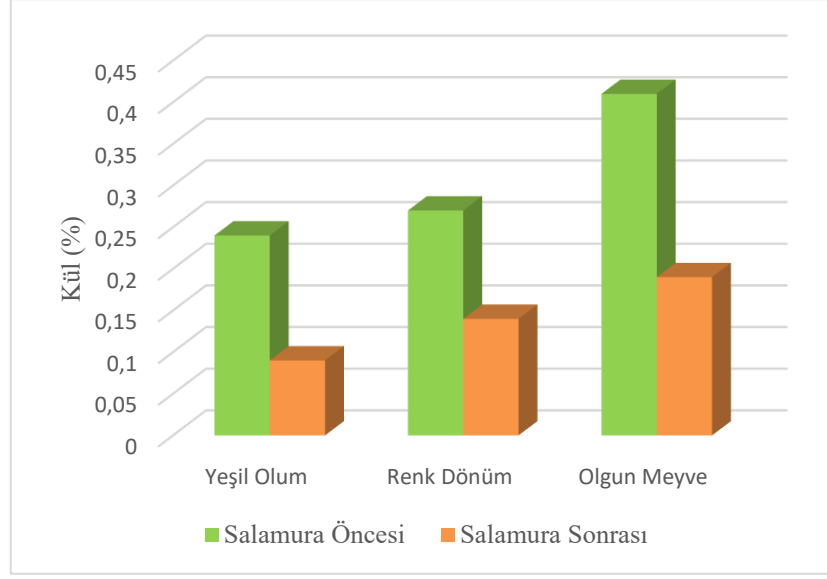
	Yeşil Olum		Renk dönüm		Olgun meyve	
	Salamura ncesi	Salamura Sonrası	Salamura ncesi	Salamura Sonrası	Salamura ncesi	Salamura Sonrası
Kuru Madde (%)	11,22±0,6 ^a	6,43±0,11 ^d	13,94±0,53 ^b	10,52±0,14 ^e	16,04±0,41 ^c	11,13±0,17 ^f
Kl (%)	0,24±0,01 ^a	0,09±0,002 ^d	0,27±0,007 ^a	0,14±0,02 ^e	0,41±0,02 ^b	0,19±0,03 ^f

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

Salamura sonrası kuru madde ve kl değerlerinde meydana gelen değişimlerin grafiksel gösterimleri Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da sunulmuştur.



Şekil 3.15: Salamuranın etkisiyle kuru madde içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.16: Salamuranın etkisiyle kül içeriğinde meydana gelen değişimler

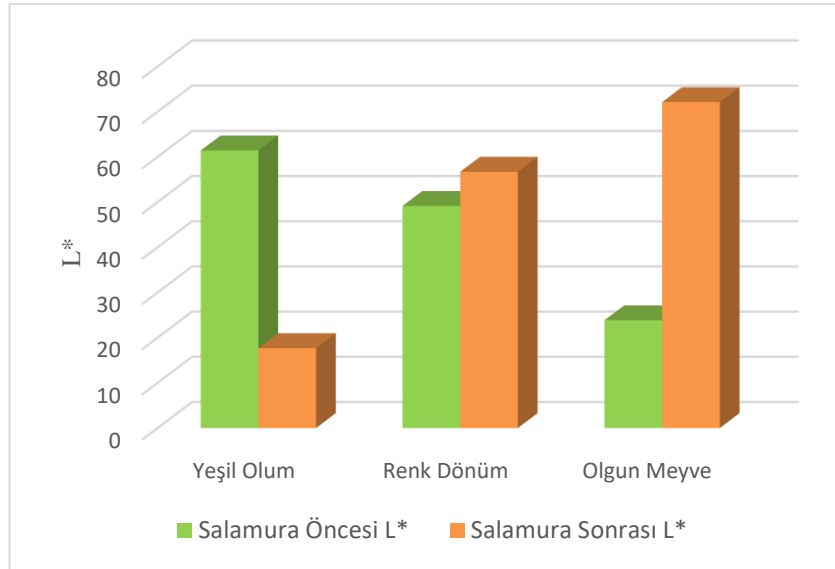
Salamura işlemi uygulanan meyvelerde renk değişimleri gözlemlenmiştir. Tablo 3.11’de olgunlaşma evrelerindeki gilaburulardan hazırlanan salamuraların renk değerleri verilmiştir. Yeşil olum evresindeki meyvelerin renginde koyulaşma gözlemlenmiş, renk dönüm evresindeki meyveler ve olgun meyvelerde salamura sonucunda renkte açılma gözlemlenmiştir. Parlaklığı ifade eden L^* değeri, yeşillik/kırmızılık ifade eden a^* değeri ve mavilik/sarıklık ifade eden b^* değeri yeşil olum evresinden hazırlanan gilaburularda düşüş göstermiştir. Bu da yeşil olum evresinden hazırlanan salamuraların renginde koyulaşma olduğunu ortaya koymuştur. Renk dönüm evresindeki meyvelerden hazırlanan salamuralarda L^* ve b^* değerleri yükselmiş, a^* değeri düşmüştür. Bu da renkte açılma olduğunu göstermiştir. Bu durum olgun meyvelerden hazırlanan salamuralarda da benzer şekilde gerçekleşmiştir. Farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin L^* , a^* ve b^* değerleri istatistiksel anlamda farklıdır ve bu durum bize salamura öncesinde olduğu gibi salamura sonrasında da meyvelerin renginin farklı olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$). Salamura işlemi sonrasında asma yapraklarının renk değerleri ölçülmüş ve değerler L^* için 28,84-35,41, a^* için -1,44-2,69 ve b^* için 16,23-20,72 aralığında bulunmuştur (Gülcü ve Demirci 2011). Bu değerler yeşil olum evresinde salamura edilen gilaburu meyvelerinin renk değerleri ile kıyaslandığında benzer olduğu görülmüştür.

Tablo 3.11: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin renk değerleri

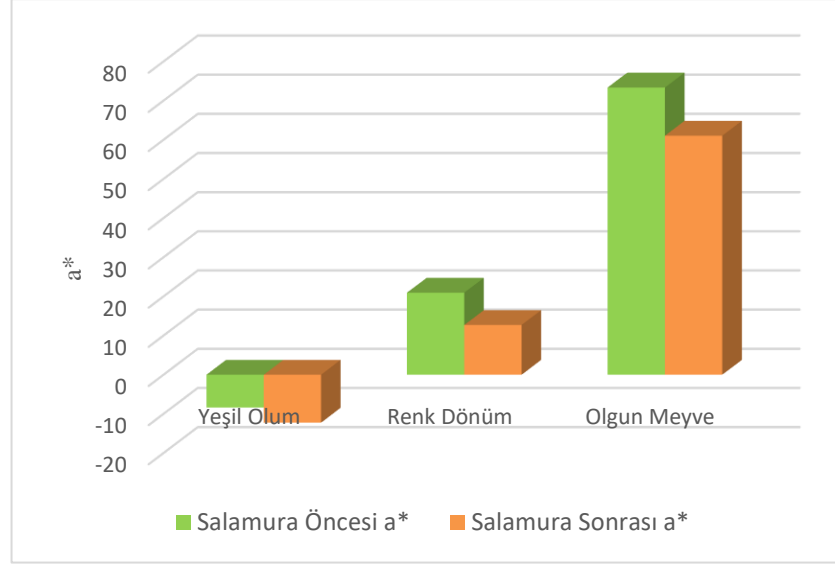
	Yeşil Olum		Renk dönüm		Olgun meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
L*	61,43±0,07 ^a	17,68±1,27 ^d	49,15±0,04 ^b	56,71±2,11 ^e	23,84±0,08 ^c	72,12±0,09 ^f
a*	-8,374±0,01 ^a	-12,24±0,01 ^d	20,95±0,01 ^b	12,70±0,40 ^e	73,34±0,04 ^c	61,04±0,01 ^f
b*	31,84±0,02 ^a	27,34±0,04 ^d	28,00±0,06 ^b	39,03±0,07 ^e	14,82±0,05 ^c	41,99±1,18 ^f

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

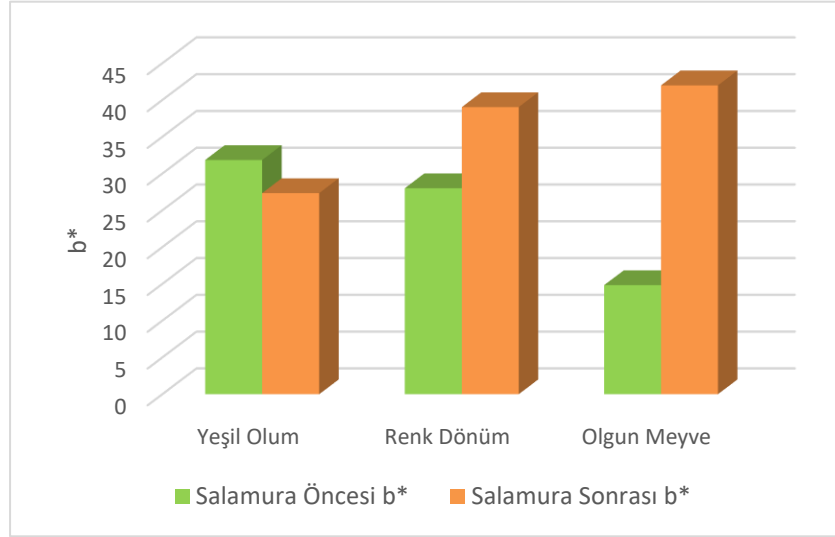
Salamura sonrasında meyvelerde meydana gelen renk değişimi Şekil 3.17, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’da grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.17: Salamuranın etkisiyle L* değerlerinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.18: Salamuranın etkisiyle a* değerlerinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.19: Salamuranın etkisiyle b* değerlerinde meydana gelen değişimler

3.4 Salamura İşlemi Sonucunda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

3.4.1 pH ve Titrasyon Asitliğinde (TA) Meydana Gelen Değişimler

Salamuraların pH ve titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.12'de verilmiştir. Meyvenin pH ve TA değerleri istatistiksel farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Salamura işlemi esnasında oluşan laktik asit fermantasyonu sonucunda ortamın

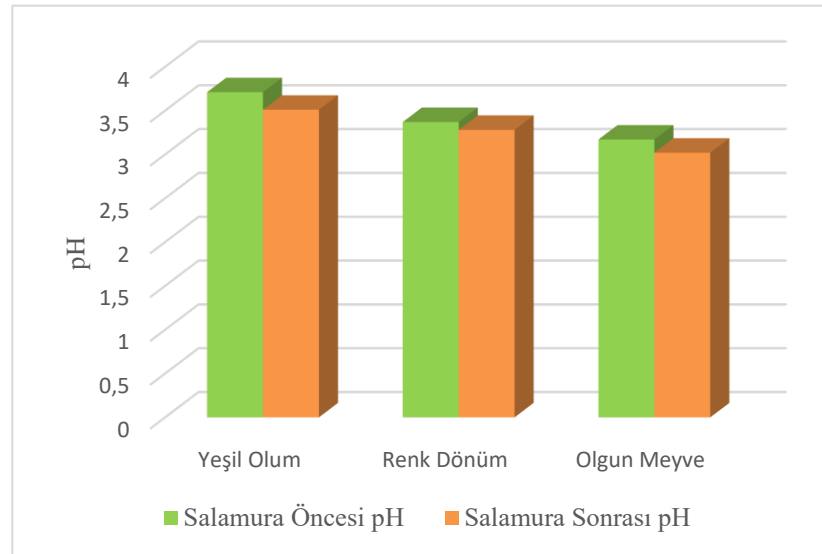
asitlik derecesi yükselmekte ve pH değeri düşmektedir (Gülcü ve Demirci 2011). Salamura sonrasında tüm meyvelerin pH değerleri düşmüş, asitlik değerleri yükselmiştir. Zeytin meyvesiyle yapılan salamura çalışmasında pH ve TA arasında ters orantılı ilişki olduğu belirtilmiştir (Erbay ve diğ. 2010). Salamura edilerek farklı sıcaklıklarda depolanan kapari meyvesinin salamura sürecinde pH değerinin düştüğü asitliğinin yükseldiği rapor edilmiştir (Yemiş 2008). Kayserinin farklı bölgelerinden toplanan gilaburu örnekleri fermente edilmiş ve meyve suyu çıkarılmıştır. Fermantasyon sonucunda örneklerin pH değerleri 2,96-3,21 aralığındadır. Aynı çalışmada örneklerin TA değerlerinin 1,36-2,16 aralığında olduğu belirtilmiştir (Yetim ve diğ. 2013). Bu sonuçlar elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Tablo 3.12: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin pH ve TA değerleri

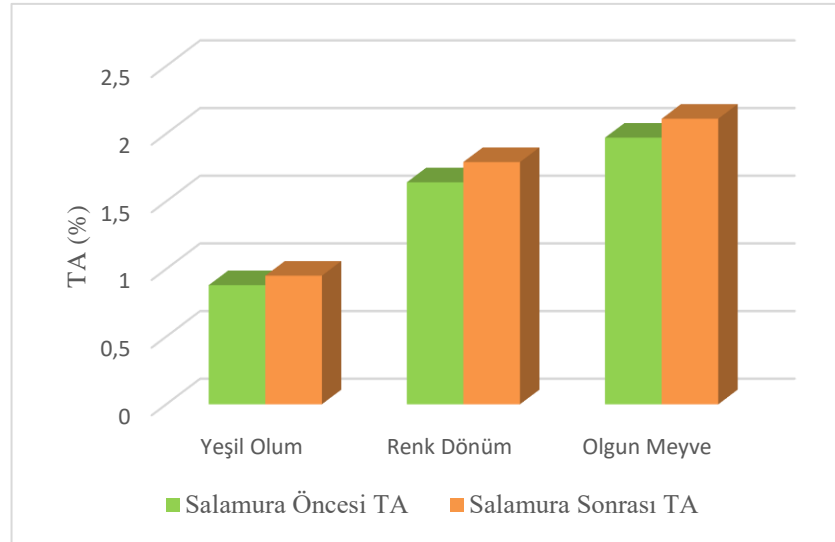
	Yeşil Olum		Renk Dönüm		Olgun Meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
pH	3,71±0,02 ^a	3,51±0,05 ^a	3,37±0,01 ^b	3,28±0,05 ^b	3,17±0,02 ^c	3,02±0,06 ^c
Titrasyon asitliği	0,88±0,01 ^a	0,95±0,02 ^a	1,64±0,03 ^b	1,79±0,79 ^b	1,97±0,08 ^c	2,11±0,34 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir ($p < 0,05$)

Şekil 3.20 ve Şekil 3.21’de salamura işlemi sonucunda değişen pH ve TA değerlerinin grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.20: Salamuranın etkisiyle pH değerlerinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.21: Salamuranın etkisiyle TA değerlerinde meydana gelen değişimler

3.4.2 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitede Meydana Gelen Değişimler

Tablo 3.13'te salamuralara ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri verilmiştir. Salamura işlemi sonucunda gilaburu meyvelerinin TFM ve AA içeriklerinde artış gözlemlenmiştir.

Tablo 3.13: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin TFM ve AA değerleri

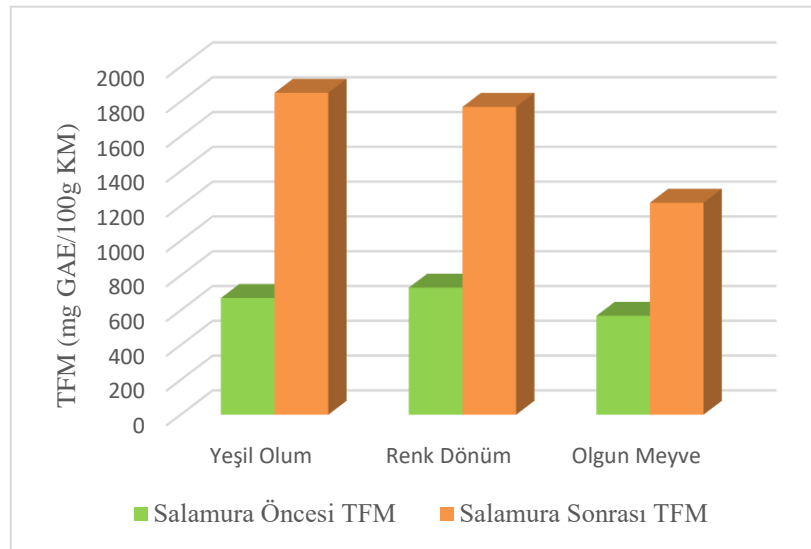
	Yeşil Olum		Renk Dönüm		Olgun Meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
TFM	671,03±3,42 ^a	1851,04±34,61 ^d	730,51±3,56 ^b	1770,00±21,36 ^e	568,97±2,18 ^c	1218,91±15,88 ^f
AA	6,43±0,12 ^a	33,59±3,12 ^d	7,43±0,03 ^b	16,64±1,09 ^e	15,08±0,20 ^c	19,32±1,81 ^f

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

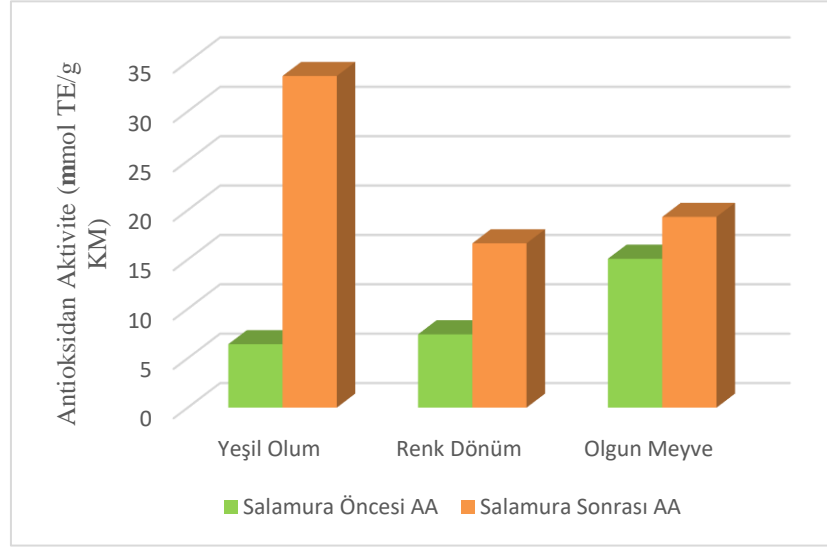
Başlangıçta toplam fenolik madde içeriği yeşil olum, renk dönüm ve olgun meyve için sırasıyla 671,03±3,42, 730,51±3,56 ve 568,97±2,18 mg GAE/100 g KM olarak bulunmuş ve salamura sonrasında bu değerler sırasıyla 1851,04±34,61, 1770,00±21,36 ve 1218,91±15,88'e yükselmiştir (p<0,05). Yeşil olum evresindeki meyvelerin salamuralarının antioksidan aktivitesi 33,59±3,12, renk dönüm evresinde

16,64±1,09 ve olgun haldeki meyvede 19,32±1,81'dir ve değerler arasındaki değişim istatistiksel olarak fark yaratmıştır (p<0,05).

Şarap üretiminde mayşe fermantasyonu sonucu meydana gelen değişimlerin incelendiği bir çalışmada, fermantasyon işleminin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite üzerine istatistiksel anlamda önemli düzeyde artış sağladığı ortaya konmuştur (Budak 2012). Fermantasyon sonucundaki artışın meyvelerin etli kısımlarında, kabuğunda, yaprağında ve çekirdeğinde bulunan bileşiklerin (fenolik bileşikler, antosiyaninler, tanenler, fenol asitleri vb.) çözünerek açığa çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kocabay 2013). Yetim ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmada Kayseri'nin farklı bölgelerinden toplanmış gilaburu örnekleri fermente edilmiş ve bileşimlerde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri 521,82-608,50 mg GAE/100 mL, antioksidan aktivite içerikleri 12,16-18,44 mg AAE/mL aralığında bulunmuştur. Elde etmiş olduğumuz sonuçlar ile bu sonuçlar arasında birimsel farklılıklar olduğundan dolayı sağlıklı bir kıyaslama yapılamamıştır. Fakat fermentasyon sonucunda TFM içeriğinin çalışmamıza benzer şekilde arttığı, antioksidan aktivitenin ise çalışmamızdan farklı olarak azaldığı bildirilmiştir. Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'te salamura öncesi ve sonrası TFM ve AA değerlerinin grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.22: Salamuranın etkisiyle TFM değerlerinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.23: Salamuranın etkisiyle antioksidan aktivitede meydana gelen

3.4.3 Suda Çözünen Vitamin İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

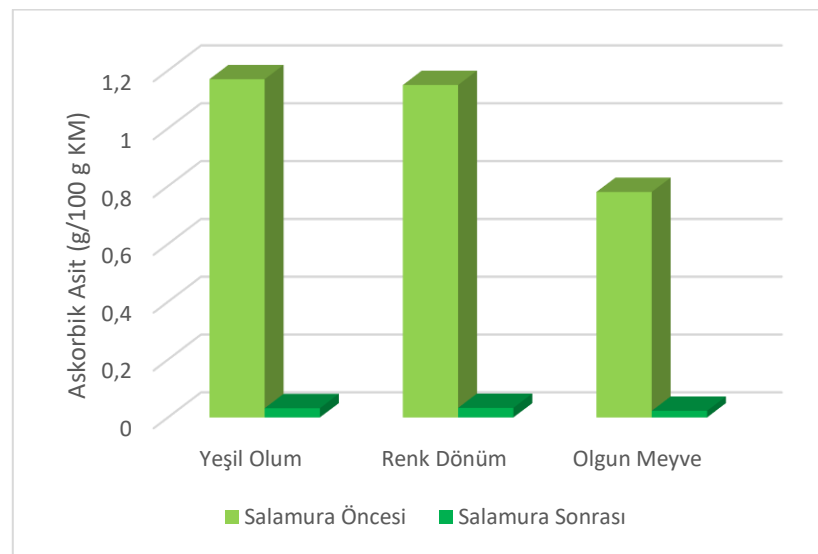
Olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyvelerinden hazırlanan salamuraların askorbik asit ve B grubu vitamin değerleri sırasıyla Tablo 3.14 ve Tablo 3.15'te verilmiştir. Tüm örneklerin vitamin değerlerinde salamura sonrasında düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir. Şekil 3.24'te salamura işlemi sonucu askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimlerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Salamura sonrasında en yüksek askorbik asit içeriği renk dönüm evresine ait salamuralarda tespit edilmiştir. Yeşil olum ve renk dönüm evresindeki salamura meyvelerin askorbik asit içerikleri benzerken ($p>0,05$), olgun haldeki salamura meyvenin askorbik asit içeriği istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır ($p<0,05$). En yüksek pridoksin içeriği olgun meyve salamuralarında, en yüksek niasin içeriği renk dönüm evresindeki salamuralarda tespit edilmiştir. Renk dönüm evresindeki ve olgun haldeki meyvelerin salamuralarının pridoksin içeriği benzerken ($p>0,05$) yeşil olum evresindeki meyvelerin salamuralarının içeriği bu değerlerden farklıdır ($p<0,05$). Salamura işlemi sonrasında farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin niasin içeriği azalmıştır. Meyvelerin bu evrelerdeki salamuralarının niasin içerikleri istatistiksel açıdan farklılıklar göstermektedir ($p<0,05$).

Literatürde gilaburunun olgunlaşma aşamalarında hazırlanmış salamura örneklerine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Olgun gilaburular beş ay süreyle fermantasyona tabi tutulmuş ve sürecin üç aşamasında örnekler alınarak askorbik asit düzeyindeki değişim incelenmiştir. Fermantasyon sonunda askorbik asit içeriği azalmış ve sonuç 362 mg/kg olarak kaydedilmiştir (Bolat ve Özcan 1995). Kayserinin beş farklı bölgesinden toplanan gilaburu örneklerinin üç aylık fermantasyonu sonucu askorbik asit içeriği azalmış ve sonuçlar 308-661 mg/L aralığında bulunmuştur (Soylak ve diğ. 2002). Birbirinden farklı örneklerle yapılan bir salamura çalışmasında 6 aylık depolama sonucunda tiamin ve riboflovin içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Abdel-Kader 1990). Benzer şekilde başka bir çalışmada fermentasyonun etkisiyle tiamin içeriğinde önemli ölçüde azalma gözlemlenirken niasin ve riboflovin içeriğinde artış kaydedilmiştir (Fadahunsi 2009). Suda çözünen vitamin içeriğinde meydana gelen azalma, vitaminlerin salamura suyuna geçmesine bağlanmaktadır.

