

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

GOJİ BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) MEYVESİNİN
OLGUNLAŞMA EVRELERİ VE KURUTULMASINDA BAZI
KALİTE PARAMETRELERİNİN KİNETİK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

HEYSEM SUAT BATU

DENİZLİ, OCAK - 2021

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



GOJİ BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) MEYVESİNİN
OLGUNLAŞMA EVRELERİ VE KURUTULMASINDA BAZI
KALİTE PARAMETRELERİNİN KİNETİK ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

HEYSEM SUAT BATU

DENİZLİ, OCAK - 2021

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2018FEBE026 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.



HEYSEM SUAT BATU

ÖZET

**GOJİ BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) MEYVESİNİN OLGUNLAŞMA
EVRELERİ VE KURUTULMASINDA BAZI KALİTE
PARAMETRELERİNİN KİNETİK ANALİZİ
DOKTORA TEZİ
HEYSEM SUAT BATU
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÇETİN KADAKAL)**

DENİZLİ, OCAK - 2021

Bu tez çalışmasında farklı olgunlaşma aşamalarındaki goji berry meyvesinin bazı fiziksel özellikleri ve kimyasal içerikleri incelenmiştir. Aynı zamanda goji berry meyveleri 50, 60 ve 70 °C’de sıcak hava ile kurutma kabini içinde kurutulmuş, kurutma kinetiği incelenmiş ve bazı bileşenlerin parçalanma kinetikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarları olgunlaşma ilerledikçe azalış göstermiştir. C vitamini olgunlaşma sürecinde artış göstermiş olup tam olgun goji berry meyvesinde 112,75±2,23 mg/100 g KM, tekrar eden yıl analizinde ise 125,75±3,13 mg/100 g KM olarak tespit edilmiştir. Yeşil olum evresinde baskın olan organik asit sitrik asit iken tam olgun evrede ise tartarik asittir. Fenolik bileşenlerin miktarları olgunlaşma süresince değişkenlik göstermekte olup tam olgun goji berry meyvesinde baskın fenolik bileşen rutindir. Goji berry meyvesinin hiçbir olgunlaşma aşamasında *trans*-resveratrol tespit edilememiştir. Zeaksantin dipalmitat yeşil olum halinde tespit edilememişken tam olgun goji berry meyvesinde 23,85 ± 0,765 mg/100 g KM olarak tespit edilmiştir. Tam olgun goji berry meyveleri 50, 60 ve 70 °C’de sırasıyla 24, 19 ve 9 saatte kurumuş olup tüm sıcaklıklardaki kurutma işlemleri en iyi Page modeli ile açıklanmıştır. Kurutma işlemi ile goji berry meyvesinin bazı bileşimlerinde önemli düzeyde kayıplar görülmüştür. Kurutma işlemi sonrası organik asit, şeker ve fenolik kompozisyondaki değişimler ile toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, suda çözünen vitaminler ve zeaksantin dipalmitata ait parçalanma kinetikleri incelenmiştir. Tekrarlanan yıl analizlerinde bazı veriler değişkenlik göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Goji berry, wolfberry, kurutma kinetiği, parçalanma kinetiği, suda çözünür vitaminler, antioksidan aktivite

ABSTRACT

KINETIC ANALYSIS OF SOME QUALITY PARAMETERS OF GOJI BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) FRUIT IN MATURING STAGES AND DRYING PROCESS

PH.D THESIS

HEYSEM SUAT BATU

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÇETİN KADAKAL)

DENİZLİ, JANUARY 2021

In this thesis, some physical properties and chemical contents of goji fruit in different ripening stages were examined. Also, goji berries were dried in a drying cabinet with hot-air at 50, 60 and 70 °C. Drying kinetics were investigated and studies on the degradation kinetics of some components were made. Total phenolic content and antioxidant capacity decreased as maturation process. Vitamin C increased during the ripening period and it was found as $112,75 \pm 2,23$ mg/100 g DW in fully ripe goji fruit, and $125,75 \pm 3,13$ mg/100 g DW in repeating year analysis. Predominant organic acid in the green mature stage is citric acid, while in the fully mature stage is tartaric acid. The amounts of phenolic components vary during ripening, and the predominant phenolic component in fully ripe goji fruit is rutin. No *trans*-resveratrol was detected at any ripening stage of goji berry. While zeaxanthin dipalmitate could not be detected in green mature stage, it was detected as $23,85 \pm 0,765$ mg/100 g DW in fully ripe goji fruit. Fully ripe goji berries were dried at 50, 60 and 70°C in 24, 19 and 9 hours, respectively, and Page model gave the best fitting to drying curves at all temperatures. Significant losses were observed in some compositions of the goji fruit by the drying process. After the drying process, the changes in organic acids, sugars, phenolic composition and the degradation kinetics of total phenolic content, antioxidant capacity, water-soluble vitamins and zeaxanthin dipalmitate were investigated. Some data varied in the repeated year analysis.

KEYWORDS: Goji berry, wolfberry, drying kinetics, degradation kinetics, water-soluble vitamins, antioxidant capacity

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Goji Berry	3
1.2 Goji Berry'nin Kullanım Alanları	4
1.3 Goji Berry'nin İçeriği.....	6
1.4 Goji Berry'nin Biyoaktif Özellikleri	7
1.5 Goji Berry'nin Antioksidan ve Antikarsinojen Özellikleri	9
1.6 Goji Berry'nin Yaşlanma Karşıtı Aktivitesi.....	11
1.7 Goji Berry'nin Antidiyabetik Aktivitesi.....	13
1.8 Goji Berry'nin Sağlık Üzerine Etkileri	15
1.9 Goji Berry'nin Göz Sağlığı Üzerine Etkileri.....	15
2. MATERYAL VE METOT	18
2.1 Materyal.....	18
2.2 Metotlar	19
2.2.1 Kuru Madde Tayini.....	19
2.2.2 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	19
2.2.3 pH Tayini	19
2.2.4 200 Tane Ağırlığı.....	20
2.2.5 Renk Analizi	20
2.2.6 Titrasyon Asitliği Tayini.....	20
2.2.7 Kül Tayini	21
2.2.8 Toplam Fenolik Madde Analizi	21
2.2.9 Toplam Antioksidan Aktivite Analizi.....	22
2.2.10 Suda Çözünen Vitamin Analizi	23
2.2.10.1 Örneklerin Hazırlanması	23
2.2.10.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri.....	23
2.2.10.3 Suda Çözünen Vitaminler İçin Geri Kazanım Testi	26
2.2.11 Organik Asit Analizi	27
2.2.11.1 Örneklerin Hazırlanması	27
2.2.11.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri.....	27
2.2.11.3 Organik Asitlerin Geri Kazanım Testi	30
2.2.12 Şeker Kompozisyonu	30
2.2.12.1 Örneklerin Hazırlanması	30
2.2.12.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri.....	30
2.2.12.3 Şekerler İçin Geri Kazanım Testi.....	32
2.2.13 Fenolik Bileşiklerin Kompozisyonu	33
2.2.13.1 Metanol Ekstraktı Hazırlama	33
2.2.13.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri.....	33
2.2.13.3 Fenolik Bileşikler İçin Geri Kazanım Testi	38

2.2.14	<i>Trans</i> -Resveratrol Analizi.....	39
2.2.14.1	Örnek Hazırlama, HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri	39
2.2.14.2	<i>Trans</i> -Resveratrol İçin Geri Kazanım Testi.....	40
2.2.15	Zeaksantin Dipalmitat Analizi	40
2.2.15.1	Örneklerin Hazırlanması	40
2.2.15.2	HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri.....	41
2.2.15.3	Zeaksantin Dipalmitat İçin Geri Kazanım Testi	42
2.3	Kurutma Çalışmaları	42
2.3.1	Örneklerin Kurutulma İşlemleri.....	42
2.3.2	Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi	43
2.3.3	En Uygun Olan Kinetik Modelin Belirlenmesi	46
2.3.4	Parçalanma Kinetiği.....	46
2.3.4.1	Parçalanma Kinetiğine Ait Parametrelerin Hesaplanması	47
2.4	Tekrarlanan Yıl Analizleri.....	48
2.5	İstatistiksel Analizler	48
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA	49
3.1	Olgunlaşma Sürecinde Goji Berry Meyvelerinin Fiziksel Değişimleri.....	49
3.2	Olgunlaşma Sürecinde Goji Berry Meyvelerinin Kimyasal Değişimleri.....	51
3.2.1	pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerindeki Değişimler.....	51
3.2.2	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerindeki Değişim.....	52
3.2.3	Suda Çözünür Vitamin Değerlerindeki Değişim	54
3.2.4	Organik Asit Değerlerindeki Değişim	55
3.2.5	Şeker Kompozisyonundaki Değişim	56
3.2.6	Fenolik Kompozisyondaki Değişim	57
3.2.7	<i>Trans</i> -Resveratrol Değişimi.....	59
3.2.8	Zeaksantin Dipalmitat Değişimi	59
3.3	Goji Berry Meyvelerinin Kurutulması	60
3.3.1	Goji Berry Meyvelerinin Kuruma Kinetiğine Ait Modelleme	62
3.3.2	Farklı Sıcaklarda Kurutulan Goji Berry Meyvelerine Ait Efektif Difüzyon Katsayısı ve Aktivasyon Enerjisi.....	64
3.3.3	Kurutma Sonrası Goji Berry Meyvesinin Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler	67
3.3.3.1	Organik Asitlerdeki Değişimler	67
3.3.3.2	Şekerlerdeki Değişimler.....	68
3.3.3.3	Fenolik Kompozisyondaki Değişimler	69
3.3.3.4	Renk Değerlerindeki Değişimler.....	71
3.4	Goji Berry Meyvesinde Bulunan Bazı Bileşenlerin Parçalanma Kinetikleri	72
3.4.1	Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite İçin Parçalanma Kinetiği.....	72
3.4.1.1	Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiği	74
3.4.1.2	Toplam Antioksidan Aktivite Kaybının Kinetiği.....	78
3.4.2	Suda Çözünen Vitaminlerin Parçalanma Kinetiği	82
3.4.2.1	C Vitaminine Ait Parçalanma Kinetiği	84
3.4.2.2	Piridoksine Ait Parçalanma Kinetiği.....	88
3.4.2.3	Zeaksantin Dipalmitata Ait Parçalanma Kinetiği	93

4. SONUÇ VE ÖNERİLER	98
5. KAYNAKLAR.....	100
6. EKLER.....	121
EK A.1. Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Fiziksel Özelliklerinin 2 Yıla Göre Farkları	121
EK A.2 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Renk Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları	121
EK A.3 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları.....	122
EK A.4 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin 2 Yıla Göre Farkları	122
EK A.5 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Suda Çözünen Vitamin Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları	122
EK A.6 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Organik Asit Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları	123
EK A.7 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Şeker Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları.....	123
EK A.8 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Zeaksantin Dipalmitat Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları	124
EK A.9 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Fenolik Kompozisyonun 2 Yıla Göre Farkları.....	124
EK B.1 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Organik Asit Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları	125
EK B.2 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Şeker Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları.....	125
EK B.3 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Fenolik Kompozisyonunun 2 Yıla Göre Farkları.....	126
EK B.4 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin 2 Yıla Göre Farkları	127
EK B.5 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Renk Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları	127
EK C.1 Standart C Vitamini Kromatogramı.....	128
EK C.2 Standart Piridoksin Kromatogramı	128
EK C.3 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan C Vitaminine Ait Kromatogram	128
EK C.4 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan Piridoksine Ait Kromatogram	129
EK C.5 Standart Malik Asit Kromatogramı.....	129
EK C.6 Standart Tartarik Asit Kromatogramı	129
EK C.7 Standart Sitrik Asit Kromatogramı	130
EK C.8 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan Organik Asitlere Ait Kromatogram	130
7. ÖZGEÇMİŞ	131

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Goji berry bitkisi	18
Şekil 2.2: Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyveleri	18
Şekil 2.3: Toplam fenolik madde analizi için gallik asit standart eğrisi.....	22
Şekil 2.4: Troloks standart eğrisi	23
Şekil 2.5: C vitamini standart eğrisi	25
Şekil 2.6: Riboflavin standart eğrisi	25
Şekil 2.7: Niasin standart eğrisi	25
Şekil 2.8: Piridoksin standart eğrisi	26
Şekil 2.9: Tiamin standart eğrisi	26
Şekil 2.10: Malik asit standart eğrisi	28
Şekil 2.11: Sitrik asit standart eğrisi	29
Şekil 2.12: Tartarik asit standart eğrisi	29
Şekil 2.13: Süksinik asit standart eğrisi	29
Şekil 2.14: Glukoz standart eğrisi.....	31
Şekil 2.15: Fruktoz standart eğrisi	32
Şekil 2.16: Sakkaroz standart eğrisi	32
Şekil 2.17: Klorojenik asit standart eğrisi.....	34
Şekil 2.18: Katesin standart eğrisi	35
Şekil 2.19: p-kumarik asit standart eğrisi	35
Şekil 2.20: Epikatesin standart eğrisi.....	35
Şekil 2.21: Kafeik asit standart eğrisi	36
Şekil 2.22: Rutin standart eğrisi	36
Şekil 2.23: Hiperosin standart eğrisi	36
Şekil 2.24: Kuersetin standart eğrisi.....	37
Şekil 2.25: Gallik asit standart eğrisi	37
Şekil 2.26: İzokuersetin standart eğrisi.....	37
Şekil 2.27: Ellajik asit standart eğrisi	38
Şekil 2.28: <i>Trans</i> -resveratrol standart eğrisi.....	40
Şekil 2.29: Zeaksantin dipalmitat standart eğrisi.....	42
Şekil 3.1: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin nem oranının zamana bağlı değişimi.....	61
Şekil 3.2: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin kuruma hızı.....	61
Şekil 3.3: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin nem oranının zamana bağlı değişimi	62
Şekil 3.4: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin kuruma hızı	62
Şekil 3.5: Etkif difüzyon katsayıları ile sıcaklıklar arasında Arrhenius tipi ilişki.....	66
Şekil 3.6: Tekrar eden yılda etfif difüzyon katsayıları ile sıcaklıklar arasında Arrhenius tipi ilişki	66
Şekil 3.7: Toplam fenolik maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	76
Şekil 3.8: Tekrar eden yılda toplam fenolik maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği.....	77

Şekil 3.9: Toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	77
Şekil 3.10: Tekrar eden yılda toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	78
Şekil 3.11: Antioksidan aktivitenin kaybına ait birinci dereceden reaksiyon kinetiği grafiği	80
Şekil 3.12: Tekrar eden yılda antioksidan aktivitenin kaybına ait birinci dereceden reaksiyon kinetiği grafiği	81
Şekil 3.13: Antioksidan aktivitenin kaybına ait Arrhenius grafiği	81
Şekil 3.14: Tekrar eden yılda antioksidan aktivitenin kaybına ait Arrhenius grafiği	82
Şekil 3.15: C vitamininin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	86
Şekil 3.16: Tekrar eden yılda C vitamininin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	87
Şekil 3.17: C vitamininin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	87
Şekil 3.18: Tekrar eden yılda C vitamininin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	88
Şekil 3.19: Piridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	91
Şekil 3.20: Tekrar eden yılda piridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	91
Şekil 3.21: Piridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	92
Şekil 3.22: Tekrar eden yılda piridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	92
Şekil 3.23: Zeaksantin dipalmitatın birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	95
Şekil 3.24: Tekrar eden yılda zeaksantin dipalmitatın birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği	96
Şekil 3.25: Zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	96
Şekil 3.26: Tekrar eden yılda zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	97

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Suda çözünen vitamin analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	24
Tablo 2.2: Organik asit analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	28
Tablo 2.3: Şeker analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	31
Tablo 2.4: Fenolik kompozisyon analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	34
Tablo 2.5: <i>Trans</i> -resveratrol analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	39
Tablo 2.6: Zeaksantin dipalmitat analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları	41
Tablo 2.7: Kurutma kabineine ait teknik özellikler	43
Tablo 3.1: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin bazı fiziksel değerlerindeki değişimler	49
Tablo 3.2: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin bazı fiziksel değerlerindeki değişimler	50
Tablo 3.3: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin renk değerlerindeki değişimler	51
Tablo 3.4: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin renk değerlerindeki değişimler	51
Tablo 3.5: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin pH ve TA değerlerindeki değişimler	52
Tablo 3.6: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin pH ve TA değerlerindeki değişimler	52
Tablo 3.7: Farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri	53
Tablo 3.8: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri	53
Tablo 3.9: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)	54
Tablo 3.10: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)	54
Tablo 3.11: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin organik asit miktarı (mg/100 g KM)	55
Tablo 3.12: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin organik asit miktarı (mg/100 g KM)	56
Tablo 3.13: Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)	56
Tablo 3.14: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)	57
Tablo 3.15: Farklı olgunlaşma evresindeki goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)	58
Tablo 3.16: Farklı olgunlaşma evresindeki goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)	58

Tablo 3.17: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat miktarları (mg/100 g KM).....	59
Tablo 3.18: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat miktarları (mg/100 g KM).....	60
Tablo 3.19: Kurutma işleminin modellenmesinde kullanılan matematiksel modeller.....	63
Tablo 3.20: Matematiksel modellere ait sabitler ve istatistiki veriler.....	63
Tablo 3.21: Tekrar eden yıl için matematiksel modellere ait sabitler ve istatistiki veriler.....	64
Tablo 3.22: Efektif difüzyon katsayısı ve aktivasyon enerjileri.....	65
Tablo 3.23: Tekrarlanan yıl için efektif difüzyon katsayısı ve aktivasyon enerjileri.....	66
Tablo 3.24: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin organik asit miktarları (mg/100 g KM).....	67
Tablo 3.25: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin organik asit miktarları (mg/100 g KM).....	68
Tablo 3.26: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM).....	69
Tablo 3.27: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM).....	69
Tablo 3.28: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM).....	70
Tablo 3.29: Tekrar eden yıla ait kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM).....	71
Tablo 3.30: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sonrası renk özellikleri.....	72
Tablo 3.31: Tekrar eden yıla ait goji berry meyvesinin kurutma işlemi sonrası renk özellikleri.....	72
Tablo 3.32: Kurutma işlemi sonrasında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri.....	73
Tablo 3.33: Tekrar eden yıla ait kurutma işlemi sonrasında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri.....	74
Tablo 3.34: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	75
Tablo 3.35: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	76
Tablo 3.36: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince toplam fenolik madde miktarının parçalanmasına ait kinetik veriler.....	78
Tablo 3.37: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince toplam fenolik madde miktarının parçalanmasına ait kinetik veriler.....	78
Tablo 3.38: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki antioksidan aktivite ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	79
Tablo 3.39: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki antioksidan aktivite ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	80

Tablo 3.40: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince antioksidan aktivitenin kaybına ait kinetik veriler.....	82
Tablo 3.41: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince antioksidan aktivitenin kaybına ait kinetik veriler	82
Tablo 3.42: Kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)	83
Tablo 3.43: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)	83
Tablo 3.44: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki C vitamini içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları	85
Tablo 3.45: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki C vitamini içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	86
Tablo 3.46: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince C vitamini- nin parçalanmasına ait kinetik veriler	88
Tablo 3.47: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince C vitamininin parçalanmasına ait kinetik veriler	88
Tablo 3.48: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki piridoksin içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları	89
Tablo 3.49: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki piridoksin içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	90
Tablo 3.50: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince piridoksinin parçalanmasına ait kinetik veriler	92
Tablo 3.51: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince piridoksinin parçalanmasına ait kinetik veriler	93
Tablo 3.52: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki zeaksantin dipalmitat miktarları ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları	94
Tablo 3.53: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki zeaksantin dipalmitat miktarları ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları.....	95
Tablo 3.54: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait kinetik veriler	97
Tablo 3.55: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait kinetik veriler ...	97

SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ

µg	:	Mikrogram
µl	:	Mikrolitre
AA	:	Antioksidan aktivite
AGP	:	Arabinogalaktan proteinleri
C	:	Konsatrasyon
Deff	:	Efektif difüzyon katsayısı
dk	:	Dakika
DM	:	Diyabet mellitus
DMI	:	Diabetes mellitus tip I
DMII	:	Diabetes mellitus tip II
DPPH	:	2.2 diphenyl-1-picrylhydrazyl
Ea	:	Aktivasyon enerjisi
g	:	Gram
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
GLUT4	:	Glikoz taşıyıcı izoformu - 4
HPLC	:	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
k	:	Reaksiyon hız sabiti
kcal	:	Kilokalori
kJ	:	Kilojoule
KM	:	Kuru madde
L	:	Litre
LBP	:	<i>Lycium barbarum</i> polisakkaritleri
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
nm	:	Nanometre
PDA	:	Photo diode array dedektör
Q₁₀	:	10 °C'lik sıcaklık artışının reaksiyon hız sabitine etkisi
R	:	Gaz Sabiti
R²	:	Determinasyon katsayısı
RMSE	:	Tahmini standart hata
ROT	:	Reaktif oksijen türleri
RPM	:	Dakikada dönüş sayısı
SÇKM	:	Suda çözünebilir kuru madde
T	:	Sıcaklık
t	:	Süre
t_{1/2}	:	Yarılanma süresi
TE	:	Troloks eşdeğeri
TFM	:	Toplam fenolik madde
YMD	:	Yaşa bağlı makula dejenerasyonu
ΔE	:	Toplam renk değişimi
χ²	:	ki-kare

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgileri ve fikirleriyle beni destekleyen, kıymetli zamanını ayırıp bana faydalı olabilmek için sabırla ve özveriyle yardımcı olan, mesleki hayatım boyunca bana öğrettiklerinden istifade edeceğim kıymetli danışmanım Prof. Dr. Çetin KADAKAL'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Tez İzleme Komitemde bulunan, tez çalışmam hakkındaki değerli fikirleri ve yorumlarıyla bana ışık tutan sayın Prof. Dr. Raci EKİNCİ ve Prof. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN'e teşekkürü borç bilirim. Tez süreci boyunca beni her zaman destekleyen, sürekli motive eden hayat arkadaşım Uzm. Dr. Zehranur ÜNAL'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma, beni maddi manevi olarak tüm hayatım boyunca destekleyen, büyütüp bu günlere getiren sevgili annem İnci BATU ve babam Prof. Dr. Ali BATU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Kurutma, taze ürünlere yaygın olarak uygulanan bir koruma tekniğidir. Gıda ürünlerinin kurutulmasının temel amacı, gıda yapısındaki suyu belirli bir seviyeye düşürmek, dolayısıyla mikrobiyal gelişmeyi ve kimyasal bozunma reaksiyonlarını büyük ölçüde en aza indirmektir (Krodika ve diğ. 2003). Dehidrasyon işlemleri gıda işleme endüstrisinde önemli bir adımdır. Dehidrasyon, su içeriğini ve mikrobiyal artışı azaltarak ve fizikokimyasal değişiklikleri en aza indirerek meyve ve sebzelerin dayanım sürelerini uzatmaktadır. Ek olarak, kurutma işlemi gıdaların daha iyi korunmasını sağlamakta, raf ömrünü uzatmakta ve gıda ürünlerinin ağırlık ve hacmindeki azalma nedeniyle paketleme, depolama ve nakliye maliyetlerini azaltmaktadır (Asioli ve diğ. 2019; Jia ve diğ. 2019; Önal ve diğ. 2019).

Kompleks yapısıyla bilim insanlarının uzun yıllardır ilgisini çekmekte olan kurutma işleminin uzun yıllardan beri süregelen temel araştırma alanları; kurutma havası koşulları, kurutucu tipleri, enerji maliyeti ve gıda kalitesini etkileyen parametrelerin belirlenmesi olmuştur. Kurutma metodu ve parametrelerinin seçimi; son ürünün tat, renk ve besinsel değerleri açısından son derece önem arz etmekte olup optimum şartların sağlanmaması durumunda son ürünün su tutma kapasitesi azalmakta, çözünen bileşenlerde kayıplar görülmektedir (Rajkumar ve diğ. 2007; Guine ve diğ. 2011).

Kurutma işlemi farklı teknikler ve sistemler ile gerçekleştirilebilmektedir. Güneşte kurutma işlemi birçok olumsuzluk içermektedir. Yapay kurutucular, daha kısa sürelerde kurutma işleminin gerçekleşmesi ve standart kalitede kurutulmuş ürün elde edilebilmesi için çok daha avantajlıdır ve avantajlarından dolayı kurutma işleminde bu tip kurutucuların kullanılması elzemdir. Uygulanabilirlik ve ekonomiklik gibi avantajlarından dolayı gıda kurutma proseslerinde konveksiyonel kurutucular en çok tercih edilenlerdir (Miranda ve diğ. 2009).

Geleneksel hava ile kurutma, gıda ve kimya endüstrisinde en sık kullanılan dehidrasyon işlemidir. Bu durumda kurutma kinetiği, hava sıcaklığı ve hammaddenin boyutundan büyük ölçüde etkilenirken, diğer tüm işleme faktörleri pratik olarak ihmal

edilebilir bir etkiye sahiptirler (Kiranoudis ve diğ. 1997). Kurutulmuş ürünler düşük gözeneklilik ve yüksek görünür yoğunluk ile karakterize edilmektedirler (Krokida ve Maroulis 1997). Konvektif kurutma, basit ve düşük maliyetli olduğu için diğer kurutma yöntemlerine kıyasla tarım ürünlerini korumak amacıyla en çok kullanılan kurutma yöntemlerinden birisidir. Ancak bu yöntem duyu ve besinsel içerik değerlerinde değişikliklere neden olmaktadır (Gava ve diğ. 2008; Orikasa ve diğ. 2014).

Tüketicilerin zevkleri ve yiyecek alışkanlıkları değişmekte ve gün geçtikçe daha çeşitli hale gelmekte olup, goji berry (*Lycium barbarum* L.) ve ürünlerinin popülerliği verimli pazarlama stratejileri ile son yıllarda hızla artmıştır. Dünyada goji berry veya kurt üzümü olarak bilinen bu meyve; besin değeri, antioksidan özelliği ve sağlık açısından birçok faydasından dolayı son yıllarda popüler hale gelmiştir. Goji berry “süper meyve” olarak 21. yüzyıla adını yazdırmıştır (Potterat 2010).

Gıdalar için coğrafi köken en önemli kalite parametrelerinden birisi olmakla birlikte toprak, iklim ve yetiştirme yöntemleri bitkilerin kimyasal bileşiminde farklılıklara sebep olabilmektedir. Goji berry bitkisi dayanıklı, ekolojik toleransı yüksek ve verimsiz toprakların ıslahında kullanılabilir kök yapısına sahiptir. Ticari olarak üretilen goji berry meyvelerinin çoğu Çin, Orta Doğu, Moğolistan, Japonya, Tavyan ve Himalayalarda yetiştirilmekte olup (Amagase ve Nance 2011) günümüzde Türkiye’de de goji berry yetiştiriciliği başlamıştır.

Goji berry, 7. yüzyıl Tang hanedanına dayanan Çin tıbbı sağlık uygulamalarında kanı besleyen, yin'i (geleneksel Çin tıbbında bahsedilen Yin Yang prensibi) zenginleştiren fonksiyonu ile kullanılan uzun bir geçmişe sahiptir (Reeve ve diğ. 2010). Goji berry'nin kırmızı meyvelerinden hazırlanan takviye gıdalar 2000 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır (Burke ve diğ. 2005). Farklı bir kaynaktan goji berry meyvesinin geleneksel Çin tıbbında 2500 yıldır zengin içeriğinden dolayı geleneksel ilaç olarak kullanıldığından, bu meyvenin Çin’de genellikle taze olarak, kurutulmuş, bitki çayı olarak, Çin çorbalarına eklenerek, et ve vejetaryen yemeklerinin içine katılarak tüketildiğinden, ayrıca meyve suyu, şarap ve tonik üretiminde de kullanıldığından bahsedilmektedir (Donno ve diğ. 2015). Goji berry meyvesi sulu ve tatlı olmakla birlikte tadı yaban mersini ve kirazın arasındadır. Goji berry meyvesi hassas bir meyve olmasından dolayı bahçeden toplandıktan andan itibaren nem

kaybetmeye başlamakta ve uzun süre muhafaza edilememektedir. Bu sebeple uygun bir muhafaza yöntemi (soğukta muhafaza veya kurutma vb.) seçilerek beklenmeden işleme alınmalıdır.

Goji berry meyvesi yüksek miktarda antosiyanin içermekte olup (Cui ve diğ. 2011) ayrıca karotenoidler (beta-karoten, lutein, likopen, zeaksantin, zeaksantin dipalmitat), vitaminler (askorbik asit, dehidroaskorbik asit ve tokoferol), yağ asitleri, betain ve peptidoglikanlar açısından da zengindir (Donno ve diğ. 2015). İçerdiği en yaygın yağ asitleri sırasıyla linoleik, oleik ve palmitik yağ asitleridir (Cossignani ve diğ. 2018). Goji berry meyvesi ayrıca sitrik, malik, fumarik ve şikimik asit gibi organik asitler içermektedir (Mikulic-Petkovsek ve diğ. 2012). Goji berry meyvesinin kimyasal bileşenleri arasında en bilineni polisakkarit kompleksleridir. Yüksek antioksidan kapasitesinin varlığı, bu meyvenin karotenoidleri ve fenolik bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, goji berry meyvesinin diğer antioksidan bileşikleri lignan, tanenler ve flavonoidlerdir. Meyvenin çekici kırmızı-turuncu rengi, bir grup lipofilik bileşik olan karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Goji berry meyvesinin fenolik asit (siringik, klorojenik, gallik, caik, p-kumarik, 4-hidroksibenzoik, ferulik ve *trans*-sinammik) ve flavonoidleri (rutin, narinjin, kuersetin, kateşin ve kampferol) içerdiği belirtilmiştir (Forino ve diğ. 2016).

1.1 Goji Berry

Goji berry ve kurt üzümü olarak da bilinen bitki, Çin'den en iyi bilinen ve beğenilen meyvelerden birinin eş anlamlıları olup Çince'de “*gou qi*” olarak adlandırılmaktadır (Chen ve diğ. 2018). *Lycium barbarum* L. ismi Carl Linnaeus tarafından 1753 yılında, *Lycium chinese* L. ismi ise 1768 yılında Philip Miller tarafından verilmiştir (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016). Goji berry Çin'de Kurt Üzümü (Wolf Berry) veya Gouqizi olarak da bilinmektedir. Gouqizi; “gouqi” kurt anlamına “zi” ise küçük organik ürün anlamına gelmektedir (Dharmananda 2007). Goji berry bitkisi ülkemizde ise dikenli çalı şeklinde olduğu için tekediken, şeytan ipliği, yemişgen, atlangaç, kurt üzümü, çay bitkisi, çay ağacı, sahte yasemin gibi Türkçe isimler ile bilinmektedir (Baytop 1994; Ebadi 2002).

Goji berry (*L. barbarum* L.) Çin, Tibet ve Asya'nın bazı yerlerinde yetişen *Solanaceae* familyasında olan, yaprak dökken, çalı formunda olan bir bitkidir. *Lycium barbarum* L. temel olarak Doğu Asya'da bulunmakta ve özellikle Güney Çin, Kore ve Japonya'da yetiştirilmektedir (Potterat 2010; Gao ve diğ. 2017). Ayrıca Kuzey Amerika ve Avustralya'da çit bitkisi olarak kullanılmak üzere yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ticari olarak üretilen goji berry meyvelerinin büyük bir kısmı Kuzey merkez Çin'deki Ningxia Hui bölgesi ve Batı Çin'deki Xinjiang Uyghur bölgelerinden elde edilmektedir. Asya kıtası orijinli olan goji berry meyvesinin Çin'de yılda 95.000 ton civarında üretimi yapılmaktadır (Bruno 2009). Goji ağacı 7-20 mm uzunluğunda ve 3-10 mm çapında elipsoid turuncu-kırmızı veya siyah bir meyve üretmektedir (Amagase ve Farnsworth 2011). Son zamanlarda Türkiye'nin bazı illerinde tarlalarda goji berry bitkileri dikilmiş ve meyvelerin hasatları yapılmıştır. Meyveleri 1-2 cm uzunluğunda olup bu meyveler parlak turuncu-kırmızı elipsoid yapıdadırlar.

Goji berry meyvesinin olağanüstü sağlık yararlarına sahip olduğuna ve insanlar için zararsız olduğuna inanılmaktadır. İçerdiği biyoaktif maddeler ve sağlığa yararlı fonksiyonları nedeniyle batı dünyasında giderek daha popüler hale gelmektedir (Montesano ve diğ. 2016; Blasi ve diğ. 2017; Rocchetti ve diğ. 2018; Bertoldi ve diğ. 2019). Asya ülkelerinde olgunlaşmış goji berry meyveleri geleneksel bitkisel ilaç olarak kullanılmakta ve meyvenin fonksiyonel özelliklerinden yararlanılmaktadır (Zhu 1998).

1.2 Goji Berry'nin Kullanım Alanları

L. barbarum ve *L. chinense*, Çin ve diğer Asya ülkelerinde gıda ve tıbbi bitkiler olarak uzun bir geleneğe sahip olan yakından ilişkili iki türdür. Her iki türün meyveleri Çin mutfağında popüler olan bileşenlerdendir. Özellikle Çin mutfağında goji berry çorbalara, çok sayıda et ve sebze yemeğine eklenilerek tüketilmektedir. Ağustos ayından ekim ayına kadar hasat edilen meyveler genellikle kurutularak veya taze olarak tüketilmektedir. Sindirimsel kullanımının yanı sıra, Goji geleneksel Çin tıbbında önemli bir rol oynamaktadır. Goji berry'nin tıbbi gelenekte sadece meyveleri (*fructus Lycii*) ünlü bir yin güçlendirici ajan olarak değil, aynı zamanda kök kabuğu da (*cortex Lycii radices*) ateş düşürücü olarak kullanılmaktadır. Meyveler ayrıca

tentürler, tozlar ve tabletler yapmak için işlenmektedir (Gross 2006; Potterat 2010; Amagase ve Farnsworth 2011; Benzie ve Wachtel-Galor 2011).

Bir Çin bitkisi olan *Lycium barbarum*, sağlıksal yararları için takviye amacıyla tüketiminin yanı sıra geleneksel olarak Çinliler tarafından çay şeklinde de tüketilmektedir. ABD'de yaygın olarak bulunan bir içecek olan goji suyu da bu otu içermektedir (Rivera ve diğ. 2012). Goji berry, kilo kontrolü, yaşlanma engelleyici ve karaciğer hasarlanmasını korumayı amaçlayan bitkisel çaylarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çin'in kentsel alanlarında yapılan araştırmalarda, goji berry çayının çok tüketilen bir içecek olduğu ifade edilmiştir. Goji berry'nin Çin'de işlenmiş yiyecek ve içeceklerde kullanımı yaygınlaşmış olup son yıllarda goji berry içeren yeni ürün tanıtımları artmıştır (Bucheli ve diğ. 2011).

Goji berry meyveleri hem taze hem de kurutulmuş olarak tüketilmektedir. Ayrıca konsantre özler ve meyvelerin alkolle elde edilmiş ekstraktları karıştırarak alkollü içecek ve meşrubat yapmak için de bu meyve kullanılmaktadır. Bitkilerin genç yaprakları doğrudan besin kaynağı olarak kullanılabilir. Tibet, Tayland, Vietnam, Japonya, Kore ve Çin gibi Asya ülkelerinde özel isimlere sahip olan kurutulmuş goji berry meyvesi bu ülkelerde tedavi amacıyla popüler olarak kullanılmaktadır (Chang ve diğ. 1986; Bensky ve diğ. 1993; Zhu 1998).

Goji berry suyu ve diğer Goji berry türevli ürünler Avrupa ve Kuzey Amerika'da giderek popüler hale gelmekte ve çoğunlukla internet üzerinden gıda takviyesi veya "süper gıda" olarak satılmaktadır (Potterat ve Hamburger 2008). Son zamanlarda, Birleşik Krallık ve Kuzey Amerika dahil olmak üzere Batı dünyasındaki insanlar goji berry meyvelerini diyet takviyesi ve doğal sağlık ürünü olarak kullanma eğilimindedir (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016). Doğu Asya'da geleneksel bir gıda ve ilaç olan goji berry, 21. yüzyılın başından beri Avrupa ve Kuzey Amerika'da giderek daha popüler hale gelmiştir. Çok sayıda ürün, sağlıklı gıda pazarında goji berry adı altında pazarlanmaktadır. Özellikle internet üzerinden satışa sunulan goji berry ürünleri refah ve uzun ömür vaat etmektedir (Potterat 2010).

1.3 Goji Berry'nin İçeriği

Goji berry meyveleri yüksek besin değerine sahiptir ve içerdiği karbonhidrat (46 g/100 g), protein (13 g/100 g), yağ (1,5 g/100 g) ve diyet lifi (16 g/100 g) ile iyi bir makro besin kaynağıdır. Meyveler ayrıca mineraller ve vitaminler gibi mikro besinler içermekte, yani her 100 g goji berry meyvesi 60 mg'a kadar kalsiyum, 5,4 mg demir, 434 mg potasyum, 1,5 mg çinko ve 48 mg C vitamini içermektedir (Zhong ve diğ. 2013). Polisakkarit kompleksi, goji berry meyvelerinin toplam kuru maddesinin %5-8'ini oluşturmaktadır (Amagase ve Farnsworth 2011).

Goji berry meyvesi yüksek miktarda antosiyanin içermekte (Cui ve diğ. 2011), ayrıca karotenoidler (beta-karoten, lutein, likopen, zeaksantin, zeaksantin dipalmitat), vitaminler (askorbik asit, dehidroaskorbik asit ve tokoferol), yağ asitleri, betain ve peptidoglikanlar bakımından zengin içeriğe sahiptirler (Donno ve diğ. 2015). İçerdiği en yaygın yağ asitleri sırasıyla linoleik, oleik ve palmitik yağ asitleridir (Cossignani ve diğ. 2018). Goji berry ayrıca sitrik, malik, fumarik ve şikimik asit gibi organik asitleri ihtiva etmektedir (Mikulic-Petkovsek ve diğ. 2012).

Gerçekleştirilen bir çalışmada goji berry meyvesinde sekiz fenolik asit (şiringik, klorojenik, gallik, caik, p-kumarik, 4-hidroksibenzoik, ferulik ve *trans*-sinammik) ve flavonoidler (rutin, naringin, kuersetin, kateşin ve kamferol) tanımlanmıştır. Şiringik ve klorojenik asit içeriklerinin sırasıyla 946,33 mg / 100 g ve 130,00 mg / 100 g olarak belirlendiği çalışmada ana flavonoidler arasında bulunan rutin ve naringin miktarları sırasıyla 665,00 mg / 100 g ve 213,00 mg / 100 g olarak tespit edilmiştir (Forino ve diğ. 2016). Ek olarak, goji berry meyvesinin yüksek miktarlarda klorojenik asit (Wang ve diğ. 2010) ve rutin (Donno ve diğ. 2015) içerdiği ifade edilmektedir. Bazı araştırmacılar rutini goji berry meyvesinin ana flavonoidi olarak görmektedir (Potterat 2010; Pedro ve diğ. 2018).

Karotenoidler, *Lycium barbarum*'un bileşiminde önemli bir role sahiptirler. Karotenoidler, serbest radikalleri ve tekli oksijeni yakalayabilen, serbest radikallerin hücrelere verdiği zararı azaltabilen serbest konjüğe çift bağlar içermektedir (Biard ve diğ. 2009). Karotenoidler ve beta-karoten önemli doğal antioksidanlardır. Bir beta-karoten molekülü, 1000 molekül oksijen aktivitesini inhibe edebilmektedir. Beta-karoten ayrıca kanser hücrelerinin apoptozunu indüklemeye potansiyeline sahiptir (Muto

ve diğ. 1995; Gao ve diğ. 2017). Goji berry meyvesindeki karotenoidler, sağlığı geliştirme özelliklerine sahip biyolojik olarak aktif bileşenlerden oluşmakta olup bu meyvelerin karakteristik turuncu-kırmızı renginden sorumludurlar. Zeaksantin, goji berry meyvesinde bulunan en yaygın karotenoidlerden birisidir (toplam karotenoid miktarının %31-56'sı). Zeaksantin, zeaksantin dipalmitat formunda bulunmakta olup goji berry, şimdiye kadar bilinen en iyi doğal zeaksantin dipalmitat kaynağı olarak kabul edilmektedir. Beta-karoten, neoksantin ve beta-kriptoksantin, zeaksantin ile karşılaştırıldığında goji berry meyvesinde daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Wang ve diğ. 2010).

Gao ve diğ. (2017), *Lycium barbarum*'un yaprakları, meyveleri ve kök kabuğunda yüksek miktarda polisakkaritler, karotenoidler, flavonoidler, alkaloidler, amidler, peptitler, antrakinonlar, kumarinler, lignanoidler, terpenoidler, steroller, steroidler, organik asitler, antosiyaninler, uçucu yağlar ve glikolipidler bulunduğunu belirtmişlerdir. *Lycium barbarum*, esas olarak yüksek konsantrasyonda *Lycium barbarum* polisakkaritlerinden (LBP'ler) kaynaklandığı düşünülen çok çeşitli farmakolojik aktivitelere sahiptir. Ayrıca *Lycium barbarum*'un doğal amino asit LBP'leri içerdiğini bildirmiştir. LBP'lerin ramnoz, galaktoz, glikoz, arabinoz, mannoz ve ksiloz dahil olmak üzere birkaç monosakkarit ve 17 amino asit içerdiği belirtilmiştir (Luo ve diğ. 2004; Gao ve diğ. 2017).

1.4 Goji Berry'nin Biyoaktif Özellikleri

Meyve ve sebze yönünden zengin diyetlerin insan sağlığına yararlı olduğu bilinmektedir. Kanıtlar, sağlığı destekleyen veya hastalığa karşı koruyucu etkileri olan bu bitki besinlerinin çoğunun tamamlayıcı ve / veya sinerjistik etkilere sahip olduğunu ve birini veya diğerini izole etmenin, bir besleyicinin içerdiği tüm yiyecekleri tüketmekten daha az yararlı olduğunu göstermektedir. Bugün, tüketici bu bitkisel besleyicilerin faydalarını verimli, kullanışlı ve doğal formülasyonlarda almayı beklemektedir. Bu nedenle, doğal biyoaktif maddelerden lezzetli yiyeceklere kadar, biyoaktif hammaddelerin bütünlüğünü korumak için yeni bir yaklaşım olmalıdır (Bucheli ve diğ. 2011).

Literatürde, son 20 yılda goji berry de dahil olmak üzere birçok potansiyel biyoaktif bileşen içeren gıdalar üzerinde çalışılmıştır (Potterat ve Hamburger 2008; Sze ve diğ. 2008). Gerçekleştirilen çalışmalarda esas olarak arabinogalaktan proteinler (AGP'ler), karotenoid olan zeaksantin ve C vitamini üzerine odaklanılmış, potansiyel işlevsellikleri ve besleyici özellikleri tartışılmıştır (Bucheli ve diğ. 2011). Literatürde goji berry'nin çeşitli biyolojik aktiviteler sergileyen çözünür makromoleküller içerdiği bildirilmiş olup bunlar AGP olarak tanımlanan çözünür glikokonjugatlara atfedilmiş, Çin literatüründe “*L. barbarik* polisakkarit” (LBP) olarak adlandırılmaktadır (Bucheli ve diğ. 2011). Karaçam arabinogalaktanı, sindirime olumlu bir katkı sağlamanın yanı sıra bağışıklık sisteminin etkinliğini artırmaktadır (D'Adamo 1996). Bakteri ve virüslerin karaciğer ve diğer organlardaki hücre zarlarına konumlanmasını ve enfeksiyonlara neden olmasını önlemektedir (Beuth ve diğ. 1987; Hagman ve diğ. 1991). AGP'lerin sağladığı fayda bir kaynakla ilişkili görünmemekte, ancak ortak özellikleri olan yapısal özelliklerin bir sonucu gibi görünmektedir. Bu nedenle, goji berry meyvesinde bulunan AGP'lerin arabinogalaktanlar için belirtilen yararlarla aynı biyoaktif özellikleri göstermesi öne sürülebilmektedir (Bucheli ve diğ. 2011).

75 kanser hastası üzerinde yapılan bir klinik çalışmada, hastalara hem normal kanser tedavisi hem de normal kanser tedavisine ek olarak LBP takviyesi verilmiş, bunun sonucunda LBP takviyesi ile gerçekleştirilen tedavide normal kanser tedavisine göre kanserde önemli bir gerileme görüldüğü belirtilmiştir (Gau ve diğ. 1994). Daha yakın zamanlarda, LBP'nin insanda bulunan prostat kanser hücrelerinin büyümesi üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada elde edilen sonuçlar ise LBP'nin prostat kanser hücrelerinin büyümesini inhibe edebileceği ve bazı olumsuz oluşumları azaltabileceği belirtilmiştir (Luo ve diğ. 2008).

Lycium polisakkaritlerin antioksidatif kabiliyetine dair kanıtlar, *in vitro* ve birkaç *in vivo* çalışmaya dayanan çeşitli yayınlarda sunulmuştur, ancak bunların bir kısmı saflaştırılmış bir glikokonjugat fraksiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Li ve diğ. (2007), fareler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda LBP'lerin antioksidan potansiyelini açıkça ortaya koyduğu sonucuna varmışlardır. Farelerle yapılan çalışmalarda LBP'nin oksidatif stres ve DNA hasarını azaltabildiği (Wu ve diğ. 2006; Li 2007; Li ve Zhou 2007) ve yüksek yağlı diyetlerde serbest radikallerin neden olduğu lipid oksidasyonunu inhibe ettiği bildirilmiştir (Ma ve diğ. 2009).

Zeaksantin oksijenli bir karotenoid olup diyet ile tüketiminin akciğer (Le Marchand ve diğ. 1993) ve kolon kanseri (Slattery ve diğ. 2000) gibi bazı kanser türlerinin görülme sıklığı ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir (Dwyer ve diğ. 2004). Ayrıca, zeaksantin hem ciltte (Gonzalez ve diğ. 2003) hem de gözde (Rose ve diğ. 1998) foto-koruyucu bir etkisinin bulunduğu bildirilmiştir. Ek olarak, zeaksantin için bilinen en zengin kaynağın goji berry olduğu rapor edilmiştir (Landrum ve Bone 2001; Cheng ve diğ. 2005).

Breithaupt ve diğ. (2004), goji berry'den elde edilen ve sentetik olarak üretilen zeaksantin emilimini karşılaştırdıkları çalışmada, goji berry kaynaklı zeaksantin sentetik olana göre daha iyi emildiğini bildirmişlerdir. Cheng ve diğ. (2005), 28 günlük bir takviye çalışmasında, günlük 15 gram bütün halde goji berry tüketiminin plazmadaki zeaksantin seviyesini 2,5 kat arttırdığını gözlemlemişlerdir.

1.5 Goji Berry'nin Antioksidan ve Antikarsinojen Özellikleri

İnsan vücudunun serbest radikaller tarafından oluşturulabilecek oksidatif stresi ortadan kaldırmak için en önemli silahı antioksidanlardır. Antioksidanlar serbest radikalleri temizleyebilen ve hücre hasarını engelleyebilen maddelerdir. İnsanda bulunan antioksidanlar vücut tarafından doğal olarak üretilbildikleri gibi dışarıdan ilave olarak da alınmaktadırlar. Hem endojen hem de eksojen antioksidanlar serbest radikal süpürücü olarak hareket ederler. Bu sayede savunma sisteminin etkisini artırarak hastalık riskini de azaltmaktadırlar (Karabulut ve Gülay 2016).

Diyetle elde edilen ve diyetle tüketilen sentetik antioksidanlar kanserojen olabilmektedir. Gıdalarda en yaygın olarak kullanılan antioksidanlar arasında bütillenmiş hidroksil anizol, bütillenmiş hidroksil toluen, propil gallat ve üçüncül bütül hidrokinon bulunmaktadır (Chib ve diğ. 2020). Yang ve diğ. (2016), doğal antioksidan bileşiklerin sentetik antioksidanlar kadar güçlü olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle son yıllarda doğal antioksidanların kullanımı tercih edilmektedir. Antioksidanlar meyve ve sebzeler dahil birçok gıdada bulunabilmektedir. Gıdalardaki antioksidanların rolü, oksidasyonu geciktirmek veya kontrol etmektir. C vitamini, E vitamini, α -karoten, likopen, polifenol vb. antioksidan özellikli maddeler ana antioksidan kaynaklarıdır. Faydalı antioksidanları içeren gıdalar (örneğin, acai üzümü,

goji berry, yeşil çay) ve ayrıca esas olarak diyet takviyeleri olarak satılan ürünler (örneğin, C vitamini, likopen, selenyum) ya da gıdalara eklenen maddeler (örneğin E vitamini) kanser, kalp hastalığı, felç ve artrit vb. hastalıklara yakalanma riskini azaltmaktadır (Chib ve diğ. 2020).

Bazı bitki bazlı gıdaların antioksidan bakımından çok zengin olduğu bilinmekte olup goji berry de bunlardan birisidir. Geleneksel Çin bitkisel ilaçlarından olan *Lycium barbarum*'un oksidasyonu azalttığı bilinmektedir. Goji berry meyvelerinde vitaminler, polisakkaritler, flavonoidler ve karotenoidler gibi çeşitli fonksiyonel bileşenlerin varlığının bu etkilerden sorumlu olduğuna inanılmaktadır (Islam ve diğ. 2017). İçerdikleri önemli miktarlarda karotenoid pigmentleri, flavonoidler, polisakarit fraksiyonu ve askorbik asit nedeniyle goji berry meyvelerinin güçlü antioksidan kapasiteye sahip oldukları kanıtlanmıştır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016). Kafeik asit beyindeki çeşitli β -amiloid oluşumu, agregasyon ve nörotoksisite hedefleri ile spesifik antienflamatuar mekanizmalara sahiptir (Gao ve diğ. 2017; Habtemariam 2017).

Goji berry meyvesinin antioksidan özellikleri aynı zamanda ilaç geliştirme, kozmetik ürünler ve özel amaçlı gıdalar için de kullanılmaktadır. Buna göre, goji berry meyvesinin fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için iyi bir hammadde olduğu düşünülmektedir. Bu biyolojik olarak aktif bileşikler, oksidasyona karşı koruma sağlamak için gıda ürünlerine eklenebilmektedir (Franco ve diğ. 2016; Comunian ve diğ. 2016). Bu nedenle, sentetik antioksidanların insan vücudunda uzun süre kanserojen ve mutajenik etkilere neden olduğu düşünüldüğünde, goji berry'den antioksidan üretimi son derece önem arz etmektedir (Cordeiro ve diğ. 2013).

Ekzojen antioksidanlar α -tokoferol (E vitamini), β -karoten (A vitamini), askorbik asit (C vitamini) ve folik asit (B₉ vitamini) dışarıdan alınan vitamin türevi antioksidanlardır (Dündar ve Aslan 1999; Aydemir ve Karadağ-Sarı 2009). E vitamini, yüksek antioksidan potansiyeline sahip yağda çözünen bir vitamindir. Bu vitamin, sekiz stereoizomere sahip asimetric bir bileşik olan tokoferol ve tokotrienollerdir. İnsanlarda en biyoaktif formu, α -tokoferol adı verilen E vitamini oluşturur ve hücre zarlarını serbest radikallerin hasarına karşı korur.

In vitro hücre kültürü çalışmaları, karotenoidlerin hücre proliferasyonunu, transformasyonunu ve mikro-çekirdek oluşumunu inhibe ettiğini göstermiştir. Bu özellik karsinogeneze karşı koruyucu etkiden sorumlu olarak görülmektedir (Collins 2001). Bazı karotenoidler, doza bağlı olarak boşluk bağlantılarının iletişimini arttırmaktadır. Açıklık bağlantıları, hücreleri birbirine bağlayan ve küçük moleküler ağırlıklı maddelerin geçişine izin veren hücreler arası kanallardır. Su dolu küçük gözeneklerden oluşurlar ve komşu hücrelerin sitoplazması arasında doğrudan bir bağlantı kurarlar. Her bir bağlantıya konneksin denmekte ve 6 koninksin proteininin (connexon) birleşmesiyle oluşmaktadır (Zhang ve diğ. 1991). Karsinogenezin en önemli nedenlerinden birinin açıklık bağlantıları iletişimindeki azalmadan dolayı olduğu düşünülmektedir. Hücreler ve açıklık bağlantıları arasındaki iletişimin artması karotenoidler ve retinoidler ile sağlanmaktadır. Sonuç olarak; antioksidan özellikleri nedeniyle, karotenoidler doza bağlı olarak boşluk bağlantısı iletişimini uyarmaktadır (Tapiero ve diğ. 2004; Gökbulut ve Şarer 2008). Yukarıda belirtildiği gibi, goji berry karotenoidlerce çok zengin bir meyvedir ve günlük olarak belirli bir miktarda goji berry tüketerek açıklık bağlantıları iletişimindeki azalmaların önlenileceği düşünülmektedir.

Karotenoid türevlerinin antikanser aktiviteleri, retinoid reseptörlerinin aktivasyonu ile de ilişkilidir. Likopen ve β -karoten liziz ürünlerinin de bu aktiviteden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Likopenin meme, endometriyal, akciğer ve diğer bazı kanser hücrelerinin proliferasyonunu güçlü bir şekilde inhibe ettiği bildirilmektedir (Tapiero ve diğ. 2004). Ek olarak Wright ve diğ. (2003) belirli bir karotenoid yerine çok çeşitli meyve ve sebzelerin tüketilmesinin akciğer kanseri riskini azalttığını vurgulamakta ve bu sinerjistik etkinin önemini ortaya koymaktadır (Gökbulut ve Şarer 2008).

1.6 Goji Berry'nin Yaşlanma Karşıtı Aktivitesi

Antioksidan etkileri olan gıdalar insan vücudunda meydana gelebilecek oksidatif hasarı azaltabilmektedir. Bu nedenle, goji berry yaşlanma karşıtı, yatıştırıcı özellikleri ve susuzluk giderici etkileri nedeniyle geleneksel Çin tıbbında kullanılmaktadır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016).

A, C, E vitaminleri güçlü antioksidan özelliklere sahiptir ve yaşlanmanın olumsuz etkilerini geciktirmektedir. Taze meyvelere ek olarak, kurutulmuş goji mükemmel bir A vitamini kaynağıdır ve 100 g kurutulmuş meyve önemli miktarda A vitamini (8,05 mg) içermektedir. A vitamini güçlü bir doğal antioksidan olup, cildin ve mukozanın bütünlüğünü korumak için vücut tarafından gereklidir. A vitamini ayrıca görsel kalite açısından gerekli bir vitamindir. β -karoten, yağda çözünür bir karotenoid üyesidir. Provitamin olarak bilinirler, çünkü aktif A vitaminine dönüştürülebilirler. Buna ek olarak, β -karoten retinada bir tür A vitamini olan retinole dönüştürülür ve karanlıkta görme için gereklidir (Pham-Huy ve diğ. 2008).

Betain, *Lycium barbarum*'un en önemli fonksiyonel bileşenlerden biri olup, yaşlanma karşıtı etkileri olduğu konusunda önemli bulguların olduğu belirtilmiştir (Zhao ve diğ. 2013). Aynı zamanda insan için gerekli bir besindir. Goji berry meyveleri polisakkarit kompleksleri, karotenoidler, fenilpropanoidler ve yüksek biyolojik aktiviteye sahip diğer bazı maddeleri içermektedir. Polisakkarit kompleksi, goji berry meyvelerinde bulunan en önemli ve en bol miktarda bileşiktir. Meyvelerin toplam kuru maddesinin %5-8'ini içeren oldukça dallı *L. barbarum* polisakkaritleri suda çözünür formda bulunmaktadır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016). LBP'ler oksidatif stresi ve yaşlanmaya bağlı zararlı faktörleri önlemek için yararlıdır. Oksidatif stres, oksidasyon ve antioksidan dengesizliğini ifade eder ve proteaz sekresyonu ve reaktif oksijen türleri (ROT) dahil olmak üzere çok sayıda ara oksidasyon ürününde nötrofil enflamatuvar infiltrasyonuyla sonuçlanmaktadır (Gao ve diğ. 2017). Birçok aerobik hücre metabolik süreçte ROT üretir. Yüksek ROT konsantrasyonu, hücre yaşlanmasına yol açabilen hücresel oksidatif strese neden olmaktadır. *Lycium barbarum* ile yaşlanma karşıtı etkiler üzerinde yapılan deneylerde deneysel toksik biyobelirteçler olarak serbest radikaller kullanılmış olup LBP'lerin serbest radikalleri iyi temizlediği sonucuna varılmıştır. LBP'lerin süperoksit anyonu (O_2^-) ve hidroksil (OH) serbest radikallerinin temizlenmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Lin ve diğ. 2009). LBP'lerin sıçan karaciğer homojenatında malondialdehit oluşumunu inhibe ettiği, O_2^- 'yi temizlediği ve süperoksit oluşumunu önlediği veya geciktirdiği bildirilmiştir (Wu ve diğ. 2004). Ek olarak, LBP'lerin O_2^- , OH ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikallerini temizlediği ve ROT temizleme konsantrasyonundaki bir artışla yavaş yavaş arttığı bulunmuştur. Bununla birlikte,

konsantrasyon belirli bir değere ulaştığında, temizleme oranı artmıştır (Zhang ve diğ. 2013; Gao ve diğ. 2017).

Yaşa bağlı makula dejenerasyonu (YMD) görme kaybını azaltmada birincil faktördür ve görme kalitesini olumsuz etkilemektedir. Yaşam kalitesini azaltmakta ve klinik depresyon riskini arttırmaktadır (Banerjee ve diğ. 2008; Wysong ve diğ. 2009). YMD prevalansı 40 yaş üstü kişilerde %1,5 ila %15 arasında değişmektedir (Njiric ve diğ. 2007). YMD tanısı gün geçtikçe artmaktadır. YMD ile ilişkili mevcut tedavi seçeneklerinin etkinliği sınırlıdır (Augustin ve diğ. 2009; Kaufman 2009). Bu nedenle, YMD önleme stratejileri uygulanmalıdır. Yaşlılar dahil YMD risk faktörleri; yaş, YMD aile öyküsü, sigara içimi, beyaz ırk ve düşük meyve ve sebze tüketimi daha az antioksidan alımı olarak belirlenmiştir. Aşırı antioksidan alımı YMD'nin önlenmesinin stratejilerinden biri olabilecektir (Bucheli ve diğ. 2011). Yüksek antioksidan içeriğe sahip olan goji berry meyvesinin belirli miktarda tüketimi ile YMD'nin önlenilebileceği düşünülmektedir.