Tablo 3.14: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin askorbik asit değerleri

	Yeşil Olum		Renk Dönüm		Olgun Meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
Askorbik Asit (g/100 g KM)	1,17±0,27 ^a	0,032±0,002 ^b	1,15±0,58 ^a	0,033±0,001 ^b	0,78±0,32 ^a	0,023±0,002 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



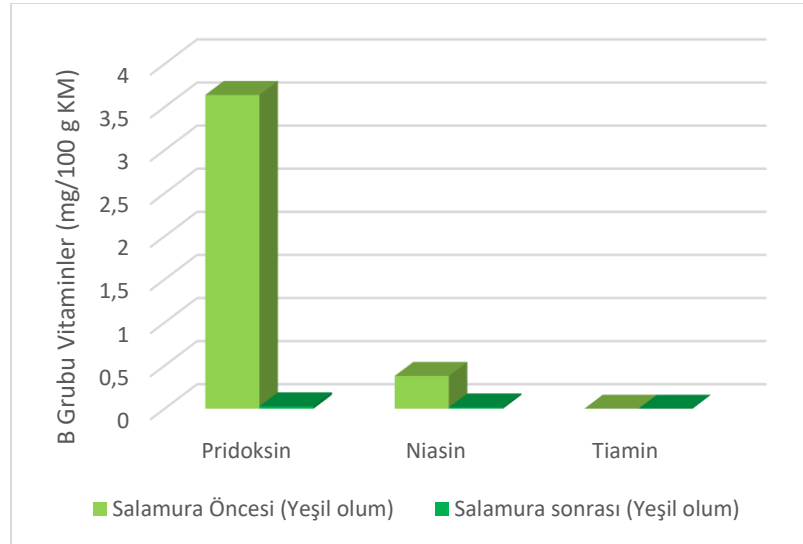
Şekil 3.24: Salamuranın etkisiyle farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler

Tablo 3.15: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin B grubu vitaminleri değerleri

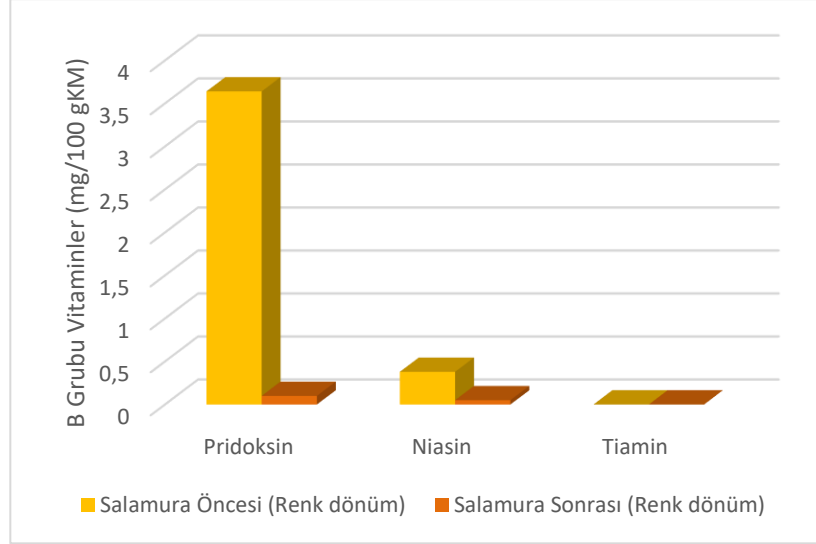
(mg/100 g KM)	Yeşil Olum		Renk dönüm		Olgun meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
Pridoksin	3,64±0,14 ^a	0,027±0,004 ^c	2,59±0,05 ^b	0,1±0,007 ^d	3,14±0,08 ^a	0,11±0,03 ^d
Niasin	0,38±0,15 ^a	0,015±0,001 ^c	0,30±0,04 ^a	0,05±0,001 ^d	0,12±0,02 ^b	0,048±0,001 ^e
Tiamin	TE	TE	TE	TE	0,30±0,03	TE

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

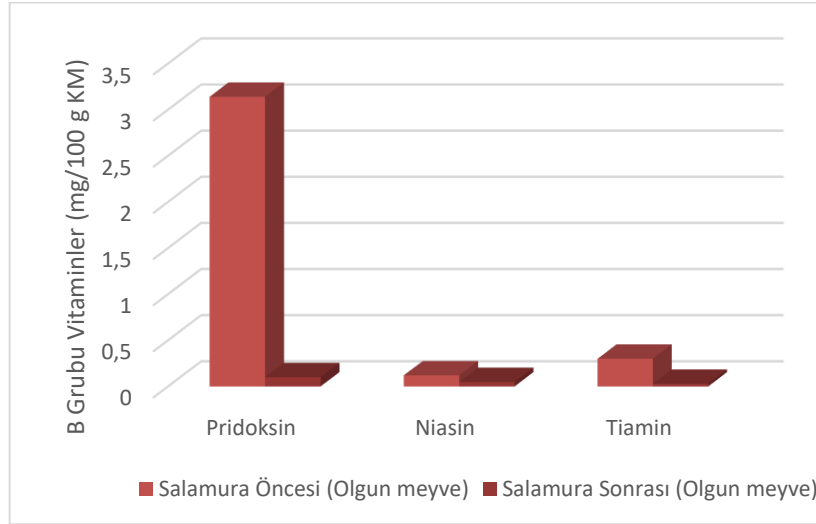
Şekil 3.25, 3.26. ve 3.27’de sırasıyla yeşil olum, renk dönüm ve olgun evrelerdeki meyvelerin salamura sonrasında B grubu vitamin değerlerinin değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.25: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.26: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.27: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin B grubu vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler

3.4.4 Organik Asit İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

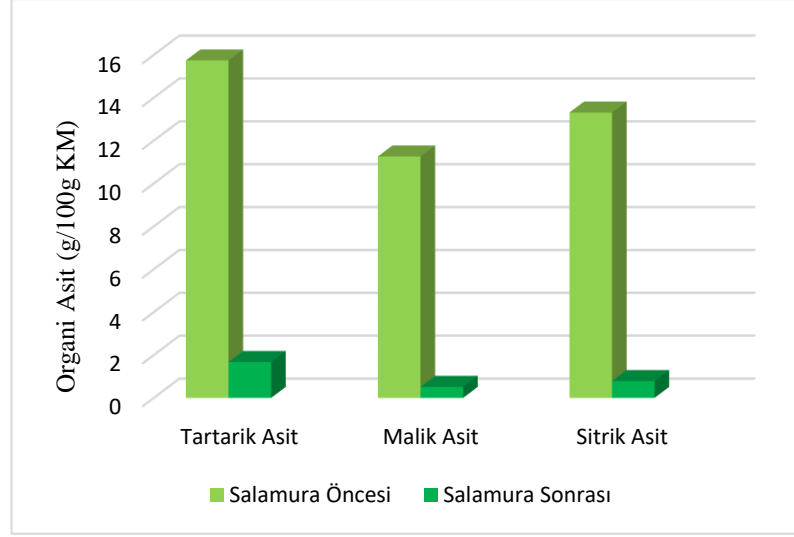
Yeşil olum, renk dönüm ve olgunluk evrelerindeki gilaburu meyvelerinden hazırlanan salamuraların organik asit değerleri Tablo 3.16'da verilmiştir. Tüm salamura örneklerinin organik asit değerlerinde düşüş yaşandığı görülmektedir ($p < 0,05$). Olgunlaşma evrelerindeki meyveler ile yapılan tüm salamuraların baskın asidi tartarik asittir. Tartarik asit içeriği en yüksek renk dönüm evresindeki

meyvelerin salamurasında, en düşük ise olgun meyvelerin salamurasında görülmüştür. Çam (2005) tarafından gilaburu suyunun organik asitleri incelenmiş ve içeriğinde 9,422 g/L malik asit ve 0,095 g/L tartarik asit bulunduğu bildirilmiştir. Fermantasyonun organik asitler üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada materyal olarak nar suyu kullanılmıştır. Fermantasyon sonunda sitrik asit içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum fermantasyon esnasında bakterilerin sitrik asiti kullandığını düşündürmüştür (Mousavi ve diğ. 2013). Başka bir çalışmada yaban mersini ve böğürtlen sularının fermantasyonunda malik asitin azalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. Bu azalmaya sebep olarak fermentasyonun bazı organik asitleri biyolojik olarak dönüştürmesi ve böylece fermente edilen ürünün duyu kalitesini geliştirmesi gösterilmiştir (Wu ve diğ. 2021). Salamura sonucunda olgunlaşma aşamalarındaki gilaburu meyvelerinin organik asit içeriğinde meydana gelen değişim Şekil 3.28, Şekil 3.29 ve Şekil 3.30'da sunulmuştur.

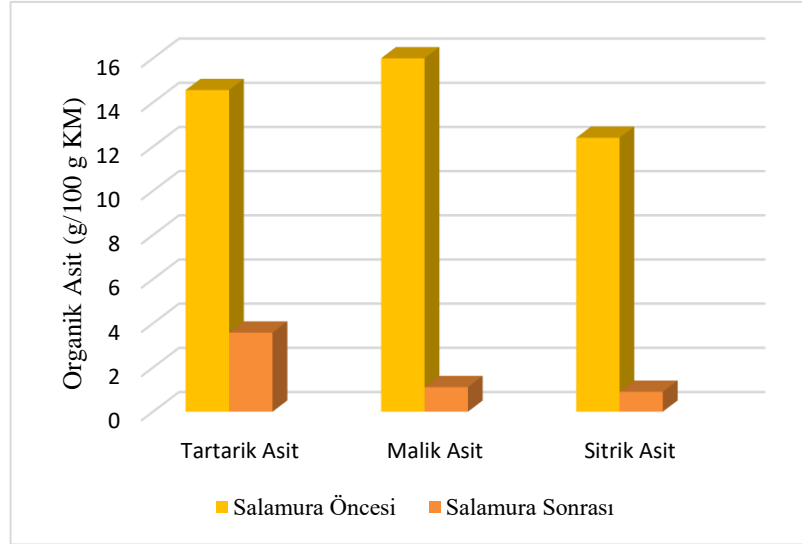
Tablo 3.16: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin organik asit değerleri

Organik Asitler (g/100g KM)	Yeşil Olum		Renk dönüm		Olgun meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
Tartarik Asit	15,74±0,12 ^a	1,67±0,03 ^d	14,56±0,14 ^b	6,58±0,08 ^e	11,06±0,23 ^c	1,38±0,02 ^f
Sitrik Asit	13,31±0,01 ^a	0,78±0,02 ^d	12,40±0,41 ^b	0,90±0,04 ^e	6,74±0,37 ^c	0,19±0,03 ^f
Malik Asit	11,26±0,05 ^a	0,51±0,04 ^d	16,51±0,08 ^b	1,11±0,05 ^e	8,62±0,05 ^c	0,89±0,02 ^f

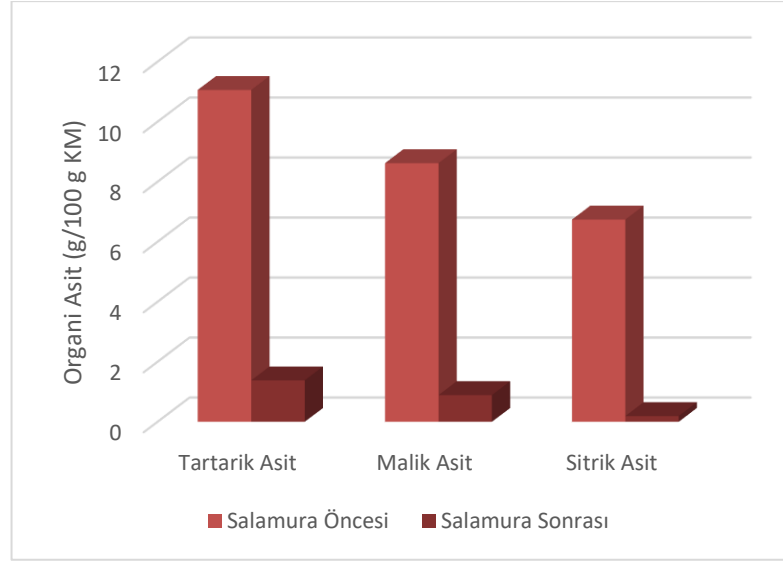
* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.28: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.29: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.30: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler

3.4.5 Fenolik Bileşen Kompozisyonundaki Değişimler

Üç farklı olgunlaşma evresindeki gilaburu meyvelerinden hazırlanan salamuraların fenolik kompozisyonu Tablo 3.17’de verilmiştir. Salamura öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında salamura öncesinde yeşil olum ve renk dönüm evresindeki meyvelerin klorojenik asit içeriği sırasıyla $1,63 \pm 0,14$ ve $1,17 \pm 0,24$ g/100 g KM iken salamura sonrasında bu değerler sırasıyla $8,20 \pm 0,12$ ve $5,57 \pm 0,2$ g/100 g KM’ye yükselmiştir ($p < 0,05$). Salamura öncesinde olgun meyvede tespit edilemeyen klorojenik asit, salamura sonrasında da tespit edilememiştir. Olgun ($0,64 \pm 0,06$ g/100 g KM) ve yeşil olum evresindeki ($2,57 \pm 0,18$ g/100 g KM) meyvelerin ellajik asit içeriği salamura işlemi sonrasında azalarak sırasıyla $0,52 \pm 0,11$ ve $0,52 \pm 0,08$ g/100 g KM’ye düşmüştür ($p > 0,05$). Renk dönüm evresindeki meyvelerin ellajik asit içeriği ($0,79 \pm 0,12$ g/100 g KM) salamura sonrasında yükselmiştir ($2,36 \pm 0,15$ g/100 g KM) ve bu değer istatistiksel anlamda diğerlerinden farklıdır ($p < 0,05$). Yeşil olum evresindeki salamuraların p-kumarik asit içeriğinde azalma gözlemlenirken, olgun ve renk dönüm evresindeki meyvelerden yapılan salamuralarda p-kumarik asit içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Salamura öncesinde yeşil olum, renk dönüm ve olgun evredeki meyvelerin p-kumarik asit içeriği sırasıyla $1,07 \pm 0,16$, $0,70 \pm 0,24$ ve $0,57 \pm 0,17$ g/100 g KM iken salamura sonrasında bu değerler sırasıyla $0,44 \pm 0,04$,

0,86±0,16 ve 0,61±0,09 g/100 g KM olarak bulunmuştur (p<0,05). Yeşil olum evresindeki meyvelerin kafeik asit içeriği (0,52±0,005 g/100 g KM) salamura işlemi sonrasında artış göstermiştir (1,97±0,18 g/100 g KM). Öte yandan renk dönüm evresindeki (1,47±0,18 g/100 g KM) ve olgun haldeki (0,64±0,61 g/100 g KM) meyvelerin kafeik asit içeriğinde salamura işlemi sonucu azalma meydana gelmiş ve bu değerler sırasıyla 0,73±0,07 ve 0,39±0,06 g/100 g KM' ye düşmüştür (p<0,05). Olgun ve yeşil olum evresindeki meyvelerin rutin içeriği sırasıyla 0,26±0,12 ve 0,28±0,01 g/100 g KM iken salamura sonrasında bu değerler artarak sırasıyla 1,09±0,12 ve 0,51±0,05 g/100 g KM' ye yükselmiştir. Yeşil olum evresindeki ve olgun haldeki meyvelerin aksine renk dönüm evresindeki meyvelerin rutin içeriği (0,57±0,02 g/100 g KM) salamura işlemi sonucu azalarak 0,49±0,10 g/100 g KM' ye düşmüştür. Yeşil olum ve renk dönüm evresindeki meyvelerden hazırlanan salamuraların rutin içerikleri istatistiksel anlamda farklılık göstermezken (p>0,05) olgun meyvenin içeriği diğerlerinden farklıdır (p<0,05).

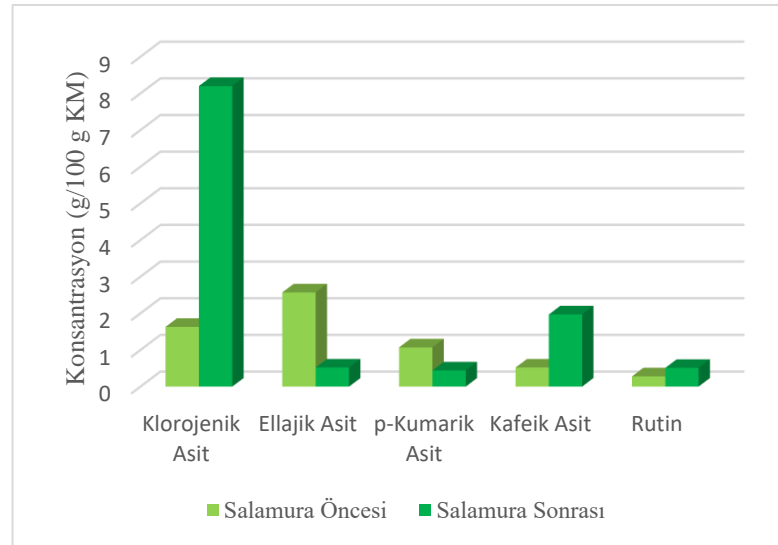
Şekil 3.31, 3.32 ve 3.33'te salamura sonucu fenolik bileşenlerin değişimi verilmiştir. Literatürde salamura işleminin gilaburu meyvesinin fenolik kompozisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır fakat zeytinlerle yapılan bir çalışmada salamura işleminden sonra meyvenin fenolik bileşenlerinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu durumun suda çözünebilen fenolik bileşenlerin salamura suyuna geçmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Brenes ve diğ. 1995). Irmak ve diğ. (2010), salamura sonucunda zeytinlerin fenolik bileşenlerinde azalma tespit etmiş, çizme işleminin fenolik bileşen kaybını arttırdığını rapor etmişlerdir. Salamura işleminin fenolik bileşikler üzerindeki etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada salamura sonrasında tüm zeytin türlerinin protokateşuik asit, ferulik asit ve oleuropein miktarının azaldığı, öte yandan kafeik asit ve hidroksityrosol miktarının arttığı belirtilmiştir (Othman ve diğ. 2009). Salamura işlemi sonucunda fenolik bileşenlerde meydana gelen azalma, fermentasyon sonucunda asitliğin artmasına ve böylece fenolik bileşiklerin çözünerek salamura suyuna geçmesine bağlanabilmektedir (Tanrıseven ve diğ. 2018). Laktik asit bakterileri, sahip oldukları fenolik dekarboksilaz enzimi sayesinde fenolik bileşenleri fenolik metabolitlere indirgeyebildiği bilinmektedir (Cavin ve diğ. 1997). Curiel ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışma, p-kumarik, ferulik ve kafeik asitin bazı laktik asit bakterileri tarafından metabolize edilebildiğini göstermiştir. Bu

durumun aksine bazı laktik asit bakterilerinin şaraptaki kateşin ve gallik asit gibi bazı fenolik bileşenleri oluşturduğu (Okçu ve diğ. 2011), başka bir çalışmada ise bazı fenoliklerin substrat olarak kullanılması sonucu hidroksisinnamik asit miktarının arttığı belirtilmiştir (Hernández ve diğ. 2006).

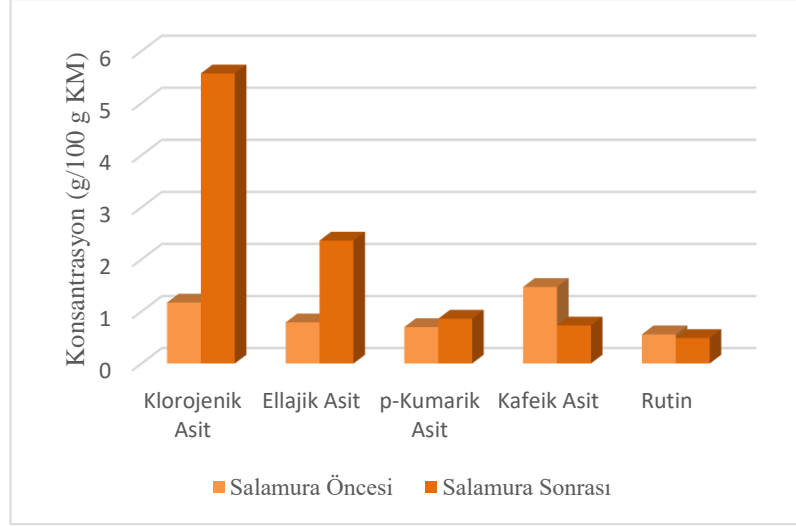
Tablo 3.17: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin fenolik bileşen değerleri

Fenolik Bileşenler (g/100g KM)	Yeşil Olum		Renk dönüm		Olgun meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
Klorojenik asit	1,63±0,14 ^a	8,20±0,12 ^a	1,17±0,24 ^b	5,57±0,21 ^b	TE	TE
Ellagik asit	2,57±0,18 ^a	0,52±0,11 ^a	0,79±0,12 ^b	2,36±0,15 ^b	0,64±0,03 ^c	0,52±0,08 ^a
p-Kumarik asit	1,07±0,16 ^a	0,44±0,04 ^a	0,70±0,24 ^b	0,86±0,16 ^b	0,57±0,17 ^b	0,61±0,09 ^c
Kafeik asit	0,52±0,05 ^a	1,97±0,18 ^a	1,47±0,18 ^b	0,73±0,07 ^b	0,64±0,61 ^a	0,39±0,06 ^c
Rutin	0,28±0,01 ^a	0,51±0,05 ^a	0,57±0,02 ^b	0,49±0,10 ^a	0,26±0,12 ^a	1,09±0,12 ^b

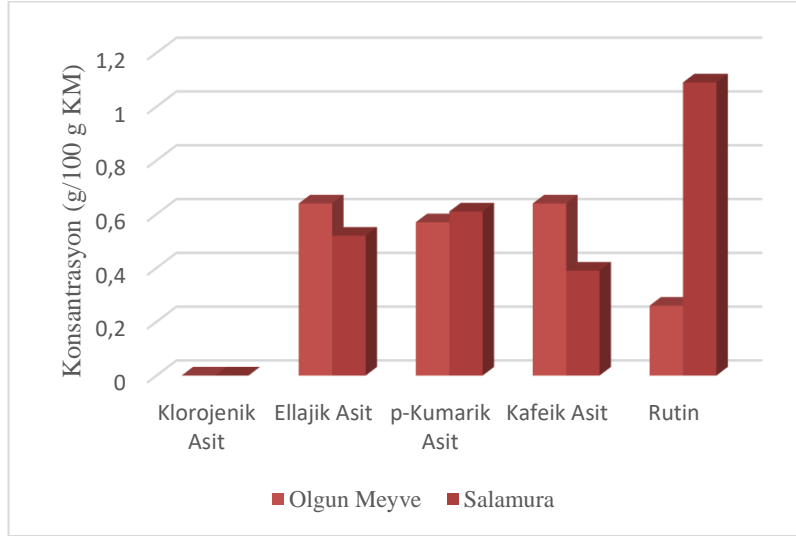
* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



Şekil 3.31: Salamuranın etkisiyle yeşil olum evresindeki meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.32: Salamuranın etkisiyle renk dönüm evresindeki meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler



Şekil 3.33: Salamuranın etkisiyle olgun meyvelerin fenolik bileşen içeriğinde meydana gelen değişimler

3.4.6 *Trans*-Resveratrol İçeriğindeki Değişimler

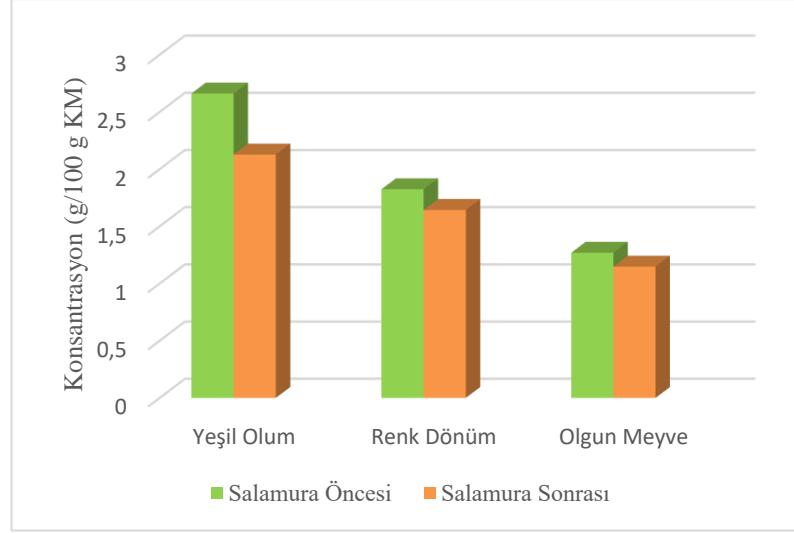
Tablo 3.18’de olgunlaşma aşamalarındaki gilaburu meyvelerinin salamuralarının *trans*-resveratrol içerikleri verilmiştir. Salamura işlemi

uygulanmadan önce *trans*-resveratrol içeriğinin olgunlaşmanın ilerlemesi ile azaldığı tespit edilmişti. Salamura sonrasında yeşil olum evresindeki meyvelerin *trans*-resveratrol içeriği en yüksek, olgun meyvelerden hazırlanmış olan salamuraların *trans*-resveratrol içeriği en düşük bulunmuştur. Salamura işlemi uygulanan meyvelerin *trans*-resveratrol içeriklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Salamura öncesinde yeşil olum, renk dönüm ve olgun evredeki meyveleri *trans*-resveratrol içerikleri sırasıyla 2,66±0,05, 1,82±0,18 ve 1,26±0,005 g/100 g KM iken salamura sonrasında bu değerler sırasıyla 2,12±0,22, 1,63±0,17 ve 1,14±0,23 g/100 g KM'ye düşmüştür. Salamura işlemi sonrası yeşil olum evresindeki meyvelerin *trans*-resveratrol içeriğinin renk dönüm evresindeki ve olgun haldeki meyvelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Ayrıca olgun meyvelerin *trans*-resveratrol içeriği diğer evrelerdeki *trans*-resveratrol içeriklerine göre daha düşüktür (p<0,05) Şekil 3.34'te salamura sonucu *trans*-resveratrol değişiminin grafiksel gösterimi verilmiştir. Literatürde gilaburu meyvesinin *trans*-resveratrol içeriğinin salamura ile değişimine dair yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Gamay üzümüyle yapılan çalışmada meyvenin kabuğunun ve şırasının fermentasyon öncesi ve sonrası resveratrol miktarı değerlendirilmiştir. Fermentasyon sonrasında kabuktaki resveratrol miktarının azaldığı, şıranın bileşiminde bulunan resveratrolün ise arttığı belirlenmiş ve kabukta meydana gelen azalma etanol konsantrasyonunun artması ile ilişkilendirilmiştir (Pezet ve Cuenat 1996). Benzer bir çalışmada şarapta bulunan resveratrolün meyvenin kabuğunda bulunan resveratrolün şıraya geçmesi ile doğal olarak oluştuğu bildirilmiştir (Kontaxakis ve diğ. 2020). Bu bilgiler ışığında olgunlaşma aşamalarındaki gilaburu meyvelerinden hazırlanan salamuraların *trans*-resveratrol içeriklerinin düşmesinin nedeni, resveratrolün kabuktan salamura suyuna geçmesine bağlanabilir.