Lycium barbarum uzun zamandır Çin tıbbında güçlü bir yaşlanma karşıtı ajan olarak kullanılmaktadır. Modern tıptaki çalışmalar, biyomoleküllerin oksidatif hasarının yaşla birlikte arttığını ve bunların çeşitli yaşlanma bozukluklarının önemli nedenleri arasında olduğunu göstermiştir. İmmün yetmezlik, apoptoz bozukluğu ve DNA hasarı yaşa bağlı patolojilere ve ilişkili morbidite ve mortalite faktörlerine katkıda bulunmaktadır. *Lycium barbarum*, yüksek antioksidan içeriğe sahip bir meyvedir. *L. Barbarum* antioksidanlarının yaşlanma karşıtı antioksidanlar olduğu kanıtlanmıştır (Linnane ve Eastwood 2006). *L. Babarum* LBP'leri, oksidatif stresi ve yaşlanmayla ilişkili diğer çeşitli zararlı faktörleri önlemek için yararlıdır. Yaşlanmanın oksidatif stres teorisi, yaşlanmanın moleküler temeli için en çok çalışılan ve kabul edilen hipotezdir (Gao ve diğ. 2017).

1.7 Goji Berry'nin Antidiyabetik Aktivitesi

Diyabet Mellitus (DM), karbonhidrat, lipit, lipoprotein ve artmış oksidatif stres metabolizması bozuklukları ile karakterize kronik bir hastalıktır. Diabetes mellitus tip I (DMI) ve diabetes mellitus tip II (DMII) olarak sınıflandırılmaktadır. Pankreas beta hücrelerinin kaybı ya da hasarlanması neticesinde insülin sekresyonunda bir eksiklik

meydana gelmektedir. Bu sebeple diyabet hastaları insüline bağımlı hale gelmektedir. (Singh ve diğ. 2013; Hadi ve diğ. 2015).

Diyabet için geleneksel Çin bitkisel tıbbında iyi bilinen *L. barbarum*'un anti diyabetik etkisini gösteren birkaç çalışma bulunmaktadır. Diyabetik fareler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada farelere goji berry polisakkarit ekstraktları farklı oranlarda belirli sürede verilmiş olup işlemin sonunda farelerin plazma insülin seviyelerinde düşüşler görüldüğü bildirilmiştir (Li 2007). Benzer bir çalışmada ise fareler *Lycium barbarum* ekstraktları ile beslenmiş olup işlem sonucunda farelerin kanındaki glikoz seviyelerinin önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir (Guowen ve diğ. 2010). Başka bir çalışmada ise fareler beslenme şekillerine göre gruplara ayrılmıştır. Bir grup fare normal diyet ile beslenirken bir grup fare ise yüksek yağlı besinler ile birlikte bir miktar goji berry polisakkaritleri ilavesi ile beslenmiştir. Çalışmanın sonunda yüksek yağlı besinlere ilaveten goji berry polisakkaritleri ile beslenen farelerin kanındaki glikoz düzeyi diğer gruba göre daha düşük bulunmuş ve goji berry'den elde edilen polisakkaritlerin antidiyabetik etkide olduğu bildirilmiştir (Ming ve diğ. 2009). Goji berry polisakkaritleri tüketen Tip 2 diyabet hastalarının kanındaki fazla olan glikoz miktarında önemli derecede azalmalar görülmüş, bu sebeple goji berry meyvesinde bulunan polisakkaritlerin Tip 2 diyabetli hastalar için tedavilerine ek olarak kullanabilecekleri bir ajan olduğu belirtilmiştir (Cai ve diğ. 2015).

Goji berry tüketimi, bireylerin yaşam kalitesini iyileştirmek ve hastalıkla ilişkili gelecekteki komplikasyonları ve morbiditeyi önlemek için önemlidir. Bununla birlikte, goji berry kullanımı, daha az yan etkileri olan ve uygun dozda kullanıldığında hiçbir yan etkisi olmayan, ilaçlara karşı doğal bir alternatiftir. Diğer taraftan biyoaktif bileşen olan LBP-4, anti-hipoglisemik ve antioksidan rolü nedeniyle çeşitli çalışmaların hedefi olmuştur. Zhao ve diğ. (2014) GLUT4'ün translokasyonu ve aktivasyonu yoluyla insülin direncini analiz etmek için yürütmüş oldukları çalışmada, LBP-4'ün sıçanlarda orta derecede glikoz etkisi olduğunu, glikoz intoleransını artırabileceğini ve böylece insülin direncini arttırabileceğini belirtmişlerdir.

1.8 Goji Berry'nin Sağlık Üzerine Etkileri

Goji berry meyveleri, zengin kimyasal bileşimi ve tıbbi özellikleri nedeniyle 2000 yılı aşkın süredir geleneksel Çin tıbbının önemli bir parçası olmuştur. Alternatif tıp, yüzlerce yıldır böbrek ve karaciğer tedavisi için goji'nin iyileştirici etkilerini kullanmıştır. Ayrıca Çin tıbbında kolesterol ve kan basıncını düşürmek ve kanı saflaştırmak için iyi bir antioksidan olarak kullanıldığı bilinmektedir. Goji berry'nin sağlık yararlarından literatürde bahsedilmiştir. Antiproliferatif faaliyetlerde (Hogan ve diğ. 2010), kilo kaybı amacıyla (Amagase ve Nance 2011), göz problemlerinin tedavisinde (Qian ve diğ. 2004) ve immünomodülatör etkilerde (Arroyo-Martinez ve diğ. 2011) yaygın olarak kullanılmaktadır. Goji berry, geleneksel Çin tıbbında yaşlanma karşıtı, yatıştırıcı ve susuzluk giderici etkileri için kullanılmaktadır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016). Bilimsel topluluklar, goji berry meyvelerinin popülaritesi arttıkça bu küçük meyvenin sağlık yararlarını araştırmaya devam etmektedir.

Diğer fizikokimyasal özelliklerle birlikte antioksidan aktivitesi nedeniyle, bitkinin birçok sağlık yararına sahip olduğu iddia edilmektedir. Goji berry'nin görme, böbrek ve karaciğer fonksiyonlarını, halsizlik ve kan şekeri kontrolünü iyileştirmeye yönelik özellikleri bulunmaktadır. Goji berry üzerinde yapılan çeşitli klinik çalışmalar meyvenin hipoglisemik ve lipit düşürücü etkisini, immünomodülatör aktiviteyi, anti kanser aktivitesini ve retina hücreleri üzerindeki koruyucu etkisini belirtmiştir (Kulczyński ve Gramza-Michałowska 2016).

Doğal olan her ürünün her zaman güvenli olamayacağı unutulmamalıdır. Bazı bitkilerin yüksek derecede toksik olabileceği ve yan etkilere sahip olabileceği bildirilmiştir (Asher ve diğ. 2017). Bu sebeple goji berry meyvesinin tüketimi uzmanların belirleyeceği miktarda olmalıdır.

1.9 Goji Berry'nin Göz Sağlığı Üzerine Etkileri

Bir ksantofil olan zeaksantin, güçlü bir antioksidan ve mavi ışığı emen özelliklere sahip oksijenli bir karotenoiddir. Goji berry en çok bilinen doğal zeaksantin kaynağıdır. Goji berry'nin içeriğinde bulunan toplam karotenoidlerin %80'i zeaksantin

dipalmitat formunda bulunmaktadır (Weller ve Breithaupt, 2003). Goji berry'nin en zengin doğal zeaksantin kaynağı olduğu ve plazma zeaksantin konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmiştir (Cheng ve diğ. 2005). Bununla birlikte, goji berry türevli zeaksantin tüketiminin maküler pigment optik yoğunluğunu, yani maküler lutein ve zeaksantin konsantrasyonlarını artırabileceği ve nihayetinde YMD riskini azaltabileceği fikrini destekleyen hiçbir doğrudan kanıt olmamakla birlikte (Beatty ve diğ. 2001; Carpentier ve diğ. 2009) goji berry tüketiminin bu rahatsızlığın iyileşmesine olumlu etki gösterebileceği düşünülmektedir.

Zeaksantin ve lutein, sarı nokta hastalığı ve katarakt gibi göz hastalıklarının gelişiminde önleyici bir rol oynamaktadır. Her ikisi de gözün retina tabakasında bulunmakta ve gözlerde sağlıklı hücrelerin korunmasına yardımcı olmaktadır. Ne yazık ki, insan vücudu lutein ve zeaksantini üretememektedir. Bu nedenle, günlük gerekli miktarda gıda alımı ile karşılanmak zorundadır. Özellikle koyu yeşil yapraklı sebzelerde bol miktarda bulunmakta olup; ıspanak, brokoli, brüksel lahanası, yeşil fasulye, kivi ve yumurta sarısı zeaksantin ve lutein bakımından zengindir. Goji berry meyvesi bol miktarda zeaksantin içermektedir. Zeaksantin dokularda yaygın olarak dağılmış halde bulunan bir ksantofil karotenoididir ve retinanın göz merceğinde ve maküler bölgesinde bulunan ana karotenoiddir (Ribaya-Mercado ve Blumberg 2004). Zeaksantin, moleküler yapısına dayanarak, tekli oksijeni söndürmek ve serbest radikalleri uzaklaştırmak için yüksek antioksidan kapasitesine sahiptir. Literatürde, zeaksantin gorsel problemleri azalttığı ve retina dokularında oksidatif stresi baskıladığı belirtilmiştir (Manikandan ve diğ. 2016). Ksantofil alımı ile katarakt ve yaşa bağlı maküler dejenerasyon arasında ters ilişki gösteren epidemiyolojik çalışmalar, bu bileşenlerin gözlerde koruyucu bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Ribaya-Mercado ve Blumberg 2004; Gao ve diğ. 2017). Bu nedenle, zeaksantin ve lutein sağlık ve özellikle göz bozukluklarının giderilmesi veya rahatsızlık oluşumunun gecikmesi açısından önemlidir. Ayrıca, zeaksantin için bilinen en zengin kaynağın, görme için gerekli görünen bir bileşenle zenginleştirilmiş, yarı doğal bir hap olarak görülen goji berry meyvesi olduğu bildirilmiştir (Landrum ve Bone 2001; Cheng ve diğ. 2005). Goji berry'nin zeaksantin içeriği olgunluk aşamasına, mevsime ve kurutma işlemine bağlıdır (Ma ve diğ. 2008).

İçerdiği besleyici ve biyoaktif bileşenler sebebiyle sağlık üzerine pek çok olumlu etkisi bulunan goji berry meyvesi önem arz etmekte olup literatürde bu meyve hakkında yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin bazı fiziksel özellikleri ile birlikte toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, suda çözünen vitamin, organik asit, şeker ve fenolik bileşen kompozisyonu ile *trans*-resveratrol ve zeaksantin dipalmitat içeriklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Buna ek olarak, tam olgun goji berry meyveleri 50, 60 ve 70 °C'de kurutularak kuruma karakteristikleri ve bazı kimyasal bileşenlere ait parçalanma kinetiklerinin saptanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

NQ1 türü olan goji berry meyvesinin tüm olgunlaşma aşamalarına ait meyveler Denizli ili Çivril ilçesinde bulunan Redlife adlı firmadan temin edilmiştir. Önceden belirlenmiş olan on farklı bitkiden yeşil olum, renk dönüm ve tam olgun aşamalarındaki meyveler bitkinin her yönünden (kuzey, güney, doğu ve batı) homojen olarak dikkatlice toplanmış, yabancı maddelerden arındırılmış, yıkanmış ve kurutma işlemi ile tüm analizler yapılana kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Şekil 2.1'de bahsi geçen meyvelerin toplandığı bahçedeki bitkiler, Şekil 2.2'de ise farklı olgunlaşma aşamalarındaki goji berry meyveleri sunulmuştur.



Şekil 2.1: Goji berry bitkisi



Şekil 2.2: Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyveleri

2.2 Metotlar

2.2.1 Kuru Madde Tayini

Sabit ağırlığa getirilmiş ve darası alınmış kurutma kaplarına 10 g parçalanmış goji berry meyvesi eklenmiştir. Goji berry meyvesi örnekleri 105 °C’de kurutma kabiniinde (Nüve, FN 120, Türkiye) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuru madde miktarı ağırlıkça % olarak eşitlik 2.1’e göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

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

a: Kurutma işlemi öncesi örneğin ve kabın toplam ağırlığı

b: Kurutma işlemi sonrası örneğin ve kabın toplam ağırlığı

2.2.2 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Goji berry örneklerinde suda çözünür kuru madde (SÇKM) tayini masa tipi dijital refraktometre (Milwaukee MA871 Refractometer, Europe) ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesinde dijital refraktometre kalibrasyonu saf su kullanılarak yapılmıştır. Blender (Waring, USA) yardımıyla ezme haline getirilen tam olgun goji berry meyveleri kaba filtre kağıdından süzildükten sonra kalibre edilmiş olan refraktometrenin gözüne damlatılmış ve sonuçlar °Bx olarak sunulmuştur (Cemeroğlu 2013).

2.2.3 pH Tayini

Goji berry örnekleri su ile yıkandıktan sonra iki kez distile sudan geçirilmiş ve hafifçe kurulanmıştır. Örnekler saplarından ayrıldıktan sonra blenderde parçalanarak homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Ardından süzgeç kağıdından geçirilerek goji suyu elde edilmiştir. Elde edilen goji suyunda pH tayini gerçekleştirilmiştir. pH değerini ölçmek için cam elektrot uçlu pH metre (PL-700PV, Gondo-Tayvan) kullanılmıştır.

Ölçüm öncesinde pH metre kalibrasyonu için 4 (yüksek asidik) ve 7 (nötr) pH'ya sahip tampon çözeltiler kullanılmıştır.

2.2.4 200 Tane Ağırlığı

200 tane ağırlığı Cemeroğlu (2013) tarafından tanımlanan yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Goji berry meyvelerinin 200 tanesinin ağırlığı 0,0001 g hassasiyetteki terazide (LF 225 DR Vibra, Türkiye) 3 tekrarlı olacak şekilde ölçülmüş ve ortalama değeri hesaplanarak verilmiştir.

2.2.5 Renk Analizi

Goji berry meyvelerinin kabuk renklerinin ölçümü Hunter Lab Color Miniscan XE (Model No: 45/0-L, USA) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Meyveler saydam kaplara, içerisinde boşluk kalmayacak şekilde yerleştirildikten sonra beyaz bir zemin üzerinde L^* (0 = siyah, 100 = beyaz), a^* (a^+ = kırmızı, a^- = yeşil) ve b^* (b^+ = sarı, b^- = mavi) renk yoğunluğu değerleri okunmuştur (Cemeroğlu 2013). Toplam renk değişimi (ΔE) değeri eşitlik 2.2 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2} \quad (2.2)$$

2.2.6 Titrasyon Asitliği Tayini

10 mL goji suyu üzerine 20 mL saf su eklenmiş ve 0.1 N NaOH ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sarf edilen alkali çözelti miktarı (mL) belirlenerek eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplama yapılmıştır. Toplam asitlik değeri tartarık asit cinsinden litrede gram olarak verilmiştir (Cemeroğlu 1992).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \times f \times E \times 100}{M} \quad (2.3)$$

V: Harcanan NaOH miktarı (mL)

f: Titrasyonda kullanılan NaOH faktörü

E: Eşdeğer asit miktarı (g)

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (g)

2.2.7 Kül Tayini

Meyvelerin kül miktarı Cemeroğlu (2013) tarafından önerilen yöntemle göre yapılmıştır. Sabit ağırlığa getirilmiş krozelere 5'er g örnek tartılarak koyulmuş, kül rengi oluşana, organik madde kalmayınca ve sabit tartıma gelinceye kadar kül fırınında (Selecta, FM 515, İtalya) 550°C'de yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin kül miktarı eşitlik 2.4'te belirtilen formül ile hesaplanmıştır:

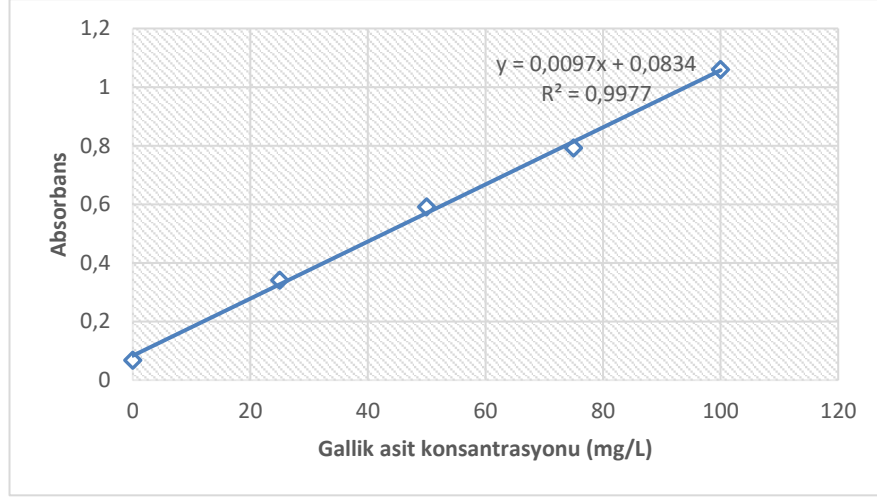
$$\text{Kül miktarı (\%)} = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \quad (2.4)$$

m₁: Tartılan örnek miktarı (g)

m₂: Örnekten yanma sonucu kalan kül miktarı (g)

2.2.8 Toplam Fenolik Madde Analizi

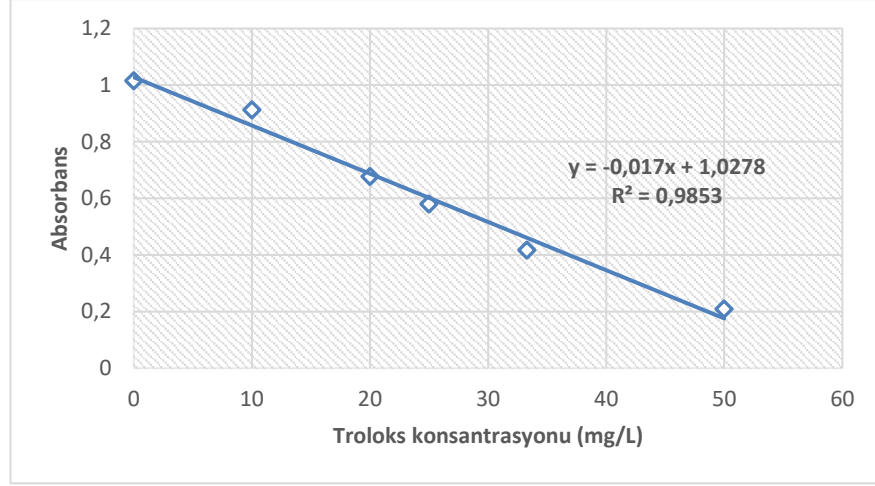
Farklı olgunlaşma evrelerindeki ve kurutulmuş goji berry meyvelerinin toplam fenolik madde (TFM) içeriği spektrofotometrik olarak Singleton ve Rossi (1965)'in yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Goji berry meyvelerinin metanol ekstraktından (1:9 goji berry meyvesi:%90 metanol çözeltisi) 300 µL alınıp üzerine 1500 µL Folin-Ciocalteu çözeltisi (1:10, Folin-Ciocalteu reaktifi:Ultra saf su) eklenerek 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra bu karışımın üzerine 1200 µL %7,5'lik sodyum bikarbonat çözeltisi eklenerek oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda örneklerin absorbansı 760 nm'de spektrofotometre cihazında (PG Instruments T80 UV/VIS, İngiltere) elde edilmiştir. Sonuçların hesaplanması için standart gallik asit eğrisi hazırlanmış olup Şekil 2.3'te verilmiştir. Standart gallik asit eğrisinden elde edilen denkleme göre örneklerin toplam fenolik madde içeriği hesaplanmış olup, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru madde (KM) olarak verilmiştir. Analizler 3 tekrar ve 2 paralel olacak şekilde yürütülmüştür.



Şekil 2.3: Toplam fenolik madde analizi için gallik asit standart eğrisi

2.2.9 Toplam Antioksidan Aktivite Analizi

Farklı olgunlaşma evrelerindeki ve kurutulmuş goji berry meyvelerinde antioksidan aktivite (AA) tayini Thaipong ve diğ. (2006)'da önerilen DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) metoduna göre spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Analizler için goji berry meyvesinin metanol ekstraktı kullanılmıştır (1:9 goji berry meyvesi: %90 metanol çözeltisi). DPPH çözeltisi %90 metanol çözeltisiyle 515 nm'de absorbansı 1,1 olacak şekilde hazırlanmıştır. 150 µL örnek üzerine 2850 µL DPPH eklenerek üzeri parafilm ile kapatılmış ve 1 saat oda sıcaklığında karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbansı spektrofotometrede 515 nm'de okunmuştur. Sonuçlar troloks (Sigma Aldrich) standart eğrisinden çıkarılan denkleme göre hesaplanarak mmol troloks eşdeğeri (mmol TE)/g KM cinsinden hesaplanmıştır. Troloks kalibrasyon eğrisi Şekil 2.4'te verilmiş olup, analizler 3 tekrar ve 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.4: Troloks standart eğrisi

2.2.10 Suda Çözünen Vitamin Analizi

2.2.10.1 Örneklerin Hazırlanması

Hem farklı olgunlaşma evrelerinden elde edilen hem de kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olan goji berry meyvelerinde suda çözünebilir vitamin içeriği analizi için Ekinci ve Kadakal (2005)'in önerdiği yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Meyvelerin sulu ekstraksiyonu Dönmez (2015)'in önerdiği yöntemle göre hazırlanmış olup örneklere 1:9 oranında ultra saf su eklenerek laboratuvar tipi homojenizatörde homojen hale getirilmiş ve homojenizat kaba filtre kağıdı yardımıyla filtre edilmiştir. Süzüntü 10000 rpm'de 10 dakikada 4°C'de santrifüj (Nüve NF800R, Türkiye) edildikten sonra berrak üst faz analiz edilene kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler HPLC cihazına yüklenmeden önce 0,45 µm'lik şırınga ucu filtre (Sartorius, SM16555Q, Germany) ile süzülmüştür.

2.2.10.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

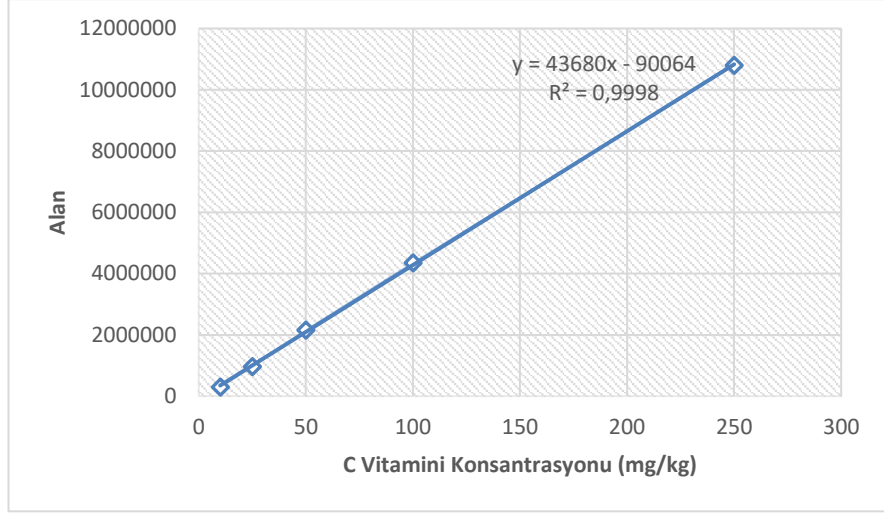
Suda çözünen vitaminlerin tanımlanması ve miktarının tayin edilmesinde HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) cihazı kullanılmıştır. HPLC'nin

çalışma koşulları Tablo 2.1’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar “Shimadzu LC Solution” yazılımı ile değerlendirilmiştir.

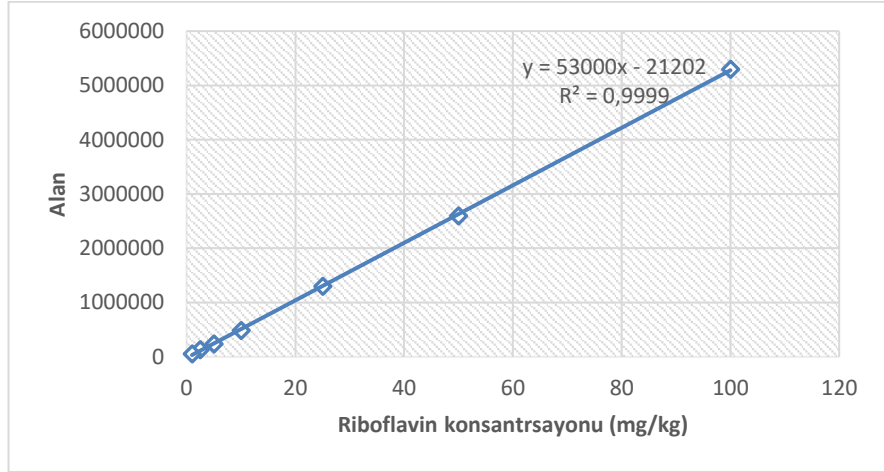
Tablo 2.1: Suda çözünen vitamin analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

Analiz	Askorbik asit, Niasin, Piridoksin ve Tiamin	Riboflavin
Cihaz	Shimadzu LC20AD	Shimadzu LC20AD
Kolon	ACE C18 kolon (7.8x300 mm)	Macherey-Nagel amino kolon (4.6x250 mm)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör <ul style="list-style-type: none"> • Askorbik asit: 254 nm • Niasin: 261 nm • Piridoksin: 324 nm • Tiamin: 234 nm 	Shimadzu 20AD PDA Dedektör <ul style="list-style-type: none"> • Riboflavin: 266 nm
Kolon firması	Shimadzu CTO-20A Kolon firması, 25 °C	Shimadzu CTO-20A Kolon firması, 40 °C
Akış hızı	0,7 mL/dk	1 mL/dk
Mobil Faz	İzokratik, 0,1 M KH ₂ PO ₄ (pH=7)	İzokratik, 0,1 M KH ₂ PO ₄ (pH=7)
Enjeksiyon hacmi	20 µL	20 µL

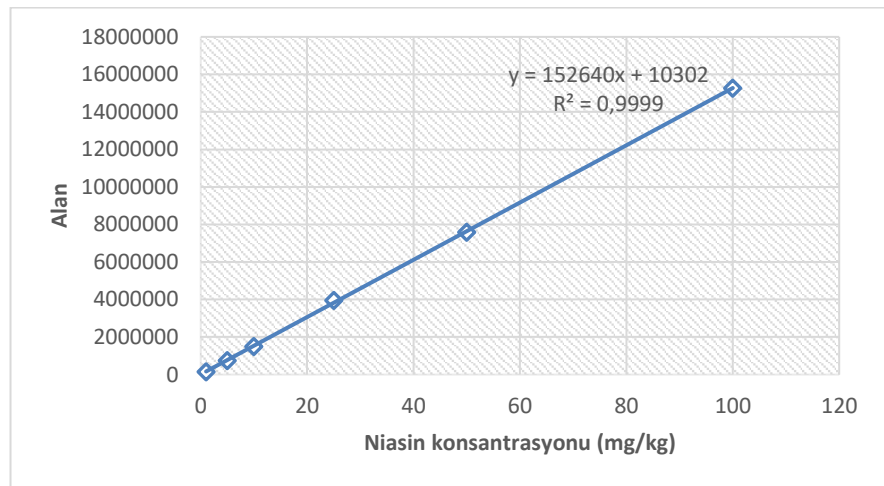
Standart olarak kullanılan askorbik asit (C vitamini), tiamin (vitamin B₁), piridoksin (vitamin B₆), niasin (vitamin B₃) ve riboflavin (vitamin B₂) Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Elde edilen vitamin standartları için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltilerin HPLC cihazına enjeksiyonu sağlanarak kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Suda çözünen vitamin standartlarına ait kalibrasyon eğrileri Şekil 2.5-Şekil 2.9’da verilmiştir.



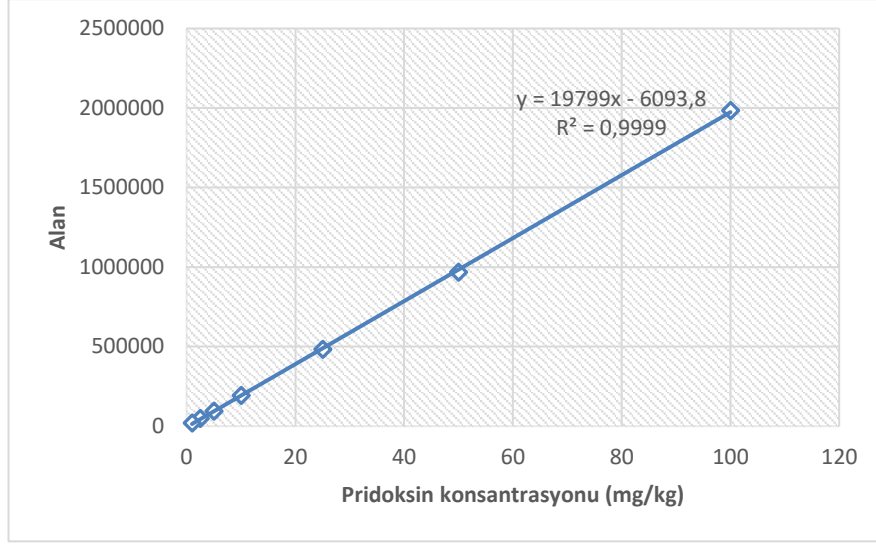
Şekil 2.5: C vitamini standart eğrisi



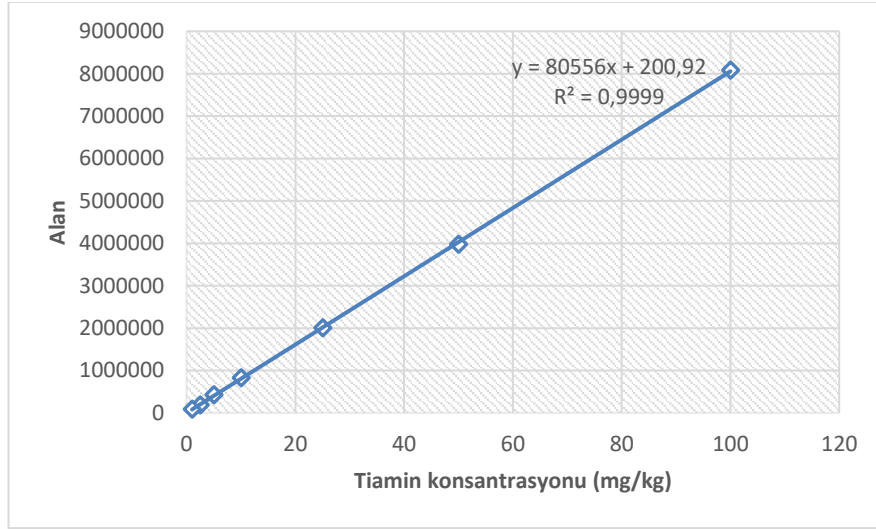
Şekil 2.6: Riboflavin standart eğrisi



Şekil 2.7: Niasin standart eğrisi



Şekil 2.8: Piridoksin standart eğrisi



Şekil 2.9: Tiamin standart eğrisi

Standart çözeltilerin alıkonma zamanı dikkate alınarak örneklerde bulunan suda çözünen vitaminler ve miktarları tespit edilmiştir. Vitaminlerin miktarı standart kalibrasyon eğrilerinden elde edilen denklemler yardımıyla hesaplanmış olup analizler 3 tekrar ve 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.10.3 Suda Çözünen Vitaminler İçin Geri Kazanım Testi

Yöntem hassasiyetinin ve HPLC cihazının doğruluğunun belirlenmesi amacıyla geri kazanım testi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örneklerdeki suda çözünen vitamin miktarları belirlendikten sonra üzerine bilinen konsantrasyonlarda standart

çözelti eklenerek tekrar cihaza yükleme yapılmış ve analiz sonunda geri kazanılan miktar tespit edilmiştir. C vitamini, niasin, piridoksin, tiamin ve riboflavinin ortalama geri kazanım testi sonuçları sırasıyla %97,9, %96,6, %96,2, %97,8 ve %95,9 olarak hesaplanmıştır.

2.2.11 Organik Asit Analizi

2.2.11.1 Örneklerin Hazırlanması

Hem farklı olgunlaşma evrelerinden elde edilen hem de kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olan goji berry meyvelerinde organik asit tayini Soyer ve diğ. (2003) tarafından önerilen yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Örnekler parçalanarak üzerine ultra saf su eklenmiş (1:9 örnek:saf su) ve laboratuvar tipi homojenizatörde homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen karışım kaba filtre kağıdı yardımıyla süzöldükten sonra 4°C’de 10000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Sonrasında berrak üst faz alınmış, analiz edilene kadar -18°C’de muhafaza edilmiştir. Örnekler HPLC cihazına yüklenmeden önce 0,45 µm’lik şırınga ucu filtreden süzölerek berrak filtrat elde edilmiştir.

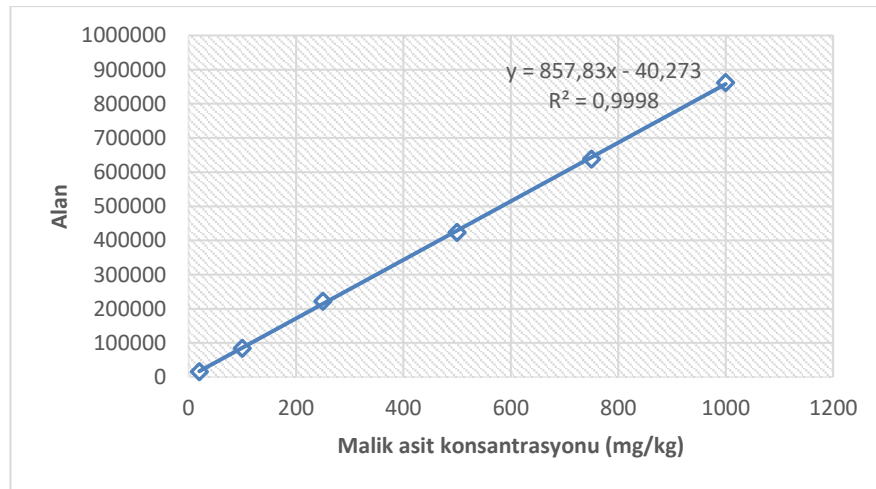
2.2.11.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

Organik asitler HPLC cihazı ile tanımlanmış ve elde edilen veriler “Shimadzu LC Solution” yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Organik asitlerin miktarı elde edilen kalibrasyon eğrileri yardımıyla hesaplanmış olup HPLC cihazının çalışma koşulları Tablo 2.2’te verilmiştir.

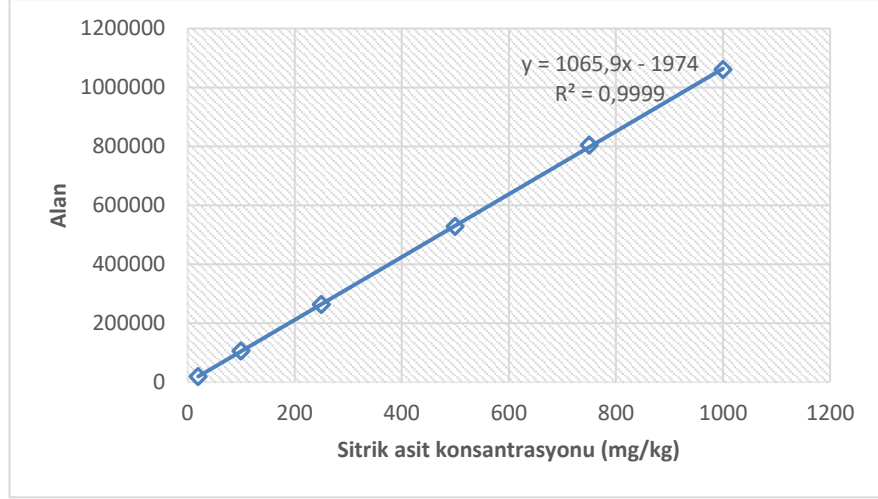
Tablo 2.2: Organik asit analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	Coregel 87H3 (7.8x300 mm)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör, 214 nm
Kolon fırını	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 25 °C
Akış hızı	1 mL/dk
Mobil Faz	İzokratik, 0,01 N H ₂ SO ₄
Enjeksiyon hacmi	20 µL

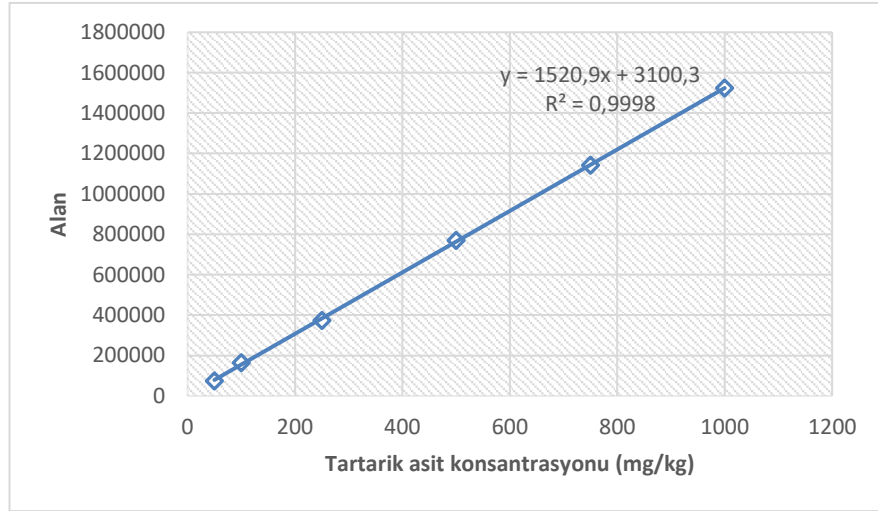
Standart olarak kullanılan malik, sitrik, tartarik ve süksinik asit Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Her bir organik asit için farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler hazırlanmış, cihaza enjekte edilerek kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Organik asit standartlarına ait kalibrasyon eğrileri Şekil 2.10- Şekil 2.13'de verilmiştir.



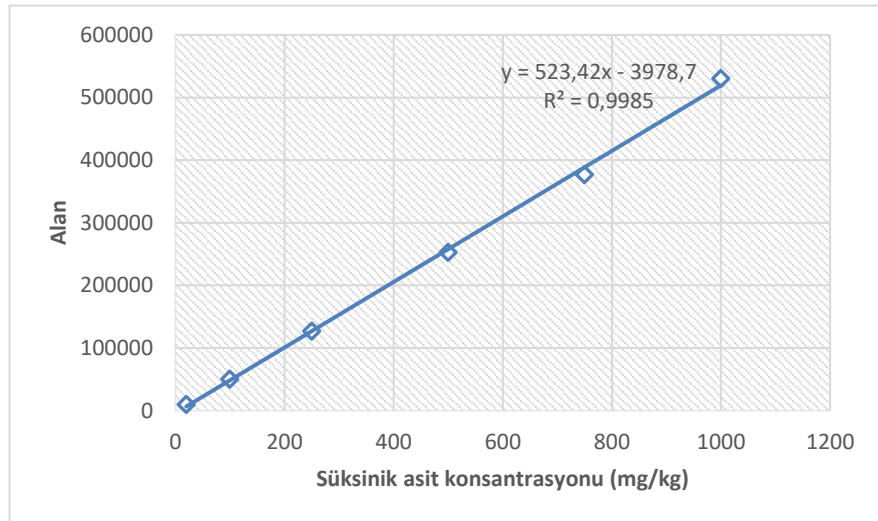
Şekil 2.10: Malik asit standart eğrisi



Şekil 2.11: Sitrik asit standart eğrisi



Şekil 2.12: Tartarik asit standart eğrisi



Şekil 2.13: Süksinik asit standart eğrisi

2.2.11.3 Organik Asitlerin Geri Kazanım Testi

Organik asit analizinin geri kazanım testi, başlangıçtaki organik asit miktarı bilinen örneklere bilinen konsantrasyonlarda standart çözelti eklenip, HPLC cihazında tekrar analiz edilmesi ve analiz sonunda geri kazanılan miktarın hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. Malik, sitrik, tartarik ve süksinik asit için ortalama geri kazanım testi sonuçları sırasıyla %98,1, %97,9, %97,8 ve %97,2 olarak hesaplanmıştır.

2.2.12 Şeker Kompozisyonu

2.2.12.1 Örneklerin Hazırlanması

Hem farklı olgunlaşma evrelerinden elde edilen hem de kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olan goji berry meyvelerinde şeker kompozisyonu analizi Karkacier ve diğ. (2003) tarafından önerilen yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Parçalanmış meyveler 1:5 oranında ultra saf su ile karıştırılmıştır. Laboratuvar tipi homojenizatörde homojen hale getirildikten sonra 6000 rpm'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve berrak üst faz analiz edilene kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler HPLC cihazına yüklenmeden önce 0,45 µm'lik filtreden süzülerek berrak filtrat elde edilmiştir.

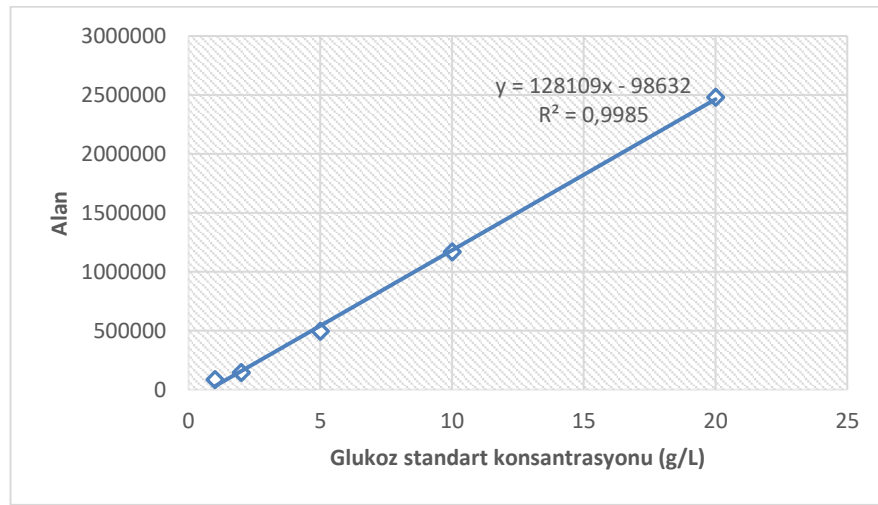
2.2.12.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

Şekerler HPLC cihazı ile tanımlanmış ve elde edilen veriler "Shimadzu LC Solution" yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Şeker miktarları elde edilen kalibrasyon eğrileri yardımıyla hesaplanmış olup, HPLC cihazının çalışma koşulları Tablo 2.3'te verilmiştir.

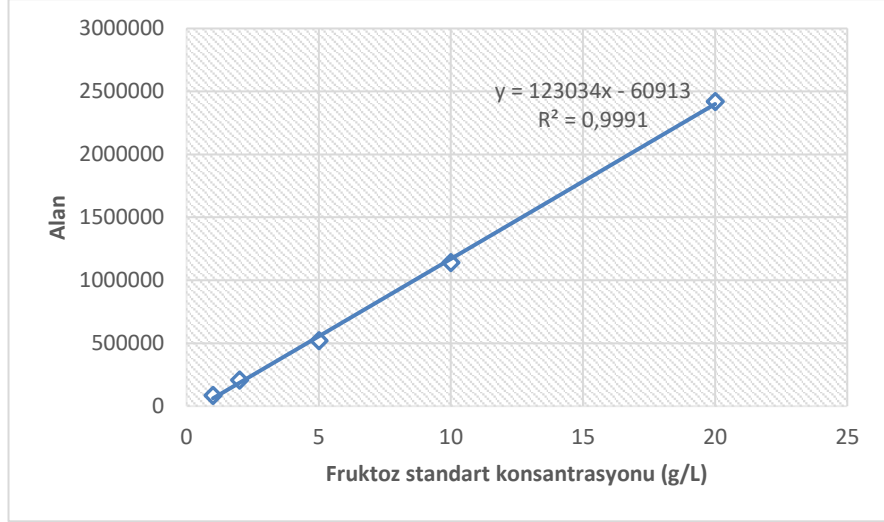
Tablo 2.3: Şeker analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	Bio Rad Aminex HPX-87 ion exclusion column (300x7,8 mm)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör, 190 nm
Kolon fırını	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 25 °C
Akış hızı	1,4 mL/dk
Mobil Faz	İzokratik, Asetonitril:Ultra saf su (75:25, v:v)
Enjeksiyon hacmi	20 µL

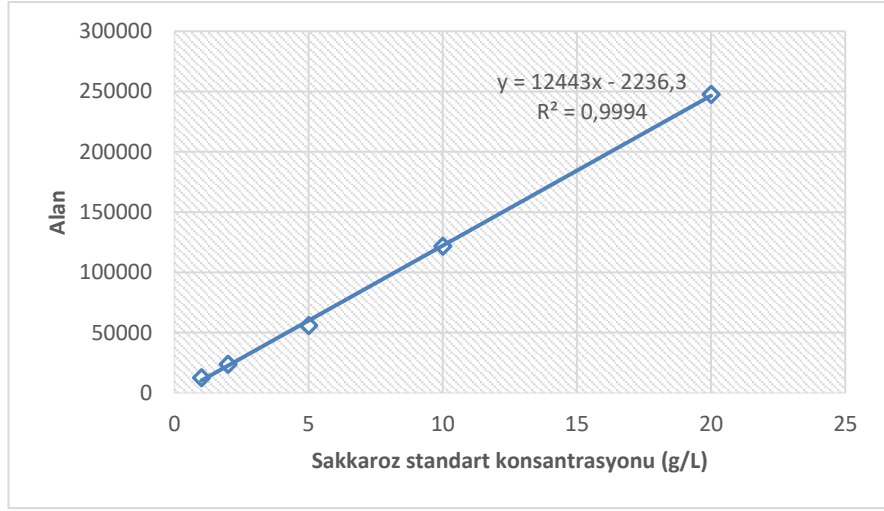
Glukoz, fruktoz ve sakkaroz standartları Sigma Aldrich firmasından temin edilmiş olup, bu standartlara ait kalibrasyon eğrileri Şekil 2.14-Şekil 2.16'da verilmiştir.



Şekil 2.14: Glukoz standart eğrisi



Şekil 2.15: Fruktöz standart eğrisi



Şekil 2.16: Sakkaroz standart eğrisi

2.2.12.3 Şekerler İçin Geri Kazanım Testi

Şeker analizi için geri kazanım testi gerçekleştirilirken başlangıç şeker konsantrasyonu bilinen örneğin üzerine bilinen konsantrasyonlarda standart çözeltiler ayrı ayrı eklenmiştir. Daha sonra standart eklenen örnek HPLC cihazında tekrar analiz edilerek, analiz sonunda geri kazanım oranları hesaplanmıştır. Glikoz, fruktoz ve sakkaroz için ortalama geri kazanım sonuçları sırasıyla %99,8, %99,7 ve %98,1 olarak hesaplanmıştır.

2.2.13 Fenolik Bileşiklerin Kompozisyonu

2.2.13.1 Metanol Ekstraktı Hazırlama

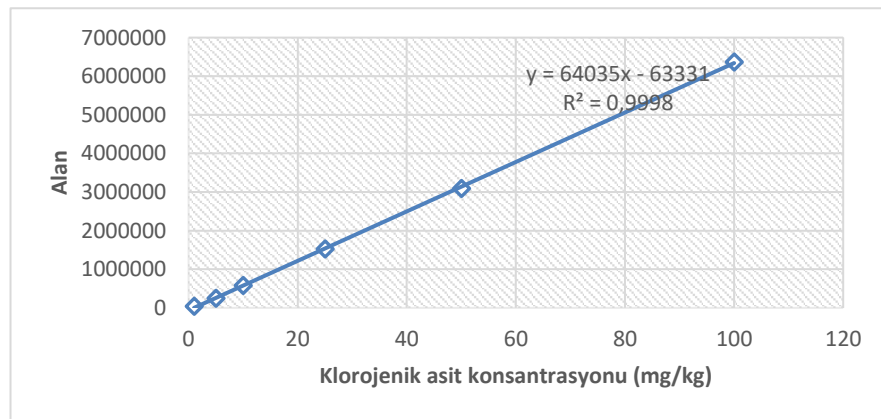
Hem farklı olgunlaşma evrelerinden elde edilen hem de kurutma işlemi gerçekleştirilmiş olan goji berry meyvelerinde fenolik bileşik kompozisyonu, *trans*-resveratrol içeriği, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizinde kullanılacak olan metanol ekstraktı Choi ve diğ. (2012) tarafından önerilen yöntemin modifiye edilmesiyle hazırlanmıştır. Parçalanmış goji berry meyvelerine 1:9 oranında metanol (90:10 metanol:saf su) eklenerek laboratuvar tipi homojenizatörde homojen hale getirilmiş ve homojenizat kaba filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Süzüntü 10000 rpm’de 10 dakika 4°C’de santrifüj edilmiş olup akabinde berrak üst faz alınmış ve analiz edilene kadar -18°C’de muhafaza edilmiştir. Fenolik bileşenlerin nihai ekstraksiyonu Gao ve diğ. (2012)’nin önerdiği yöntemin modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Fenolik bileşenlerin içeriğinin belirlenmesi için -18°C’de muhafaza edilen metanol ekstraktları rotary evaporatörde (CLS Scientific, Türkiye) 45°C’de başlangıç miktarının yaklaşık %10’una ulaşınca kadar buharlaştırılmıştır. Örnekler HPLC cihazına yüklenmeden önce 0,45 µm’lik şırınga ucu filtreden süzülerek berrak filtrat elde edilmiştir.

2.2.13.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

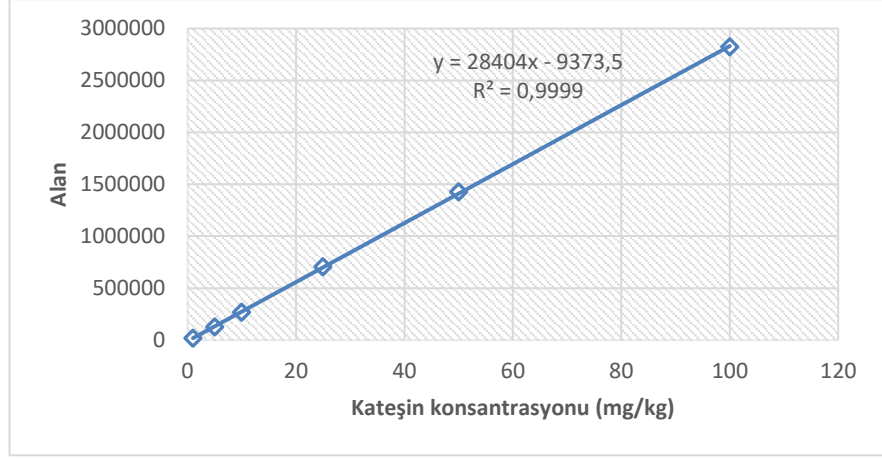
Fenolik bileşiklerin tanımlanması ve miktarının tayini için Bansal ve diğ. (2015)’in önerdiği yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesinde kullanılan HPLC cihazının çalışma koşulları Tablo 2.4’de verilmiştir. Elde edilen veriler “Shimadzu LC Solution” yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Fenolik madde standartları Sigma Aldrich firmasından temin edilmiş olup, her bir fenolik bileşik için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltiler cihaza enjekte edilerek kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Fenolik bileşiklerin standartlarına ait kalibrasyon eğrileri Şekil 2.17-Şekil 2.27’de verilmiştir.

Tablo 2.4: Fenolik kompozisyon analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

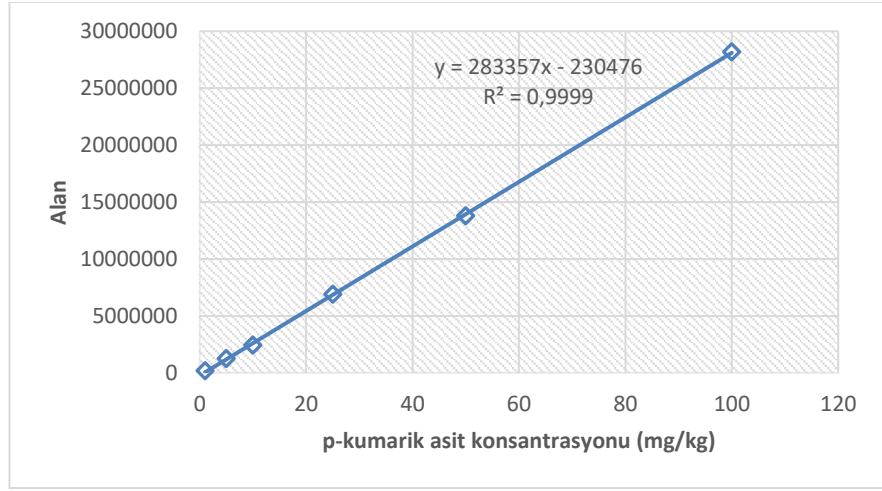
Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	Thermo Scientific BDS Hypersil C18 (100x4,6 mm, 3 µm)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör, Klorojenik asit, kateşin, p-kumarik asit, epikateşin, kafeik asit: 280 nm Rutin: 360 nm Hiperosit: 255 nm Kuersetin, izokuersetin: 370 nm Gallik asit: 271 nm Ellajik asit: 254 nm
Kolon fırını	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 25 °C
Akış hızı	0,5 mL/dk
Mobil Faz	Gradient Süre (dk) A (%0,1 orto-fosforik asit) B (%100 asetonyitril) 0-5 %95 %5 5-25 %50 %50 25-30 %95 %5
Enjeksiyon hacmi	20 µL



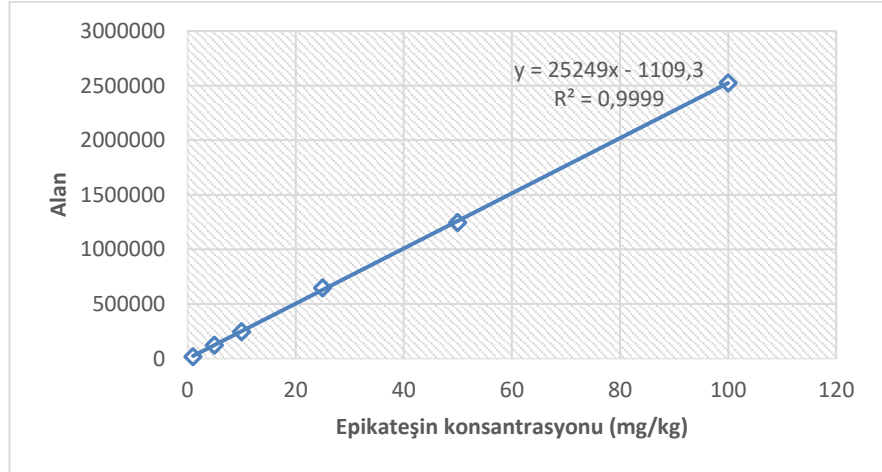
Şekil 2.17: Klorojenik asit standart eğrisi



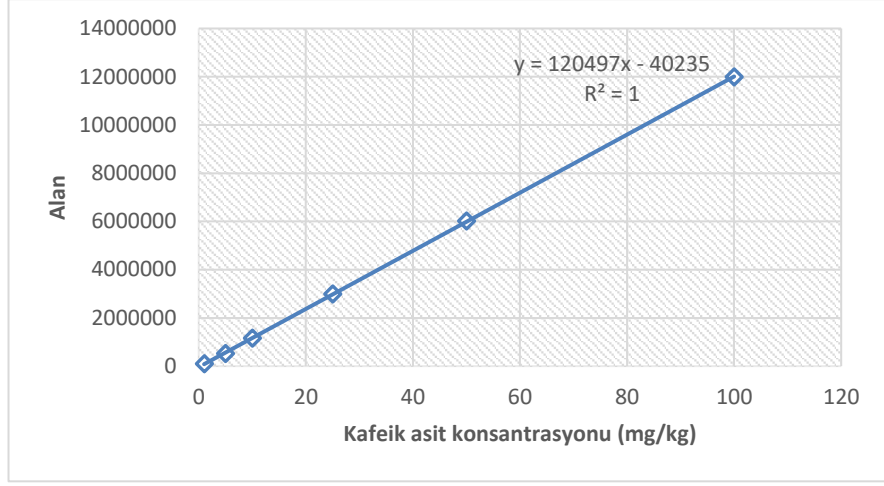
Şekil 2.18: Kateşin standart eğrisi



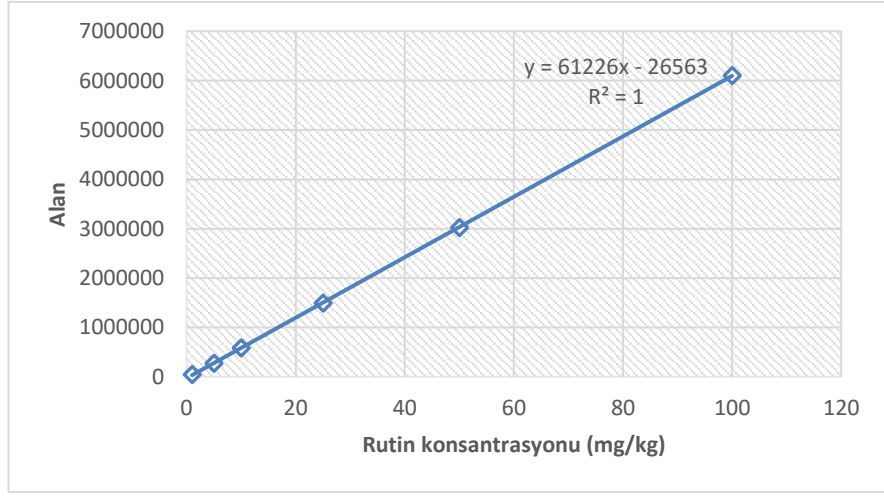
Şekil 2.19: p-kumarik asit standart eğrisi