Tablo 3.18: Olgunlaşma aşamalarında salamuraları yapılan meyvelerin *trans*-resveratrol değerleri

	Yeşil Olum		Renk Dönüm		Olgun Meyve	
	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası	Salamura Öncesi	Salamura Sonrası
<i>Trans</i> -Resveratrol (g/100g KM)	2,66±0,05 ^a	2,12±0,22 ^a	1,82±0,18 ^b	1,63±0,17 ^b	1,26±0,05 ^c	1,14±0,23 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)



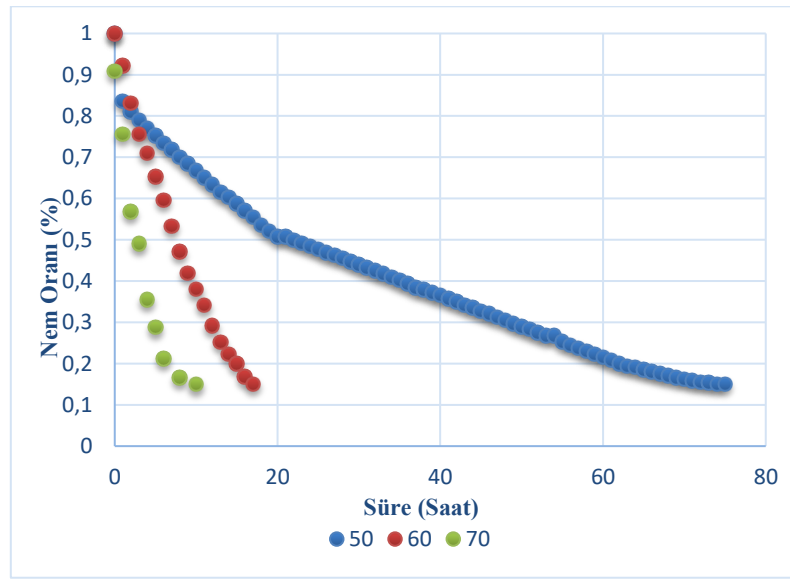
Şekil 3.34: Salamuranın etkisiyle olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin *trans*-resvaratrol içeriğinde meydana gelen değişimler

3.5 Kurutma ile Meydana Gelen Değişimler

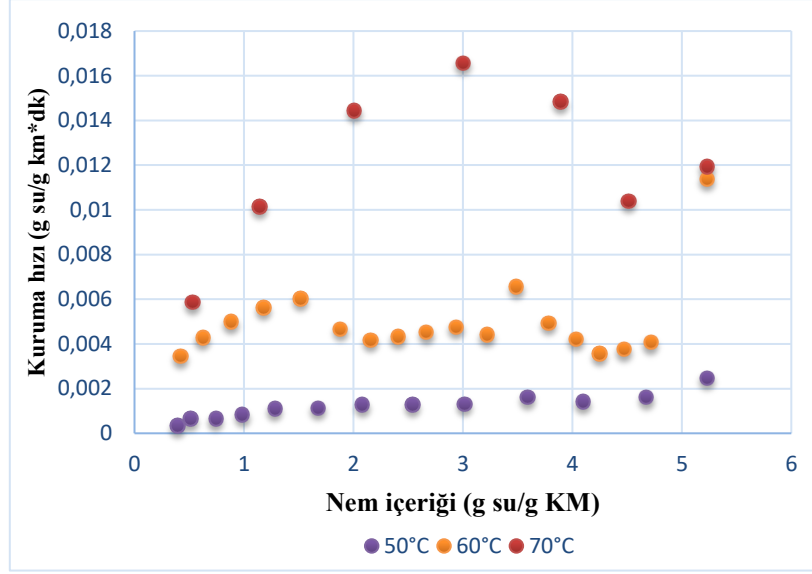
Olgun gilaburu meyvesine ait kurutma çalışmaları 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi sırasında kurutmanın takibi yapılarak nem oranı/süre (Şekil 3.35) ve kuruma hızı/nem oranı (Şekil 3.36) grafikleri oluşturulmuştur. Nem oranı/süre grafiği, kurutulan materyalin istenilen nem düzeyine erişmesi için gereken süreyi belirlemekte yardımcıdır (Tansu ve Demir 2012). Bu amaçla kurutma işlemi öncesinde kurutma kaplarının darası alınmış ve kurutma esnasında belirli periyotlarla tartım yapılarak grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca kinetik verilerin hesaplanması için en az 6 örnek olacak şekilde belirlenen periyotlarla numuneler alınıp ekstraksiyon yapılmıştır. Sıcak hava ile kurutulan olgun gilaburu meyvesinin nem içeriğinin zamana bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Kuruma hızı/nem oranı grafiği incelendiğinde, kurutmanın başlangıcında kuruma hızının hızlı şekilde yükseldiği, kurumanın ilerlemesi ve meyve bileşimindeki nem oranının azalmasıyla düştüğü ve kurumanın sonlarına doğru sabit şekilde ilerlediği görülmektedir. Bu durum, başlangıçta meyvenin bileşiminde bulunan serbest nemin fazla olması ve meyvesinin yapısından daha kolay uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Kurutmanın ilerleyen aşamalarında bileşimde

bulunan nemin azalması ve bağıl nemin uzaklaştırılmasının zor olması, kuruma hızının yavaşlamasına sebep olmaktadır (Aktaş ve diğ. 2010). Tüfekçi ve Özkal (2018)'ın havuç dilimleriyle yaptığı çalışmada elde ettikleri kuruma hızı/nem oranı grafiği, elde edilen grafikte benzerdir. Yapılan çalışmalarla sıcaklık artışının kuruma süresi üzerinde ters orantılı bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Cucurullo ve diğ. 2012, Polatçı ve Taşova 2017). Bu durum, ısı transferinin sıcaklık farkının artması ile sağlanmasından kaynaklanmaktadır (Zhu ve Shen 2014). Sıcaklık farkı arttıkça kurutulan materyale daha fazla enerji aktarılmakta ve böylece birim zamanda materyalin içeriğinden daha fazla su buharlaşmaktadır. Ayrıca sıcaklığın artması kurutma havasının bağıl nemini düşürdüğü için materyalin yapısından kurutma havasına su transferi hızlanmaktadır. Bu durumda sıcaklık artışına bağlı olarak kuruma süresinin kısılması kütle transferindeki artış ile açıklanabilir (Alnak ve Karabulut 2019).



Şekil 3.35: Farklı sıcaklıklarda kurutulan olgun gilaburu meyvesinin nem oranı-zaman grafiği



Şekil 3.36: Farklı sıcaklıklarda kurutulan olgun gilaburu meyvesinin kuruma hızı

50, 60 ve 70°C, sıcaklıklarda, 2 m/s hava hızıyla yapılan kurutma işleminde en kısa kuruma süresi 70°C’de, en uzun kuruma süresi 50 °C’de kaydedilmiştir. Kuruma süreleri 50, 60 ve 70°C için sırasıyla 75 (4500 dk), 17 (1020 dk) ve 7 saat (420 dk) olarak bulunmuştur. Kayseri yöresinden temin edilen gilaburu numuneleri ile yapılan bir çalışmada numuneler 1,3 m/s hava hızında kurutulmuştur. 60, 70 ve 80 °C’de gerçekleştirilen kurutma işlemi sırasıyla 2663, 856 ve 420 dakikada tamamlanmıştır (Dal ve Karacabey 2021). Kuruma hızı kurutma süreci boyunca birçok parametreden etkilendiği gibi kurutma hızından da etkilenmektedir (Kutlu ve diğ. 2015). Şeftali örnekleriyle yapılan bir çalışmada diğer şartlar sabit kalmak kaydıyla hava hızı yaklaşık 2,5 kat artırılmış ve kuruma süresinin aynı oranlarda kısaldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçla birlikte hava hızının kuruma hızıyla doğru orantılı olduğu belirtilmiştir (Zhu ve Shen 2014). Hava hızı dikkate alındığında kuruma sürelerinin benzer olduğu gözlenmiştir.

3.5.1 Olgun Gilaburu Meyvesinin Kurutulmasına Ait Kinetik Modeller

Modelleme işleminin amacı var olan fiziksel işlemlerin matematiksel olarak tanımlanması ve eşitliklerle sayısal verilere dönüştürülmesidir (Köse 2018). Matematiksel modellemede kullanılan eşitlikler, veri gereksiniminin az olması ve kullanım kolaylığından dolayı son zamanlarda yapılan kurutma çalışmalarında

sıklıkla kullanılmaktadır (Özdemir ve Devres 1999). Tablo 3.19’da verilen matematiksel modellere ait sabitler ve istatistiki veriler, olgun gilaburu meyvelerinin farklı sıcaklıklarda kurutulması ile elde edilmiştir. En uygun matematiksel modeli belirlemek için sıfıra en yakın RMSE ve χ^2 , bire en yakın R^2 değerini veren matematiksel model tercih edilmiştir (Demiray ve diğ. 2017). 50 ve 60 °C’de kurutulan gilaburu meyvelerinin deneysel nem oranını açıklayan en iyi modelin Parabolik model olduğu bulunmuştur. Ayrıca Page modelinin 70 °C’de kurutulmuş meyvelerin deneysel nem oranını en iyi açıklayan model olduğu saptanmıştır. Gıda kurutma işlemlerinde kullanılan matematiksel modeller kurutma koşulları, gıdanın türü ve özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir (Karacaoğlu ve diğ. 2016). Böğürtlen kullanılarak farklı kurutma yöntemlerinin denendiği bir çalışmada, kullanılan yöntemden bağımsız olarak en uygun kinetik katsayılar sahip olan modelin Logaritmik model olduğu bildirilmiştir (Kırıt ve diğ. 2023).

Tablo 3.19: Matematiksel modellere ait sabitler ve istatistiki veriler

Model	Sıcaklık	Model Sabitleri			χ^2	RMSE	R ²
Lewis	50°C	k= 0,0004904			0,001366086	0,0367	0,9865
	60°C	k= 0,001529			0,005459036	0,0728	0,9345
	70°C	k= 0,004131			0,010951296	0,1011	0,9078
Page	50°C	k= 0,0001023	n= 1,204		0,000527738	0,0227	0,9949
	60°C	k= 0,0000786	n= 1,463		0,002212666	0,0457	0,9749
	70°C	k= 0,00004651	n= 1,821		0,001070552	0,0304	0,9922
Henderson	50°C	k= 0,0004996	a= 1,016		0,001341656	0,0362	0,9871
Ve Pabis	60°C	k= 0,001628	a= 1,053		0,005281129	0,0706	0,9401
	70°C	k= 0,004654	a= 1,116		0,009891817	0,0926	0,9283
Logaritmik	50°C	k= 0,0005596	a= 0,9708	c= 0,0529	0,002201172	0,0461	0,9791
	60°C	k= 0,001814	a= 0,9984	c= 0,0606	0,006625917	0,0780	0,927
	70°C	k= 0,005076	a= 1,069	c= 0,051	0,012675613	0,1007	0,9151
Wang ve Singh	50°C	a= -0,0003746	b= 0,00000003662		0,00015759	0,0124	0,9985
	60°C	a= -0,0009923	b= 0,00000008021		0,000439509	0,0204	0,995
	70°C	a= -0,002465	b= 0,00000001802		0,001294131	0,0335	0,9906
Parabolik	50°C	a= 0,977	b= -0,0003537	c= 0,00000003274	0,000044974	0,0066	0,9996
	60°C	a= 0,9589	b= -0,0008386	c= -0,00000003899	0,00019453	0,0133	0,9979
	70°C	a= 1,025	b= -0,0027	c= 0,000000478	0,001380291	0,0332	0,9915

3.5.2 Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Gilaburu Meyvelerine Ait Efektif Difüzyon Katsayısı (D_{eff}) ve Aktivasyon Enerjisi (E_a)

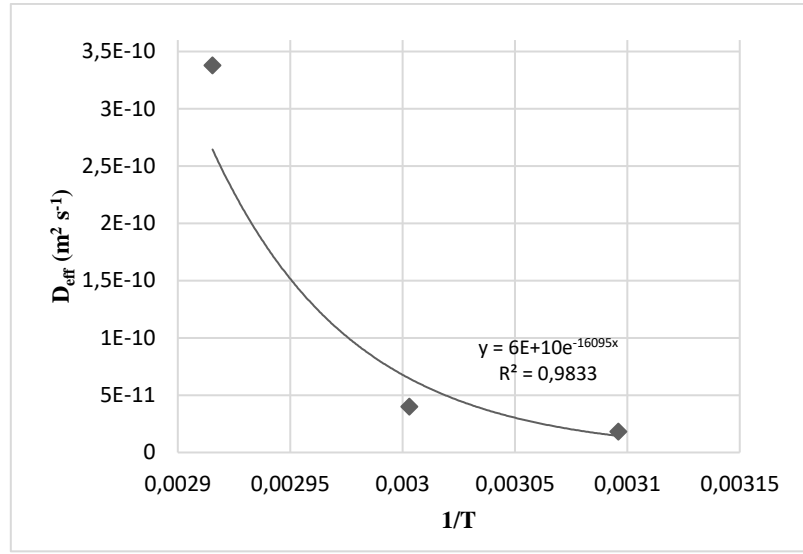
Kinetik parametrelerden biri olan efektif difüzyon katsayısı, dehidrasyon verimliliğinin pozitif bir göstergesidir. Yüksek bir D_{eff} değeri, kurutma işleminin hızlı olduğunu göstermektedir (Chen ve diğ. 2016). Bu bağlamda D_{eff} değerinin sıcaklık artışına bağlı olarak artması gilaburu meyvesinden nemin daha kolay uzaklaştırılacağını göstermektedir. Bir prosesin aktivasyon enerjisinin yüksek ya da düşük olması, o prosesin ısıl duyarlılığını ifade etmektedir (Aghbashlo ve diğ. 2010). Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin aktivasyon enerjisi değeri 133,814 kJ mol⁻¹ bulunmuştur. Tablo 3.20’de gilaburu meyvelerinin D_{eff} ve E_a değerleri verilmektedir.

Tablo 3.20: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesine ait D_{eff} ve E_a değerleri

Sıcaklık	D_{eff} (m ² s ⁻¹)	E_a (kJ mol ⁻¹)
50°C	1,82x10 ⁻¹¹	133,814
60°C	4,01x10 ⁻¹¹	
70°C	3,38x10 ⁻¹⁰	

Gilaburu meyvesinin kurutulması sonucunda elde edilen D_{eff} değerinin sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Literatürde gilaburu meyvelerinin kurutulmasına ait D_{eff} ve E_a değerleri bulunmamakla birlikte benzer çalışmalar mevcuttur. Mengeş ve Ertekin (2007)’nin vişne kurutma üzerine yaptıkları çalışmada farklı sıcaklık parametreleri kullanılmış ve sıcaklığın artmasıyla D_{eff} değerinin arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada aktivasyon enerjisi değeri 100.78-103,94 kJ mol⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ergüneş ve Taşova (2018), 50, 60 ve 70 °C’de kurutulan kuşburnu meyvesinin D_{eff} değerinin sıcaklık artışına bağlı olarak arttığını ve 1,52 x10⁻⁵ ile 3,74 x10⁻⁵ aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Kuşburnu meyvesine ait aktivasyon enerjisi 42,83 kJ mol⁻¹ bulunmuştur. Üzüm ile yapılan bir çalışmada 30, 35, 40 ve 45 °C sıcaklık parametreleri kullanılmış ve en yüksek D_{eff} değerinin en yüksek kurutma sıcaklığı olan 45 °C’ye ait olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada aktivasyon enerjisini 59,03 kJ mol⁻¹ olarak bildirmişlerdir (Dong ve diğ. 2013). E_a değerleri arasındaki farklılıkların farklı kurutma koşullarından ve meyve tiplerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Literatür çalışmaları incelendiğinde D_{eff} değerlerinin sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı ve bu sonucun çalışmamızı

desteklediği görülmüştür. Sıcaklığın reaksiyon üzerindeki etkisini ifade eden Arrhenius grafiği Şekil 3.37’de verilmiştir.



Şekil 3.37: Efektif difüzyon katsayısı ile sıcaklık arasındaki Arrhenius tipi ilişki

3.5.3 Kurutma İşleminin Bazı Bileşenler Üzerindeki Etkisi

3.5.3.1 Kurutmanın Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Gilaburu meyvesinin kurutulması sonucunda tespit edilen TFM ve AA değerleri Tablo 3.21’de verilmiştir. Gilaburu meyvesinin toplam fenolik madde değerleri kurutma sıcaklığı arttıkça azalmıştır ($p < 0,05$). Olgun meyvedeki toplam fenolik madde içeriği $568,97 \pm 2,18$ mg GAE/100g KM iken 70 °C kurutma sonucu $149,96$ mg GAE/100 g KM değerine düşmüştür. Üç farklı sıcaklıkta kurutulan gilaburu meyvelerinin antioksidan aktivite değerlerinde kurutmaya bağlı olarak azalma gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Gilaburu meyvesinin antioksidan aktivitesi olgun meyvede $15,08 \pm 0,20$ mmol TE/g KM iken en yüksek kurutma sıcaklığı olan 70 °C’de kurutma sonucunda $2,40 \pm 0,001$ mmol TE/g KM değerine düşmüştür.

Tablo 3.21: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin TFM ve AA değerleri

	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g KM)	568,97±21,33 ^a	351,46±6,18 ^b	233,80±7,52 ^c	149,96±4,87 ^d
Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	15,08±0,001 ^a	2,81±0,001 ^b	2,51±0,001 ^d	2,40±0,001 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

Gilaburu örneklerinin 60, 70, 80 ve 90 °C’de kurutulduğu bir çalışmada taze meyvenin başlangıçtaki toplam fenolik madde içeriği 633,56 mg GAE/100g KM olarak bulunmuş ve kurutma uygulamaları sonrasında bu değerinde %14-48 oranında düşüş yaşandığı kaydedilmiştir. Yine aynı çalışmada kurutma sonrasında antioksidan aktivitenin düştüğü bildirilmiştir (Taşkın ve diğ. 2018). Gümüşhane ilinde yabani olarak yetişen kızılçık, kuşburnu, ahlat, alıç ve kıyamık meyveleri farklı yöntemlerle kurutulmuştur. Kurutma işlemleri sonucunda söz konusu meyvelerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir (Barlak 2019). Çilek örnekleriyle yapılan bir çalışmada kurutma sonucunda örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde %73,09 oranında azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada örneklerin antioksidan aktivite değerinde de azalma olduğu bildirilmiştir (Orak ve diğ. 2012). Kurutma işlemleri nedeniyle meyvelerin bileşiminde bulunan toplam fenolik madde miktarının azalması, fenolik bileşiklerin ısıya karşı hassasiyetinin yüksek olmasına bağlanabilmektedir (Taşkın ve diğ. 2018). Ayrıca kurutma esnasındaki bu kayıplara fenolik bileşenlerin proteinlere bağlanması ve kimyasal yapılarında meydana gelen geri dönüşmez değişiklikler sebep olabilmektedir (Bulut 2021). Kurutma sonrasında antioksidan aktivitede meydana gelen azalma, sıcaklığın etkisiyle antioksidan bileşiklerde meydana gelen kimyasal ve enzimatik bozunmayla açıklanabilmektedir (Nicoli ve diğ. 1999).

3.5.3.2 Kurutmanın Suda Çözünen Vitamin İçeriğine Etkisi

Kurutma işlemi sırasında ısıya duyarlı vitaminlerin korunması, gıda kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Demiray ve diğ. 2013). Özellikle askorbik asit kurutma işlemi için kritik bir kalite parametresidir. Genel olarak uygulanan işlem sonrası askorbik asit kaybının az olması durumunda diğer besin elementlerinin kaybının da düşük olduğu düşünülmektedir (Tepe ve Kadakal 2022).

Olgun gilaburu meyvesinin farklı kurutma sıcaklıklarında suda çözünen vitamin içeriğinde meydana gelen değişimler Tablo 3.22 ve Tablo 3.23'te gösterilmiştir. Olgun gilaburu meyvesinin askorbik asit, tiamin, niasin ve pridoksin analizleri yapılmış ve baskın vitamininin askorbik asit olduğu bulunmuştur. Kurutma sıcaklığındaki artışa paralel olarak analiz edilen tüm vitamin değerlerinde azalma gözlenmiştir.

Tablo 3.22: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin askorbik asit değerleri

Suda Çözünen Vitaminler (g/100g KM)	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Askorbik Asit	0,78±0,32 ^a	0,35±0,04 ^b	0,30±0,01 ^b	0,24±0,07 ^b

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

Tablo 3.23: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin B grubu vitamin değerleri

Suda Çözünen Vitaminler (mg/100g KM)	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Pridoksin	3,14±0,18 ^a	1,01±0,55 ^b	0,85±0,03 ^c	0,75±0,18 ^c
Niasin	0,12±0,02 ^a	0,09±0,06 ^b	0,05±0,01 ^b	TE
Tiamin	0,30±0,04 ^a	0,18±0,01 ^b	0,16±0,01 ^b	0,14±0,02 ^c

Olgun gilaburu meyvesinin askorbik asit içeriği 0,78±0,32 g/100 g KM olarak belirlenmiştir. 50, 60 ve 70 °C'de kurutulan olgun gilaburu meyvelerinin askorbik asit içeriği azalmış ve bu değerler sırasıyla 0,35±0,04, 0,30±0,01 ve 0,24±0,07 g/100 g KM olarak bulunmuştur. Farklı sıcaklıklarda kurutulan meyvelerin askorbik asit içerikleri arasındaki fark önemsiz bulunurken (p>0,05) her sıcaklık parametresinde meydana gelen azalma, taze meyvenin askorbik asit içeriğinden istatistiksel anlamda daha farklı sonuçlara sebep olmuştur (p<0,05).

Taze, kurutulmuş ve dondurulmuş gilaburu örneklerinin bileşiminde meydana gelen değişimin incelendiği bir çalışmada, en düşük askorbik asit içeriğinin kurutulmuş örneklerde olduğu tespit edilmiştir (Leahu ve diğ. 2017). Domates örnekleri ile yapılan çalışmada farklı sıcaklık parametreleri kullanılmıştır. Kurutma işlemi sonucunda en düşük askorbik asit içeriği, en yüksek kurutma parametresinde gözlemlenmiş ve tüm kurutma sıcaklıklarında askorbik asit içeriğinde azalma olduğu

bildirilmiştir (Özen ve Kar 2018). Kurutma işlemleri sonucunda askorbik asit içeriğinde meydana gelen azalmaların askorbik asidin ısıl hassasiyetinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Van den Broeck ve diğ. 1998).