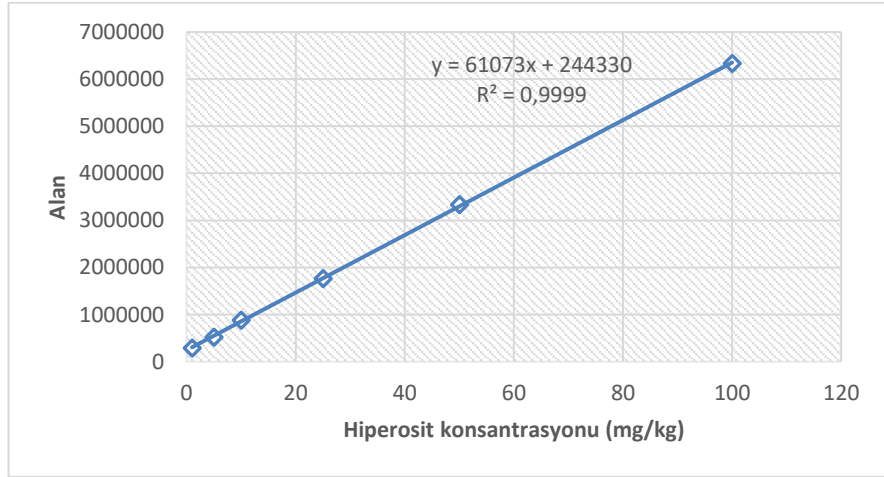
Şekil 2.20: Epikateşin standart eğrisi



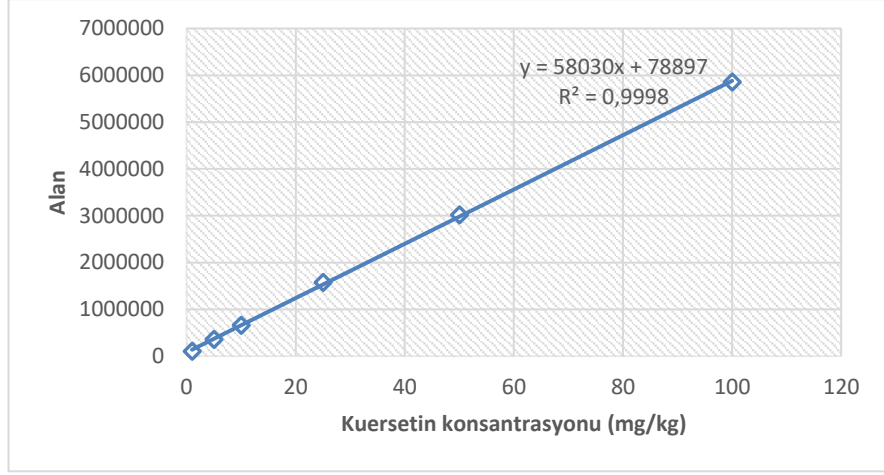
Şekil 2.21: Kafeik asit standart eğrisi



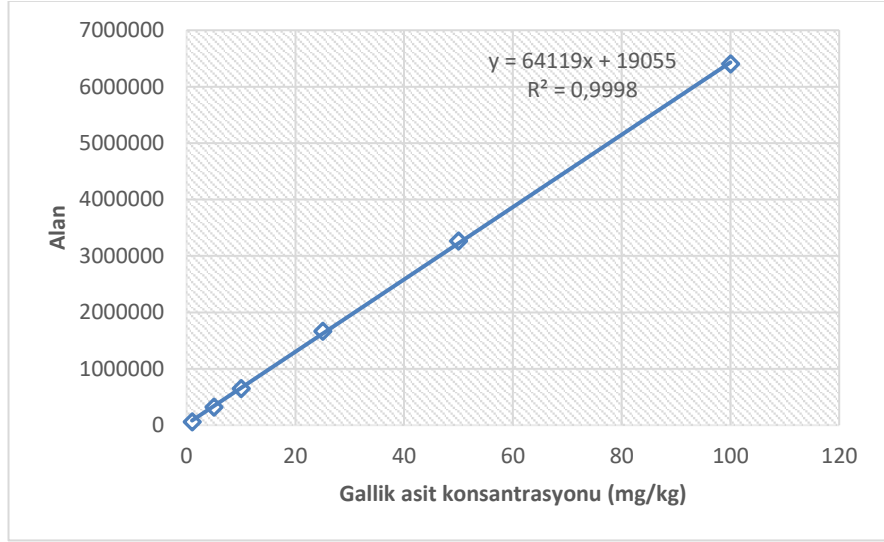
Şekil 2.22: Rutin standart eğrisi



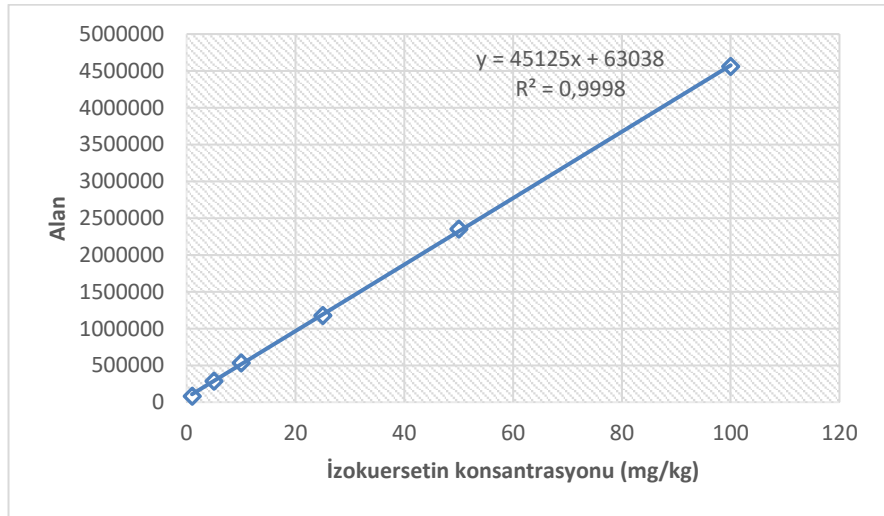
Şekil 2.23: Hiperosit standart eğrisi



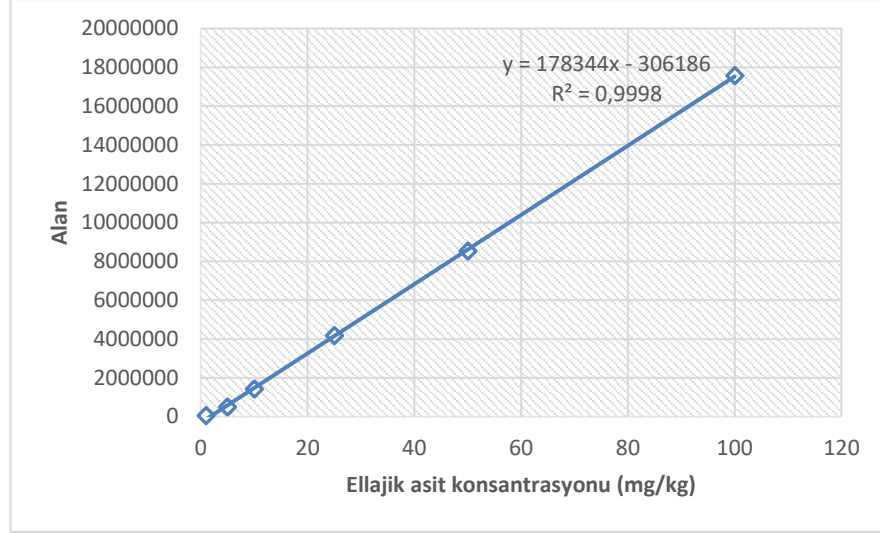
Şekil 2.24: Kueretin standart eğrisi



Şekil 2.25: Gallik asit standart eğrisi



Şekil 2.26: İzokuersetin standart eğrisi



Şekil 2.27: Ellajik asit standart eğrisi

Fenolik bileşikler, standart çözeltilerin alıkonma zamanına göre tespit edilmiş olup, miktarı standart kalibrasyon eğrilerinden elde edilen denklemler yardımıyla hesaplanmıştır. Analizler 3 tekrar ve 2 paralel olarak yürütülmüştür.

2.2.13.3 Fenolik Bileşikler İçin Geri Kazanım Testi

Tüm fenolik maddeler için başlangıç miktarı bilinen örneklerin üzerine bilinen konsantrasyonlarda standart madde eklenmiştir. Elde edilen örnek HPLC cihazında analiz edilerek geri kazanım miktarı hesaplanmış olup ortalama sonuçlar epikateşin için %97,7, kateşin için %97,8, p-kumarik asit için %97,1, kafeik asit için %97,5, rutin için %95,8, klorojenik asit için %97,4, ellajik asit için %96,3, kuersetin için %96,9, izokuersetin için %97,1, hiperosit için %96,9 ve gallik asit için 96,7 olarak hesaplanmıştır.

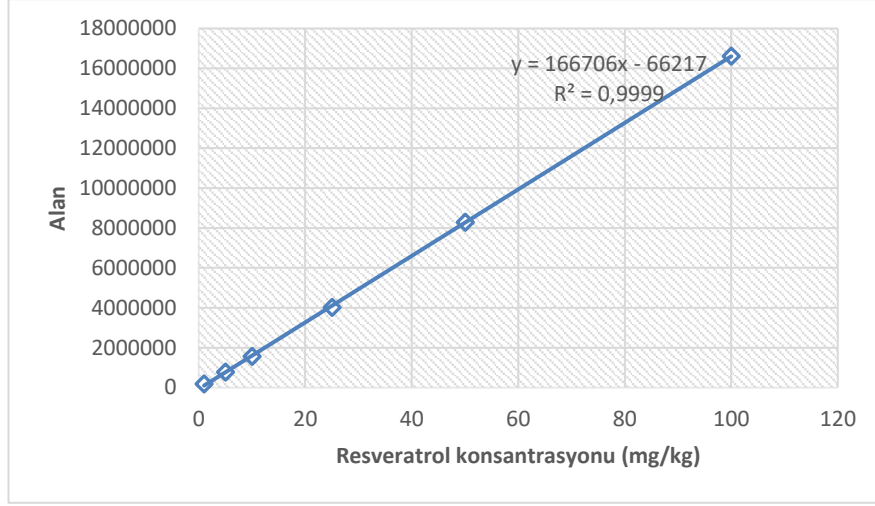
2.2.14 *Trans*-Resveratrol Analizi

2.2.14.1 Örnek Hazırlama, HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

Trans-resveratrol analizi Singh ve Pai (2014)'de önerilen yönteme göre gerçekleştirilmiş olup farklı olgunlaşma evrelerinde elde edilen goji berry meyvelerinin metanol ekstraktları kullanılmıştır. HPLC cihazında gerçekleştirilen analize ait çalışma koşulları Tablo 2.5'te verilmiştir. Verilerin elde edilmesinde "Shimadzu LC Solution" yazılımından yararlanılmıştır. Standart *trans*-resveratrol (Sigma Aldrich), farklı konsantrasyonlarda standart çözelti olarak hazırlanmış, cihaza enjekte edilmiş ve kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. *Trans*-resveratrol standardına ait kalibrasyon eğrisi Şekil 2.28'de verilmiştir. Goji berry meyvesindeki *trans*-resveratrol, standart çözeltinin alıkonma zamanı dikkate alınarak belirlenmiş olup, miktar analizi standart kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem yardımıyla hesaplanmıştır. Analizler 3 tekrar ve 2 paralel olarak yürütülmüştür.

Tablo 2.5: *Trans*-resveratrol analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	Thermo Scientific BDS Hypersil C18 (100x4,6 mm, 3 µm)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör, 306 nm
Kolon fırını	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 30 °C
Akış hızı	0,8 mL/dk
Mobil Faz	İzokratik, Metanol : 10mM KH ₂ PO ₄ : asetonytril (63:30:7)
Enjeksiyon hacmi	20 µL



Şekil 2.28: *Trans*-resveratrol standart eğrisi

2.2.14.2 *Trans*-Resveratrol İçin Geri Kazanım Testi

Trans-resveratrol için geri kazanım testi sonucunda ortalama geri kazanım %97,9 olarak bulunmuştur.

2.2.15 Zeaksantin Dipalmitat Analizi

2.2.15.1 Örneklerin Hazırlanması

Goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat içeriğinin belirlenmesinde Sadler ve diğ. (1990), Gama ve Sylos (2005) ve Cemeroğlu (2007) tarafından uygulanan yöntemlerin modifikasyonu kullanılmıştır. Bu amaçla, 50 mL'lik santrifüj tüpüne 5 g goji berry meyvesi ile 25 mL %0.1 bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) içeren hekzan:metanol:aseton (50:25:25) çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış ve üzerine 5 mL ultra saf su ilave edilmiştir. Ardından elde edilen karışım blender yardımıyla parçalanarak homojen hale getirilmiş ve +4°C sıcaklıkta 6000 devirde 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra, zeaksantini içeren üst kısımdaki renkli faz alınarak falkon tüpüne aktarılmıştır. Bu işlem numunede renksiz faz kalana kadar tekrarlanmıştır.

Ardından rotary evaporatörde 40°C sıcaklıkta çözenler uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan kalıntı üzerine 2 mL tetrahidrofur:metanol (1:9 v/v) eklenerek kalıntı çözdürülmüştür. Elde edilen kalıntı 0.45 µm mikro filtreden geçirilerek 5 mL'lik viallere alınmıştır. Numuneler HPLC cihazında analiz edilinceye kadar -20 °C' de muhafaza edilmiştir. Her numune için çalışma 2 paralel ve 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

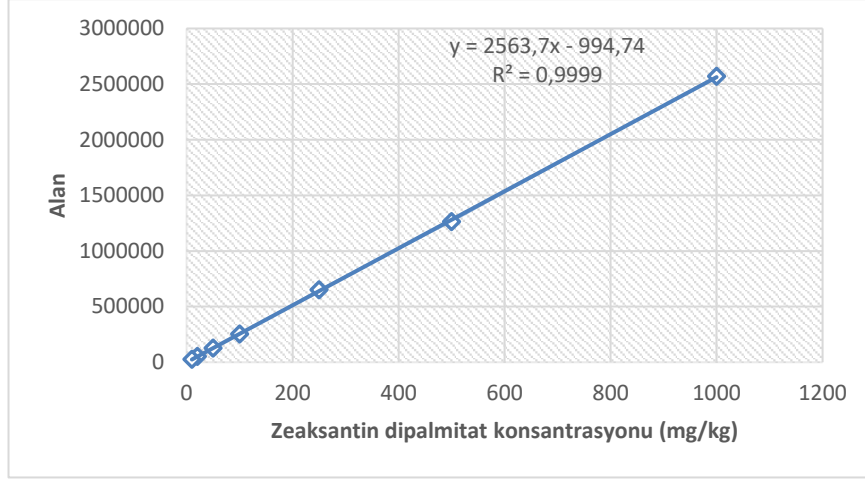
2.2.15.2 HPLC Koşulları ve Standartların Kalibrasyon Grafikleri

Zeaksantin dipalmitat HPLC cihazı ile tanımlanmış ve elde edilen veriler “Shimadzu LC Solution” yazılım programı ile değerlendirilmiştir. Zeaksantin dipalmitatın miktarı elde edilen kalibrasyon eğrilerinden hesaplanmış olup, HPLC cihazının çalışma koşulları Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6: Zeaksantin dipalmitat analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	C-18 (250 x 4.6 mm, ID) Nucleosil (Macherey-Nagel)
Dedektör	Shimadzu 20AD PDA Dedektör, 450 nm
Kolon fırını	Shimadzu CTO-20A Kolon fırını, 30 °C
Akış hızı	0.7 mL/dk
Mobil Faz	Gradient, <ul style="list-style-type: none">▪ 0-25 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (99:1:0),▪ 25-55 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (60:10:30),▪ 55-60 dakika asetonitril/metanol/etil asetat (99:1:0)
Enjeksiyon hacmi	20 µL

Zeaksantin dipalmitat standardı Sigma Aldrich firmasından temin edilmiş olup bu standarda ait kalibrasyon eğrisi Şekil 2.29'da sunulmuştur.



Şekil 2.29: Zeaxantin dipalmitat standart eğrisi

2.2.15.3 Zeaxantin Dipalmitat İçin Geri Kazanım Testi

Zeaxantin dipalmitat için geri kazanım testi sonucunda ortalama geri kazanım %98,6 olarak bulunmuştur.

2.3 Kurutma Çalışmaları

2.3.1 Örneklerin Kurutulma İşlemleri

Tam olgun goji berry meyveleri tepsili kurutma kabiniinde (Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti., İzmir) kurutulmuştur. Deneylerde üç farklı kurutma sıcaklığı (50, 60 ve 70°C) kullanılmıştır. Kabin, kurutma kabiniinin sabit sıcaklığına ulaşması için kurutma işleminden 1 saat önce ısıtılmıştır. Numuneler, metal bir çerçeve üzerinde ince bir tabaka halinde eşit olarak yayılmıştır. Kurutma işlemi, %20 bağıl nem ve 0,2 m/s hava hızında hedeflenen kuru madde içeriğine kadar gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi sırasında deneyler üç tekrarda gerçekleştirilmiş ve 0,001 g hassasiyetteki dijital terazi (Vibra AJ 420 CE, Türkiye) ile belirli zaman aralıklarında tartılmıştır. Kurutma kabiniine ait teknik özellikler Tablo 2.7’de sunulmuştur.

Tablo 2.7: Kurutma kabinine ait teknik özellikler

Özellikler	Değerler
Dış Yükseklik	110 cm
Dış Genişlik	80 cm
Dış Derinlik	60 cm
Kabinin iç boyutları	70x55x100 cm
Sıcaklık aralığı	40 – 120 °C
Bağıl Nem (RH) Aralığı	%20-%95
Hava Hızı Aralığı	0 – 2 m/s
Programlama	Sıcaklık ve bağıl nem değerleri dijital olarak ayarlanabilir ve izlenebilir.
Tepsi Özellikleri	40 x 60 cm ebatında delikli paslanmaz çelikten elek şeklinde yapılmış tepsi

2.3.2 Kurutma Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Bazı araştırmacılar, teorik kurutma modellerinin karmaşık olduğunu ve bu nedenle ampirik modellerin daha faydalı olduğunu söylemişlerdir. Ampirik modeller nem içeriği ve kuruma süresi arasında doğrudan bir ilişki sunmaktadır (Zomorodian ve Moradi 2010; Moradi ve diğ. 2020). İnce tabaka kurutma modelleri, en iyi kurutma koşullarını tasarlamak için büyük öneme sahiptir.

Goji berry meyvelerinin kurutma sırasındaki nem içeriği değerleri eşitlik 2.5'e göre hesaplanmıştır.

$$M_t = \frac{m - KM}{KM} \quad (2.5)$$

M_t : Herhangi bir t anında örnekteki nem içeriği (g su / g kuru madde (KM))

m: Örneğin ağırlığı (g)

KM: Örneğin içerdiği kuru madde miktarı (g)

Örneklerin nem oranı (MR) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (2.6):

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

- MR : Örneklerin nem oranı (birimsiz)
 M_i : Örneğe ait başlangıç nem içeriği (g su / g KM)
 M_t : Örneğe ait herhangi bir t zamanındaki nem içeriği (g su / g KM)
 M_e : Örneğe ait herhangi denge nem içeriği (g su / g KM)

Bununla birlikte, denge nem içeriği çok düşük olduğunda, denge nem içeriği ihmal edilebilmektedir (Zomorodian ve Moradi 2010; Yousefi ve diğ. 2013). Bu sebeple yapılan hesaplamalarda bu değer ihmal edilmiştir.

Örneklerin kuruma hızı hesaplanırken eşitlik 2.7'den yararlanılmıştır.

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

- M_t : Örneğe ait herhangi bir t zamanındaki nem içeriği (g su / g KM)
 $M_{t+\Delta t}$: Örneğe ait herhangi bir t+Δt zamanındaki nem içeriği (g / su g KM)
 Δt : İki ölçüm arasındaki zaman farkı (saat)

Fick'in difüzyon eşitliği (Eşitlik 2.8) tarım ürünlerinde azalan kuruma hız periyodundaki kurutma prosesini tanımlamak için sıklıkla kullanılmaktadır (Sarpong ve diğ. 2018).

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

Bahsedilen eşitlik sadece difüzyon ile nem transferinin gerçekleştiği, kuruma süresinin uzun olduğu, sabit sıcaklığın ve difüzyon katsayısının olduğu, büzüşmenin ihmal edilebilir düzeyde olduğu varsayıldığında küresel şekilli ürünler için Crank (1975) tarafından aşağıdaki gibi kolaylaştırılmıştır (Eşitlik 2.9):

$$MR = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp\left(- (2n-1)^2 \pi^2 \frac{D_{eff} t}{r^2}\right) \quad (2.9)$$

- MR : Nem oranı
 D_{eff} : Efektif difüzyon katsayısı (m^2/s)
 r : Ürünün başlangıçtaki yarı çapı (m^{-1})
 t : Kurutma süresi (saat)

Uzun kuruma süreleri için bu serinin sadece ilk terimi kullanılmakta olup logaritmik formda denklem basitleştirildiğinde eşitlik 2.10 elde edilmektedir (Kutlu ve diğ. 2015):

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left(\frac{\pi^2}{r^2} D_{eff} t\right) \quad (2.10)$$

Nem oranı değerlerinin doğal logaritması alınıp kuruma zamanına karşı grafiği çizildiğinde doğrusal bir grafik vermekte ve bu doğrunun eğiminden de efektif difüzyon katsayısı hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.11):

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

Difüzyon katsayısının değişimi Arrhenius tipi bir eşitlikle açıklanmakta olup aktivasyon enerjisi bu eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.12) (Kutlu ve diğ. 2015; Zarein ve diğ. 2015; Demiray ve diğ. 2017):

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

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

T : Kurutma sıcaklığı (K)

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

D_0 : Sonsuz sıcaklıktaki difüzyon katsayısına eşdeğer sabit (m²/s)

E_a : Aktivasyon enerjisi (kJ/mol ya da kcal/mol)

Eşitlik 2.12'nin doğal logaritması alındığında yeni eşitlik aşağıdaki gibi olmaktadır (2.13):

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

Efektif difüzyon katsayısının doğal logaritmasının T^{-1} değerine karşı grafiği çizildiğinde doğrusal bir eğri vermekte olup, bu doğrunun eğiminden aktivasyon enerjisi hesaplanmaktadır.

2.3.3 En Uygun Olan Kinetik Modelin Belirlenmesi

Farklı kurutma sıcaklıklarında kurutulmuş goji berry meyvelerinin tahmini ve deneysel verileri arasındaki ilişki, determinasyon katsayısı (R^2), tahmini standart hata (RMSE) ve ki-kare (χ^2) değerleri ile açıklanmaktadır. RMSE, tahmin edilen ve deneysel değerler arasındaki sapmayı ifade eden istatistiksel bir parametredir. Deneysel verileri tahmin eden en iyi modeli belirlemek için χ^2 ve RMSE 'nin en düşük ve R^2 değerinin en yüksek olduğu model seçilmelidir. RMSE (Eşitlik 2.14) ve ki-kare (χ^2) (Eşitlik 2.15) değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Hesaplamalar MATLAB (R2015a) programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (MR_{tahmini,i} - MR_{deneysel,i})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.14)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=0}^N (MR_{tahmini,i} - MR_{deneysel,i})^2}{N-n} \quad (2.15)$$

- $MR_{tahmini}$: Matematik modellerden hesaplanan nem oranı
 $MR_{deneysel}$: Deneysel verilerden elde edilen nem oranları
 N : Deneysel veri sayısı
 n : Kullanılan modeldeki katsayı sayısı

2.3.4 Parçalanma Kinetiği

Parçalanma kinetiğine ait genel reaksiyon denkliği aşağıdaki gibidir (Labuza ve Riboh 1982; Kadakal ve diğ. 2017) (Eşitlik 2.16):

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

- $[C]$: Söz konusu bileşenin nicel değeri
 t : Zaman
 k : Reaksiyon hız sabiti
 m : Reaksiyon derecesi

Sıfırıncı dereceden reaksiyonlar (m=0) için Eşitlik 2.16 çözüldüğünde eşitlik 2.17 elde edilmektedir:

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

C : Herhangi bir t anındaki ilgili bileşenin miktarı

C₀ : Başlangıçtaki ilgili bileşenin miktarı

k : Reaksiyon hız sabiti (1/saat)

t : Kuruma zamanı

Birinci dereceden reaksiyonlar (m=1) için Eşitlik 2.16 çözümlenip doğal logaritması alındığında ise eşitlik 2.18 elde edilmektedir:

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

2.3.4.1 Parçalanma Kinetiğine Ait Parametrelerin Hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklığa bağlı değişimi Arrhenius tipi eşitlikle ifade edilmektedir (Eşitlik 2.19) (Kadalkal ve diğ. 2018):

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

k : Reaksiyon hız sabiti (1/saat)

k₀ : Frekans faktörü (1/saat)

E_a : Aktivasyon enerjisi (kJ/mol ya da kcal/mol)

T : Sıcaklık (K)

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

Reaksiyon hız sabitinin doğal logaritmasına karşılık T⁻¹ grafiği çizildiğinde doğrunun eğiminden aktivasyon enerjisi hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.20)

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

Q₁₀ değeri reaksiyon hızının sıcaklığa bağlılığının başka bir ifadesi olup sıcaklığın 10°C yükseltilmesinin reaksiyon hızına etkisini açıklamaktadır. Q₁₀ değeri eşitlik 2.21 yardımıyla hesaplanmaktadır:

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

k_1 : T_1 sıcaklığındaki reaksiyon hız sabiti (1/saat)

k_2 : T_2 sıcaklığındaki reaksiyon hız sabiti (1/saat)

T_1 ve T_2 : Sıcaklık değerleri (K)

Yarılanma süresi ($t_{1/2}$) bir bileşenin konsantrasyonunun %50 azalması için gerekli süre olup, birinci dereceden reaksiyonlar için Eşitlik 2.22 ile hesaplanmaktadır:

$$t_{1/2} = -\ln(0.5) \times 1/k = -0,693 \times 1/k \quad (2.22)$$

Desimal azalma süresi (D) bir bileşenin konsantrasyonunun %90 azalması için gerekli süre olup birinci dereceden reaksiyonlar için Eşitlik 2.23 yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$D = 2.303 \times 1/k \quad (2.23)$$

2.4 Tekrarlanan Yıl Analizleri

Farklı olgunlaşma evrelerindeki meyvelerin içeriklerinin farklı olup olmadığını tespit edilebilmesi için ilk elde edilen numuneleri takip eden yıl meyvelerin farklı olgunluktaki halleri tekrardan temin edilmiş ve tüm gerçekleştirilen kurutma işlemleri ve analizler tekrardan bu toplanan meyvelerde de gerçekleştirilmiştir. Akabinde farklılık olup olmadığı belirlenmiştir.

2.5 İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 yazılımı (IBM Corporation, Armonk, NY) kullanılmış ve ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. $P = 0.05$ anlamlılık düzeyine sahip değerler arasındaki farklılıkları değerlendirmek için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Olgunlaşma Sürecinde Goji Berry Meyvelerinin Fiziksel Değişimleri

Tüketiciler goji berry meyvelerinin kimyasal içeriğine önem vermekle birlikte ek olarak fiziksel değerlerine de dikkat etmektedirler. Meyvelerin farklı olgunlaşma evrelerindeki kuru madde, briks, kül miktarı ve 200 tane ağırlığı Tablo 3.1’de, tekrar eden yıl için ise Tablo 3.2’de sunulmuştur. Olgunlaşma boyunca toplam kuru madde miktarı ve kül miktarı oransal olarak azalmış, suda çözünür kuru madde miktarı ve 200 tane ağırlığı ise artmıştır. ($p<0.05$). Tam olgun evrede toplam kuru madde miktarı $21,78\pm 1,77$, suda çözünür kuru madde miktarı $18,57\pm 0,976$, kül miktarı $0,762\pm 0,09$ ve 200 tane ağırlığı ise $118,63\pm 1,86$ gram olarak bulunmuştur. Niro ve diğ. (2017) goji berry meyvesinin nem oranının %77,4, yani kuru madde oranının %22,6 olduğunu tespit etmişlerdir. Çolak ve diğ. (2016), goji berry meyvelerinin briks değerini %15,2-19,8 aralığında, Zhang ve diğ. (2016) %14,7-19,3 aralığında ve Jatoi ve diğ. (2017) ise %16,43-18,90 arasında bulmuşlardır. Goji berry meyvelerinin olgunlaşması sırasında briks değerlerinin mukayesesi literatürde bulunmadığından dolayı farklı meyveler incelendiğinde; kayısı meyvesinin olgunlaşması ile briks değerlerinin 11,7’den 13,2’ye (Durmaz ve diğ. 2010), kuşburnunun olgunlaşması ile briks değerlerinin %10,2’den %16,3’e (Güneş ve diğ. 2016) yükseldiği görülmektedir. Pedro ve diğ. (2019) goji berry meyvesinin kül miktarını %3.01-5.02 aralığında bulmuşlardır. Sonuçlarımız literatürle benzerlik göstermektedir.

Tablo 3.1: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin bazı fiziksel değerlerindeki değişimler

	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
Toplam Kuru Madde (%)	$25,51\pm 0,798^a$	$22,56\pm 0,511^b$	$21,78\pm 1,77^c$
Briks (%)	$7,43\pm 0,534^c$	$11,43\pm 0,535^b$	$18,57\pm 0,976^a$
Kül Miktarı (%)	$2,27\pm 0,046^a$	$2,04\pm 0,035^b$	$0,762\pm 0,09^c$
200 Tane Ağırlığı (gram)	$22,30\pm 0,373^c$	$34,68\pm 0,709^b$	$118,63\pm 1,86^a$

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

Tablo 3.2: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin bazı fiziksel değerlerindeki değişimler

	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
Toplam Kuru Madde (%)	25,65±0,682 ^a	22,68±0,425 ^b	21,88±1,82 ^c
Briks (%)	7,68±0,694 ^c	11,54±0,758 ^b	18,66±0,864 ^a
Kül Miktarı (%)	2,32±0,037 ^a	2,11±0,042 ^b	0,821±0,06 ^c
200 Tane Ağırlığı (gram)	23,04±0,550 ^c	35,98±0,965 ^b	123,55±2,11 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Toplam kuru madde miktarı bir önceki yıla göre tüm olgunlaşma evrelerinde benzer bulunmuştur. Yeşil olum evresinde briks değeri bir sonraki yılda artış göstermiş (p<0,05) olup diğer evrelerde benzerdir. Kül miktarı renk dönüm evresinde ve tam olgun evrede bir sonraki yılda artış göstermiş olup (p<0,05) yeşil olum evresinde ise bir önceki yıl ile benzer bulunmuştur. 200 tane ağırlığı ise yeşil olum ve renk dönüm evresinde tekrar eden yıl verileri ile benzerlik göstermekte olup tam olgun evrede ise bir sonraki yılda artmıştır (p<0,05).