Bu çalışmada olgun gilaburu meyvesinin pridoksin içeriği $3,14 \pm 0,08$ mg/100 g KM olarak belirlenmiştir. Her sıcaklık parametresinde pridoksin içeriğinde azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. En yüksek pridoksin miktarı ($1,01 \pm 0,55$ mg/100 g KM) 50 °C'de kurutulmuş meyvelerde görülürken, en düşük miktarın ($0,75 \pm 0,18$ mg/100 g KM) 70 °C'de kurutulan örneklerde olduğu tespit edilmiştir. 60 ve 70 °C'de kurutulan örneklerin pridoksin içeriği birbirine yakın bulunurken ($p > 0,05$) 50 °C'de kurutulan örneklerin içeriği diğerlerinden daha fazladır ($p < 0,05$). Ön ısıtma ve kurutma yöntemlerinin pridoksin üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, uygulanan ısıl işlemler sonucunda pridoksin içeriğinde azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Amoussa ve diğ. 2021). Batu (2021) tarafından farklı kurutma sıcaklıklarında yapılan çalışmada pridoksin miktarındaki azalmanın sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Olgun gilaburu meyvesinin tiamin içeriği, 70 °C'de kurutmadan sonra $0,30 \pm 0,04$ mg/100 g KM'den $0,14 \pm 0,02$ mg/100 g KM'ye düşmüştür. Tiamin kaybının en az olduğu sıcaklık 50 °C (%40), en fazla olduğu sıcaklık 70 °C'dir (%53,33) ($p < 0,05$). Soğan örneklerinin farklı sıcaklıklarda kurutulduğu bir çalışmada, örneklerin içeriğindeki tiaminde meydana gelen kaybın en aza indirgenmesi için, kurutma sıcaklığının düşük tutulması gerektiği bildirilmiştir (Djaeni ve Arifin 2017). Duman (2014) tarafından kuşburnu meyvelerinin kurutulması üzerine yapılan çalışmada meyvenin kurutulmasından sonra tiamin içeriğinde azalma olduğu bildirilmiştir. Kurutma işleminin tiaminde meydana getirdiği bu azalmanın nedeni, yüksek sıcaklığın tiaminin moleküler halka yapısını ve metilen grubu kimyasal bağını kolaylıkla parçalayarak devitaminizasyona neden olmasıdır (Kim ve diğ. 2018). Olgun gilaburu meyvesinin analiz edilen en düşük vitamin içeriği niasin olmuştur ($0,12 \pm 0,02$ mg/100 g DW). Her sıcaklık parametresinde kurutmanın etkisiyle meyvenin niasin içeriğinde meydana gelen azalma fazlayken ($p < 0,05$) 50 ve 60 °C'de kurutmanın niasin içeriğinde önemli düzeyde fark yaratmadığı görülmüştür ($p > 0,05$). Kurutma işlemi uygulanmadan önce meyvesin yapısında niasin tespit edilmiş fakat 70°C'de kurutma sonucunda meyvenin yapısında bulunan niasin tamamen kaybolmuştur. Niasin, yapısındaki pirimidin halkası nedeniyle ısıya dayanıklı bir bileşiktir (Kim ve diğ. 2018). Ancak

gilaburu meyvesinin başlangıç niasin içeriğinin düşük olması, kuruma süresi ve yüksek sıcaklığa maruz kalması sebebiyle 70 °C'de kurutma sonunda niasin tespit edilememiştir. Yaban mersininin farklı yöntemlerle kurutulması sonucunda yapısında bulunan niasin miktarının yaklaşık %50 oranında azaldığı bildirilmiştir (Yang ve Atallah 1985). Fermente tarhana ürününe farklı sıcaklıklarda kurutma işlemi uygulanarak (50, 60 ve 70 °C) sıcaklık parametrelerinin niasin ve diğer suda çözünen vitaminler üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tüm vitaminlerde en az kayıp 50 °C'de, en fazla kayıp ise 70 °C'de gerçekleşmiştir (Ekinci 2005).

3.5.3.3 Kurutmanın Organik Asit İçeriğine Etkisi

Gilaburu meyvelerinin farklı sıcaklıklarda kurutulmasından sonra organik asit içeriğindeki değişimler Tablo 3.24'te gösterilmiştir. Tartarik asit değeri taze meyvede $11,06 \pm 0,23$ g/100 g KM iken 50, 60 ve 70 °C'de kurutulduktan sonra bu değer sırasıyla $10,67 \pm 0,43$, $10,54 \pm 0,27$ ve $10,35 \pm 0,14$ g/100 g KM olarak belirlenmiştir. 50 ve 60 °C'de kurutulan örneklerin tartarik asit içeriği, meyvenin kurutma işlemi uygulanmadan önceki içeriğine benzer bulunmuştur ($p > 0,05$). Bunun aksine 70 °C'de kurutulan örneklerin tartarik asit içeriği, meyvenin kurutma işlemi uygulanmadan önceki içeriğinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Malik asit değeri taze meyvede $8,62 \pm 0,05$ g/100 g KM iken 70 °C'de kurutma sonucunda $8,11 \pm 0,04$ g/100 g KM'ye düşmüştür. Kurutma sıcaklığının artmasıyla malik asit içeriğinde azalma meydana gelmiştir. 50 ve 60 °C'de kurutulan örneklerin malik asit içeriği, meyvenin kurutma işlemi uygulanmadan önceki içeriğine benzer bulunmuştur ($p > 0,05$). Fakat 70 °C'de kurutulan örneklerin tartarik asit içeriği, meyvenin kurutma işlemi uygulanmadan önceki içeriğinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Başlangıçta olgun gilaburu meyvesinin sitrik asit değeri $6,74 \pm 0,37$ g/100 g KM iken 50, 60 ve 70 °C'de kurutulduktan sonra $6,58 \pm 0,21$, $6,39 \pm 0,11$ ve $6,02 \pm 0,08$ g/100 g KM'ye düşmüştür. En fazla sitrik asit kaybı 70 °C'de gözlenmiştir. 50 ve 60 °C'de kurutulan örneklerin sitrik asit içeriğinin, meyvenin kurutma işlemi uygulanmadan önceki içeriğinden istatistiksel olarak farklı olmadığı gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). 70 °C'de kurutulan örneklerin tartarik asit içeriğinde ise kurutma öncesine göre istatistiksel anlamda farklı olduğu saptanmıştır.

($p<0,05$). Genel olarak kurutma sıcaklığının artması ile organik asit değerlerinde düşüşler gözlemlenmiştir.

Tablo 3.24: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin organik asit değerleri

Organik Asitler (g/100g KM)	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Tartarik Asit	11,06±0,23 ^a	10,67±0,43 ^{ab}	10,54±0,27 ^{ab}	10,35±0,14 ^b
Sitrik Asit	6,74±0,37 ^a	6,58±0,21 ^{ab}	6,39±0,11 ^{ab}	6,02±0,08 ^b
Malik Asit	8,62±0,05 ^a	8,59±0,17 ^{ab}	8,42±0,08 ^{ab}	8,11±0,04 ^b

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir ($p<0,05$)

Literatürde gilaburu meyvesinin kurtulmasıyla organik asit içeriğinde meydana gelen değişim üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır fakat kurutmanın organik asit içeriği üzerine etkisinin belirlendiği çalışmalar mevcuttur. Kırmızı ve beyaz üzümlerle yapılan bir çalışmada organik asit miktarının 50°C'de kurutulduktan sonra azaldığı belirtilmiştir (Adiletta ve diğ. 2015). Başka bir çalışmada incir örneklerinin fırında kurutulması sonucunda organik asit içeriğinin düştüğü bildirilmiştir (Slatnar ve diğ. 2011). Rodríguez ve diğ. (2017) tarafından ananas kullanılarak yapılan çalışmada, kurutulmuş örneklerin sitrik ve malik asit içeriğinin taze örneklerden daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu azalma, sıcaklık artışı ve nem miktarına bağlanmıştır. Limon dilimlerinin 50, 60, 70, 80 ve 90 °C'de kurutulduğu bir çalışmada taze numunelerle kurutulmuş numunelerin sitrik asit miktarları kıyaslanmıştır. Miktarlar karşılaştırıldığında, 60–90 °C'de uygulanan işlemin sitrik asit içeriğinde önemli bir azalmaya neden olduğu, 50 °C'de uygulanan işlemin önemli bir değişikliğe sebep olmadığı tespit edilmiştir (Ding ve diğ. 2017). Yaşa (2016), çalışmasında hünnap meyvesi kullanmış ve meyveyi farklı sıcaklıklarda kurutmuştur. Kurutma sonrasında meyvenin içeriğinde bulunan malik, tartarik ve sitrik asitin sıcaklık artışına bağlı olarak azaldığını bildirmiştir. Sıcaklık uygulamalarının kurutulan numunelerin organik asit içeriğinde sebep olduğu azalma, sıcaklığın etkisiyle organik asitlerin yapısında meydana gelen oksidasyon reaksiyonları ile açıklanabilir (Levent 2017).

3.5.3.4 Kurutmanın Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi

Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin fenolik bileşenleri Tablo 3.25'te verilmiştir. Gilaburu meyvesinde klorojenik asit, ellajik asit, p-kumarik asit, kafeik asit ve rutin analizleri yapılmış olup klorojenik asit tespit edilememiştir. Olgun gilaburu meyvesinin baskın fenolik bileşenleri kafeik asit ve ellajik asit olarak bulunmuştur. Tüm sıcaklıklarda gerçekleştirilen kurutma işlemleri sonucunda fenolik bileşen miktarlarında azalma tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Baskın fenolik bileşen olan kafeik asit miktarı başlangıçta $0,64 \pm 0,05$ g/100g KM iken sıcaklık artışına bağlı olarak azalmış ve en yüksek sıcaklık değeri olan 70 °C'de kurutma sonucunda $0,41 \pm 0,06$ g/100g KM değerine düşmüştür ($p < 0,05$). 50 °C'de gerçekleştirilen kurutmanın kafeik asit içeriğinde önemli bir azalmaya sebep olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$). Ellajik asit içeriğinde en az azalmanın gerçekleştiği kurutma sıcaklığı 50 °C iken en fazla azalma 70 °C'de kurutulan örneklerde görülmüştür. Taze meyvede $0,64 \pm 0,03$ g/100 g KM olan ellajik asit içeriği 50 , 60 ve 70 °C'de kurutma işleminden sonra sırasıyla $0,47 \pm 0,01$, $0,43 \pm 0,12$ ve $0,25 \pm 0,07$ g/100 g KM'ye düşmüştür. Meyvenin 50 ve 60 °C'de kurutulmasının benzer oranlarda azalmaya sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). Başlangıçta $0,57 \pm 0,17$ g/100 g KM olan p-kumarik asit miktarındaki en az azalma 50 °C'de ($p < 0,05$), en fazla azalma 70 °C'de gerçekleşmiştir ($p < 0,05$). Ellajik asite benzer şekilde meyvenin 50 ve 60 °C'de kurutulmasının benzer oranlarda azalma meydana getirdiği tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Rutin içeriğinde de diğer bileşenlere benzer şekilde sıcaklık artışına bağlı olarak azalma gözlemlenmiştir. Rutinde meydana gelen en fazla kayıp, en yüksek kurutma sıcaklığı olan 70 °C'de gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Meyvenin 50 ya da 60 °C'de kurutulmasının rutin kaybı açısından benzer olduğu görülmüştür ($p > 0,05$).

Literatürde kurutmaya bağlı olarak gilaburu meyvesinin fenolik bileşiminde meydana gelen değişimler üzerine bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte farklı meyveler ile yapılan çalışmalar mevcuttur. Sıcak hava ile kurutmanın fenolik bileşikler üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada materyal olarak portakal kabuğu ve posası kullanılmıştır. Sonuç olarak yüksek sıcaklıklarda uygulanan uzun süreli ısı işlemi fenolik bileşikler yok ettiği gözlemlenmiştir (Garau ve diğ. 2007). Ma ve diğ. (2021), 55 , 65 ve 75 °C sıcaklıklarda kuruttukları atık elma kabuklarının fenolik bileşen içeriğindeki değişimi incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda

klorojenik asit, kafeik asit ve rutin içeriğinde sıcaklık artışına bağlı olarak azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir. Kurutma materyallerinin içeriğinde bulunan fenolik bileşiklerdeki azalmanın sebebi, fenolik bileşiklerin kolay oksitlenebilir bir yapıya sahip olması ve sıcaklığın bu durumu tetiklemesine bağlanabilir (McSweeney ve Seetharaman 2015). Kurutma sıcaklığının siyah pirincin içeriğinde bulunan fenolik bileşikler üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada kurutma sıcaklığına bağlı olarak serbest fenoliklerin toplam içeriğinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca termal kararsızlığı en yüksek olan bileşiklerin ferulik, kafeik, p-kumarik ve gallik asitlerin serbest fraksiyonu olduğu belirtilmiştir (Lang ve diğ. 2019).

Tablo 3.25: Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin fenolik bileşen değerleri

Fenolik Bileşenler (g/100g KM)	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Klorojenik asit	TE	TE	TE	TE
Ellagik asit	0,64±0,03 ^a	0,47±0,01 ^b	0,43±0,12 ^b	0,25±0,07 ^c
p-Kumarik asit	0,57±0,17 ^a	0,21±0,03 ^b	0,33±0,07 ^b	0,13±0,04 ^c
Kafeik asit	0,64±0,05 ^a	0,59±0,01 ^a	0,47±0,03 ^{bc}	0,41±0,06 ^c
Rutin	0,26±0,02 ^a	0,11±0,04 ^b	0,09±0,01 ^b	0,03±0,01 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

3.5.3.5 Kurutmanın *Trans*-Resveratrol Üzerine Etkisi

Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin *trans*-resveratrol içeriği Tablo 3.26'da verilmiştir. Her sıcaklık parametresi, meyvenin *trans*-resveratrol içeriğinde azalmaya sebep olmuştur (p<0,05). Gilaburu meyvesinin başlangıç *trans*-resveratrol içeriği 1,26±0,05 g/100g KM iken 50 ve 60 sıcaklıkta kurutma sonucunda sırasıyla 0,31±0,03, 0,30±0,01 g KM'ye düşmüştür (p>0,05). 70 °C sıcaklıkta kurutma sonucunda meydana gelen azalma diğer sıcaklıklara göre daha fazladır (p<0,05) ve değer 0,21±0,01 g/100 g KM'ye düşmüştür. Sonuç olarak kurutma sıcaklığının artması, meyvenin yapısında bulunan *trans*-resveratrol içeriğinde azalmaya sebep olmuş ve bu azalma, sıcaklık artışına bağlı olarak artmıştır.

Tablo 3.26: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin *trans*-resveratrol değerleri

	Olgun Meyve	50 °C	60 °C	70 °C
Resveratrol (g/100g KM)	1,26±0,05 ^a	0,31±0,03 ^b	0,30±0,01 ^b	0,21±0,01 ^c

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak farklılık anlamına gelmektedir (p<0,05)

Literatürde gilaburu meyvesinin farklı sıcaklıklarda kurutulmasıyla meydana gelen değişimler üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yaban mersini suyu kullanılarak yapılan bir çalışmada püskürterek kurutma işlemi uygulanmış ve kurutma işleminin *trans*-resveratrol üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada örneklerin *trans*-resveratrol içeriğinde ortalama %96 kayıp gözlenmiştir (Leyva-Porras ve diğ. 2019). Kurutulmuş üzümlerden üretilen şarapların resveratrol içeriğinin incelendiği bir çalışmada elde edilen sonuca göre kuru üzümlerle üretilen şarapların resveratrol içeriği taze meyveyle üretilen şaraplara göre daha düşüktür (Celotti ve diğ. 1996). Otağ (2015) kurutma kabininde ve güneşte kuruttuğu Çal Karası ve Şiraz üzümlerinin resveratrol içeriğindeki değişleri kurutma yöntemine göre ele almıştır. Her iki kurutma yöntemi sonucunda resveratrol içeriğinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Ayrıca kurutma kabininde kurutulmuş örneklerin resveratrol içeriğinde meydana gelen azalmanın güneşte kurutulmuş örneklerle göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında sıcaklık uygulamasının *trans*-resveratrol içeriğinde azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu düşüşün nedeni *trans*-resveratrolün termal bozunmaya duyarlı lipofilik bir polifenol olmasından kaynaklanmaktadır (Choi ve diğ. 2022). Ayrıca kurutma işleminin resveratrol üretimini indükleyen bir teknik olmadığı görülmektedir.

3.6 Gilaburu Meyvesinin Bileşiminde Bulunan Bazı Bileşenlerin Parçalanma Kinetiği

3.6.1 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin Parçalanma Kinetiği

TFM'ye ait parçalanma kinetiği verileri Tablo 3.27'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi toplam fenolik maddeye ait hız sabiti (k) değerleri sıcaklık artışına

bağlı olarak artmıştır. Bu durum toplam fenolik madde içeriğinin bozunmasında sıcaklığın etkili olduğunu göstermektedir. Hız sabiti değerleri sıcaklığa bağlı olarak sırasıyla 0,010, 0,0465 ve 0,1846 saat⁻¹ olduğu görülmektedir. En yüksek k değeri 70 °C’de kaydediliş olup en hızlı bozunma bu sıcaklıkta gerçekleşmiştir.

Sıcaklık artışıyla TFM yarılanma ($t_{1/2}$) ve desimal azalma sürelerinde (D) azalma gözlemlenmiştir. En yüksek desimal azalma süresi 50 °C’de 230 saat olarak hesaplanmıştır. En yüksek yarılanma süresi de 50 °C’de 69,3 saat kaydedilmiştir. Yarılanma süresi, bileşen konsantrasyonunun yarıya düşmesi için geçen süreyi; desimal azalma süresi ise %10’a düşmesi için geçen süreyi ifade etmektedir. Sıcaklık artışı ile bu sürelerin kısalması toplam fenolik maddenin yüksek sıcaklıklarda daha hızlı bozunduğunun bir göstergesidir.

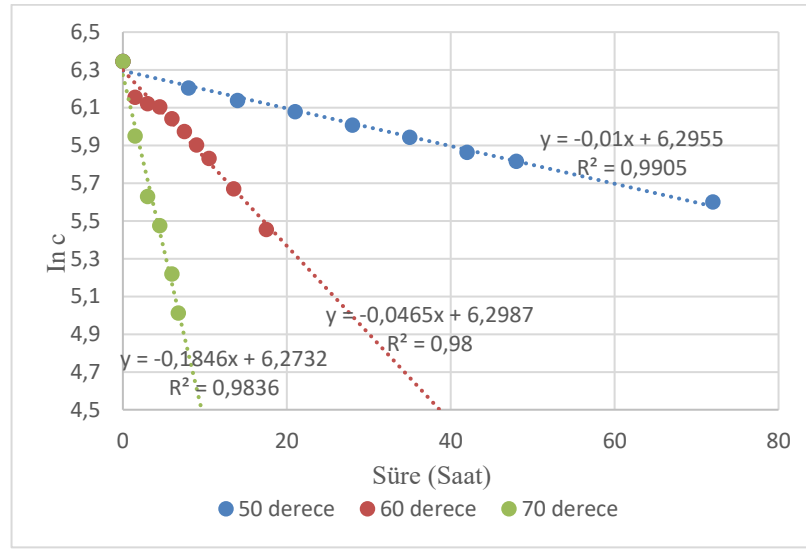
Tablo 3.27: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında toplam fenolik madde parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	$t_{1/2}$ (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,010	69,3	230,3	0,9905				
60	0,0465	14,90	14,19	0,9800	32,10	134,31	3,96	4,65
70	0,1846	3,75	1,90	0,9836				

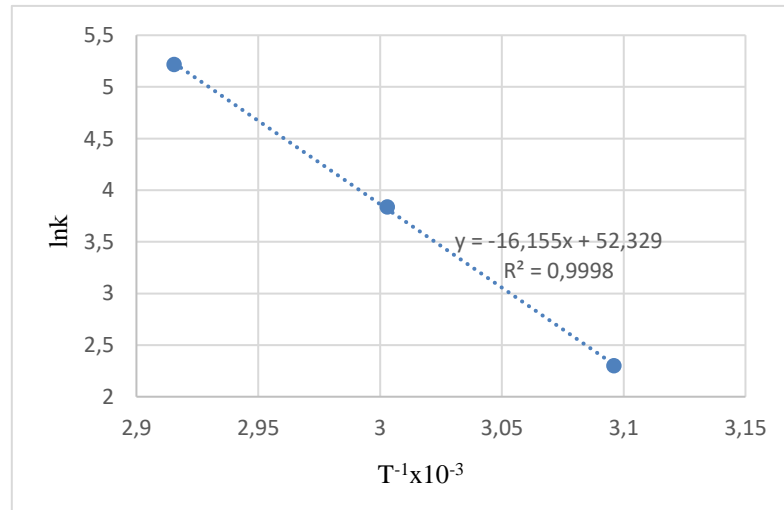
Toplam fenolik maddeye ait en düşük Q₁₀ değeri (50-60 °C) arasında gerçekleşen 10 °C’lik artış sonucunda kaydedilmiştir. (50-60 °C) ve (60-70 °C)’ye ait Q₁₀ değerleri sırasıyla 3,96 ve 4,65 olarak bulunmuştur. Q₁₀ değeri, reaksiyonun sıcaklık hassasiyetini ifade etmektedir (Tepe 2020). Bu durum, toplam fenolik maddenin termal bozunmasının, 60-70 °C arasındaki sıcaklıklarda daha hassas olduğunu göstermektedir. Toplam fenolik maddenin aktivasyon enerjisi 134,31 kJ mol⁻¹ bulunmuştur. Sernikli ve Kadakal (2020), karadut suyunun farklı sıcaklıklarda ısıtılmasına bağlı olarak elde edilen kinetik verileri raporlamışlardır. Sıcaklık artışına bağlı olarak toplam fenolik maddeye ait hız sabitinin arttığı ve yarılanma süresinin azaldığı bildirilmiştir. Çalışmamızda tespit etmiş olduğumuz durumun aksine üç

farklı sıcaklık aralığında (70-80 °C, 80-90 °C, 90-95 °C) kaydedilen en yüksek Q_{10} değeri çalışmada kullanılan en düşük sıcaklık aralığında kaydedilmiştir.

Reaksiyon derecesinin belirlenmesi için toplam fenolik madde konsantrasyonuna karşı süre grafiği çizilmiş ve doğrusal bir eğim elde edilememiştir. Bu durum reaksiyon derecesinin sıfırıncı dereceye uymadığının göstergesidir. Toplam fenolik madde konsantrasyonunun doğal logaritması alınarak süreye karşı bir grafik oluşturulduğunda doğrusal bir eğri elde edilmiş ve parçalanma reaksiyonunun birinci dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Şekil 3.38 ve Şekil 3.39'da TFM'ye ait parçalanma kinetiği grafikleri verilmiştir.



Şekil 3.38: Toplam fenolik maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



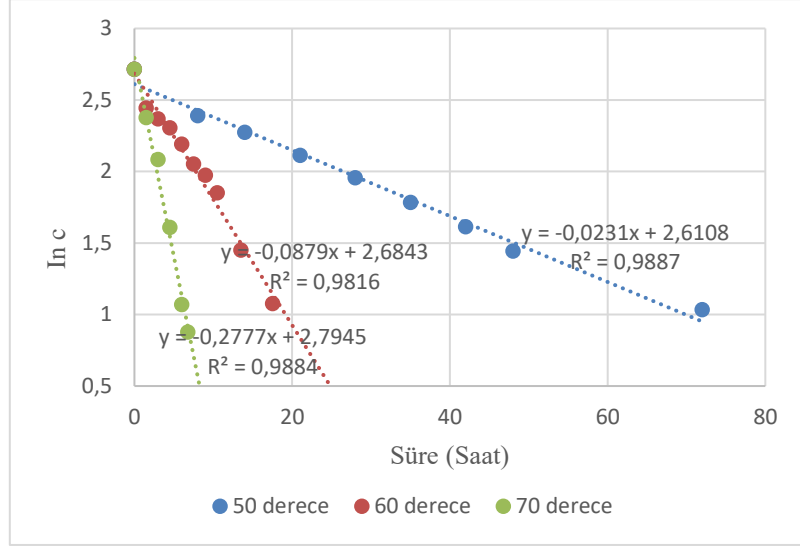
Şekil 3.39: Toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

Antioksidan aktiviteye ait parçalanma kinetiği verileri Tablo 3.28’de verilmiştir. Antioksidan aktiviteye ait hız sabiti değerleri sıcaklık artışına bağlı olarak artmıştır. Sıcaklık arttıkça desimal azalma ve yarılanma sürelerinde azalma gözlemlenmiştir. Desimal azalma süresi en yüksek 50 °C’de (99,69 saat) hesaplanmıştır. En düşük Q₁₀ değeri (50-60 °C) aralığında gözlemlenmiştir.

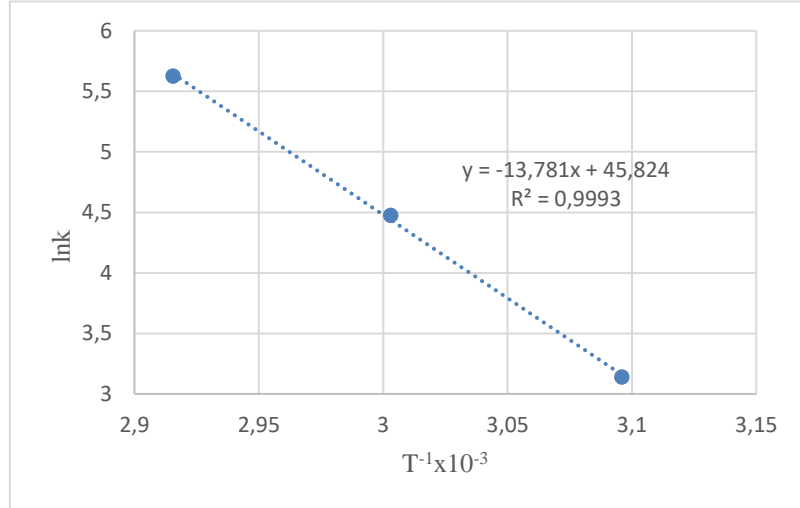
Tablo 3.28: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında antioksidan aktivitenin parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0231	30,00	99,69	0,9887				
60	0,0879	7,88	26,20	0,9816	27,38	114,57	3,15	3,80
70	0,2777	2,49	8,29	0,9884				

Tepe (2020) tarafından hünnap meyveleriyle yapılan çalışmada sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabiti artmış, desimal azalma ve yarılanma azalmıştır. 50, 60 ve 70 °C’de yapılan çalışmada antioksidan aktiviteye ait Q₁₀ değeri (60-70 °C)’de daha yüksek bulunmuş fakat Q₁₀ değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ayrıca antioksidan aktivitedeki parçalanmanın birinci dereceden kinetik modele uyduğu rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada çileğin antioksidan aktivitesine ait termal parçalanmanın birinci derece kinetik modele uyduğu belirtilmiştir (Méndez-Lagunas ve diğ. 2017). Şekil 3.40 ve Şekil 3.41’de antioksidan aktiviteye ait parçalanma kinetiği grafikleri verilmiştir.



Şekil 3.40: Antioksidan aktivitenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.41: Antioksidan aktivitenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

3.6.2 Suda Çözünen Vitaminlerin Parçalanma Kinetiği

Gilaburu meyvesinin suda çözünen vitaminlerinin termal bozunması 50, 60 ve 70 °C'de incelenmiştir. Kurutma işlemi uygulanan meyvelerin vitamin değerlerinde istatistiki açıdan önemli ölçüde değişimler meydana gelmiştir. Tüm vitaminlerdeki parçalanmalar birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. Askorbik asit, niasin, tiamin ve pridoksin vitaminlerinin k değerleri artan sıcaklık artışına bağlı olarak artmıştır. Sıcaklığın artmasına bağlı olarak yarı

ömür süresi azalmaktadır. Bu nedenle vitaminler yüksek sıcaklıklarda daha çok bozunmaya uğramaktadır. Suda çözünen vitaminler için en düşük yarılanma süresi 70 °C'de tespit edilmiştir. En yüksek Q_{10} değeri tüm vitaminler için (60-70 °C) aralığında hesaplanmıştır. Bir reaksiyonun başlaması için gerekli olan minimum enerji miktarını ifade eden E_a değeri en yüksek 40,45 kcal.mol⁻¹ ile niasinde bulunmuş olup bu sırayı tiamin, askorbik asit ve pridoksinde izlemiştir.

3.6.2.1 Askorbik Asitin Parçalanma Kinetiği

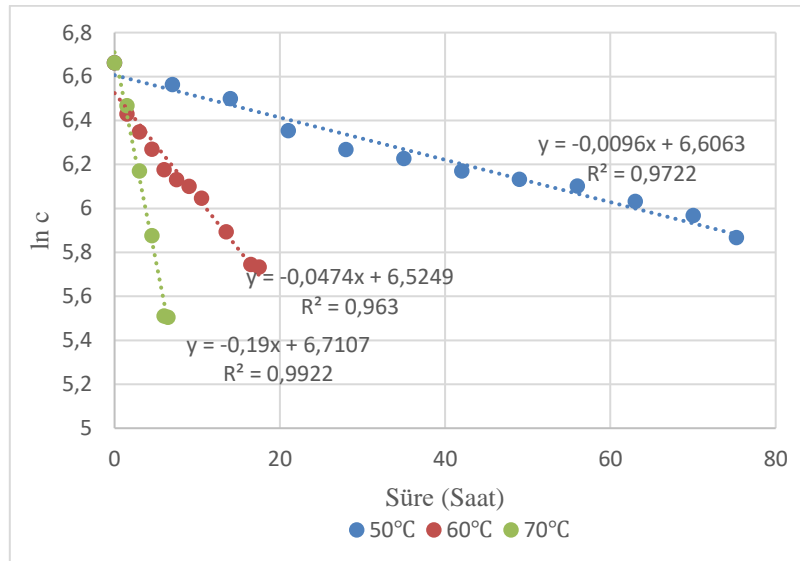
Farklı sıcaklıklarda kurutulan gilaburu meyvesinin askorbik asit içeriğinde meydana gelen parçalanmaya ait kinetik veriler Tablo 3.29'da verilmiştir. Kurutma işlemi, askorbik asit içeriğinde önemli düzeyde azalmaya sebep olmuştur. Parçalanma reaksiyonunun belirlenmesi için askorbik asit konsantrasyonunun doğal logaritması alınmış ve süreye karşı bir grafik oluşturulmuştur. Elde edilen grafik sayesinde askorbik asitin parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu tespit edilmiştir. Mrad ve diğ. (2012)'nin farklı sıcaklıklarda kurutulan armut örnekleriyle yaptıkları çalışmada askorbik asitin bozunmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu belirtilmiştir. Materyal olarak domates ve domates küspesinin kullanıldığı bir kurutma çalışmasında askorbik asitin sıcaklığa ve nem içeriğine bağlı olarak parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu raporlanmıştır (Goula ve Adamopoulos 2006). Bütün kuşburnu örneklerinin sıcak havayla kurutulması sırasında askorbik asit içeriğinde meydana gelen bozunma incelenmiştir. Askorbik asitin bozunmasında kurutma sıcaklığı kadar kurutma süresi ve nem içeriğinin de etkili olduğu, bozunmanın birinci derece kinetik modele uyduğu bildirilmiştir (Erentürk ve diğ. 2005).

Artan sıcaklığa bağlı olarak hız sabiti artmış, yarılanma ve desimal azalma süreleri azalmıştır. (50-60 °C)'ye ait Q_{10} değeri, (60-70 °C)'ye göre daha düşük bulunmuş fakat önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Benzer şekilde Marfil ve diğ. (2008) farklı sıcaklıklarda kurutulan domatesteki askorbik asitin parçalanma kinetiğine ait reaksiyon hız sabitinin sıcaklık artışına bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir.

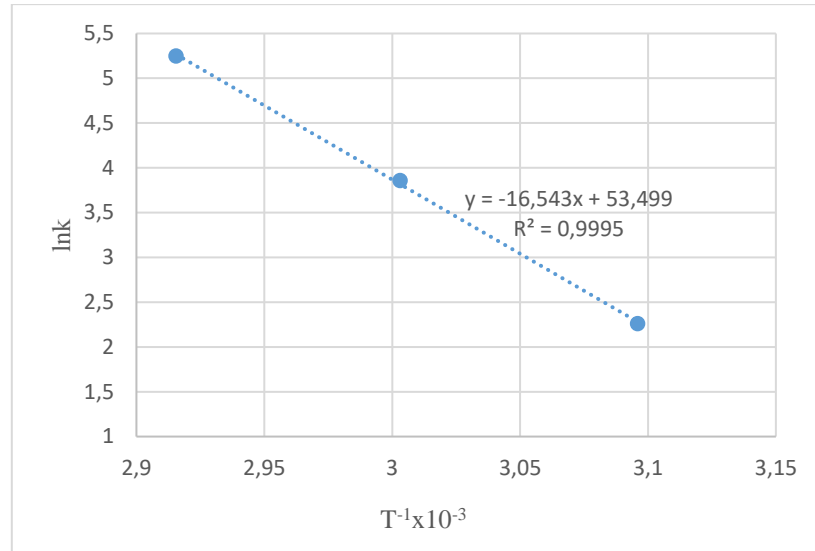
Tablo 3.29: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında askorbik asitin parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0096	72,18	239,89	0,9722				
60	0,0474	14,62	48,58	0,9630	32,87	137,53	4,00	4,93
70	0,1900	3,64	12,12	0,9922				

Şekil 3.42 ve Şekil 3.43'te askorbik asitin parçalanma kinetiğine ait grafikler verilmiştir.



Şekil 3.42: Askorbik asitin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.43: Askorbik asitin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

3.6.2.2 Pridoksinin Parçalanma Kinetiği

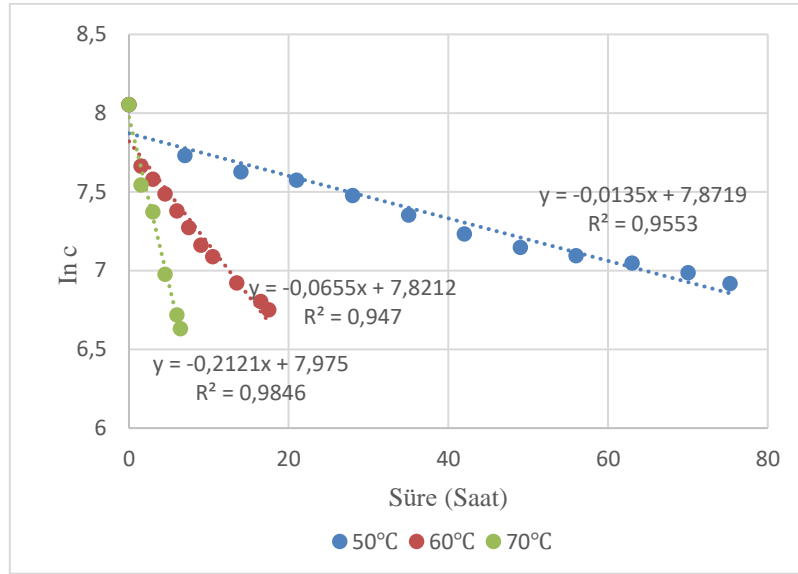
Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin pridoksin içeriğinde meydana gelen parçalanmaya ait kinetik veriler Tablo 3.30'da verilmiştir.

Tablo 3.30: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında pridoksinin parçalanma kinetiğine ait veriler

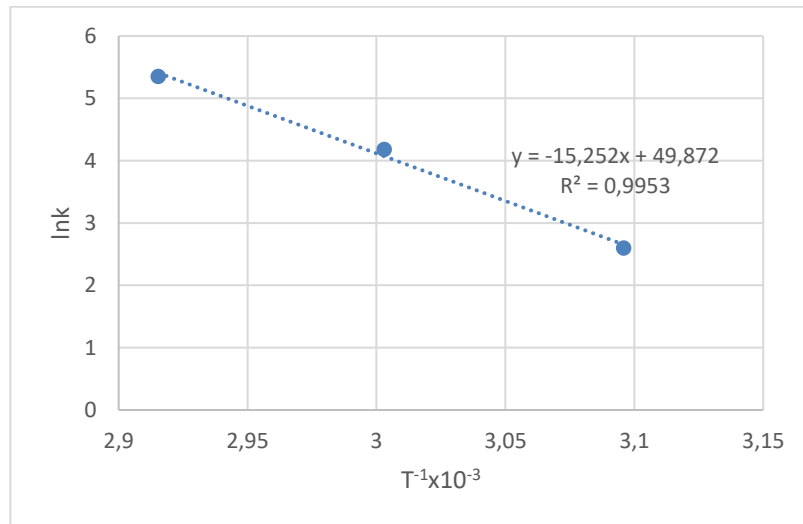
Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0135	51,33	170,59	0,9553				
60	0,0655	10,58	35,16	0,9470	30,30	126,80	3,23	4,85
70	0,2121	3,26	18,85	0,9846				

Pridoksin içeriği, sıcaklık artışına bağlı olarak azalmıştır. Pridoksinin parçalanması, birinci dereceden kinetik modele uyduğu bulunmuştur. Altı farklı sıcaklık uygulaması için pridoksinin parçalanma kinetiği incelenmiş ve her sıcaklıkta pridoksinin bozunmasının birinci dereceden kinetik modele uygun olduğu rapor

edilmiştir (Evans ve diğ. 1981). Bunun aksine kırmızı biberde yapılan çalışmada pridoksinin bozunmasının ikinci derece kinetik modele uygun olduğu bildirilmiştir (Arifin ve Djaeni 2017). Sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabiti artmıştır. Yarılanma ve desimal azalma sürelerinin azalmış olduğu görülmektedir. (50-60 °C)'ye ait Q_{10} değeri, (60-70 °C)'ye göre daha düşük bulunmuştur. Pridoksin vitamininin parçalanma kinetiğinin grafikleri Şekil 3.44 ve Şekil 3.45'te verilmiştir.



Şekil 3.44: Pridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.45: Pridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

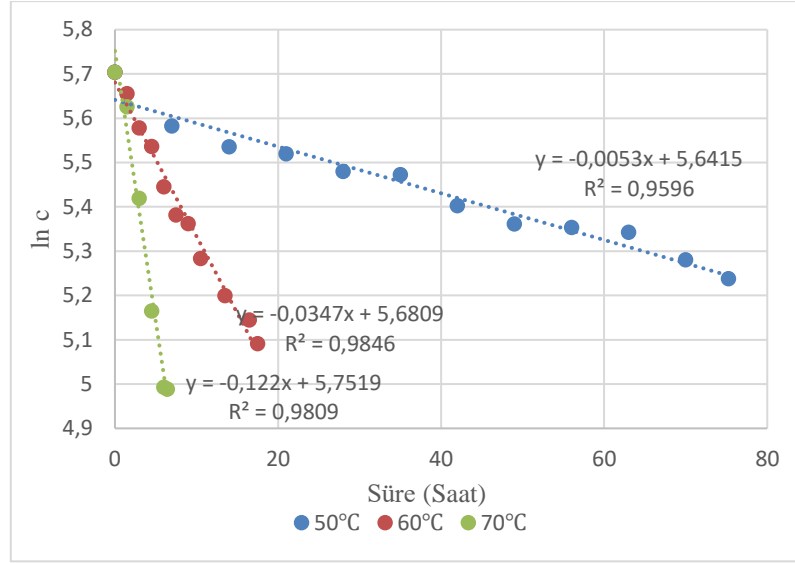
3.6.2.3 Tiaminin Parçalanma Kinetiği

Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş gilaburu meyvesinin tiamin içeriğinin kurutma sürecinde azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığının artmasıyla tiamin kaybında azalma gözlemlenmiştir. Tiaminin bozunmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Rekha ve diğ. (2004) ve Ekinci (2005) sıcaklık artışına bağlı olarak k değerinin arttığını, tiaminin ısıl parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğunu bildirmişlerdir. Parçalanmaya ait kinetik veriler Tablo 3.31’de verilmiştir.

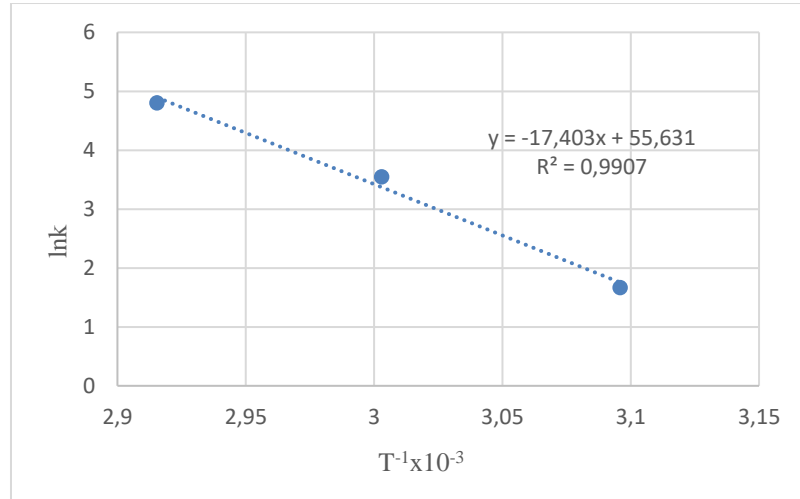
Tablo 3.31: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında tiaminin parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0053	130,75	434,52	0,9596				
60	0,0347	19,97	66,36	0,9846	34,57	144,68	3,51	6,54
70	0,1220	5,68	18,87	0,9809				

Tabloda görüldüğü üzere sıcaklığın artması k değerini arttırmıştır. En yüksek k değeri 0.1220 saat⁻¹ ile 70 °C ‘de tespit edilmiştir. Öte yandan yarılanma ve desimal azalma süreleri azalmıştır. 50, 60 ve 70 °C’de yarılanma süreleri sırasıyla 130,75, 19,97 ve 5,68 saat; desimal azalma süreleri 434,52, 66,36 ve 18,87 olarak bulunmuştur. (50-60 °C)’ye ait Q₁₀ değeri, (60-70 °C)’ye göre daha düşük bulunmuştur ve bu fark neredeyse %50 oranındadır. Sıcaklığın 60 °C’den 70 °C’ye çıkması tiaminin ısıl parçalanmasını daha fazla etkilemiştir. Aktivasyon enerjisi 144,68 kJ mol⁻¹ bulunmuştur. Şekil 3.46 ve Şekil 3.47’de tiaminin parçalanma kinetiğine ait grafikler verilmiştir.



Şekil 3.46: Tiaminin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.47: Tiaminin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

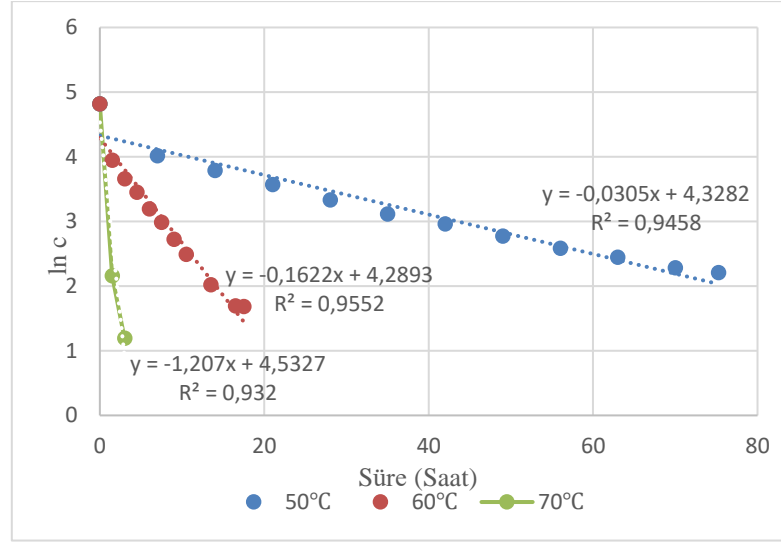
3.6.2.4 Niasinin Parçalanma Kinetiği

Gilaburu meyvesinin farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucu içeriğinde bulunan niasin miktarında azalma kaydedilmiş ve 70 °C’de tamamen kaybolduğu tespit edilmiştir. Niasinin sahip olduğu heterosiklik pirimidin halkası sayesinde oldukça kararlı bir yapıya sahip olduğu bildirilse de (Lešková ve diğ. 2006) gilaburu meyvesinin içeriğinde bulunan niasinin başlangıç miktarının düşük olmasından dolayı yüksek sıcaklığın etkisiyle tamamen parçalandığı düşünülmektedir. Niasin vitamininin parçalanmasına ait kinetik veriler Tablo 3.32’de verilmiştir.

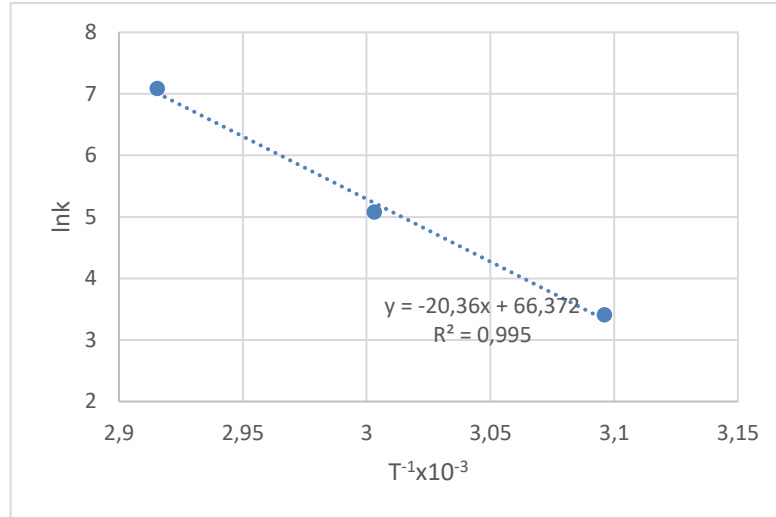
Tablo 3.32: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında niasinin parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0305	22,72	75,50	0,9458				
60	0,1622	4,27	14,19	0,9552	40,45	169,27	5,31	7,44
70	1,207	0,57	1,90	0,9320				

Sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabiti artmıştır. 50, 60 ve 70 °C’de tespit edilen hız sabiti değerleri sırasıyla 0,0305, 0,1622 ve 1,207 saat⁻¹’dir. Bu değerlere göre sıcaklığın artmasıyla reaksiyonun hızlandığı anlaşılmaktadır. Hız sabitinin aksine sıcaklık artışının etkisiyle desimal azalma ve yarılanma sürelerinde düşme gözlemlenmiştir. Bu değerlerin azalması sıcaklık artışının bozunma reaksiyonunda hızlanmaya sebep olduğunu ifade etmektedir. Farklı sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemi sonucunda niasinin parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde ham pirinçlerin kurutulması esnasında sıcaklığın etkisiyle niasin miktarında azalma meydana geldiği ve niasinin parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu belirtilmiştir (Dibagar ve diğ. 2022). Dönmez (2016), Ökmen ve Bayındırlı (1999), Nisha ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da niasinin parçalanma kinetiğinin birinci dereceden olduğu rapor edilmiştir. Şekil 3.48 ve Şekil 3.49’da niasinin parçalanma kinetiğine ait grafikler verilmiştir.



Şekil 3.48: Niasinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.49: Niasinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

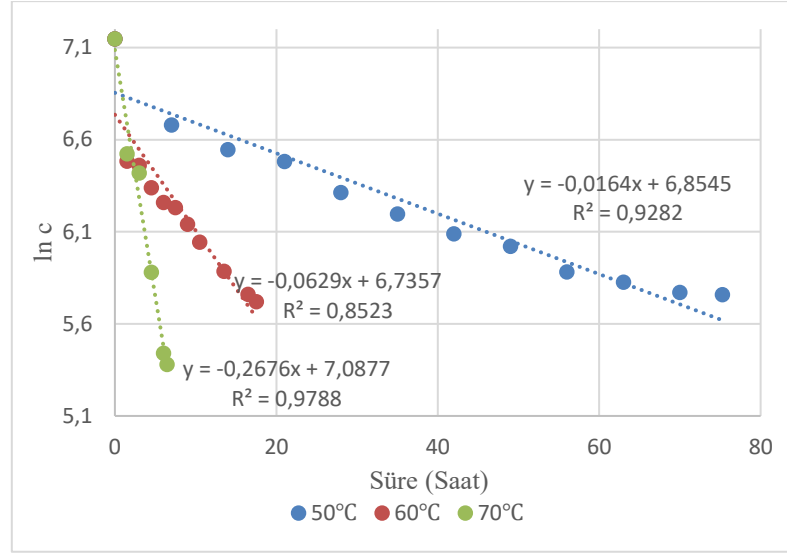
3.6.3 *Trans*-Resveratrolün Parçalanma Kinetiği

Gilaburu meyvesinde *trans*-resveratrolün termal bozunması 50, 60 ve 70 °C'de incelenmiştir. Gilaburu meyvelerinin farklı sıcaklıklarda sıcak havayla kurutulması sırasında *trans*-resveratrol için elde edilen k, t_{1/2}, Q₁₀ ve E_a değerleri Tablo 3.33'te gösterilmiştir.