Meyveye rengini veren pigmentler, estetik öneme sahip olmalarının yanında meyveler için olgunluğun da simgesidirler. Renk, meyvelerde olgunlaşma zamanını ve muhafaza süresini belirleyen önemli bir kalite kriteridir. Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında meydana gelen renk değişimlerine ait veriler Tablo 3.3'de, tekrar eden yıl için ise Tablo 3.4'de sunulmuştur. L* değeri olgunluk derecesinin artması ile azalmıştır. Bu azalmanın sebebinin olgunlaşma ile rengin koyulaşmasından dolayı olduğu söylenebilir. Meyvenin olgunlaşması ile a* değerinin arttığı görülmektedir. Meyvenin renginin olgunlaşma aşamalarında ilk önce yeşil, sonra sarı-turuncu, en son ise kırmızı renge dönüşmesinden dolayı a* değerindeki artış kırmızılığın arttığı anlamına gelmektedir. Renk dönüm evresinde meyve sarı-turuncu renge döndüğünden dolayı b* değerinin renk dönüm evresinde bu sebeple arttığı düşünülmektedir. Pedro ve diğ. (2019) tam olgun goji berry meyvesinde L* değerini 38,79-38,83, a* değerini 31,82-32,42 ve b* değerini ise 34,99-39,79 arasında bulmuştur. Fratianni ve diğ. (2018) tam olgun goji berry meyvelerinin L* değerinin 53, a* değerinin 30 ve b* değerinin ise 40 olduğunu bulmuşlardır. Literatürde goji berry meyvesinin olgunlaşması sırasındaki renk ölçümleri hakkında yeterli araştırma bulunmadığından dolayı sonuçları karşılaştırmak için kayısı ve domates ile yapılan

çalışmalar dikkate alınmıştır. Domates ve kayısı gibi meyvelerde L* değeri olgunlaşmanın sonuna doğru hızla düşmüş, bu dönemde meyve kabuğunda kısmi turuncu-kırmızı renk oluşmaya başlamıştır (Batu 2004; Durmaz ve diğ. 2010).

Tablo 3.3: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin renk değerlerindeki değişimler

	L*	a*	b*
Yeşil Olum Evresi	28,72±0,05 ^a	-0,962±0,03 ^c	17,85±0,08 ^b
Renk Dönüm Evresi	27,70±0,06 ^b	19,54±0,07 ^b	19,71±0,09 ^a
Tam Olgun Evre	25,97±0,12 ^c	25,16±0,13 ^a	17,30±0,05 ^c

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Tablo 3.4: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin renk değerlerindeki değişimler

	L*	a*	b*
Yeşil Olum Evresi	29,98±0,12 ^a	-1,15±0,06 ^c	16,96±0,22 ^b
Renk Dönüm Evresi	27,33±0,21 ^b	18,83±0,16 ^b	20,51±0,17 ^a
Tam Olgun Evre	23,75±0,15 ^c	23,16±0,13 ^a	16,88±0,15 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

L* değeri tekrar eden yılda tam olgun evrede azalma göstermiştir (p<0,05). Tekrar eden yılda renk dönüm evresinde b* değeri bir önceki yıla göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Bunun sebebinin meyvenin karotenoid miktarının tekrar eden yılda daha fazla olabileceğinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

3.2 Olgunlaşma Sürecinde Goji Berry Meyvelerinin Kimyasal Değişimleri

3.2.1 pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerindeki Değişimler

Farklı olgunlaşma evrelerindeki titrasyon asitliği (TA) (%) ve pH değeri Tablo 3.5'de görüldüğü gibidir. pH değeri yeşil olum evresinde en yüksek değerde iken bu değer renk dönüm evresinde azaldığı görülmektedir. En düşük tartarik asit miktarı yeşil olum evresinde bulunmuş olup en yüksek tartarik asit miktarı tam olgun

evrededir. Goji berry meyvesinde en yüksek miktarda bulunan asit (baskın asit) tartarik asittir. Çolak ve diğ. (2016), goji berry meyvelerinin pH değerini 3,25-4,36, titrasyon asitliğini ise %0,9-1,5 aralığında tespit etmişlerdir. Donno ve diğ. (2017), goji berry meyvesinin pH değerini $3,80\pm 0,65$ olarak belirlemişlerdir.

Tablo 3.5: Olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin pH ve TA değerlerindeki değişimler

	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
pH	$5,38\pm 0,017^a$	$5,08\pm 0,011^c$	$5,21\pm 0,008^b$
Titrasyon Asitliği (% Tartarik Asit)	$0,450\pm 0,058^c$	$0,488\pm 0,062^b$	$0,563\pm 0,042^a$

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin pH ve TA değerlerindeki değişimler Tablo 3.6'da belirtilmiştir. Bir önceki yıla göre yeşil olum evresinin ve tam olgun evrenin pH değerlerinde artış görülmekte ($p<0,05$) olup renk dönüm evresinin pH değerleri ile tüm evrelerin titrasyon asitliği değerleri benzer bulunmuştur.

Tablo 3.6: Tekrar eden yılda olgunlaşma sürecinde goji berry meyvelerinin pH ve TA değerlerindeki değişimler

	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
pH	$5,42\pm 0,022^a$	$5,10\pm 0,019^c$	$5,32\pm 0,013^b$
Titrasyon Asitliği (% Tartarik Asit)	$0,432\pm 0,054^c$	$0,465\pm 0,049^b$	$0,554\pm 0,032^a$

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

3.2.2 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerlerindeki Değişim

Farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.7'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde kuru madde bazında toplam fenolik madde miktarının en yüksek yeşil olum evresinde ($3434,06\pm 30,65$ mg GAE/100 g KM) olduğu, olgunlaşma aşamalarında bu değerde istatistiksel olarak

anlamli azalmanın seyrettiği görülmektedir ($p<0,05$). Kuru madde bazında toplam antioksidan aktivite değeri en yüksek olan yeşil olum evresindeki goji berry meyvesi ($0,105\pm0,005$ mmol TE/g KM) olup bu değer olgunlaşma aşamaları boyunca azalmıştır. Mocan ve diğ. (2019) değişik yörelerde yetişen goji berry meyvelerinin farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde miktarını ve antioksidan aktiviteyi tespit etmiş, bu değerlerde olgunlaşma süresince artışlar veya azalışlar olduğunu belirtmişlerdir. Lima (2005) ve Çelik ve diğ. (2008) sırasıyla Barbaros kirazı ve kızılılık meyvelerinin olgunlaşması sırasında toplam fenolik maddenin azaldığını belirtmişlerdir. Jatoi ve diğ. (2017), çileklerde türden türe ve olgunluk aşamalarına göre değişen antioksidan aktivite düzeylerinin olduğunu belirtmişlerdir. Çelik ve diğ. (2008), kızılılık meyvesinin antioksidan kapasitesinin olgunlaşma sırasında azaldığını bildirmiştir.

Tablo 3.7: Farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g KM)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)
Yeşil Olum Evresi	3434,06±30,65 ^a	0,105±0,005 ^a
Renk Dönüm Evresi	2328,85±28,77 ^b	0,092±0,002 ^b
Tam Olgun Evre	1838,43±37,47 ^c	0,077±0,002 ^c

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir. Bir önceki yılda olduğu gibi en yüksek kuru madde bazında toplam fenolik madde miktarının yeşil olum evresinde ($3685,31\pm20,45$ mg GAE/100 g KM) olduğu ve olgunlaşma ile azaldığı görülmüştür. Olgunlaşma aşamalarında en düşük TFM değeri tam olgun evrededir.

Tablo 3.8: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g KM)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)
Yeşil Olum Evresi	3685,31±20,45 ^a	0,121±0,004 ^a
Renk Dönüm Evresi	2388,82±31,45 ^b	0,096±0,003 ^b
Tam Olgun Evre	1878,98±32,22 ^c	0,081±0,003 ^c

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

3.2.3 Suda Çözünür Vitamin Değerlerindeki Değişim

Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları Tablo 3.9’da verilmiştir. Goji berry meyvesinde en yüksek C vitamini miktarı 112,75 mg/100 g KM olarak tam olgun evrede bulunmuş olup meyvenin olgunlaşması ile C vitamini miktarında artış görülmüştür. Piridoksin miktarı renk dönüm evresinde yeşil olum evresine göre miktersal olarak artış göstermiş, tam olgun evrede ise azalmıştır ($p<0,05$). Gerçekleştirilen her iki yıldaki suda çözünür vitamin analizi sonucunda hiçbir numunede tiamin, riboflavin ve niasin tespit edilememiştir.

Tablo 3.9: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)

	C vitamini	Piridoksin	Tiamin	Riboflavin	Niasin
Yeşil Olum Evresi	1,50±0,021 ^c	1,36±0,115 ^c	TE	TE	TE
Renk Dönüm Evresi	13,17±0,606 ^b	4,16±0,091 ^a	TE	TE	TE
Tam Olgun Evre	112,75±2,23 ^a	2,19±0,046 ^b	TE	TE	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde suda çözünen vitamin miktarları değerleri Tablo 3.10’da verilmiştir. Bir önceki yıla göre tekrar eden yılda tüm olgunlaşma evrelerinde C vitamininde artış gözlenmiş ($p<0,05$), en yüksek C vitamini içeriği 125,75±3,13 mg/100 g KM olarak tam olgun evrede tespit edilmiştir. Bir önceki yılda olduğu gibi C vitamini olgunluk süresince artış göstermiştir.

Tablo 3.10: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)

	C vitamini	Piridoksin	Tiamin	Riboflavin	Niasin
Yeşil Olum Evresi	2,59±0,055 ^c	1,29±0,099 ^c	TE	TE	TE
Renk Dönüm Evresi	17,11±0,876 ^b	4,18±0,092 ^a	TE	TE	TE
Tam Olgun Evre	125,75±3,13 ^a	2,12±0,042 ^b	TE	TE	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

Yeşil olum evresindeki piridoksin miktarının bir önceki yıla göre daha düşük olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Renk dönüm ve tam olgun evredeki piridoksin miktarları bir önceki yılda ve tekrarlayan yılda benzerlik göstermektedir. Bir önceki yılda olduğu gibi piridoksin miktarı yeşil olum evresinden renk dönüm evresine geçerken artış göstermiş, fakat tam olgun evreye geçerken bir miktar azalmıştır.

3.2.4 Organik Asit Değerlerindeki Değişim

Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin organik asit miktarları Tablo 3.11’de, tekrar eden yıl için Tablo 3.12’de sunulmuştur. Yeşil olum evresinde tartarik asit miktarı 4,71 mg/100 g KM, sitrik asit miktarı 116,69 mg/100 g KM ve malik asit miktarı ise 58,77 mg/100 g KM olarak bulunmuş, fakat süksinik asit tespit edilememiştir. Yeşil olum evresinde baskın asidin sitrik asit olduğu, ancak tam olgun meyvede baskın asidin tartarik asit olduğu tespit edilmiştir. Miktarları belirlenen tüm asit türlerinin olgunlaşma aşamaları ilerledikçe miktarlarının arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Zhao ve diğ. (2015), sitrik ve tartarik asidin olgunlaşma sırasında arttığını, ancak malik asidin azaldığını, goji berry meyvesinin içerdiği organik asit miktarının meyvenin türüne göre farklı olduğunu, organik asit miktarının olgunlaşma sırasında değiştiğini ve baskın organik asidin sitrik asit olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 3.11: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin organik asit miktarı (mg/100 g KM)

	Tartarik Asit	Sitrik Asit	Malik Asit	Süksinik Asit
Yeşil Olum Evresi	4,71±0,049 ^c	116,69±0,731 ^c	58,77±0,757 ^c	TE
Renk Dönüm Evresi	126,20±1,20 ^b	150,01±1,41 ^b	86,13±0,733 ^b	TE
Tam Olgun Evre	676,47±3,12 ^a	199,33±1,05 ^a	181,40±1,79 ^a	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

Tekrar eden yılda elde edilen tam olgun goji berry meyvesinin tartarik ve sitrik asit miktarları bir önceki yıla göre önemli derecede artış göstermiş olup ($p<0,05$) malik asit miktarı bir önceki yıl ile benzerlik göstermektedir. Tekrar eden yılda da olgunlaşma süresince tüm asit miktarlarında artış gözlenmiştir.

Tablo 3.12: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin organik asit miktarı (mg/100 g KM)

	Tartarik Asit	Sitrik Asit	Malik Asit	Süksinik Asit
Yeşil Olum Evresi	4,82±0,078 ^c	121,29±0,461 ^c	59,17±0,251 ^c	TE
Renk Dönüm Evresi	130,25±1,34 ^b	161,61±1,71 ^b	88,43±0,792 ^b	TE
Tam Olgun Evre	695,87±4,09 ^a	204,63±1,45 ^a	180,32±1,15 ^a	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

*TE: Tespit edilememiştir.

3.2.5 Şeker Kompozisyonundaki Değişim

Tüm olgunluk evrelerindeki goji berry meyvelerinin şeker kompozisyonları Tablo 3.13'te verilmiştir. Goji berry meyvelerinde şeker kompozisyonu olgunlaşma aşamaları ile değişkenlik göstermektedir. Meyve olgunlaştıkça glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarları artmaktadır. Zheng ve diğ. (2010) goji berry meyvesi olgunlaştıkça glikoz ve fruktoz miktarlarının arttığını, fakat sakkaroz miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Hünnap meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerindeki şeker içeriklerini inceleyen Song ve diğ. (2019) ise olgunlaşma sürecinde sakkaroz miktarının arttığını rapor etmişlerdir.

Tablo 3.13: Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)

	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz
Yeşil Olum Evresi	4,63±0,986 ^c	4,48±1,02 ^c	0,45±0,008 ^c
Renk Dönüm Evresi	11,49±1,22 ^b	13,61±1,83 ^b	1,32±0,015 ^b
Tam Olgun Evre	24,12±3,09 ^a	24,65±2,95 ^a	2,98±0,096 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Tekrarlanan yıl analizinde de bir önceki yıla göre benzer sonuçlar elde edilmiş olup sonuçlar Tablo 3.14'te verilmiştir. Beklendiği gibi meyvenin olgunlaşma sürecinde glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarları artmıştır. Bir önceki yıl ile tekrarlanan yıl arasında şeker miktarları bakımından istatistiksel olarak sadece sakkaroz miktarında renk dönüm evresinde artış, tam olgun evrede ise azalış görülmüş (p<0,05) olup diğer evrelerde şekerler bakımından istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Tablo 3.14: Tekrar eden yılda farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)

	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz
Yeşil Olum Evresi	5,02±1,19 ^c	4,65±1,27 ^c	0,43±0,018 ^c
Renk Dönüm Evresi	11,79±1,85 ^b	14,15±2,12 ^b	1,41±0,036 ^b
Tam Olgun Evre	25,32±3,28 ^a	24,98±2,44 ^a	2,77±0,076 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

**TE: Tespit edilememiştir.

3.2.6 Fenolik Kompozisyondaki Değişim

Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerine ait fenolik madde kompozisyonu Tablo 3.15'te, tekrarlanan yıl analizlerine ait sonuçlar ise Tablo 3.16'da verilmiştir. Her iki yılda da en yüksek miktarda olan fenolik bileşik epikateşin olarak belirlenmiş olup izokuersetin ve ellajik asit hiç tespit edilememiştir. Rutin, hiperosit ve kuersetin olgunlaşma sürecinde kuru madde bazında artış göstermekte iken kateşin, epikateşin ve kafeik asit kuru madde bazında miktarsal olarak azalmaktadır. Klorojenik asit ve p-kumarik asit ise olgunlaşma aşamalarında kuru madde bazında miktarsal olarak değişkenlik göstermektedir. Mocan ve diğ. (2019) Avrupa'da yetiştirilen goji berry meyvelerinde olgunlaşma ilerledikçe klorojenik ve şiringik asit miktarlarında artış, kateşin miktarında ise azalış olduğunu bildirmiştir. Dragovic-Uzalac ve diğ. (2007) kayısının olgunlaşması sırasında gallik, hidroksisinamik ve klorojenik asit miktarının azaldığını ve bu bileşenlerin en yüksek miktarlarının olgunlaşmamış dönemde belirlendiğini belirtmişlerdir.

Tekrarlanan yıl analizlerinin sonuçları incelendiği zaman tüm fenolik maddelerin olgunlaşma sürecinde kuru madde bazında miktarsal olarak artış ve azalış eğilimleri bir önceki yıla benzemektedir. Bir önceki yıla göre yeşil olum ve renk dönüm evresinde epikateşin ve tam olgun evrede klorojenik asit miktarlarında azalmalar görülmekte iken, tam olgun evredeki rutin, yeşil olum evresindeki hiperosit, kuersetin, kateşin ve kafeik asit, ayrıca renk dönüm evresindeki kateşin miktarlarında ise artış görülmüştür (p<0,05).

Tablo 3.15: Farklı olgunlaşma evresindeki goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)

Fenolik Bileşenler	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
Epikateşin	435,52±8,65 ^a	325,15±5,21 ^b	215,23±3,86 ^c
Klorojenik asit	298,45±4,85 ^a	132,96±4,61 ^c	235,85±4,78 ^b
Kateşin	248,75±5,24 ^a	120,36±3,69 ^b	75,39±4,87 ^c
Kafeik asit	236,47±4,97 ^a	198,63±4,63 ^b	125,97±3,85 ^c
Rutin	56,14±3,55 ^c	198,41±3,91 ^b	564,55±6,92 ^a
p-kumarik asit	46,25±2,69 ^c	91,36±5,25 ^a	78,81±3,21 ^b
Hiperosit	30,25±1,11 ^c	110,25±3,68 ^b	198,29±4,45 ^a
Gallik asit	16,25±1,26 ^c	85,25±4,88 ^a	68,47±2,14 ^b
Kuersetin	10,22±0,587 ^c	31,83±2,58 ^b	62,84±3,36 ^a
İzokuersetin	TE	TE	TE
Ellajik asit	TE	TE	TE

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

**TE: Tespit edilememiştir.

Tablo 3.16: Farklı olgunlaşma evresindeki goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)

Fenolik Bileşenler	Yeşil Olum Evresi	Renk Dönüm Evresi	Tam Olgun Evre
Epikateşin	402,69±3,59 ^a	299,25±3,12 ^b	210,78±2,69 ^c
Klorojenik asit	302,65±5,36 ^a	125,12±3,22 ^c	210,25±3,98 ^b
Kateşin	265,36±4,99 ^a	135,65±9,32 ^b	82,25±4,69 ^c
Kafeik asit	251,25±6,54 ^a	202,78±6,25 ^b	131,25±3,31 ^c
Rutin	50,36±3,33 ^c	203,69±4,39 ^b	582,25±5,65 ^a
p-kumarik asit	42,36±2,98 ^c	94,98±6,67 ^a	75,65±5,25 ^b
Hiperosit	37,58±3,61 ^c	115,24±7,57 ^b	190,45±6,54 ^a
Gallik asit	19,68±2,74 ^c	92,25±5,63 ^a	72,14±5,82 ^b
Kuersetin	13,25±2,14 ^c	30,68±4,25 ^b	65,41±4,78 ^a
İzokuersetin	TE	TE	TE
Ellajik asit	TE	TE	TE

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

**TE: Tespit edilememiştir.

3.2.7 *Trans*-Resveratrol Değişimi

Bir önceki yılda ve tekrarlanan yıl analizlerinin gerçekleştirilmesi için elde edilen goji berry meyvelerinin hiçbir olgunluk aşamasında *trans*-resveratrol tespit edilememiştir.

3.2.8 Zeaksantin Dipalmitat Değişimi

Farklı olgunlaşma evrelerindeki goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat miktarları Tablo 3.17’de verilmiştir. Zeaksantin dipalmitat yeşil olum evresindeki goji berry meyvesinde tespit edilememişken renk dönüm evresinde 6,29 mg/100 g KM olduğu tespit edilmiş ve en yüksek değerine tam olgun evrede ulaşmıştır (23,85 mg/100 g KM) ($p<0,05$). Piao ve diğ. (2005) goji berry meyvesinin 7 farklı olgunlaşma aşamasında zeaksantin düzeyini 0,22-26,04 mg/100 g taze ağırlık olarak tespit etmişler ve olgunlaşma ilerledikçe zeaksantin miktarının arttığını belirtmişlerdir.

Tablo 3.17: Farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat miktarları (mg/100 g KM)

Zeaksantin Dipalmitat	
Yeşil Olum Evresi	TE
Renk Dönüm Evresi	6,29±0,107 ^b
Tam Olgun Evre	23,85±0,765 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

**TE: Tespit edilememiştir.

Tekrar eden yılda elde edilen goji berry meyvelerine ait zeaksantin dipalmitat verileri Tablo 3.18’de sunulmuştur. Bir önceki yılda gerçekleştirilen analiz sonuçlarına benzer bir şekilde yeşil olum evresinde zeaksantin dipalmitat tespit edilememiş, olgunlaşma süresince ise miktarsal olarak artış görülmüştür. Goji berry meyvesinde tekrarlanan yıl analizlerinde tam olgun evrede 26,87±0,967 mg/100 g KM zeaksantin dipalmitat tespit edilmiş olup bir önceki yılda belirlenen miktarından istatistiksel olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.18: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı olgunlaşma evrelerinde goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitat miktarları (mg/100 g KM)

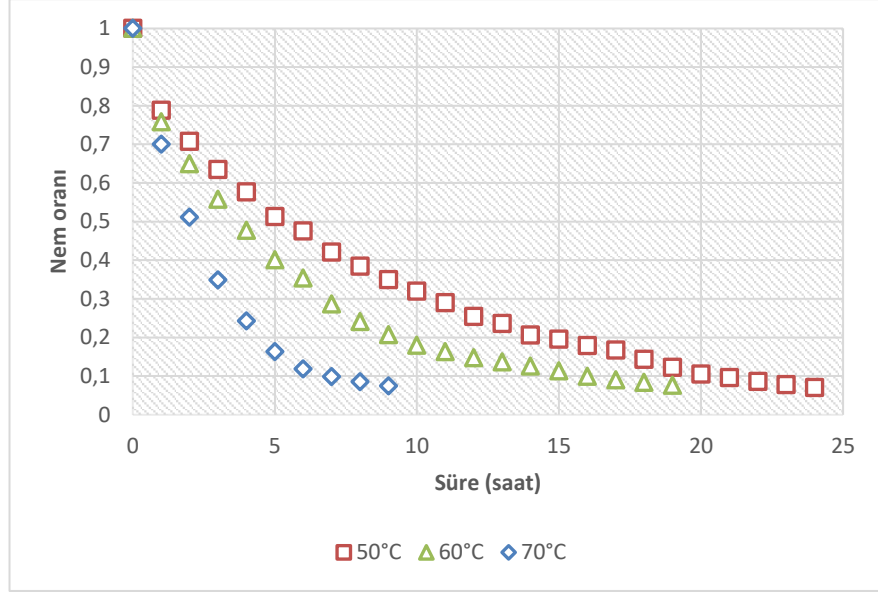
Zeaksantin Dipalmitat	
Yeşil Olum Evresi	TE
Renk Dönüm Evresi	6,78±0,125 ^b
Tam Olgun Evre	26,87±0,967 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

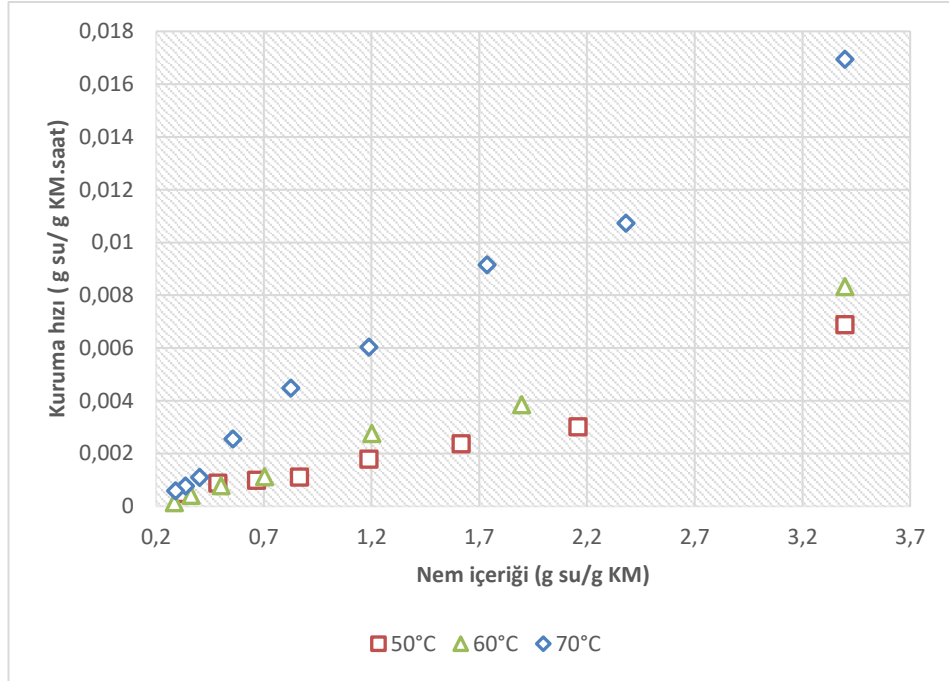
**TE: Tespit edilememiştir.

3.3 Goji Berry Meyvelerinin Kurutulması

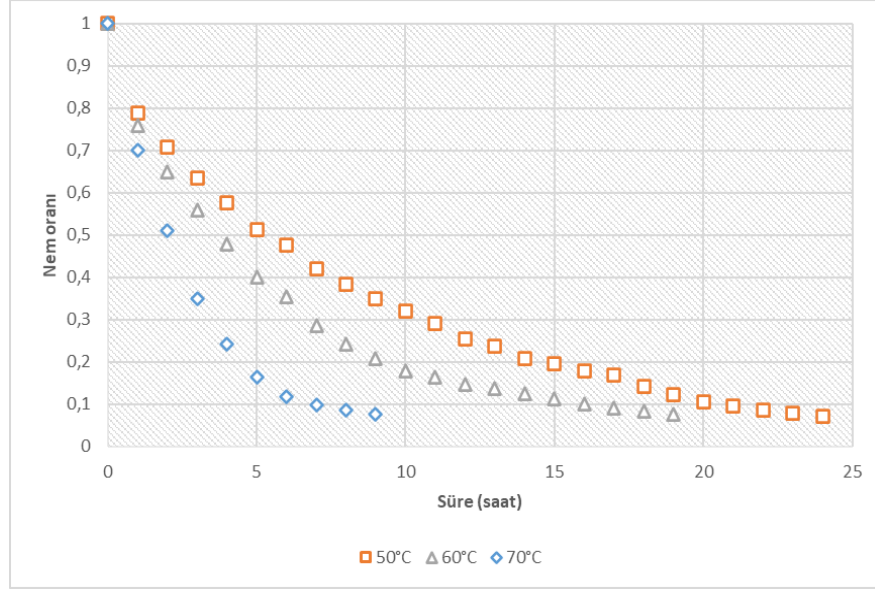
Bu çalışmada 50, 60 ve 70°C'de kurutulan goji berry meyvelerinin kuruma kinetiği ile zeaksantin dipalmitat, suda çözünen vitaminler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite kaybı kinetikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Nem oranı ve kuruma hızına ait şekiller, sırasıyla Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de sunulmuştur. Şekillerden görüleceği üzere sıcaklık artışı ile kurutma hızı artmakta, kurutma süresi kısalmaktadır. Kurutma işlemleri 50, 60 ve 70 °C'de sırasıyla 24, 19 ve 9 saatte tamamlanmış olum tekrarlanan yıl analizlerinde kurutma işlemi de aynı sürelerde gerçekleşmiştir. Tekrarlanan yıl analizlerinden elde edilen nem oranı ve kuruma hızına ait şekiller ise sırasıyla Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te verilmiştir. Adiletta ve diğ. (2015^a) 60 °C'de 2,1 m/s hava akım hızında goji berry meyvelerini kurutmuşlar ve kurutma işlemi 21 saatte son bulmuştur. Fratianni ve diğ. (2018) goji berry meyvelerini konvektif kurutucuda 2,1 m/s hava akım hızında kurutmuş ve kurutma işlemi 50 °C'de 45 saatte, 60 °C'de 21 saatte ve 70 °C'de 12 saatte tamamlanmıştır.



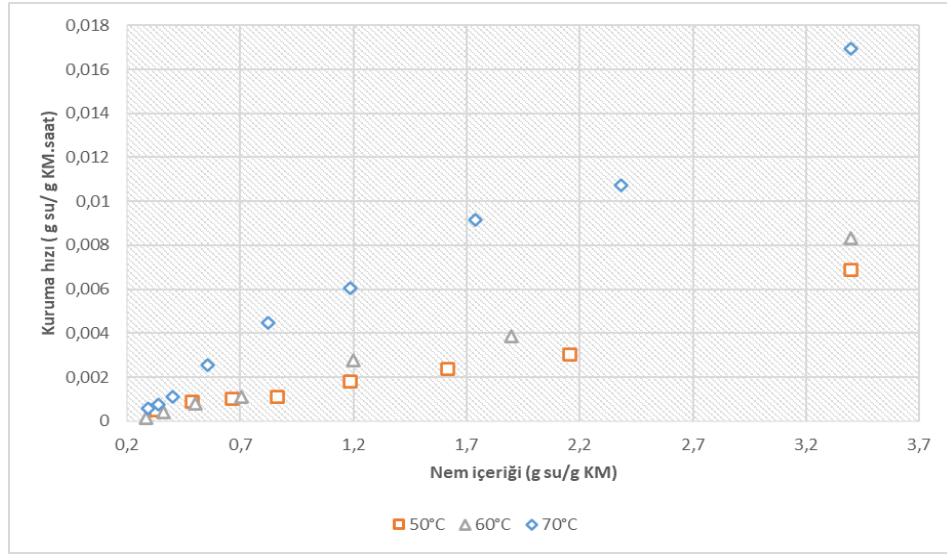
Şekil 3.1: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin nem oranının zamana bağlı değişimi



Şekil 3.2: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin kuruma hızı



Şekil 3.3: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin nem oranının zamana bağlı değişimi



Şekil 3.4: Tekrarlanan yıl analizlerinde farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin kuruma hızı

3.3.1 Goji Berry Meyvelerinin Kuruma Kinetiğine Ait Modelleme

Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvelerinin kurutulması sırasında elde edilen veriler Tablo 3.19’da belirtilen ince tabaka kuruma modelleri üzerinden işlenmiştir. Matematiksel modellere ait elde edilen veriler ise Tablo 3.20’de sunulmuştur. Tekrarlanan yıl analizleri gerçekleştirilerek elde edilen matematiksel

modellere ait veriler ise Tablo 3.21’de sunulmuştur. Goji berry meyvelerinin kurutulması için en uygun modeli belirlemek amacıyla Tablo 3.20 ve Tablo 3.21’deki istatistiksel parametreler (en yüksek R², en düşük RMSE ve χ^2 değerleri) her kurutma sıcaklığı için ayrı ayrı incelenmiş, 50°C, 60°C ve 70°C’de her iki yılda gerçekleştirilen kurutma işlemi için en iyi modelin Page modeli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.19: Kurutma işleminin modellenmesinde kullanılan matematiksel modeller

Kullanılan 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)
Parabolic	$a + bt + ct^2$	Bi ve diğ. (2015)

Tablo 3.20: Matematiksel modellere ait sabitler ve istatistik veriler

Modeller	Sıcaklık	Model Sabitleri			χ^2 (ki-kare)	RMSE	R ²
Lewis	50°C	k= 0,1186			0,001344007	0,03592	0,9793
	60°C	k= 0,1737			0,001277711	0,03484	0,9819
	70°C	k= 0,3450			0,000251669	0,01505	0,9977
Page	50°C	k= 0,1812	n= 0,8161		0,000264861	0,01561	0,9962
	60°C	k= 0,2508	n= 0,8107		0,000165378	0,0122	0,9979
	70°C	k= 0,3574	n= 0,9716		0,000290322	0,01524	0,9979
Henderson ve Pabis	50°C	k= 0,1075	a= 0,9150		0,000576501	0,02303	0,9918
	60°C	k= 0,1607	a= 0,9316		0,000866761	0,02793	0,9890
	70°C	k= 0,3438	a= 0,9964		0,000316013	0,0159	0,9977
Logaritmik	50°C	k= 0,1341	a= 0,8742	c= 0,07044	0,000666050	0,02421	0,9910
	60°C	k= 0,2094	a= 0,8951	c= 0,07613	0,000296302	0,01587	0,9964
	70°C	k= 0,4267	a= 0,9425	c= 0,07490	0,000811922	0,02384	0,9948
Wang ve Singh	50°C	a= -0,09269	b= 0,002374		0,003999604	0,06066	0,9433
	60°C	a= -0,13020	b= 0,004536		0,004329174	0,06242	0,9450
	70°C	a= -0,26180	b= 0,018240		0,001641672	0,03624	0,9880
Parabolik	50°C	a= 0,8701	b= -0,07149	c= 0,001653	0,001539746	0,03681	0,9800
	60°C	a= 0,8800	b= -0,10560	c= 0,003485	0,002166198	0,04291	0,9754
	70°C	a= 0,9556	b= -0,24320	c= 0,016610	0,001492261	0,03232	0,9917

Tablo 3.21: Tekrar eden yıl için matematiksel modellere ait sabitler ve istatistikî veriler

Modeller	Sıcaklık	Model Sabitleri		χ^2 (ki-kare)	RMSE	R ²	
Lewis	50°C	k= 0,1235		0,001202	0,03397	0,9819	
	60°C	k= 0,1797		0,0014811	0,03751	0,9789	
	70°C	k= 0,3584		0,0002372	0,01461	0,9979	
Page	50°C	k= 0,1825	n= 0,8285	0,0002867	0,01624	0,996	
	60°C	k= 0,2613	n= 0,8037	0,0003238	0,01707	0,9959	
	70°C	k= 0,3577	n= 1,001	0,0002999	0,01549	0,9979	
Henderson ve Pabis	50°C	k= 0,1127	a= 0,9195	0,0005333	0,02215	0,9926	
	60°C	k= 0,1662	a= 0,9314	0,0011039	0,03152	0,9859	
	70°C	k= 0,3591	a= 1,002	0,0002995	0,01548	0,9979	
Logaritmik	50°C	k= 0,1413	a= 0,8791	c= 0,07118	0,0007268	0,02529	0,9904
	60°C	k= 0,2208	a= 0,8947	c= 0,0799	0,0003254	0,01663	0,9961
	70°C	k= 0,4368	a= 0,9519	c= 0,0686	0,0010123	0,02662	0,9937
Wang ve Singh	50°C	a= -0,009486	b= 0,002454		0,0039117	0,05999	0,9459
	60°C	a= -0,01336	b= 0,004746		0,004357	0,06262	0,9443
	70°C	a= -0,2671	b= 0,01873		0,0015629	0,03536	0,9889
Parabolik	50°C	a=0,8709	b= -0,07379	c= 0,001738	0,0014793	0,03608	0,9813
	60°C	a= 0,8795	b= -0,1089	c= 0,003691	0,0021743	0,04299	0,9752
	70°C	a= 0,9573	b= -0,2492	c= 0,01716	0,0014392	0,03174	0,9922

3.3.2 Farklı Sıcaklarda Kurutulan Goji Berry Meyvelerine Ait Efektif Difüzyon Katsayısı ve Aktivasyon Enerjisi

50, 60 ve 70°C’de kurutulan goji berry meyvelerinin efektif difüzyon katsayısı ve aktivasyon enerjileri Tablo 3.22’de, tekrarlanan yıl analizlerine ait sonuçları ise Tablo 3.23’te verilmiştir. Her iki yılın verilerinde de kurutma sıcaklıkları arasında en yüksek efektif difüzyon katsayısı 70°C’de kurutma işlemi uygulanmış goji berry meyvelerinde gözlenmiştir. Efektif difüzyon katsayısı yüksek olan örneklerde nem daha kolay uzaklaştırılabilir ve buna bağlı olarak da kuruma hızı artmaktadır. Efektif difüzyon katsayısı ve kuruma hızı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Demiray ve diğ. 2017). Aktivasyon enerjisi, 1/T (K) değerine karşılık gelen reaksiyon hız sabitlerinin doğal logaritmaları ile belirlenmiş ve Şekil 3.5’te ve tekrarlanan yıl analizleri için Şekil 3.6’da gösterilen Arrhenius grafiğine aktarılmıştır. Goji berry meyvesinin kurumasına ait aktivasyon enerjisi Tablo 3.22’de görüldüğü üzere 48,37 kJ/mol ve 11,56 kcal/mol olarak hesaplanmıştır. Tablo 3.23’de ise tekrarlanan yıl

analizlerine ait veriler sunulmuş olup aktivasyon enerjisinin 48,71 kJ/mol olduğu görülmektedir. Senadeera ve diğ. (2014) 50 °C'de, 0,5 m/s hava hızında ve %20 nem içeriğinde farklı üzüm türlerinde gerçekleştirdiği kurutma işlemi sonrasında D_{eff} değerini $1.32 \times 10^{-6} - 1.34 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{h}$ aralığında bulmuştur. Chen ve diğ. (2016) Kanada'da yetiştirilen şaraplık üzümün 25 °C ile 80 °C arasında sıcak hava ile kurutulmasını gerçekleştirmiş ve 25 °C ve 80 °C'de D_{eff} değerinin $0,05 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ve $0,49 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ olduğunu belirlemiştir. Dong ve diğ. (2013) üzümün 30, 35, 40 ve 45 °C'de kurutma sürecini incelemiş ve en yüksek kurutma sıcaklığı olan 45 °C'de D_{eff} değerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir deyişle, kurutma sıcaklığındaki artışla D_{eff} değeri artmakta ve literatürde incelenen veriler çalışmamızı desteklemektedir.

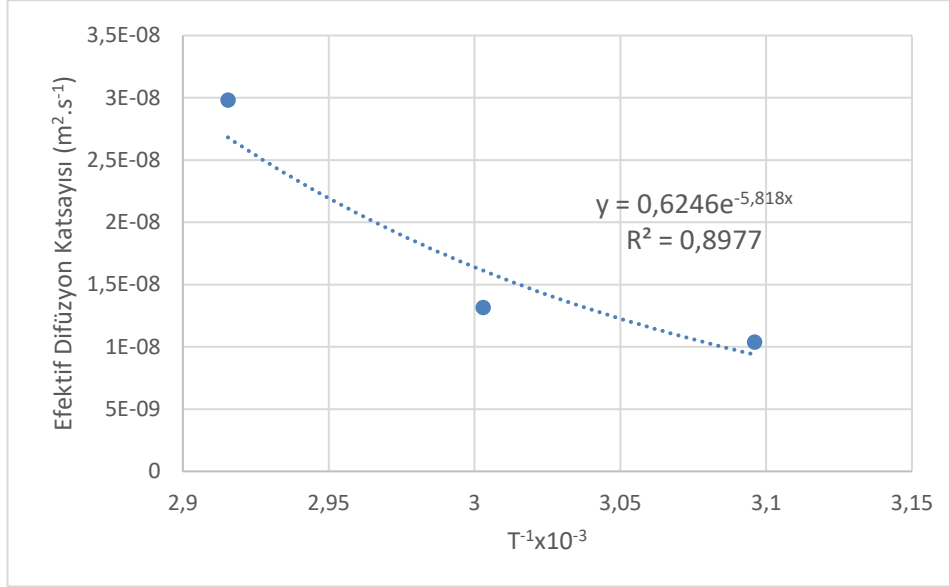
Goji berry meyvelerinin E_a değerleri 48,37 kJ/mol ve 11,56 kcal/mol olarak bulunmuştur. Tekrarlanan yıl analizlerinde ise goji berry meyvelerinin E_a değerlerinin 48,71 kJ/mol ve 11,64 kcal/mol olduğu tespit edilmiştir. Literatürde goji berry meyvelerinin sıcak havayla kurutulması için aktivasyon enerjisi verisi bulunmamıştır. Sıcak hava ile kurutulmuş benzer meyveler ile karşılaştırıldığında Vega-Galvez ve diğ. (2009) yaban mersininin kurutulması işleminde E_a değerinin 48,34 kJ/mol olduğunu tespit etmiştir. Abdulla (2012) sıcak havayla altın çilek kurutmuş, E_a değerini 51,31 kJ/mol olarak bulmuştur. López ve diğ. (2010) ve Shi ve diğ. (2008) yaban mersininin kurutulması sonucunda E_a değerlerinin sırasıyla 57,85 kJ/mol ve 61,2 kJ/mol olduğunu bildirmişlerdir. Vega-Galvez ve diğ. (2009)'nin yaban mersini kurutulması ile elde ettiği E_a değeri çalışmamızda elde ettiğimiz E_a değerine en yakın olan değer iken yukarıda bahsedilen diğer çalışmalarda tespit edilen E_a değerlerinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir. E_a değerleri arasında bulunan farklılıkların meyve türleri, kurutma sıcaklıkları, hava akış hızı ve bağıl nem gibi farklı faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.22: Efektif difüzyon katsayısı ve aktivasyon enerjileri

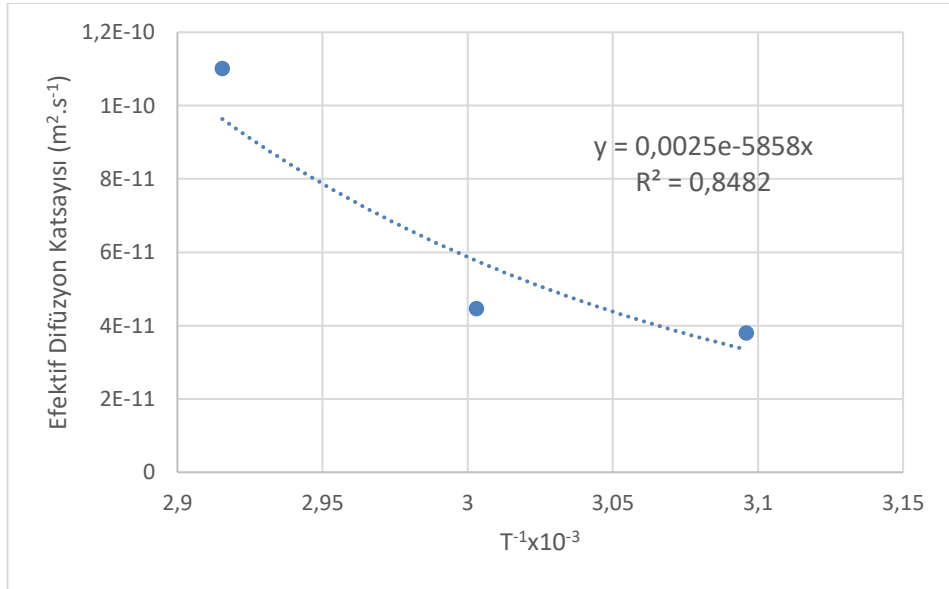
Sıcaklık	$D_{eff} (\text{m}^2/\text{s})$	$E_a (\text{kJ/mol})$	$E_a (\text{kcal/mol})$
50°C	$1,73 \times 10^{-10}$		
60°C	$2,18 \times 10^{-10}$	48,37	11,56
70°C	$4,97 \times 10^{-10}$		

Tablo 3.23: Tekrarlanan yıl için efektif difüzyon katsayısı ve aktivasyon enerjileri

Sıcaklık	D_{eff} (m ² /s)	E_a (kJ/mol)	E_a (kcal/mol)
50°C	$3,79 \times 10^{-11}$		
60°C	$4,46 \times 10^{-11}$	48,71	11,64
70°C	$1,1 \times 10^{-10}$		



Şekil 3.5: Efektif difüzyon katsayıları ile sıcaklıklar arasında Arrhenius tipi ilişki



Şekil 3.6: Tekrar eden yılda efektif difüzyon katsayıları ile sıcaklıklar arasında Arrhenius tipi ilişki

3.3.3 Kurutma Sonrası Goji Berry Meyvesinin Bileşiminde Meydana Gelen Değişimler

3.3.3.1 Organik Asitlerdeki Değişimler

Kurutma işlemi sonundaki goji berry meyvesinin organik asit miktarları Tablo 3.24'de sunulmuştur. Kurutma işlemi sonrasında 70°C'de kurutulan meyvedeki tartarik asit miktarı, 50 ve 60°C'de kurutulana göre daha yüksek bulunmuştur. Tam olgun meyvede sitrik asit miktarı 60°C'deki kurutma sonunda tespit edilen miktara benzer, 50 ve 70°C'deki sonuçlardan ise yüksek bulunmuştur. Tam olgun evrede, 50 ve 60°C'de kurutulan meyvenin malik asit miktarları benzer bulunmuş olup, 70°C'de kurutulan meyvede bulunan malik asit miktarı bunlardan daha düşüktür ($p<0,05$). Adiletta ve diğ. (2015^b) kırmızı ve beyaz üzümlerin 50°C'de kurutma işlemini gerçekleştirmiş olup kurutma sonrasında organik asit miktarında azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Sarkar ve diğ. (2020) sıcak hava ile kurutma yöntemini de içeren farklı kurutma teknikleri ile şekerli peynir toplarını kurutmuş, organik asitlerin çoğunun azalmasından kurutma işlemi sırasında gerçekleşen dehidrasyon, dekarboksilasyon ve maillard reaksiyonlarının sorumlu olabileceğini bildirmiştir. Gao ve diğ. (2012), 70 °C'de fırında kurutulan hünnap meyvelerinin sitrik ve malik asit içeriklerinin meyvenin tam olgun aşamasına benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 3.24: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin organik asit miktarları (mg/100 g KM)

	Tartarik Asit	Sitrik Asit	Malik Asit	Süksinik Asit
Tam Olgun Evre	676,47±3,12 ^a	199,33±1,05 ^a	181,40±1,79 ^a	TE
Kurutma (50°C)	668,88±2,37 ^b	195,83±1,06 ^b	179,67±1,23 ^a	TE
Kurutma (60°C)	670,63±1,68 ^b	197,66±1,64 ^a	181,01±1,22 ^a	TE
Kurutma (70°C)	675,63±1,55 ^a	194,67±0,901 ^b	177,00±0,779 ^b	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

Tekrar eden yılda elde edilen tam olgun goji berry meyvesinin tartarik ve sitrik asit miktarları (Tablo 3.25) bir önceki yıla göre önemli derecede artış göstermiş olup ($p<0,05$) malik asit miktarı bir önceki yıl ile benzerlik göstermektedir. Tekrar eden

yılda da olgunlaşma süresince tüm asit miktarlarında artış gözlenmiştir. Kurutma işlemi sonunda 50 ve 60°C’de kurutulan goji berry meyvelerinin tartarik asit miktarları benzerlik gösterirken 70°C’de kurutulan goji berry meyvelerinin tartarik asit miktarı bunlardan daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki yılın tablolarında da görüldüğü üzere tüm kurutma sıcaklıkları sonundaki asit miktarları (kuru madde bazında), ya tam olgun evredeki meyvenin asit miktarına benzer ya da daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi asitlerin ısıl işleme karşı toleransının yüksek olmasından dolayıdır.

Tablo 3.25: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin organik asit miktarları (mg/100 g KM)

	Tartarik Asit	Sitrik Asit	Malik Asit	Süksinik Asit
Tam Olgun Evre	695,87±4,09 ^a	204,63±1,45 ^a	180,32±1,15 ^a	TE
Kurutma (50°C)	678,91±2,86 ^b	201,13±1,23 ^b	179,86±1,75 ^a	TE
Kurutma (60°C)	676,99±1,91 ^b	202,76±1,32 ^b	180,13±1,51 ^a	TE
Kurutma (70°C)	691,81±1,55 ^a	190,97±0,891 ^c	178,01±0,327 ^b	TE

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

3.3.3.2 Şekerlerdeki Değişimler

Kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvelerinin şeker kompozisyonları Tablo 3.26’da ve tekrar eden yıl verileri ise Tablo 3.27’de verilmiştir. Goji berry meyvelerinde şeker kompozisyonu kurutma sonrası değişkenlik göstermiş, tüm kurutma sıcaklıklarında miktarsal olarak azalmıştır ($p<0,05$). Adiletta ve diğ. (2015^b) kırmızı ve beyaz üzümlerin 50°C’de kurutma işlemini gerçekleştirmiş, kurutma sonrasında fruktoz ve glikoz miktarında azalmaların olduğunu ve bu azalmaların enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından dolayı olabileceğini düşündüklerini beyan etmiştir. Yaşa (2016) hünnap meyvesini 50, 60, 70 °C’de sıcak hava ile kurutmuş olup kurutma sonrasında glukoz, fruktoz ve sakkaroz miktarlarında önemli azalmalar görüldüğünü bildirmiştir. Goji berry meyvesinde gerçekleştirmiş olduğumuz kurutma işlemi sonrasında sakkarozun kurutma sıcaklıklarının etkisiyle hidrolize olduğu, glikoz ve fruktozun ise enzimatik olmayan esmerleşme sebebiyle azaldığı düşünülmektedir.

Tablo 3.26: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)

	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz
Tam Olgun Evre	24,12±3,09 ^a	24,65±2,95 ^a	2,98±0,096 ^a
Kurutma (50°C)	16,45±1,58 ^b	15,98±1,09 ^b	0,065±0,015 ^b
Kurutma (60°C)	17,05±1,68 ^b	16,98±1,22 ^b	0,035±0,011 ^c
Kurutma (70°C)	17,55±1,75 ^b	17,22±1,46 ^b	0,016±0,007 ^d

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Tekrarlanan yıl analizinde sakkaroz miktarı bir önceki yıla göre azalmış olup (p<0,05) diğerleri ise benzer bulunmuştur. Beklendiği gibi meyvenin kurutma işlemi sonrasında şeker miktarlarında azalmalar görülmüştür.

Tablo 3.27: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvesinin şeker miktarları (g/kg KM)

	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz
Tam Olgun Evre	25,32±3,28 ^a	24,98±2,44 ^a	2,77±0,076 ^a
Kurutma (50°C)	16,92±1,28 ^b	16,56±1,22 ^b	0,063±0,012 ^b
Kurutma (60°C)	17,85±1,44 ^b	17,12±1,31 ^b	0,032±0,009 ^c
Kurutma (70°C)	18,22±1,22 ^b	17,76±1,75 ^b	0,011±0,006 ^d

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

**TE: Tespit edilememiştir.

3.3.3.3 Fenolik Kompozisyondaki Değişimler

Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sonrasına ait fenolik madde kompozisyonu Tablo 3.28'de, tekrarlanan yıl analizlerine ait sonuçlar ise Tablo 3.29'da sunulmuştur. Tüm kurutma sıcaklıklarında gerçekleştirilen kurutma işlemi sonucunda fenolik bileşenlerin miktarlarında azalmalar olduğu görülmektedir (p<0,05).

Donno ve diğ. (2016), taze ve kurutulmuş goji berry meyvelerinde fenolik kompozisyonu incelemiş olup taze meyvede; kafeik asit miktarını 0,832 mg/100 g, klorojenik asit miktarını 0,329 mg/100 g, kumarik asit miktarını 4,206 mg/100 g, ferulik asit miktarını 3,719 mg/100 g, hiperozid miktarını 0,993 mg/100 g, ellajik asit

miktarını 0,012 mg/100 g, kateşin miktarını 7,363 mg/100 g ve epikateşin miktarını 18,751 mg/100 g olarak tespit etmiş olup izokuersetin, kuersetin, kuersitrin, rutin ve gallik asidi tespit edememiştir. Kurutma sonrasında ise kafeik asit miktarını 1,369 mg/100 g, klorojenik asit miktarını 0,944 mg/100 g, kumarik asit miktarını 2,351 mg/100 g, ferulik asit miktarını 9,658 mg/100 g, ellajik asit miktarını 0,157 mg/100 g, kateşin miktarını 4,127 mg/100 g, epikateşin miktarını ise 9,696 mg/100 g olarak bulmuşlardır. Görüldüğü üzere kumarik asit, kateşin ve epikateşin miktarlarında kurutma işlemi ile azalmalar, diğerlerinde ise artışlar görülmekte olup hiperozid ise kurutma işlemi sonrasında tespit edilememiştir. Değirmencioğlu ve diğ. (2017) Erdek ve Kapıdağ bölgesinden elde ettikleri yaban mersini meyvelerinin 50 °C'de kuruma işlemi sonrasında fenolik bileşenlerdeki değişimlerin belirli bir eğilime sahip olmadığını belirtmişler ve bu değişimlerin meyvenin türü, yetiştirme mevsimi, çevresel yetiştirme koşulları ile uygulanan kurutma süresi gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Madrau ve diğ. (2009) kayısıların 55 ve 75 °C'de kurutulmasından sonra rutin, kersetin, epikateşin, kateşin ve klorojenik asitte önemli kayıplar olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 3.28: Kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)

Fenolik Bileşenler	Tam Olgun Evre	Kurutma (50°C)	Kurutma (60°C)	Kurutma (70°C)
Epikateşin	215,23±3,86 ^a	84,25±2,85 ^b	85,69±3,15 ^b	83,55±3,21 ^b
Klorojenik asit	235,85±4,78 ^a	52,64±1,87 ^b	53,68±2,45 ^b	51,78±1,98 ^b
Kateşin	75,39±4,87 ^a	34,69±2,56 ^b	35,68±3,22 ^b	34,15±2,98 ^b
Kafeik asit	125,97±3,85 ^a	48,36±3,64 ^b	47,22±2,87 ^b	48,66±3,57 ^b
Rutin	564,55±6,92 ^a	232,56±9,74 ^b	230,25±8,52 ^b	235,69±7,67 ^b
p-Kumarik asit	78,81±3,21 ^a	34,68±2,74 ^b	35,62±3,12 ^b	33,96±3,51 ^b
Hiperozid	198,29±4,45 ^a	82,74±3,45 ^b	81,65±4,12 ^b	84,65±3,26 ^b
Gallik asit	68,47±2,14 ^a	30,65±1,25 ^b	31,25±1,41 ^b	30,12±1,89 ^b
Kuersetin	62,84±3,36 ^a	26,87±1,68 ^b	25,68±1,52 ^b	26,96±1,03 ^b
İzokuersetin	TE	TE	TE	TE
Ellajik asit	TE	TE	TE	TE

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

**TE: Tespit edilememiştir.

Tekrarlanan yıl analizinde bir önceki yıla göre benzer sonuçlar elde edilmiş olup kurutma işlemi sonucunda tüm fenolik bileşenlerde azalmalar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.29: Tekrar eden yıla ait kurutma işlemi sonrasında goji berry meyvelerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/100 g KM)

Fenolik Bileşenler	Tam Olgun Evre	Kurutma (50°C)	Kurutma (60°C)	Kurutma (70°C)
Epikateşin	210,78±2,69 ^a	82,98±2,23 ^b	83,12±3,24 ^b	83,23±2,76 ^b
Klorojenik asit	210,25±3,98 ^a	51,43±2,66 ^b	51,76±2,23 ^b	50,98±1,19 ^b
Kateşin	82,25±4,69 ^a	35,29±2,36 ^b	35,45±2,52 ^b	34,88±2,25 ^b
Kafeik asit	131,25±3,31 ^a	49,44±3,27 ^b	48,98±2,65 ^b	48,69±2,77 ^b
Rutin	582,25±5,65 ^a	239,23±8,54 ^b	238,14±9,22 ^b	237,99±8,61 ^b
p-Kumarik asit	75,65±5,25 ^a	32,98±2,65 ^b	33,11±3,14 ^b	32,53±2,76 ^b
Hiperozid	190,45±6,54 ^a	80,14±2,65 ^b	79,75±3,72 ^b	80,15±4,06 ^b
Gallik asit	72,14±5,82 ^a	31,79±1,51 ^b	31,32±1,17 ^b	30,98±1,58 ^b
Kuersetin	65,41±4,78 ^a	25,13±1,63 ^b	25,02±1,18 ^b	24,91±1,86 ^b
İzokuersetin	TE	TE	TE	TE
Ellajik asit	TE	TE	TE	TE

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p<0,05$)

**TE: Tespit edilememiştir.

3.3.3.4 Renk Değerlerindeki Değişimler

Tam olgun ve kurutulmuş goji berry meyvelerinin renk özellikleri Tablo 3.30'da, tekrar eden yıl için ise Tablo 3.31'de sunulmuştur. Goji berry meyvelerinin başlangıçtaki L*, a* ve b* değerleri kurutma işlemi nedeniyle önemli ölçüde azalmış ($p<0,05$) ve en düşük L*, a* ve b* değerleri 70 °C'de tespit edilmiştir. ΔE , numunelerin renkleri arasındaki farklılıkları ifade etmekte olup bu değer ne kadar büyürse fark o kadar fazladır demektir (Horuz ve diğ. 2017). Kurutulmuş goji berry meyvelerinin ΔE değerleri kurutma koşullarına bağlıdır ve 10,87 ile 13,91 arasında değişmiştir. En yüksek ΔE 70 °C'de kurutulmuş goji berry meyvelerinden elde edilmiştir.