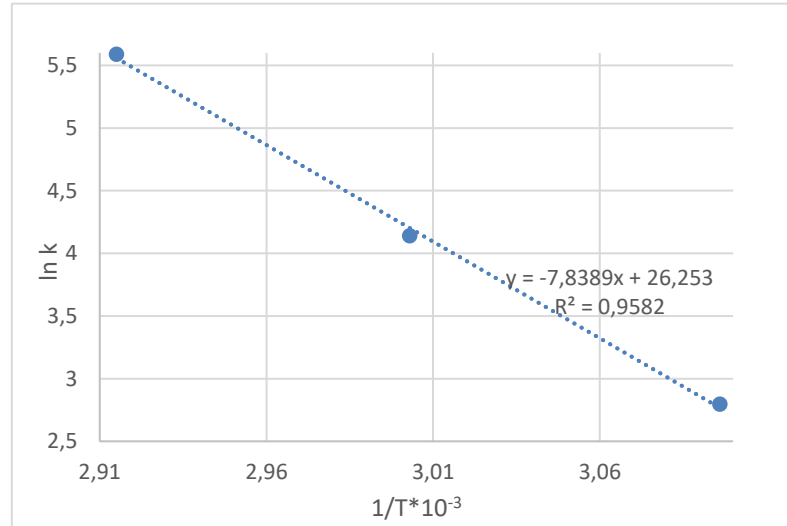
Tablo 3.33: Gilaburu meyvesinin kurutulması esnasında *trans*-resveratrolün parçalanma kinetiğine ait veriler

Sıcaklık (°C)	k (saat ⁻¹)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50	0,0164	42,25	140,42	0,9282				
60	0,0629	11,01	36,61	0,8523	30,71	128,50	3,83	4,25
70	1,2676	2,58	8,60	0,9282				

Sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabiti artarken desimal azalma ve yarılanma süreleri azalmıştır. 50, 60 ve 70 °C’de tespit edilen hız sabiti değerleri sırasıyla 0,0164, 0,0629 ve 1,2676 saat⁻¹’dir. Sıcaklık artışına bağlı olarak azalan yarılanma süreleri 50, 60 ve 70 °C’de sırasıyla 42,25, 11,01 ve 2,58 saat olarak bulunmuştur. Desimal azalma süresi 50, 60 ve 70 °C’de sırasıyla 140,42, 36,61 ve 8,60 saattir. En yüksek Q₁₀ değeri (60-70 °C)’de belirlenmiştir. Cho ve diğ. (2006) yaptıkları çalışmada resveratrolün sıcaklık uygulaması ile parçalandığını ve bu parçalanmanın birinci derece kinetik modele uyduğunu ifade etmişlerdir. Zhang ve diğ. (2015) ve Menzek (2023) de yapmış oldukları çalışmalarda resveratrolün parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uygun bulmuştur. *Trans*-resveratrolün parçalanmasına ait E_a değeri 128,50 kJ mol⁻¹ tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemi sonucunda *trans*-resveratrolün bozunma reaksiyonunun birinci derece kinetik modele uyduğu tespit edilmiştir. Şekil 3.50 ve Şekil 3.51’de *trans*-resveratrolün parçalanma kinetiğine ait grafikler verilmiştir.



Şekil 3.50: *Trans*-resveratrolün birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.51: *Trans*-resveratrolün parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında farklı olgunlaşma evrelerinde hasat edilmiş olan gilaburu meyvelerinin olgunlaşmaya bağlı olarak yapısında gerçekleşen fiziksel ve kimyasal değişimler incelenmiştir. Yeşil olum, renk dönüm ve olgun evrede hasat edilen gilaburu meyvelerinin salamuraları kurularak salamura süresi sonunda meyvelerin yapısında meydana gelen değişimler analiz edilmiştir. Ardından tam olgun olarak hasat edilen gilaburu meyveleri 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkta tepsili kurutma kabinde kurutulmuştur. Farklı sıcaklıklarda kurutulan olgun gilaburu meyvelerinin kuruma karakteristikleri, kuruma modellemeleri ve kuruma boyunca meyvenin kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Literatürde gilaburu meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerindeki kimyasal bileşimi ve farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin salamura edilmesi sonucu meydana gelen değişimler üzerine çalışmaya rastlanmamışken, olgun meyvenin kurutulmasıyla ilgili çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu çalışma sayesinde elde edilen verilerin literatüre önemli derece katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Farklı olgunlaşma evrelerinde hasat edilen gilaburu meyvelerinin yapısında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler incelendiğinde; meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak suda çözünür kuru madde, kuru madde, tane boyutu, 100 tane ağırlığı, kül ve su aktivitesi içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Yeşil olum, renk dönüm ve olgun meyvenin yapısında meydana gelen fiziksel değişimler göz önünde bulundurulduğunda meyvenin en iyi tüketim halinin olgun meyve olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin renk değerleri incelendiğinde ise rengin açıklığını koyuluğunu ifade eden L* değerinin olgunlaşmaya bağlı azaldığı görülmektedir. Tüketici açısından önemli bir parametre olan ve rengin kırmızılığını ifade eden a* değeri en yüksek olgun meyvede tespit edilmiştir.

Gilaburu meyvesinin olgunlaşmasına bağlı olarak yapısında meydana gelen kimyasal değişimler incelendiğinde yeşil olum evresinden tam olgun hale gelene kadar meyvenin pH değerinin düştüğü, buna bağlı olarak titrasyon asitliği değerinin yükseldiği görülmüştür. Gilaburu meyvesinin lezzeti açısından olgun halinin pH ve

asitlik değerlerinin daha uygun olduğu görülmektedir. Farklı olgunluk evrelerindeki gilaburu meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği en yüksek renk dönüm evresinde ve en düşük tam olgun evrede tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite değerleri de olgunlaşmaya bağlı olarak artmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri olgun meyvede hesaplanmıştır.

Gilaburu meyvesinin olgunlaşmasına bağlı olarak meyvenin suda çözünen vitamin içeriğinde de değişimler gözlemlenmiştir. Pridoksin içeriği, en düşük renk dönüm aşamasında tespit edilmiştir. Bunun dışında askorbik asit ve niasin vitaminleri olgunlaşmanın son evresinde azalmıştır. Tiamin ise yalnızca olgun meyvelerde tespit edilmiştir. Organik asit içeriğinde meydana gelen değişimler incelendiğinde yeşil olum evresinde ve olgun meyvede baskın asitin tartarik asit, renk dönüm evresinde ise malik asit olduğu tespit edilmiştir. Tartarik, malik ve sitrik asitin miktarsal olarak değişimlerine bakıldığında ise tartarik ve malik asitin olgunlaşmaya bağlı miktarı azalmıştır.

Yeşil olum, renk dönüm ve olgun gilaburu meyvelerinin farklı olgunlaşma evrelerinde klorojenik asit, ellajik asit, p-kumarik asit, kafeik asit ve rutin fenolik bileşenlerinin değişimleri değerlendirildiğinde meyvenin yeşil olum evresinde baskın fenolik bileşeni ellajik asit olarak tespit edilmiştir. Ardından klorojenik asit ve p-kumarik asit takip etmektedir. Meyvenin olgunlaşmasına bağlı klorojenik asit içeriğinin tamamen azaldığı belirlenmiştir. Olgun meyvede ise en yüksek fenolik bileşenler ellajik asit ve kafeik asit olarak belirlenmiştir. nemli bir bileşen olan *trans*-resveratoln ise olgunlaşmanın ileri evrelerinde düştüğü gözlemlenmiştir. En yüksek *trans*-resveratol, meyvenin renk dönüm aşamasında tespit edilmiştir. Meyvenin farklı formlarda tüketilmesinin fenolik bileşen açısından daha yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Farklı olgunlaşma evrelerinde hasat edilmiş olan gilaburu meyvelerinin salamura edilmesi sonucunda bileşiminde değişiklikler meydana gelmiştir. Salamura işlemi sonucunda salamura suyuna geçen çözünebilir kuru maddelerin meyvelerin kuru madde içeriğinde düşüşe neden olduğu görülmüştür. Kuru madde içeriğindeki kayba bağlı olarak kül miktarı azalmıştır. Kuru madde ve kl içerikleri en düşük yeşil olum evresinde salamura edilen meyvelerde tespit edildi. Yeşil olum evresinde salamura edilen meyvelerin taze meyveye göre L* değerlerinde düşüş

gözlemlenmiştir. Rengin kırmızılığını ifade eden a^* değerlerinde de benzer şekilde düşüş gerçekleşmiştir. Salamura işlemi sonucunda oluşan laktik asit fermantasyonu sonrasında ortamın asitlik derecesi yükselmiştir. Salamura öncesi ve salamura sonrası pH ve TA içerikleri kıyaslandığında pH değeri daha düşük, TA ise daha yüksek tespit edilmiştir. Salamura edilmiş olan gilaburu meyvelerinin salamura sonunda toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri, taze olarak hasat edilmiş meyvelere göre yüksek bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin yeşil olum evresinde salamura edilen meyvelerde olduğu görülmüştür.

Olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyvelerinden hazırlanan salamuraların suda çözünen vitamin içerikleri taze meyveye göre farklılık göstermiştir. Askorbik asit, niasin ve pridoksin vitaminleri salamura edilmiş meyvede çok düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur. Tiamin vitamini ise yalnızca olgun olarak salamurası yapılan gilaburu meyvesinde tespit edilmiştir. Öte yandan, salamura edilmiş meyvelerin organik asit içeriklerinde düşüş gözlemlenmiştir. Olgunlaşma evrelerindeki gilaburu meyveleriyle yapılan salamuralarda tüm olgunlaşma evrelerinde baskın asit tartarik asit olarak belirlenmiştir.

Üç farklı olgunlaşma evrelerinde hazırlanan salamuraların fenolik bileşen kompozisyonu incelendiğinde; yeşil olum evresinde taze meyvede baskın fenolik bileşen ellajik asit iken salamura sonucunda yeşil meyvede baskın fenolik bileşen klorojenik asit olarak tespit edilmiştir. Salamura edilmiş olgun meyvede klorojenik asit tespit edilmemiştir. *Trans*-resveratrol içeriğinde ise yeşil olum, renk dönüm ve tam olgun meyvenin salamura edilmesi sonucunda azalma görülmüştür. Salamura sonrasında en yüksek *trans*-resveratrol içeriği yeşil olum evresindeki meyvelerde, en düşük olgun meyvelerde hesaplanmıştır.

Yeşil olum, renk dönüm ve olgun aşamada hasat edilen gilaburu meyvelerin salamura edilmesine bağlı bileşiminde değişimler incelendiğinde meyvenin yapısındaki bileşenleri koruyabilmesi açısından salamura olarak tüketilmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir. Gilaburu meyvesinin salamura edildikten sonra tüketilmesi sağlık açısından yararlı bileşenlerin kaybı incelendiğinde taze meyvenin içeriğine yakın bir muhafaza yöntemi olduğunu düşündürmektedir.

Olgun gilaburu meyvelerinin 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkta sıcak hava ile kurutulmasına bağlı olarak elde edilen sonuçlar incelendiğinde en kısa kuruma süresi 70 °C sıcaklıkta, en uzun kuruma süresi ise 50 °C sıcaklıkta geręekleşmiştir. Kurutma işleminin nicel olarak anlaşılabilmesi için uygulanan kinetik modellemelerde 50 ve 60 °C sıcaklıkta geręekleşen kurutmalar için en uygun modelin Parabolik model olduğu, 70 °C için ise Page model olduğu sonucuna varılmıştır. Modellemeler, gıdanın nem içeriğindeki değişimi tahmin etmek için kullanılır ve kurutma sürecinin optimizasyonu için önemli bir araçtır. Page model, kurutma işleminin sonuna doğru daha doğru tahminler sağlayabilir çünkü su kaybının hızının başlangıçta daha yüksek olduğu ve zamanla azaldığı öngörüsüne dayanmaktadır. Page model su kaybının hızının zamanla azaldığı ve neme bağımlı olduğu varsayımına dayanırken, parabolik model su kaybının hızının zamanla azaldığı ve nem bağımsız olduğunu varsaymaktadır.

50, 60 ve 70 °C sıcaklıkta kurutulan gilaburu meyvelerinin efektif difüzyon katsayıları hesaplandığında sıcaklık artışına bağlı olarak düşüş meydana gelmiştir. Bu durum 70 °C sıcaklıkta kurutulan meyvelerden nemin daha kolay uzaklaştığını göstermektedir.

Olgun gilaburu meyvesinin üç farklı sıcaklıkta kurutulması sonucunda bileşen içeriğinde kayıplar gözlemlenmiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriklerinde taze meyveye göre oldukça fazla düşüş geręekleşmiştir. En fazla düşüş, 70 °C sıcaklıkta kurutulan meyvelerde tespit edilmiştir. Benzer şekilde meyvenin farklı sıcaklıklarda kurutulmasına bağlı olarak suda çözünen vitamin içeriğinde de düşüş gözlemlenmiştir. Sıcaklık artışına bağlı olarak vitamin içeriklerinde azalma gözlemlenmiştir. Niasin, 70 °C sıcaklıkta kurutulan meyvelerde tespit edilememiştir. Kurutma işlemi sırasında ısıya duyarlı vitaminlerin korunması kalite açısından önemli bir parametredir. Bu nedenle düşük sıcaklıkta geręekleşen kurutma işleminin vitamin kaybı açısından daha yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Kurutulmuş meyvelerin organik asit bileşiminde kurutmaya bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Tartarik, sitrik ve malik asit için en yüksek kayıplar 70 °C sıcaklıkta geręekleştirilen kurutma işleminde tespit edilmiştir. 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkta geręekleştirilen kurutma işlemi, gilaburu meyvesinin fenolik bileşen içeriğinde kayba neden olmuştur. Baskın fenolik bileşen

olan ellajik ve kafeik asitler kıyaslandığında 70 °C sıcaklıkta kurutma sonucunda ellajik asit içeriğinde daha fazla kayıp olmuştur. Bu durum ellajik asitin ısıya daha fazla duyarlı olduğunu göstermektedir. *Trans-resveratol* içinde sonuçlar benzerlik göstermektedir. Kurutma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak *trans-resveratol* içeriğinde kayıp gözlemlenmiştir. Yine benzer şekilde en yüksek kayıp 70 °C sıcaklıkta gerçekleşmiştir. Kurutma işleminin verimliliği, enerji tüketimi ve zaman açısından en uygun kurutma sıcaklığı 70°C olarak görülürken, bileşen kaybı açısından ise en uygun kurutma sıcaklığının 50 °C olduğu bildirilmektedir.

Toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, suda çözünen vitaminler ve *trans-resveratol* için tüm bozunma reaksiyonlarının birinci dereceden kinetik modele uyduğu tespit edilmiştir. 50, 60 ve 70 °C sıcaklıkta kurutulan olgun gilaburu meyvelerinde meydana gelen bileşen kayıplarına ait kinetik veriler incelendiğinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde sıcaklık artışına bağlı hız sabitleri artmıştır. Bu durum toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerindeki azalışın sıcaklığa bağlı olduğunu göstermektedir. Sıcaklık artışına bağlı olarak yarılanma süresi ve desimal azalma sürelerinde de azalma olduğu hesaplanmıştır.

Suda çözünen vitaminlerin k değerleri sıcaklık artışına bağlı olarak artmış, yarılanma süreleri düşmüştür. Suda çözünen vitaminlerin 70 °C sıcaklıkta daha fazla bozunmaya uğradığı kinetik parametreler ile ifade edilmiştir. En yüksek Q₁₀ değeri tüm vitaminler için 60-70°C aralığında hesaplanmıştır. Reaksiyonun başlaması için gerekli olan minimum enerji miktarını ifade eden E_a değeri en yüksek niasinde tespit edilmiştir.

Trans-resveratolün bozunmasına ait veriler incelendiğinde ise sıcaklık artışına bağlı olarak hız sabiti artarken desimal azalma ve yarılanma süreleri azalmıştır. Q₁₀ değeri en yüksek 60-70°C derece sıcaklık artışında hesaplanmıştır.

Farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin bazı bileşenleri ve miktarları ortaya konmuştur. Bu bilgiler ışığında özellikle *trans-resveratol* içeriğinin olgun meyveden daha yüksek olması sebebiyle meyvenin yeşil olum ve renk dönüm evresinden de yararlanılabilir. Dolayısıyla gilaburu meyvesinden *trans-resveratolü* izole edebilmek amacıyla çalışmalar yapılmalıdır. Geleneksel olarak salamura

edildikten sonra tüketilen gilaburu meyvesinin bileşiminde meydana gelen kayıpları azaltmak için salamura işlemi ile kombine olacak uygulamalar denenmelidir. Gilaburu meyvelerinde bileşen kaybının daha az olması için sıcak havayla kurutmaya ek olarak farklı kurutma yöntemleri ve ön işlemler (sitrik asit ve etanol solüsyonuna batırma, sıcak suda haşlama, ultrason gibi) konusunda daha fazla araştırma yapılmalıdır. Ayrıca kuru meyvelerde tüketiciler açısından önemli bir parametre olan renk değerleri incelenerek literatüre katkı sağlanabilir. Kurutma sonrasında yapılacak olan duyusal analizle kuru meyvenin tüketilebilirlik ölçüsü ortaya konulabilir. Sonuç olarak, bu çalışma ile elde edilen gilaburu meyvesinin kurutma verileri, sadece salamura ve meyve suyu olarak tüketilen gilaburu meyvesinin farklı şekillerde değerlendirilmesine bir alternatif oluşturabileceği ve literatürdeki açığı kapatmaya faydalı olacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

Abdel-Kader, Z. M., “Studies on some water-soluble vitamins retention in potatoes and cow peas as affected by thermal processing and storage”, *Food/Nahrung*, 34(10), 899-904, (1990).

Abril, M., Negueruela, A.I., Perez, C., Juan, T. and Estopanan, G., “Preliminary study of resveratrol content in Aregon red and rose wines”, *Food Chem.*, 92, 729-736, (2005).

Adıgüzel, B.Ç., “Bazı Bölgelerimizde Üretilen Şarapların Resveratrol Düzeyleri ve Bölgelerin Ekolojik Koşullarının Resveratrol İçeriği Üzerine Etkileri”, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2007).

Adiletta, G., Senadeera, W., Liguori, L., Crescitelli, A., Albanese, D., Russo, P., “The Influence of Abrasive Pretreatment on Hot Air Drying of Grape”, *Food Nutr. Sci.*, 6, 355-364, (2015).

Aghbashlo M., Kianmehr M.H., Beygi S. R. H., “Drying and Rehydration Characteristics of Sour Cherry (*Prunus Cerasus L.*)”, *J. Food Process. Preserv.*, 34, 351-365, (2010).

Agudo, A., “Measuring intake of fruit and vegetable”, Background paper for the joint FAO/WHO workshop on fruit and vegetable for health, Kobe: World Health Organization, (2004).

Akbulut, M., Calisir, S., Marakoglu, T. and Coklar, H., “Chemical and technological properties of European cranberrybush (*Viburnum opulus L.*) fruits”, *Asian J. Chem.*, 20(3), 1875, (2008).

Akçin, Y. ve Bostan, S. Z., “Farklı sulama programlarının ‘tombul’ fındık çeşidinde depolama süresince su aktivitesine etkisi”, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2), 308-313, (2019).

Aksoy, A., Güvensan A., Akçiçek, E., Oztürk, M., “Ethnoecology of *Viburnum opulus L.* International Symposium on Medicinal Plants: Linkages Beyond National Boundaries, 7-9, Islamabad-Pakistan, 65-70, (2004).

Aktaş, M., Ceylan, İ., Doğan, H. ve Aktekeli, Z., “Güneş Enerjisi Destekli, Isı Pompalı Kırmızıbiber Kurutucusunun Tasarımı, İmalatı ve Performans Deneyleri”, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 30(1), 111-120, (2010).

Aktaş, N., Gıda Teknolojisinde Reaksiyon Kinetiği, Ankara: Akademisyen Kitabevi, 2020.

Akyürek, S. ve Zeybek, H. İ., “Gümüşhane ilinde gastronomik bir değer olarak kuşburnu üzerine bir değerlendirme”, *Çatalhöyük Uluslararası Turizm ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(10), 45-63, (2023).

Alifakı, Y. Ö., “Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) meyvesinden yeni yöntemlerle fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu ve gilaburu tozunun mikroenkapsülasyonu”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2019).

Alnak, D. E. ve Karabulut, K. “Hava jeti çarpmalı kurutma için farklı dairesel nemli nesne geometrilerinin ısı ve kütle transferi üzerindeki etkisinin araştırılması”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 24(1), 51-62, (2019).

Altun, M. L., Saltan Çitoğlu, G., Sever Yılmaz, B. and Özbek, H., “Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Viburnum opulus*”, *Pharm. Biol.*, 47(7), 653-658, (2009).

Amao, I., “Health benefits of fruits and vegetables: Review from Sub-Saharan Africa”, *Vegetables: importance of quality vegetables to human health*, 22, 33-53, (2018).

Amoussa, A. M. O., Zhang, L., Lagnika, C., Riaz, A., Zhang, L., Liu, X. and Beta, T., “Effects of preheating and drying methods on pyridoxine, phenolic compounds, ginkgolic acids, and antioxidant capacity of Ginkgo biloba nuts”, *J. Food Sci. Technol.*, 86(9), 4197-4208, (2021).

Andersen, L. T., Thilsted, S. H., Nielsen, B.B. and Rangasamy, S., “Food and nutrient intakes among pregnant women in rural Tamil Nadu, South India”, *Public. Health Nutr.*, 6, 131-137, (2003).

Andreeva, T.I., Komarova, E.N., Yusubov, M.S., Korotkova, E.I., “Medicinal plants, antioxidant activity of cranberry tree (*Viburnum opulus* L.) bark extract”, *Pharm. Chem. J.*, 38(10), 548-550, (2004).

Arifin, U. F. And Djaeni, M., “Degradation rate of vitamin B6 on red chili pepper drying by blanching-brine-calcium pretreatment”, *Commun. Sci. Technol.*, 2(2), (2017).

Arslan, M., Erbil, N. ve Murathan, Z.T., “Ardahan ve Çevresinde Yabani Olarak Yetişen Gilaburu Meyve Ekstraktının Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktivitelerinin Araştırılması”, *GÜFBED/GUSTIJ*, 8(1), 18-25, (2018).

Artık, N., Anlı, R.E., Konar, N. ve Vural, N., *Gıdalarda Bulunan Fenolik Bileşikler*, İzmir: Sidas Yayınları, 144, (2016).

Aslam, J., Khan, S. H., Khan, S. A., “Quantification of water soluble vitamins in six date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar's fruits growing in Dubai, United Arab Emirates, through high performance liquid chromatography”, *J. Saudi Chem. Soc.*, 17(1), 9-16, (2013).

Atak, E. ve Uslu, M. E., “Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri”, *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 3(27), 39-48, (2018).

Azzouz, S., Guizani, A., Jomaa, W., and Belghith, A., “Moisture diffusivity and drying kinetic equation of convective drying of grapes”, *J. Food Eng.*, 55(4), 323-330, (2002).

Babalıs, S. J., Papanicolaou, E., Kyriakis, N., and Belessiotis, V. G., “Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (*Ficus carica*)”. *J. Food Eng.*, 75(2), 205-214, (2006).

Barak, T.H., Celep, E., Yesilada, E., “Influence of in vitro human digestion on the bioavailability of phenolic content and antioxidant activity of *Viburnum opulus* L. (European cranberry) fruit extracts”, *Ind. Crop. Prod.*, 131, 62–69, (2019).

Barlak, E. “Gümüşhane'de yetişen bazı yabani meyvelerin farklı kurutma teknikleri ile muhafaza edilmesi ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, (2019).

Batista-Silva, W., Nascimento, V. L., Medeiros, D. B., Nunes-Nesi, A., Ribeiro, D. M., Zsögön, A. and Araújo, W. L., “Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation?”, *Front. Plant Sci.*, 9, 1689, (2018).

Batu, H. S., “Goji berry (*Lycium barbarum* L.) meyvesinin olgunlaşma evreleri ve kurutulmasında bazı kalite parametrelerinin kinetik analizi”, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2021).

Baublis, A.J., Clydesdale, F.M., Decker, E.A., “Antioxidants in wheat-based breakfast cereals”, *Cereals Foods World*, 45, 71-74, (2000).

Bay Karabulut, A., “Resveratrol and its effects Resveratrol ve etkileri”, Türkiye Klinikleri, *J. Med. Sci.*, 28, (2008).

Baytop, T., Türkiye’de Bitkilerle Tedavi Geçmişte ve Bugün, İstanbul: Nobel Tıp Kitapları, 3-210, (1999).

Bi, J., Yang, A., Liu, X., Wu, X., Chen, Q., Wang, Q., Lv, J., and Wang, X., “Effects of pretreatments on explosion puffing drying kinetics of apple chips”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 60(2), 1136-1142, (2015).

Bohn, T., “Dietary factors affecting polyphenol bioavailability”, *Nutr. Rev.*, 72(7), 429-452, (2014).

Bolat, S. ve Özcan, M., “Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Meyvesinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri ile Kimyasal Bileşimi”, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1, Adana, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 772-775, (1995).

Bostancı, A., Şencan, E. N., Kütük, A. and Sadi, G., “Differential regulation of antioxidant enzymes by resveratrol in healthy and cancerous hepatocytes”, *Anatolian Journal of Botany*, 6(2), 62-68, (2022).

Boyraz, N. ve Sürel, B., “Bitki hastalıklarına dayanıklılıkta fenoliklerin rolleri”, *Selcuk J. Agric. Food Sci.*, 18(34), 56-69, (2004).

Bozan, B., Koşar, M., Tunalier, Z., Öztürk, N., Başer, K.H.C., “Antioxidant and free radical scavenging activities of *Rhus coriaria* and *Cinnamomum cassia* extracts”, *Acta Aliment.*, 2, 51-59, (2003).

Brenes, M., Rejano, L., Garcia, P., Sanchez, A. H., and Garrido, A., “Biochemical changes in phenolic compounds during Spanish-style green olive processing”, *J. Agric. Food Chem.*, 43(10), 2702-2706, (1995).

Budak, N. H., “Öküzgözü üzümünden üretilen pembe ve kırmızı şaraplarda mayşe fermantasyonunun bazı kimyasal özelliklerle antioksidan aktivite üzerine etkisi”, *Gıda*, 37(1), 17-23, (2012).

Bulut, M., Kurutma İşleminin Meyve ve Sebzelerin Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi, Ankara: İksad yayınevi, (2021).

Burnaz, N. A., “*Viburnum opulus* ve *V. orientale* bitki ekstraktlarının kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 105, (2007).

Burnaz, N. A., Koz, M., Demir, A., Şen, İ. U., İskefiyeli, Z., Baltaş, N., ... ve Küçük, M., “Gilaburu meyvesinin özütlerinin mineral bileşimi ve biyolojik aktiviteleri”, 24. Ulusal Kimya Kongresi, 2, (2010).

Burns, J., Yokota, T., Ashihara, H., Lean, M. E. and Crozier, A., “Plant foods and herbal sources of resveratrol”, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3337-3340, (2002).

Calle, J., Toscano, M., Pinzon, R., Baquero, J. and Bautista, E., “Antinociceptive and uterine relaxant activities of *Viburnum toronis* alive (Caprifoliaceae)”, *J. Ethnopharmacol.*, 66(1), 71-73, (1999).

Cam, M., Hisil, Y. ve Kuscü, A., “Organic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of fruit flesh and seed of *Viburnum opulus*”, *Chem. Nat. Compd.*, 43, 460-461, (2007).

Cam, M., Hisil, Y., “Comparison of chemical characteristics of fresh and pasteurised juice of gilaburu (*Viburnum opulus* L.)”, *Acta Aliment.*, 36, 381–385, (2007).

Cavin, J. F., Barthelmebs, L., Guzzo, J., Van Beeumen, J., Samyn, B., Travers, J. F. and Diviès, C., “Purification and characterization of an inducible p-coumaric acid decarboxylase from *Lactobacillus plantarum*”, *FEMS Microbiol. Lett.*, 147(2), 291-295, (1997).

Cebeci Avunca, S. “Yoğurt altı suyu ve sirke ile üretilen fermente salatalık turşularında bulunan laktik asit bakterilerinin tanımlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, (2022).

Celotti, E., Ferrarini, R., Zironi, R. and Conte, L. S., “Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: Recioto and Amarone”, *J. Chromatogr. A*, 730(1-2), 47-52, (1996).

Cemeroglu, B., Velioglu, S. ve Isik, S., “Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate”, *J. Food Sci. Technol.*, 59(6), 1216-1218, (1994).

Cemeroğlu, B., Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Ankara: Biltav Yayınları, 81, (1992).

Cemeroğlu, B.S., Gıda Analizleri, Ankara: Bizim Grup Basımevi, (2010).

Cemeroğlu, B.S., Gıda Analizleri, Ankara: Bizim Grup Basımevi, (2013b).

Cemeroğlu, B.S., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Ankara: Bizim Grup Basımevi, (2013a).

Česonienė, L., Daubaras, R., Venclovienė, J. and Viškelis, P., “Biochemical and agro-biological diversity of *Viburnum opulus* genotypes”, *Open Life Sci.*, 5(6), 864-871, (2010).

Česonienė, L., Daubaras, R., Viškelis, P. and Šarkinas, A., “Determination of the total phenolic and anthocyanin contents and antimicrobial activity of *Viburnum opulus* fruit juice”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 67, 256-261, (2012).

Chen, Y., Martynenko, A., Mainguy, M., “Wine Grape Dehydration Kinetics: Effect of Temperature and Sample Arrangement”, CSBE/SCGAB Annual Conference, CSBE16-063, Halifax, Nova Scotia, Canada, (2016).

Chiang, W. C. and Petersen, J. N., “Thin layer air drying of French fried potatoes”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 20(1), 67-78, (1985).

Chib, A., Gupta, N., Bhat, A., Anjum, N. and Yadav, G., “Role of antioxidants in food”, *Int. J. Chec. Stud.*, 8(1), 2354-2361, (2020).

Cho, Y. J., Hong, J. Y., Chun, H. S., Lee, S. K. and Min, H. Y., “Ultrasonication-assisted extraction of resveratrol from grapes”, *J. Food Eng.*, 77(3), 725-730, (2006).

Choi, I., Li, N., Zhong, Q., “Enhancing bioaccessibility of resveratrol by loading in natural porous starch microparticles”, *Int. J. Biol. Macromol.*, 194, 982-992, (2022).

Choi, S. H., Ahn, J. B., Kim, H. J., Im, N. K., Kozukue, N., Levin, C. E. and Friedman, M., “Changes in free amino acid, protein, and flavonoid content in jujube (*Ziziphus jujube*) fruit during eight stages of growth and antioxidative and cancer cell inhibitory effects by extracts”, *J. Agric. Food Chem.*, 60, 10245-10255, (2012).

Chong, J., Poutaraud, A. and Huguency, P., “Metabolism and roles of stilbenes in plants”, *Plant Sci.*, 177(3), 143-155, (2009).

Cong-Cong, X., Wang, B., Pu, Y., Tao, J. and Zhang, T., “Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials”, *Chin. J. Nat. Med.*, 15(10), 721-731, (2017).

Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V., Achim, G., Botu, M. and Iordanescu, O., “Variation of bioactive compounds and antioxidant activity of Jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits at different stages of ripening”, *Not. Bot. Horti Agrobot.*, 46(1), 134-137, (2018).

Creasy, L.L., and Creasy, M.T., “Grape Chemistry and The Significance Of Resveratrol and Overview”, *Pharmacol. Biol.*, 36, 8-13, (1998).

Cuccurullo, G., Giordano, L., Albanese, D., Cinquanta, L. and Di Matteo, M., “Infrared thermography assisted control for apples microwave drying”, *J Food Eng.*, 112(4), 319-325, (2012).

Curiel, J. A., Rodríguez, H., Landete, J. M., de las Rivas, B., and Muñoz, R. “Ability of *Lactobacillus brevis* strains to degrade food phenolic acids”, *Food Chem.*, 120(1), 225-229, (2010).

Çam, M., “Kayseri bölgesi’nde tüketilen gilaburu (*viburnum opulus*) meyve suyunun organik asit ve fenolik bileşiklerinin yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2005).

Çaylak, B. A., Yücel, U. ve Çetinkaya, N., “Farklı bölgelerin üzümlerinden üretilen Türk şaraplarında resveratrol düzeyleri”, *Gıda*, 34(6), 381-386, (2009).

Çoklar, H. ve Akbulut, M., “Olgunlaşma ile alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve fenolik profilindeki değişim”, *Meyve Bilimi*, 3(2), 30-37, (2016).

Çolak, A. M., Mertoğlu, K., Alan, F., Esatbeyoğlu, T., Bulduk, İ., Akbel, E. Ve Kahramanoğlu, I., “Screening of Naturally Grown European Cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) Genotypes Based on Physico-Chemical Characteristics”, *Foods*, 11(11), 1614, (2022).

Dal, F. F. ve Karacabey, E., “Determination of The Physical, Physico-Chemical and Chemical Properties of Gilaburu Fruits (*Viburnum opulus*)

Dried by Convectonal Drying Technique”, *Turkish J. Agric. Food Sci. Technol.*, 9, 2547-2551, (2021).

Davis, P. H., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburg: Edinburg University Press, 544, (1972).

Delal, C. A., Astra, C. A. and Villegas, I., “Resveratrol as an antiinflammatory and anti-aging agent: mechanisms and clinical implications”, *Mol. Nutr. Food Res.*, 49, 405-430, (2005).

Demir, T., Akpınar, Ö., Kara, H., Güngör, H., “Nar (*Punica granatum* L.) kabuğunun in vitro antidiyabetik, antienflamatuar, sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi”, *Akademik Gıda*, 17(1), 61-71, (2019).

Demiray, E., Seker, A., Tulek, Y., “Drying kinetics of onion (*Allium cepa* L.) slices with convective and microwave drying”, *Heat Mass Transfer*, 53 (5), 1817-1827, (2017).

Demirkol, Ö. Ş., Yakan, A. İ. ve Alifakı, Y. Ö., “Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) meyvesinden fenolik bileşiklerin ultrason destekli ekstraksiyonu”, *Gıda*, 43(5), 846-855, (2018).

Dibagar, N., Chayjan, R. A., Figiel, A. and Ghasemi, A., “A modeling strategy for hot drying of rough rice assisted by ultrasonic wave”, *Food Bioprod. Process.*, 132, 114-129, (2022).

Ding, S., Wang, R., Zhang, J., Li, G., Zhang, J., Ou, S. ve Shan, Y., “Effect of drying temperature on the sugars, organic acids, limonoids, phenolics, and antioxidant capacities of lemon slices”, *Food Sci. Biotechnol.*, 26, 1523-1533, (2017).

Djaeni, M. and Arifin, U. F., “Kinetics of thiamine and color degradation in onion drying under various temperatures”, *Adv. Sci. Lett.*, 23(6), 5772-5774, (2017).

Doğan, A., Uyak, C., Kazankaya, A., Küsmüş, S. ve Özatak, Ö. F., “Malatya Yöresinde Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Olgunlaşma Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişmeler”, *Bahçe*, 47(Özel Sayı 1), 55-62, (2018).

Dong, Y. H., Yang, R. Y., Wei, J., Xue, Y., Wang, R. X., Zhang, Z. T., Yang, L. W., “Advanced Materials Research”, Trans Tech Publications Ltd., Switzerland, 3036–3041, (2013).

Doshi, P., Adsule, P. And Banerjee, K., “Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. kishmish chornyi (shared seedless) during maturation,” *Int. J. Food Sci. Technol.*, 41, 1-9, (2006).

Doymaz, I., “Drying of Eggplant Slices in Thin Layers at Different Air Temperatures”, *J. Food Process. Preserv.*, 35, 280-289, (2011).

Dönmez, A., “Denizli Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Resveratrol ve Suda Çözünen Vitaminlerinin Kuruma Kinetiği”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2015).

Duman, T., “Kuşburnu (*Rosa Canina*) Nektarında Toplam Fenolik Madde ve Suda Çözünen Vitaminlerin Isıl Parçalanma Kinetiği”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2014).

Durance, T.D. and Wang J.H., “Energy consumption, density and rehydration rate of vacuum microwave and hot-air convection dehydrated tomatoes”, *J. Food Sci.*, 67, 2212–2216, (2002).

Ehala, S., Vaher, M. and Kaljurand, M., “Characterization of phenolic profiles of Northern European berries by capillary electrophoresis and determination of their antioxidant activity”, *J. Agric. Food Chem.*, 53(16), 6484-6490, (2005).

Ekinci, R. and Kadakal, C., “Determination of seven water-soluble vitamins in tarhana, a traditional Turkish cereal food, by high-performance liquid chromatography”, *ACTA Chromatogr.*, 15, 289, (2005).

Ercisli, S. ve Sagbas, H. I., “Wild edible fruits: a rich source of biodiversity”, *Anadolu*, 27(2), 116-122, (2017).

Erdem, G., Kesik, V., Honca, T., Özcan, A., Uğuz, S., Akgül, E. Ö. and Bayrak, Z., “Antinephrolithiatic activity of *Persea americana* (avocado) and *Viburnum opulus* (guelder rose) against ethylene glycol-induced nephrolithiasis in rats”, *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.*, 13(2), 110-119, (2016).

Erdogan-Orhan, I., Altun, M. L., Sever-Yilmaz, B. and Saltan, G., “Anti-acetylcholinesterase and antioxidant assets of the major components (salicin, amentoflavone, and chlorogenic acid) and the extracts of *Viburnum opulus* and *Viburnum lantana* and their total phenol and flavonoid contents”, *J. Med. Food*, 14(4), 434-440, (2011).

Erenturk, S., Gulaboglu, M. S. and Gultekin, S., “The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying”, *J. Food Eng.*, 68(4), 513-518, (2005).

Ergüneş, G. ve Taşova, M., “Kabin kurutucuda kurutulan kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesinin kuruma performansı, efektif difüzyon ve aktivasyon enerjisi değerlerinin belirlenmesi”, *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1), 75-82, (2018).

Erlund, I., Koli, R., Alfthan, G., Marniemi, J., Puukka, P., Mustonen, P., Mattila, P., Jula, A., “Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 87(2), 323-331, (2008).

Ersoy, N., Ercisli, S., Akin, M., Gundogdu, M., Colak, A.M., Ben Ayed, R., “Agro-morphological and biochemical characteristics of European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.)”, *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.*, 71, 491-499, (2018).

Ertekin, C., and Firat, M. Z., “A comprehensive review of thin-layer drying models used in agricultural products”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57(4), 701-717, (2017).

Evans, S. R., III, J. G. and Kirk, J. R., “Thermal degradation kinetics of pyridoxine hydrochloride in dehydrated model food systems”, *J. Food Sci.*, 46(2), 555-558, (1981).

Fadahunsi, I. F., “The effect of soaking, boiling and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the water soluble vitamin content of bambara groundnut”, *Pak. J. Nutr.*, 8(6), 835-840, (2009).

Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M., “Tibbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları”, *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 6(2), 233-265, (2013).

Gao, Q. H., Wu, C. S., Wang, M., Xu, B. N., and Du, L. J., “Effect of drying of jujubes (*Ziziphus jujuba* Mill.) on the contents of sugars, organic acids, α -tocopherol, β -carotene, and phenolic compounds”, *J. Agric. Food Chem.*, 60(38), 9642-9648, (2012).

Garau, M. C., Simal, S., Rossello, C., Femenia, A., “Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products”, *Food Chem.*, 104(3), 1014-1024, (2007).

Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A., “Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts”, *Food Chem.*, 92(3), 521-525, (2005).

Gülcü, M. ve Demirci A. Ş., “Salamuraya işlenen bazı asma yapraklarının kalite özellikleri üzerine bir araştırma”, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3), 16-21, (2011).

Güleşci, N., “*Viburnum Opulus*, L., (Adoxaceae) Meyvesinin Antimikrobiyal, Antioksidan ve Kimyasal İçeriği Yönünden Metabolizmaya Etkilerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Derleme”, *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (9), 920-928, (2019).

Gündoğar, R. “Kayseri Yöresinde Yetişen Gilebor (*Viburnum Opulus* L.) Genotiplerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, (2013).

Haäkkinen, S., Heinonen, M., Kaärenlampi, S., Mykkaänen, H., Ruuskanen, J., Toörroänen, R., “Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries”, *Food Res. Int.*, 32, 345-353, (1999).

Hakkinen, S., “Flavonols and phenolic acids in berries and berry products”, Doctoral Thesis, Kuopio University Publications D. Medical Sciences, Kuopio, (2000).

Henderson, S.M. and Pabis, S., “Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient”, *J. Agric. Eng. Res.*, 6(3), 169-174, (1961).

Hernández, T., Estrella, I., Carlavilla, D., Martín-Álvarez, P. J. and Moreno-Arribas, M. V. “Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees”, *Anal. Chim. Acta*, 563(1-2), 116-125, (2006).

Hizlisoy, H., “Çeşitli mikroorganizmalar üzerine gilaburunun antimikrobiyal etkisinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 1-37, (2009).

Hostetler, G. L., Ralston, R. A. and Schwartz, S. J., “Flavones: Food Sources, Bioavailability, Metabolism, and Bioactivity”, *Adv. Nutr.*, 8(3), 423-435, (2017).

Imamura, G., Bertelli, A. A., Bertlli, A., Otani, H., Maulik, N., and Das, D. K., “Pharmacologic pre-conditioning with resveratrol: an insight with INOS knockout mice”, *Am. J. Physiol.*, 282, H2001–H2003, (2003).

Imran, M., Khan, H., Shah, M., Khan, R. and Khan, F., “Chemical composition and antioxidant activity of certain Morus species”, *J. Zhejiang Univ., Sci., B*, 11, 973-980, (2010).

Inagamov, S. Y., Tajibaev, G. M., Tursunova, Z. B., Sadikova, N. B. and Shadmanov, K. K., “Study of the composition of the medicinal plant fruit cappers prickly– “capparis spinosa l”, *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 723(2), IOP Publishing, 022021, (2021).

Inyang, U. E., Oboh, I. O. and Etuk, B. R., “Kinetic models for drying techniques—food materials”, *Adv. Chem. Eng. Sci.*, 8(02), 27-48, (2018).

Irmak, Ş., Güngör, F. Ö. ve Susamcı, E., “Bazı sofralık zeytin çeşitlerimizin toplam fenolik madde miktarları ve işleme tekniklerinin bu bileşikler üzerine etkileri”, *Zeytin Bilimi*, 1(2), 57-64, (2010).

İlhan, M., Ergene, B., Süntar, I., Özbilgin, S., Saltan Çitoğlu, G., Demirel, M. A. and Küpeli Akkol, E., “Preclinical evaluation of antiurolithiatic activity of *Viburnum opulus* L. on sodium oxalate-induced urolithiasis rat model”, *J. Evidence-Based Complementary Altern. Med.*, (2014).

İnal, E.K., “Kırmızı Türk Şaraplarında Bulunan Resveratrolün Kromatografik Yöntemle Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2011).

İnanç, N., Şahin, H., Çiçek, B., Taşçı, S., “Use of herbs or vitamin/mineral supplements by patients with cancer in Kayseri, Turkey”, *Cancer Nurs.*, 29(1), 17-20, (2006).

Jeandet, P., Bessis, R. and Gautheron, B., “The production of resveratrol (3, 5, 4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages”, *Am. J. Enol. Vitic.*, 42(1), 41-46, (1991).

Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K. and Li, C., “Influence of three different drying techniques on persimmon chips’ characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques”, *Food Bioprod. Process.*, 118, 67–76, (2019).

Kadalkal, Ç. and Duman, T., “Thermal degradation kinetics of rutin and total phenolic compounds in rosehip (*Rosa canina* L.) nectar”, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24(7), 1370–1375, (2018).

Kadalkal, Ç., Duman, T. and Ekinçi, R., “Thermal degradation kinetics of ascorbic acid, thiamine, and riboflavin in rosehip (*Rosa canina* L.) nectar”, *Food Sci. Tech.*, 38(4), 667–673, (2017).

Kajszczak, D., Zakłós-Szyda, M. and Podsędek, A., “*Viburnum opulus* L.—A review of phytochemistry and biological effects”, *Nutrients*, 12(11), 3398, (2020).

Kalia, A. and Gupta, R. P., *Handbook of fruits and fruit processing*, USA: Blackwell Publishing, 1-28, (2006).

Kalyoncu, İ. H., Ersoy, N., Elidemir, A. Y. and Karalı, M. E., “Some physico-chemical characteristics and mineral contents of gilaburu (*Viburnum opulus* L.) fruits in Turkey”, *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 7(6), 424-426, (2013).

Kara, T. ve Demir, F., “Muzun farklı kurutma şartlarındaki kuruma karakteristiklerinin belirlenmesi”, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(2), 179-184, (2012).

Kara, Z., Fidan, Y., Gerçekçioğlu, R., “Tokat Yöresinde Tabii Olarak Yetişen Gilebor (*V. opulus* L.)’un Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma”, II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt I, Türkiye, 767-771, (1995).

Karabulut, G. ve Yemiş, O., “Fenolik bileşiklerin bağlı formları ve biyoyararlılığı”, *Akademik Gıda*, 17(4), 526-537, (2019).

Karaçelik, A.A., Küçük, M., İskefiyeli, Z., Aydemir, S., De Smet, S., Miserez, B., Sandra, P., “Antioxidant components of *Viburnum opulus* L. Determined by on-line HPLC-UV-ABTS radical scavenging and LCUV-ESI-MS methods”, *Food Chem.*, 175, 106-114, (2015).

Karadeniz, T., Şişman, T., Şen, S. M., “Şebinkarahisar’da Yetiştirilen Bir Gilebor (*Viburnum opulus* L.) Tipinde Morfolojik ve Pomolojik Özellikler”, Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 481-484, (2003).

Katiyar, S.K., Mukhtar, H., “Tea antioxidants in cancer chemoprevention”, *J. Cellular Bioch. Suppl.*, 27, 59-67, (1997).

Kaur, S., Mondal, P., “Study of total phenolic and flavonoid content, antioxidant activity and antimicrobial properties of medicinal plants”, *J. Microbiol. Exp.*, 1(1), 00005, (2014).

Kaya, B. ve Demirel Zorba, N. N., “Farklı Su Aktivitesine Sahip Çeşitli Gıdalarda Küf ve Maya Yükünün Belirlenmesi İçin Kullanılan DRBC ve DG18 Besiyerlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması”, *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 206-214, (2018).

Keskin, N., Noyan, T. ve Kunter, B., “Resveratrol ile Üzümde Gelen Sağlık”, *Türkiye Klinikleri J. Med. Sci.*, 29(5), 1273-1279, (2009).

Kırıt, B. D., Sağol, S., Ağcam, E. ve Akyıldız, A., “Farklı Kurutma Yöntemlerinin Böğürtlen Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri ve Kuruma Kinetiği”, *The Journal of Food*, 48(1), 61-72, (2023).

Kızılay, F., Ülker, V., Çelik, O., Özdemir, T., Çakmak, Ö., Can, E., Nazlı, O., “The evaluation of the effectiveness of gilaburu (*Viburnum opulus* L.) extract in the medical expulsive treatment of distal ureteral stones”, *Turk. J. Urol.*, 45, 63–69, (2019).

Kibar, B., “Farklı yetiştirme ortamlarının *Pleurotus eryngii* mantarının gelişimi ve verimi üzerine etkileri”, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-9, (2016).

Kim, D. S., Kim, H. S., Hong, S. J., Cho, J. J., Lee, J. and Shin, E. C., “Comparison of the retention rates of thiamin, riboflavin, and niacin between normal and high-oleic peanuts after roasting”, *Appl. Biol. Chem.*, 61, 449-458, (2018).

King, R. E, Kent, D. K. and Bomser, J. A., “Resveratrol reduces oxidation and proliferation of human retinal pigment epithelial cells via extracellular signal-regulated kinase inhibition”, *Chem. Biol. Interact.*, 151, 143-149, (2005).

Kocabey, N., “Arapgir'de yetiştirilen Karaoğlan ve Aşık Beyazı üzümlerinden elde edilen şarapların fenol bileşikleri ve aroma maddelerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, (2013).

Koçyiğit, M. ve Özhatay, N., “The wild edible and miscellaneous useful plants in Yalova province (Northwest Turkey)”, *J. Fac. Pharm.*, 40, 19-29, (2008).

Kolaç, T., Gürbüz, P. and Yetiş, G., “Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri”, *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 26-42, (2017).

Kollmann, J. and Grubb, P. J., “*Viburnum lantana* L. and *Viburnum opulus* L. (*V. lobatum* Lam., *Opulus vulgaris* Borkh.)”, *J. Ecol.*, 90(6), 1044-1070, (2002).

Konarska, A. and Domaciuk, M., “Differences in the fruit structure and the location and content of bioactive substances in *Viburnum opulus* and *Viburnum lantana* fruits”, *Protoplasma*, 255, 25-41, (2018).

Kontaxakis, E., Trantas, E. and Ververidis, F., “Resveratrol: A fair race towards replacing sulfites in wines”, *Molecules*, 25(10), 2378, (2020).

Kose, Y. E., “Usage Possibilities of Mathematical Modelling in Drying Technology”, *International Journal of Scientific and Technological Research*
Kraujalyte, V., Venskutonis, P.R., Pukalska, S., Cesonine, L., “Antioxidant properties and polyphenolic compositions of fruits from different European cranberry bush (*Viburnum opulus* L.) genotypes”, *Food Chem.*, 141, 3695-3702, (2013).

Kumar, S. and Pandey, A. K., “Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview”, *Sci. World J.*, 2013, 162750, (2013).

Kutlu, N., İşci, A. and Demirkol, Ö. Ş., “Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri”, *Gıda*, 40(1), 39-46, (2015).

Labuza, T. P. and Riboh D., “Theory and application of Arrhenius kinetics to the predication of nutrient losses in foods”, *Food. Technol.*, 36(10), 66-74, (1982).

Lang, G. H., Da Silva Lindemann, I., Ferreira, C. D., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L. and de Oliveira, M., “Effects of drying temperature and long-term storage conditions on black rice phenolic compounds”, *Food Chem.*, 287, 197-204, (2019).

Leahu, A., Hretcanu, C. E., Oroian, M. and Ropciuc, S., “Evaluation of ascorbic acid and phenolic content of four traditional Romanian medicinal berry species”, *Food and Environment Safety Journal*, 15(2), (2017).

Lee, I., Im, S., Jin, C. R., Heo, H. J., Cho, Y. S., Baik, M. Y. and Kim, D. O., “Effect of maturity stage at harvest on antioxidant capacity and total

phenolics in kiwifruits (*Actinidia* spp.) grown in Korea”, *Hortic., Environ. Biotechnol.*, 56, 841-848, (2015).

Leporatti, M. L. and Ivancheva, S., “Preliminary comparative analysis of medicinal plants used in the traditional medicine of Bulgaria and Italy”, *J. Ethnopharmacol.*, 87(2-3), 123-142, (2003).

Levent, O., “Malatya kayısılarından elde edilen kayısı soslarının fiziksel, kimyasal, uçucu organik bileşikler ve reolojik özellikleri üzerine proses koşullarının etkisi”, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, (2017).

Lewis, W. K., “The rate of drying of solid materials”, *Ind. Eng. Chem.*, 13(5), 427-432, (1921).

Leyva-Porras, C., Saavedra-Leos, M. Z., Cervantes-González, E., Aguirre-Bañuelos, P., Silva-Cázares, M. B. and Álvarez-Salas, C. “Spray drying of blueberry juice-maltodextrin mixtures: Evaluation of processing conditions on content of resveratrol”, *Antioxidants*, 8(10), 437, (2019).

Liu, S., Manson, J.E., Lee, I.M., Cole, S.R., Hennekens, C.H., Willett, W.C., Buring, J.E., “Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: the Women's Health Study”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 72.4, 922-928, (2000).

Ma, Q., Bi, J., Yi, J., Wu, X., Li, X. and Zhao, Y., “Stability of phenolic compounds and drying characteristics of apple peel as affected by three drying treatments”, *Food Sci. Hum. Wellness*, 10(2), 174-182, (2021).

Marfil, P. H. M., Santos, E. M. and Telis, V. R. N., “Ascorbic acid degradation kinetics in tomatoes at different drying conditions”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 41(9), 1642-1647, (2008).

Massanet, G.M., Pando, E. and Rodriguez, F.E., “Lignans”, *Fitoterapia*, IX, 3-35 (1989).

Mazlum, İ., “Karaman Bölgesinde Yetiştirilen Ekşi Kara Üzüm Çeşidinin Güneşte ve Gölgede Kurutulmasına Bağlı Olarak Resveratrol ve Diğer Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman, (2020).

Mazur, M., Szperlik, J., Salejda, A. M., Krasnowska, G., Kolniak-Ostek, J. and Bąbelewski, P., Description of the guelder rose fruit in terms of chemical

composition, antioxidant capacity and phenolic compounds”, *Appl. Sci.*, 11(19), 9221, (2021).

McSweeney, M. and Seetharaman, K., “State of polyphenols in the drying process of fruits and vegetables”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 55(5), 660-669, (2015).

Méndez-Lagunas, L., Rodríguez-Ramírez, J., Cruz-Gracida, M., Sandoval-Torres, S. and Barriada-Bernal, G., “Convective drying kinetics of strawberry (*Fragaria ananassa*): Effects on antioxidant activity, anthocyanins and total phenolic content”, *Food Chem.*, 230, 174-181, (2017).

Mengeş, H.O., Ertekin, C., “Vişne Kurutmada Kurutmanın Çeşitli Modellerle Açıklanması”, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(42), 4-10, (2007).

Midilli, A., “Determination of Pistachio Drying Behaviour and Conditions in A Solar Drying System”, *Int. J. Energy Res.*, 25, 715–725, (2001).

Mohapatra, A.K. and Panda, P.C., *Wild edible fruit plants of eastern India, India: Regional Plant Resource Centre*, (2009).

Mousavi, Z. E., Mousavi, S. M., Razavi, S. H., Hadinejad, M., Emam-Djomeh, Z. and Mirzapour, M., “Effect of fermentation of pomegranate juice by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* on the antioxidant activity and metabolism of sugars, organic acids and phenolic compounds”, *Food Biotechnol.*, 27(1), 1-13, (2013).

Mrad, N. D., Boudhrioua, N., Kechaou, N., Courtois, F. and Bonazzi, C., “Influence of air drying temperature on kinetics, physicochemical properties, total phenolic content and ascorbic acid of pears”, *Food Bioprod. Process.*, 90(3), 433-441, (2012).

Nayak, B., Liu, R.H., Tang, J., “Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains-a review”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 55(7), 887-918, (2015).

Nicoli, M. C., Anese, M. and Parpinel, M., “Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables”, *Trends Food Sci. Technol.*, 10(3), 94-100, (1999).

Nizamoglu, N. M. and Nas, S., “The phenolic compounds found in vegetables and fruit; their structure and importance”, *Electronic Journal of Food Technology*, 5, 20-25, (2010).

Okcu, G., Altuntaş, E. G. ve Ayhan, K. “Laktik asit fermentasyonunda fenolik bileşikler ve önemi”, *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 51-64, (2011).

Okmen, Z. A. and Bayindirli, A. L., “Effect of microwave processing on water soluble vitamins: Kinetic parameters”, *Int. J. Food Prop.*, 2(3), 255-264, (1999).

Oliveira, S.M., Brandao, T.R.S., Silva, C.L.M., “Influence of Drying Processes and Pretreatments on Nutritional and Bioactive Characteristics of Dried Vegetables: A Review”, *Food Eng. Rev.*, 8, 134–163, (2016).

Onyenuga, V.A., *Nigeria’s Foods And Feeding Stuffs: Their Chemistry And Nutritive Value*, Ibadan, Nigeria: Ibadan Univ. Press, (1968).

Orak, H., Aktas, T., Yagar, H., Ekinci, N. and Sahin, F.H., “Effects of Hot Air and Some Nutritional Characteristics of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) Fruit”, *Food Sci. Technol. Int.*, 18(4), 391-402, (2012).

Orakçı, E., “Gilaburunun antioksidan aktivitesi”, Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Kayseri (2010).

Otağ, M., “Denizli Çal Yöresinde Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Farklı Olgunlaşma Evreleri ve Kurutulması Sonrasında Bazı Özellikleri İle Resveratrol İçeriğinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2015).

Othman, N. B., Roblain, D., Chammen, N., Thonart, P. and Hamdi, M. “Antioxidant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives”, *Food Chem.*, 116(3), 662-669, (2009).

Ozkan, G., Ercisli, S., Ibrahim, H., Gulce, S., “Diversity on fruits of wild grown European cranberrybush from coruh valley in Turkey”, *Erwerbs-Obstbau*, 62, 275–279, (2020).

Özbek, C. and Güzeler, N., “Effects of stabilisers in brine on soft white cheese quality parameters”, *Int. Dairy J.*, 134, 105446, (2022).

Özdemir, M., Devres, Y.O., “The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting”, *J. Food Eng.*, 42, 225-233, (1999).

Özen, E. ve Kar, F., “Farklı teknikler kullanılarak domatesin kurutulması”, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1), 47-57, (2018).

Özer, E. ve Kalyoncu, İ. H., “Gilaburu (*Viburnum Opulus L.*)'Nun Yeşil Çelikle Çoğaltma İmkanlarının Araştırılması”, *Selcuk J. Agric. Food Sci.*, 21(43), 46-52, (2007).

Özhan, N. B., “Depolama süresince keçiboynuzu pekmezinde enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları kinetiği”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).

Özkan M., Cemeroğlu B., Toklucu A., Gıda Mühendisliğinde Reaksiyon Kinetiği, Ankara: Bizim Grup Basımevi, (2010).

Özrenk, K., Gündoğdu, M., Keskin, N. and Kaya, T., “Some physical and chemical characteristics of gilaburu (*Viburnum opulus L.*) fruits in Erzincan region”, *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. Technol.*, 1(4), 9-14, (2011).

Özrenk, K., İlhan, G., Sagbas, H. I., Karatas, N., Ercisli, S. and Colak, A. M., “Characterization of European cranberrybush (*Viburnum opulus L.*) genetic resources in Turkey”, *Sci. Hortic.*, 273, 109611, (2020).

Page, G. E., “Factors Influencing the Maximum Rates of Air Drying Shelled Corn in Thin layers”, Ann Arbor: 1300089: Purdue University., (1949).

Pervaiz, S., “Resveratrol: from grapevines to mammalian biology”, *The FASEB Journal*, 17(14), 1975-1985, (2003).

Pezet, R. and Cuenat, P., “Resveratrol in wine: extraction from skin during fermentation and post-fermentation standing of must from Gamay grapes”, *Am. J. Enol. Vitic.*, 47(3), 287-290, (1996).

Poiana, M. and Romeo, F. V., “Changes in chemical and microbiological parameters of some varieties of Sicily olives during natural fermentation”, *Grasas Aceites*, 57(4), 402-408, (2006).

Polatçı, H. ve Taşova, M., “Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutma yönteminin alıç (*Crataegusspp. L.*) meyvesinin kuruma karakteristikleri ve renk değerleri üzerine etkisi”, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(10), 1130-1135, (2017).

Polka, D., Podsędek, A., Koziolkiewicz, M., “Comparison of Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Fruit, Flower and Bark of *Viburnum opulus*”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 74(3), 436-442, (2019).

Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Hartmann-Schmidlin, S., et al., “Berry phenolics selectively inhibit the growth of intestinal pathogens”, *J. Appl. Microbiol.*, 98(4), 991-1000, (2005).

Qu, H., Madl, R. L., Takemoto, D. J., Baybutt, R. C. and Wang, W., “Lignans are involved in the antitumor activity of wheat bran in colon cancer SW480 cells”, *J. Nutr.*, 135(3), 598-602, (2005).

Rekha, P. N., Singhal, S. and Pandit, A. B., “A study on degradation kinetics of thiamine in red gram splits (*Cajanus cajan* L.)”, *Food Chem.*, 85(4), 591-598, (2004).

Robbins R.J., “Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology”, *J. Agric. Food Chem.*, 51(10), 2866-87, (2003).

Rodríguez, Ó., Gomes, W., Rodrigues, S. and Fernandes, F. A., “Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple”, *Ultrason. Sonochem.*, 35, 92-102, (2017).

Rop, O., Reznicek, V., Valsikova, M., Jurikova, T., Mlcek, J. and Kramarova, D., “Antioxidant properties of European cranberrybush fruit (*Viburnum opulus* var. *edule*)”, *Molecules*, 15(6), 4467-4477, (2010).

Ruano-Ravina, A., Figueiras, A., and Barros-Dios, J. M., “Type of wine and risk of lung cancer: a case-control study in Spain”, *Thorax*, 59, 981-985, (2004).

Sagdic, O., Aksoy, A. ve Ozkan, G., “Evaluation of the antibacterial and antioxidant potentials of cranberry (*Viburnum opulus* L.) fruit extract”, *Acta Aliment.*, 35(4), 487-492, (2006).

Sağdıç, O., Yetim, H., Hayta, M., Sarioğlu, K. ve Yapar, N. “Geleneksel Fermente Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Meyve Suyundan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özellikleri ve Endüstriyel Üretimde Kullanımları”, Proje No: 1100214, İstanbul, (2013).

Samavat, H., Ursin, G., Emory, T. H., Lee, E., Wang, R., Torkelson, C. J., ... and Kurzer, M. S., “A randomized controlled trial of green tea extract supplementation and mammographic density in postmenopausal women at increased risk of breast cancer”, *Cancer Prev. Res.*, 10(12), 710-718, (2017).

Saravacos, G.D. and Charm, S.E., “A Study of the Mechanism of Fruit and Vegetable Dehydration”, *Food Technol.*, 16 (1), 78, (1962).

Sarpong, F., Yu, X., Zhou, C., Amenorfe, L. P., Bai, J., Wu, B., and Ma, H., “The kinetics and thermodynamics study of bioactive compounds and antioxidant degradation of dried banana (*Musa ssp.*) slices using controlled humidity convective air drying”, *J. Food Meas Charact.*, 12(3), 1935-1946, (2018).

Saura-Calixto, F., “Concept and healthrelated properties of nonextractable polyphenols: the missing dietary polyphenols”, *J. Agric. Food Chem.*, 60(45), 11195- 11200, (2012).

Sernikli, C. and Kadakal, Ç., “Karadut (*Morus nigra*) suyunda rutin ve toplam fenolik bileşiklerin ısıl parçalanma kinetiği”, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 290-300, (2020).

Sever Yılmaz, B., Saltan Çitoğlu, G., Altun, M, L., Özbek, H., “Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Viburnum lantana*”, *Pharm. Biol.*, 45, 241–245, (2007).

Sezgin, F. M., Sevim, A., Karakamış, Ö., Şahin, N., Özdemir, B. ve Sevim, E., “İdrar örneklerinden izole edilen candida suşlarına karşı *Viburnum opulus* L. (Gilaburu) meyve ekstraktlarının antifungal aktivitesi”, *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 10(2), 232-242, (2017).

Sharaf-Eldeen, Y. I., Hamdy, M. Y., and Blaisdell, J. L., “Falling rate drying of fully exposed biological materials: A review of mathematical models”, *ASAE Publ.*, 79, 6522-6543, (1979).

Silva, N.C.C., Fernandes, J.A., “Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity”, *J. Venomous Anim. Toxins Incl. Trop. Dis.*, 16(3), 402-413, (2010).

Singh, G. and Pai, R. S., “A rapid reversed-phase HPLC method for analysis of *trans*-resveratrol in PLGA nanoparticulate formulation”, *ISRN Chromatogr.*, 1-6, (2014).

Singleton, V.L., Rossi, J.A., “Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents”, *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144-158, (1965).

Sivritepe, N., “Asma, üzüm ve şaraptaki antioksidanlar”, *Gıda Dünya Yayınları*, 12, 73-78, (2000).

Skrypnik, L. N., Kislyakova, L. A., Maslennikov, P. V. and Feduraev, P. V., “Accumulation of phenolic antioxidants in flowers and fruits of guelder rose (*Viburnum opulus* L.) depending on site conditions”, In IOP Conference Series: Earth And Environmental Science, 677(4), IOP Publishing, 042042 (2021).

Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F. and Veberic, R., “Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds”, *J. Agric. Food Chem.*, 59(21), 11696-11702, (2011).

Soyer, Y., Koca, N. and Karadeniz, F., “Organic Acid Profile of Turkish White Grapes and Grape Juices”, *J. Food Comp. Anal.*, 16, 629-636, (2003).

Soylak, M., Elci, L., Saraçoğlu, S., Divrikli, U., “Chemical Analysis of Fruit Juice of European Cranberrybush (*Viburnum opulus*) from Kayseri- Turkey”, *Asian J. Chem.*, 14(1), 135-138, (2002).

Sönmez, N., Alizadeh, H. H., Öztürk, R. ve Acar, A. İ., “Gilaburu Tohumunun Bazı Fiziksel Özellikleri”, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(03), 308-312, (2007).

Stepakova, N. N., Reznichenko, I. Y., Kiseleva, T. F., Shkrabtak, N. V., Frolova, N. A., and Praskova, Y. A., “Plant Raw Materials of the far Eastern Region as the Source of Biologically Active Substance”, *Pishch. Prom-st.*, 3, 16-21, (2020).

Stojanovic, S., Sprinz, H., and Brede, O., “Efficiency and mechanism of the antioxidant action of *trans*-resveratrol and its analogues in the radical liposome oxidation”, *Arch. Biochem. Biophys.*, 391, 79-89, (2002).

Sun, B., Ribes, A. M., Leandro, M. C., Belchior, A. P. and Spranger, M. I., “Stilbenes: quantitative extraction from grape skins, contribution of grape solids to wine and variation during wine maturation”, *Anal. Chim. Acta*, 563(1-2), 382-390, (2006).

Suna, G. ve Ayaz, A., “Turunçgil flavonoidlerinin kardiyovasküler sağlık üzerine etkileri”, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2), 99-107, (2019).

Şen, A., “Kazova (Tokat) Ekolojisinde Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinde Etkili Sıcaklık Toplamlarının ve Optimum Hasat Zamanının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 79, (2007).

Tanriseven, D., Diblan, S., Selli, S. ve Kelebek, H., “Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri”, *Artibilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 38-45, (2018).

Taşkın, O., Izli, G. and Izli, N., “Convective drying kinetics and quality parameters of european cranberrybush”, *J. Agric. Sci.*, 24(3), 349-358, (2018).

Tatlıdede, E., “Sıçanlarda doksorubisin’in neden olduğu kardiyak toksisite ve hemodinamik değişikliklere karşı resveratrol’ün koruyucu etkilerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2008).

Teka, T. A., “Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit”, *Int. Res. J. Pharm. App. Sci.*, 3(5), 180-186, (2013).

Tekin, E., Türe, H. ve Mazı, I. B., “Sıcaklık, askorbik asit ve pH’nın kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) betasiyaninlerinin bozunma kinetiği üzerine etkilerinin incelenmesi”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(2), 217-231, (2018).

Tepe, F.B., “Hünnap (*Z. Jujuba* Mill) Meyvelerinin Farklı Olgunlaşma Evrelerinde ve Kurutma Sürecinde Bazı Kalite Parametrelerinin Kinetik Analizi”, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2020).

Tepe, T.K., Kadakal, Ç., “Determination of drying characteristics, rehydration properties, and shrinkage ratio of convective dried melon slice with some pretreatments”, *J. Food Process. Preserv.*, 46(6), (2022).

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D.H., “Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts”, *J. Food Compos. Anal.*, 19 (6-7), 669-675, (2006).

Thangapazham, R.L., Sharma, A., Maheshwari, R.K., “Multiple molecular targets in cancer chemoprevention by curcumin”, *The AAPS Journal*, 8(3), 443, (2006).

Topalovic, A. and Mikulic-Petkovsek, M., “Changes in sugars, organic acids and phenolics of grape berries of cultivar Cardinal during ripening”, *J. Food Agric. Environ.*, 8(3-4), 223-7, (2010).

Tuglu, D., Yılmaz, E., Yuvanc, E., Erguder, I., Kisa, U., Bal, F. and Batislam, E., “Viburnum opulus: Could it be a new alternative, such as lemon juice, to pharmacological therapy in hypocitraturic stone patients?”, *Arch. Ital. Urol. Androl.*, 86(4), 297-299, (2014).

Turek, S. and Cisowski, W., “Free and chemically bonded phenolic acids in barks of Viburnum opulus L. and Sambucus nigra L”, *Acta Pol. Pharm.*, 64(4), 377-383, (2007).

Tüfekçi, S. and Özkal, S. G., “Ultras es ön işleminin havuç dilimlerinin kuruma karakteristikleri üzerine etkisi”, *Akademik Gıda*, 16(1), 11-19, (2018).

Usuk, S., “Sıçanlarda yanı ğa ba ğlı uzak organ hasarında gilaburu'nun (Viburnum opulus L.) olası tedavi edici ve koruyucu etkilerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniveristesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2019).

Van den Broeck, I., Ludikhuyze, L., Weemaes, C., Van Loey, A. and Hendrickx, M., “Kinetics for isobaric– isothermal degradation of l-ascorbic acid”, *J. Agric. Food Chem.*, 46(5), 2001-2006, (1998).

Velioglu, Y.S., Ekici, L., Poyrazoglu, E.S., “Phenolic composition of European cranberrybush (Viburnum opulus L.) berries and astringency removal of its commercial juice”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 41, 1011–1015, (2006).

Wang, C.Y. and Sing, R.P., “A Single Layer Drying Equation for Rough Rice”, *Am. Soc. Agr. Eng. St. Joseph. MI*, 78, 3001, (1978).

Wang, G. F., Shi, L. P., Ren, Y. D., Liu, Q. F., Liu, H. F., Zhang, R. J., ... and Zuo, J. P., “Anti-hepatitis B virus activity of chlorogenic acid, quinic acid and caffeic acid in vivo and in vitro”, *Antiviral Res.*, 83(2), 186-190, (2009).

Wang, T., Gonzalez, A. R., Gbur, E. E. and Aselage, J. M., “Organic acid changes during ripening of processing peaches”, *J. Food Sci.*, 58(3), 631-632, (1993).

Wu, C.S., Gao, Q.H., Guo, X.D., Yu, J.G. and Wang, M., “Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of a promising table fruit ‘pear-jujube’ (Zizyphus jujuba Mill.)”, *Sci Horti*, 148, 177-184, (2012).

Wu, Y., Li, S., Tao, Y., Li, D., Han, Y., Show, P.L., Wen, G., Zhou, J., “Fermentation of blueberry and blackberry juices using Lactobacillus

plantarum, Streptococcus thermophilus and Bifidobacterium bifidum: Growth of probiotics, metabolism of phenolics, antioxidant capacity in vitro and sensory evaluation”, *Food Chem.*, 348, 129083, (2021).

Yağcıoğlu, A., “Tavuk Gübresinin Değişik Hava Koşullarında Kuruma Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 41, (1981).

Yaman, M., “Determination of genetic diversity in european cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) genotypes based on morphological, phytochemical and ISSR markers”, *Genet. Resour. Crop. Evol.*, 69(5), 1889-1899, (2022).

Yang, B., Ahotupa, M., Määttä, P., Kallio, H., “Composition and antioxidative activities of supercritical CO₂-extracted oils from seeds and soft parts of northern berries”, *Food Res. Int.*, 44, 2009-2017, (2011).

Yang, C. S. T. and Atallah, W. A. “Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture lowbush blueberries”, *J. Food Sci. Technol.*, 50(5), 1233-1237, (1985).

Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomas-Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R. and Chen, S. S., “Flavonoids in food and their health benefits”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 59, 113-122, (2004).

Yaşa, F., “Türkiye’de yetiştirilen hünnap meyvesinin bileşimi ve meyvenin kurutulması sırasında bileşiminde meydana gelen değişimler”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2016).

Yemiş, O. “Kapari (*Capparis* spp.) acılık bileşenleri ve flavonoidlerin proses sırasındaki değişimi”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).

Yıldız, R. ve Ekici, H., “Gilaburu (*Viburnum opulus* L.)’nun farmakolojik açıdan değerlendirilmesi”, *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 10(1), 16-23, (2019).

Yu, J., Bi, X., Yu, B. and Chen, D., “Isoflavones: anti-inflammatory benefit and possible caveats”, *Nutrients*, 8(6), 361, (2016).

Yu, L., Zhou, K., “Antioxidants properties of bran extracts from 'Platte' wheat grown at different locations”, *Food Chem.*, 90, 311-316, (2005).

Yunusova, S.G., Karimova, A.R., Tsyrlina, E.M., Yunusova, M.S., Denisenko, O.N., “Change on storage of biological activity of *Viburnum opulus* seed components”, *Chem. Nat. Compd.*, 40(5), 423-426, (2004).

Yürüker, A., “*Viburnum orientale* Pallas üzerinde fitokimyasal çalışmalar”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1993).

Zakaryan, H., Arabyan, E., Oo, A. and Zandi, K., “Flavonoids: promising natural compounds against viral infections”, *Arch. Virol.*, 162(9), 2539-2551, (2017).

Zarifikhosroshahi, M., “Gilaburu (*Viburnum Opulus* L.) Meyvelerinde Biyoaktif, Biyokimyasal ve Besin Element İçeriklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana, 145, (2015).

Zarifikhosroshahi, M., Tugba, Z., Kafkas, E., Okatan, V., “Variation in volatile and fatty acid contents among *Viburnum opulus* L. fruits growing di_erent locations”, *Sci. Hortic.*, 264, 109160, (2020).

Zayachkivska, O. S., Gzhegotsky, M. R., Terletska, O. I., Lutsyk, D. A., Yaschenko, A. M. and Dzhura, O. R., “Influence of *Viburnum opulus* proanthocyanidins on stress-induced gastrointestinal mucosal damage”, *J. Physiol. Pharmacol.*, 57, 155, (2006).

Zhang, H., Tsao, R., “Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and antiinflammatory effects”, *Curr. Opin. Food Sci.*, 8, 33-42, (2016).

Zhang, J., Zhou, L., Zhang, P., Liu, T., Yang, G., Lin, R. and Zhou, J., “Extraction of polydatin and resveratrol from *Polygonum cuspidatum* root: Kinetics and modeling”, *Food Bioprod. Process.*, 94, 518-524, (2015).

Zhao, J., Li, H., Xi, W., An, W., Niu, L., Cao, Y., ... and Yin, Y. “Changes in sugars and organic acids in wolfberry (*Lycium barbarum* L.) fruit during development and maturation”, *Food Chem.*, 173, 718-724, (2015).

Zheng, H. Z., Kim, Y. I. and Chung, S. K., “A profile of physicochemical and antioxidant changes during fruit growth for the utilisation of unripe apples”, *Food Chem.*, 131(1), 106-110, (2012).

Zhu, A., Shen, X., “The model and mass transfer characteristics of convection drying of peach slices”, *Int. J. Heat Mass Trans.*, 72, 345-351, (2014).