Tablo 3.30: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sonrası renk özellikleri

	L*	a*	b*	ΔE
Tam Olgun Meyve	25,97±0,12 ^a	25,16±0,13 ^a	17,30±0,05 ^a	
50 °C	23,11±0,09 ^b	16,45±0,07 ^b	11,03±0,11 ^b	10,87 ^c
60 °C	22,79±0,05 ^c	14,41±0,09 ^c	10,67±0,07 ^c	13,01 ^b
70 °C	21,99±0,06 ^d	14,67±0,08 ^d	9,62±0,05 ^d	13,91 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Tekrar eden yıl analizinde kurutma işlemi sonrasında 60 °C’de belirlenen a* değerinin 50 ve 70 °C’de belirlenen değerlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Tekrar eden yılda bir önceki yıla göre tüm sıcaklıklarda L* değerinde, 50 °C’de a* değerinde ve 70 °C’de ise b* değerinde azalış, 60 ve 70 °C’de ise a* değerinde artış görülmüştür. ΔE değerleri 10,12 ile 13,56 arasında değişmiş olup en fazla değişimin 70 °C’de olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.31: Tekrar eden yıla ait goji berry meyvesinin kurutma işlemi sonrası renk özellikleri

	L*	a*	b*	ΔE
Tam Olgun Meyve	23,75±0,15 ^a	23,16±0,13 ^a	16,88±0,15 ^a	
50 °C	22,78±0,15 ^b	16,22±0,12 ^b	11,18±0,14 ^b	10,12 ^c
60 °C	22,42±0,11 ^c	14,78±0,09 ^d	10,45±0,09 ^c	12,77 ^b
70 °C	21,56±0,21 ^d	14,92±0,12 ^c	9,98±0,07 ^d	13,56 ^a

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

3.4 Goji Berry Meyvesinde Bulunan Bazı Bileşenlerin Parçalanma Kinetikleri

3.4.1 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite İçin Parçalanma Kinetiği

Kurutma işlemi sonrasındaki toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.32’de verilmiştir. Farklı sıcaklıklarda kurutma işlemlerinde;

kurutma işlemi ile tüm kurutma sıcaklıklarındaki toplam fenolik madde miktarında azalmalar görülmüş olup en yüksek kayıp 70°C’de kurutulan goji berry meyvesinde, en az kayıp ise 70°C’de kurutulan goji berry meyvesinde tespit edilmiştir (p<0,05). Tam olgun meyvenin farklı sıcaklıklarda kurutulması ile kuru madde bazında antioksidan aktivite değerlerinin azaldığı tespit edilmiş olup en fazla azalma 70°C’de gerçekleştirilen kurutma işleminde görülmüştür (p<0,05). Vega-Gálvez ve diğ. (2012) elma dilimlerinin kurutulması sırasında TFM miktarında önemli düzeyde azalmalar görüldüğünü (p<0,05) ve bu azalmanın sıcaklık artışı ile daha da arttığını bildirmiştir. Yaşa (2016) hünnap meyvesinin kurutulması sırasında toplam fenolik madde miktarında kayıplar tespit etmiş ve sıcaklık artışı ile kayıp oranının arttığını belirtmiştir. Méndez-Lagunas ve diğ. (2017), farklı sıcaklıklarda konvektif kurutma sırasında çileğin TFM ve AA değerlerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Tablo 3.32: Kurutma işlemi sonrasında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g KM)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)
Tam Olgun Evre	1838,43±37,47 ^a	0,077±0,002 ^a
Kurutma (50°C)	491,00±7,96 ^b	0,017±0,001 ^b
Kurutma (60°C)	450,17±8,26 ^c	0,014±0,001 ^c
Kurutma (70°C)	404,45±6,89 ^d	0,011±0,001 ^d

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasındaki toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.33’de verilmiştir. Kurutma işlemi ile TFM miktarında önemli derecede azalmalar görülmektedir. Antioksidan aktivite değeri ise bir önceki yılda olduğu gibi kurutma süresince azalma göstermiştir. Tam olgun evrede TFM ve AA değerleri bir önceki yıla göre tekrar eden yılda artış göstermiştir (p<0,05).

Tablo 3.33: Tekrar eden yıla ait kurutma işlemi sonrasında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g KM)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)
Tam Olgun Evre	1878,98±32,22 ^a	0,081±0,003 ^a
Kurutma (50°C)	505,27±7,96 ^b	0,016±0,004 ^b
Kurutma (60°C)	450,17±7,15 ^c	0,014±0,002 ^c
Kurutma (70°C)	411,43±5,29 ^d	0,012±0,002 ^d

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

3.4.1.1 Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiği

Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları Tablo 3.34’de, tekrar eden yıl için ise Tablo 3.35’de belirtilmiştir. Toplam fenolik maddenin parçalanma kinetiğinin 1. dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiştir. Kuru madde bazında en yüksek azalma oranının 70 °C’de, en düşük azalma oranının ise 50 °C’de olduğu belirlenmiştir. Goji berry meyvelerinde toplam fenolik maddenin termal parçalanma reaksiyonunun hız sabiti 0,057 ile 0,179 1/saat arasında değiştiği görülmektedir. Sıcaklık artışına bağlı olarak toplam fenolik maddenin termal bozunması artmaktadır (Kadalkal ve Duman 2018; Sarpong ve diğ. 2018). López ve diğ. (2010) kurutma havasının sıcaklığındaki artışla toplam fenolik madde miktarının azaldığını bildirmişlerdir.

Tekrarlanan yıl analizlerinde ise toplam fenolik madde parçalanma kinetiğinin önceki yılda gerçekleştirilen analizde olduğu gibi 1. dereceden kinetik modele uyduğu saptanmıştır. Tüm kurutma sıcaklıklarında kurutma süresi boyunca toplam fenolik madde miktarlarındaki kayıplar Tablo 3.35’de sunulmuştur.

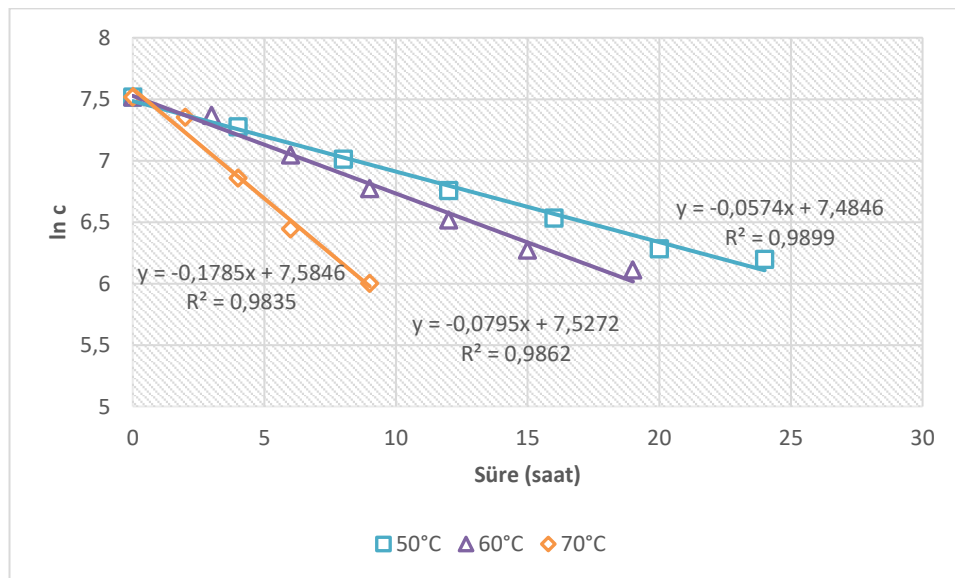
Tablo 3.34: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	1838,43	0
	4	1444,59	21,42
	8	1109,91	39,63
	12	860,10	53,22
	16	687,35	62,61
	20	535,67	70,86
	24	491,00	73,29
	60	0	1838,43
3		1587,06	13,67
6		1147,80	37,57
9		874,22	52,45
12		676,58	63,20
15		529,38	71,20
19		450,17	75,51
70	0	1838,43	0
	2	1561,35	15,07
	4	952,76	48,18
	6	628,24	65,83
	9	404,45	78,00

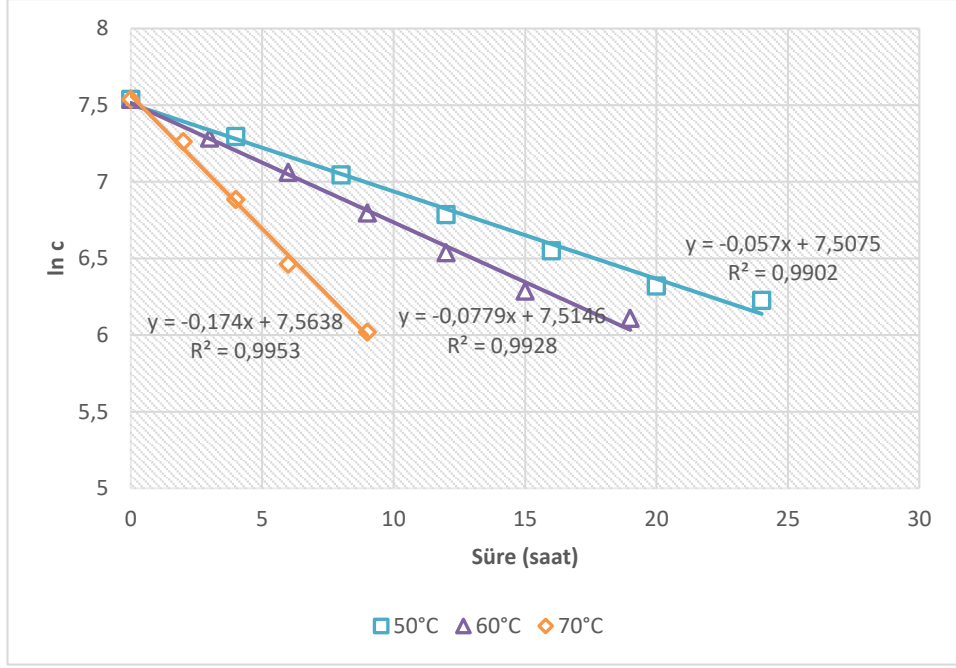
Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sürecinde toplam fenolik madde miktarının parçalanmasına ait kinetik veriler Tablo 3.36 ve Tablo 3.37’de verilmiştir. Toplam fenolik maddenin parçalanma reaksiyonuna ait aktivasyon enerjisi Şekil 3.9’da ve tekrar eden yıl için Şekil 3.10’da sunulan Arrhenius denklemi kullanılarak hesaplanmış ve sırasıyla 52,01 ve 51,16 kJ/mol olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da 60 °C ile 70 °C arasındaki Q_{10} değerinin 50 °C ile 60 °C arasındaki değerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. 50°C, 60°C ve 70°C’de kurutulan goji berry meyvelerinde toplam fenolik madde miktarının parçalanma kinetiğine ait grafikler Şekil 3.7-Şekil 3.10’da sunulmuştur.

Tablo 3.35: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarı ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

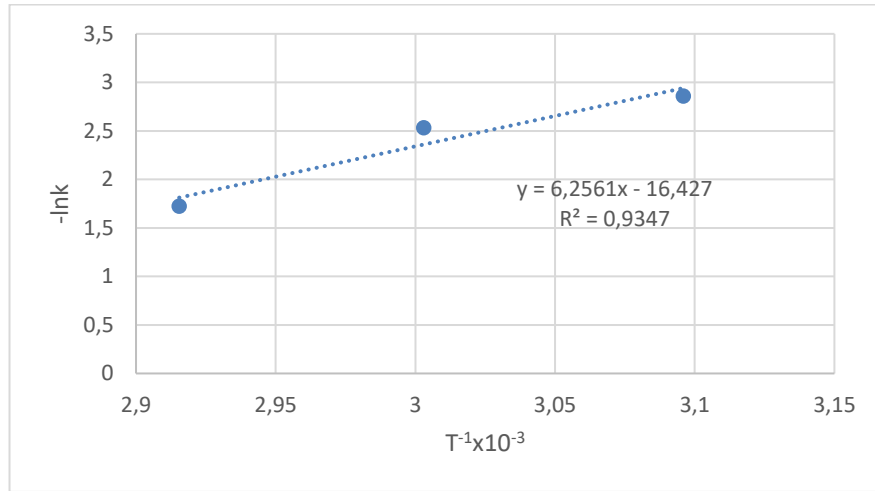
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	1878,98	0
	4	1474,51	21,53
	8	1147,59	38,92
	12	885,15	52,89
	16	699,65	64,36
	20	555,14	70,46
	24	505,27	73,11
	60	0	1878,98
3		1456,98	22,57
6		1165,89	37,95
9		895,21	52,36
12		690,59	63,25
15		537,84	71,37
19		450,17	76,04
70	0	1878,98	0
	2	1425,45	24,14
	4	975,98	48,06
	6	639,85	65,95
	9	411,43	78,10



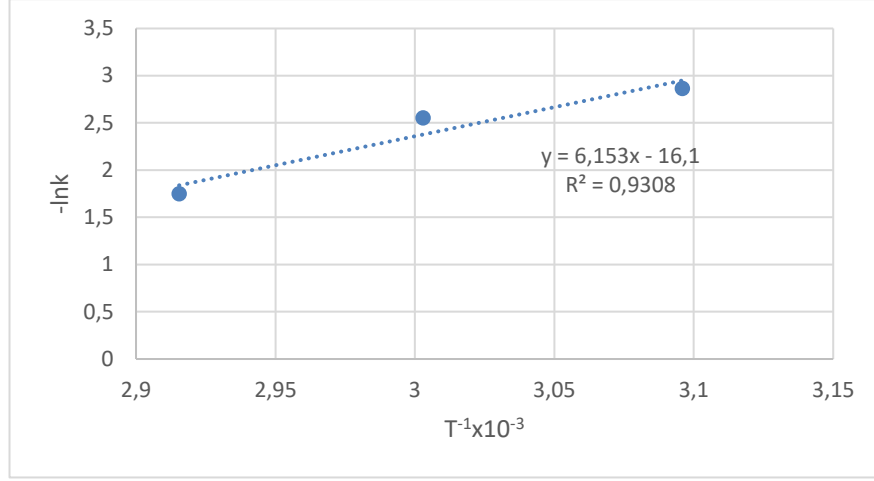
Şekil 3.7: Toplam fenolik maddenin birinciden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.8: Tekrar eden yılda toplam fenolik maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.9: Toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.10: Tekrar eden yılda toplam fenolik maddenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

Tablo 3.36: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince toplam fenolik madde miktarının parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,057	12,07	40,12	0,990				
60°C	0,080	8,72	28,97	0,986	12,43	52,01	1,39	2,25
70°C	0,179	3,88	12,9	0,984				

Tablo 3.37: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince toplam fenolik madde miktarının parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,057	12,16	40,4	0,990				
60°C	0,078	8,90	29,56	0,993	12,23	51,16	1,37	2,23
70°C	0,174	3,98	13,24	0,995				

3.4.1.2 Toplam Antioksidan Aktivite Kaybının Kinetiği

Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki antioksidan aktivite ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları Tablo 3.38’de, tekrar eden yıldaki sonuçlar ise Tablo 3.39’da sunulmuştur. Antioksidan aktivite kaybı kinetiğinin 1. dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiş olup farklı sıcaklıklarda olan tüm kurutma işlemlerinde kuru madde bazında antioksidan aktivite değerlerinin azaldığı

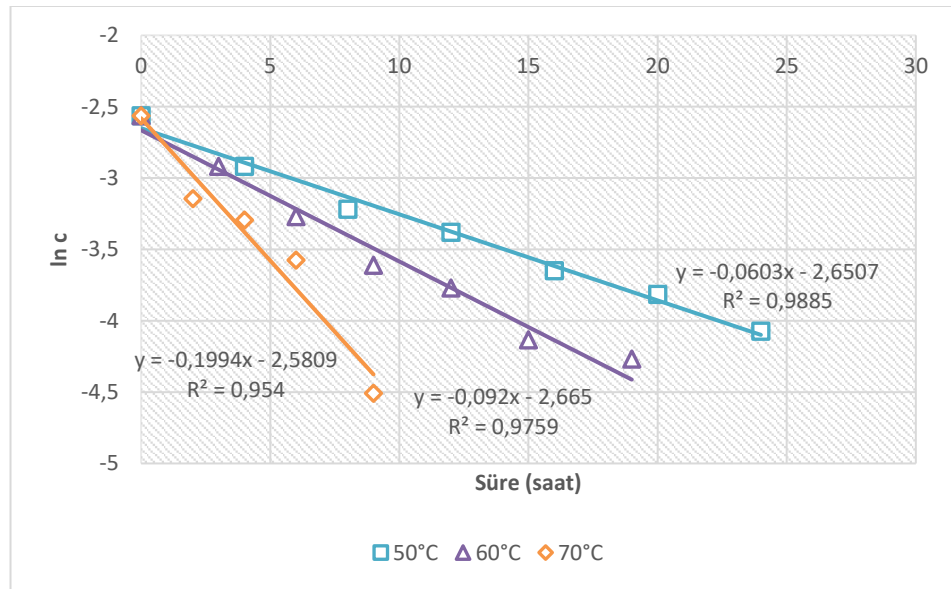
saptanmıştır. Oancea ve diğ. (2017), vişne ekstraktında antioksidan aktivitenin termal kaybı için birinci dereceden kinetik modeli kullanmıştır. Her iki yılda da en fazla kayıp 70°C’de gerçekleştirilen kurutma işleminde olmuştur. Sıcaklık artışından dolayı hız sabitinde artış, $t_{1/2}$ ve D değerlerinde azalmalar görülmüştür. Oancea ve diğ. (2017) ve Sarpong ve diğ. (2018) sırasıyla vişne ekstraktı ve muz dilimlerinde sıcaklık artışı ile antioksidan aktivitenin hız sabitinin arttığını bildirmiştir. Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sürecinde antioksidan aktivitenin kaybına ait kinetik veriler Tablo 3.40 ve Tablo 3.41’de verilmiştir. Antioksidan aktivitenin termal kaybına ait Arrhenius denklemi Şekil 3.11 ve tekrar eden yıl için Şekil 3.12’de sunulmuş olup aktivasyon enerjisi 54,90 kJ/mol ve tekrar eden yıl için 52,00 kJ/mol olarak tespit edilmiştir. 50 °C ile 60 °C ve 60 °C ile 70 °C arasındaki Q_{10} değerleri sırasıyla 1,53 ve 2,17 olarak, tekrar eden yılda ise 1,49 ve 2,09 olarak bulunmuştur. 50°C, 60°C ve 70°C’de kurutulan goji berry meyvelerinde antioksidan aktivitenin kayıp kinetiğine ait grafikler Şekil 3.11 – Şekil 3.14’de sunulmuştur.

Tablo 3.38: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki antioksidan aktivite ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

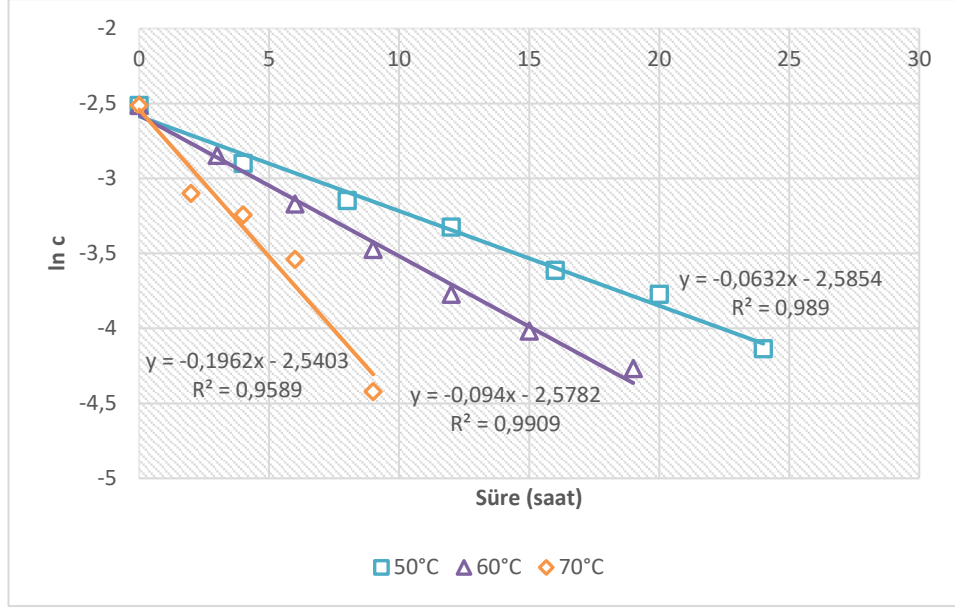
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	0,077	0
	4	0,054	29,87
	8	0,040	48,05
	12	0,034	55,84
	16	0,026	66,23
	20	0,022	71,43
	24	0,017	77,92
60	0	0,077	0
	3	0,054	29,87
	6	0,038	50,65
	9	0,027	64,94
	12	0,023	70,13
	15	0,016	79,22
	19	0,014	81,82
70	0	0,077	0
	2	0,043	44,16
	4	0,037	51,95
	6	0,028	63,64
	9	0,011	85,71

Tablo 3.39: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki antioksidan aktivite ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

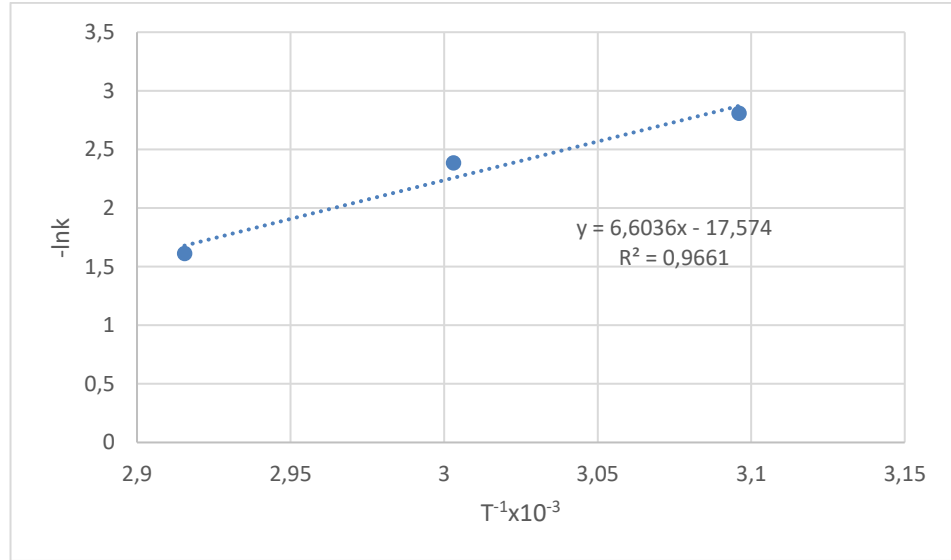
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	0,081	0
	4	0,055	32,09
	8	0,043	46,91
	12	0,036	55,56
	16	0,027	66,67
	20	0,023	71,60
	24	0,016	80,25
60	0	0,081	0
	3	0,058	28,39
	6	0,042	48,14
	9	0,031	61,73
	12	0,023	71,60
	15	0,018	77,78
	19	0,014	82,72
70	0	0,081	0
	2	0,045	44,45
	4	0,039	51,85
	6	0,029	64,20
	9	0,012	85,19



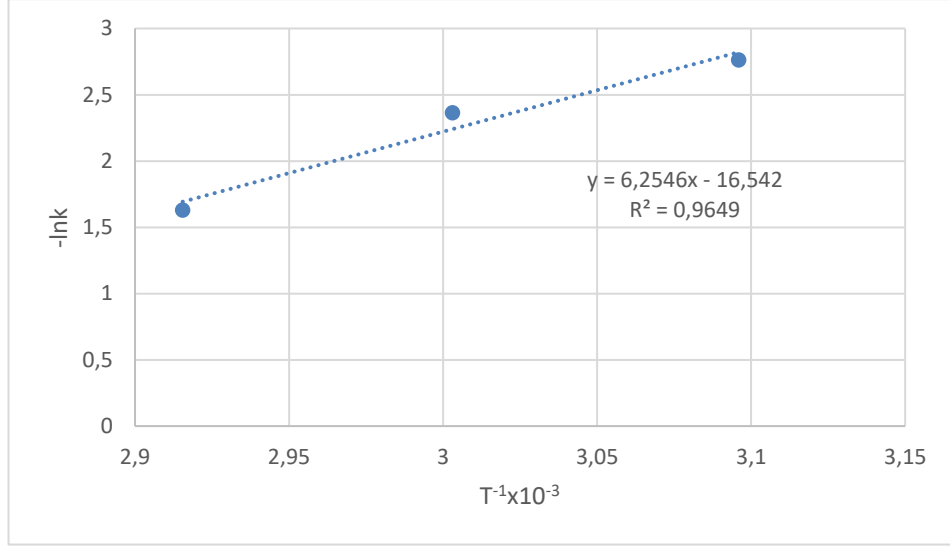
Şekil 3.11: Antioksidan aktivitenin kaybına ait birinci dereceden reaksiyon kinetiği grafiği



Şekil 3.12: Tekrar eden yılda antioksidan aktivitenin kaybına ait birinci dereceden reaksiyon kinetiği grafiği



Şekil 3.13: Antioksidan aktivitenin kaybına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.14: Tekrar eden yılda antioksidan aktivitenin kaybına ait Arrhenius grafiği

Tablo 3.40: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince antioksidan aktivitenin kaybına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	$t_{1/2}$ (saat)	D (saat)	R^2	E_a (kcal/mol)	E_a (kJ/mol)	Q_{10} (50-60°C)	Q_{10} (60-70°C)
50°C	0,060	11,49	38,19	0,989				
60°C	0,092	7,53	25,03	0,976	13,12	54,90	1,53	2,17
70°C	0,199	3,48	11,55	0,954				

Tablo 3.41: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince antioksidan aktivitenin kaybına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	$t_{1/2}$ (saat)	D (saat)	R^2	E_a (kcal/mol)	E_a (kJ/mol)	Q_{10} (50-60°C)	Q_{10} (60-70°C)
50°C	0,063	10,97	36,44	0,989				
60°C	0,094	7,37	24,5	0,991	12,43	52	1,49	2,09
70°C	0,196	3,53	11,74	0,959				

3.4.2 Suda Çözünen Vitaminlerin Parçalanma Kinetiği

Kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları Tablo 3.42’de tekrar eden yıl için ise Tablo 3.43’te sunulmuştur. Goji berry meyvesinde en yüksek C vitamini miktarı 112,75 mg/100 g KM olarak tam olgun

evrede bulunmuş olup kurutma işlemi ile C vitamini miktarında kayıplar görülmüştür. Bu düşüşün sebebinin vitaminlerin, özellikle C vitamininin ısıya karşı çok hassas olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tekrar eden yılda ise C vitamini miktarının $125,75 \pm 3,13$ mg/100 g KM olduğu tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığının artması ile C vitamini kaybında istatistiksel olarak artış gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Kurutma işlemi ile piridoksin miktarında istatistiksel olarak azalma görülmüştür. Kurutma işleminde en az kayıp her iki yılda da C vitamini ve piridoksin için 50°C 'de görülmüştür ($p < 0,05$).

Akdaş (2014), kurutulmuş mandalinalarda C vitamini kaybının 55 ve 75°C 'de sırasıyla % $20,5-25,5$ ve % $48,10-57,57$ arasında olduğunu belirtmiştir. López ve diğ. (2010) yaban mersini kurutması sırasında tüm kurutma sıcaklıklarında C vitamini değerlerinde önemli kayıplar olduğunu ve en yüksek C vitamini kaybının 80°C 'de %92 oranında olduğunu bildirmişlerdir. $70, 80, 90$ ve 95°C 'de ısı işlem uygulanan kuşburnu nektarında ısı işlem sonrasında C vitamini miktarının önemli ölçüde azaldığı Kadakal ve diğ. (2017) tarafından rapor edilmiştir.

Tablo 3.42: Kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)

	C vitamini	Piridoksin
Tam Olgun Evre	$112,75 \pm 2,23^a$	$2,19 \pm 0,046^a$
Kurutma (50°C)	$39,45 \pm 2,21^b$	$0,937 \pm 0,055^b$
Kurutma (60°C)	$26,48 \pm 1,16^c$	$0,681 \pm 0,061^c$
Kurutma (70°C)	$21,87 \pm 0,971^d$	$0,492 \pm 0,034^d$

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p < 0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

Tablo 3.43: Tekrar eden yılda kurutma işlemi sonrasındaki goji berry meyvesinin suda çözünen vitamin miktarları (mg/100 g KM)

	C vitamini	Piridoksin
Tam Olgun Evre	$125,75 \pm 3,13^a$	$2,12 \pm 0,042^a$
Kurutma (50°C)	$41,40 \pm 2,65^b$	$0,901 \pm 0,076^b$
Kurutma (60°C)	$27,13 \pm 1,15^c$	$0,623 \pm 0,060^c$
Kurutma (70°C)	$22,25 \pm 1,16^d$	$0,445 \pm 0,045^d$

*Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir ($p < 0,05$)

*TE: Tespit edilememiştir.

3.4.2.1 C Vitaminine Ait Parçalanma Kinetiği

Hava ile kurutma hem ürünlerin fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilmekte hem de aromatik bileşiklerin ve besin maddelerinin bozulmasına neden olabilmektedir (Araya-Farias ve diğ. 2011). Yani ısı ile işleme başta C vitamini olmak üzere tüm gıdalarda bulunan bileşiklerde kayıplar görülmektedir. Çalışmamızda C vitamininin parçalanma kinetiğinin 1. dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiştir. Gamboa-Santos ve diğ. (2014), Hiwilepo-van Hal ve diğ. (2012), Kadakal ve diğ. (2017) ve Wang ve diğ. (2017), C vitamininin termal parçalanmasının farklı kurutulmuş gıdalarda birinci dereceden kinetik modele uyduğunu belirtmişlerdir.

Kurutma süresi boyunca C vitamini miktarlarındaki kayıp oranları Tablo 3.44'de tekrar eden yıl verileri ise Tablo 3.45'te görülmektedir. En yüksek azalma oranının 70°C'de olduğu, en düşük azalma oranının ise 50 °C'de olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla kurutma sıcaklığının artmasıyla C vitamininin daha fazla kayba uğradığı söylenebilir. Dağhan ve diğ. (2018), Isot'un farklı sıcaklıklarda sıcak hava ile kurutulmasını incelemiş ve C vitamini açısından önemli kayıp olduğunu bulmuşlardır. Marfil ve diğ. (2008) farklı sıcaklıklarda domatesi sıcak hava ile kurutmuş ve kurutma sıcaklığının artmasıyla domateste C vitamini kaybının arttığını bildirmiştir.

Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sürecinde C vitamininin parçalanmasına ait kinetik veriler Tablo 3.46 ve Tablo 3.47'de verilmiştir. Goji berry meyvelerinin 50, 60 ve 70 ° C'de kurutulması sonucu C vitamini için parçalanma hız sabitleri sırasıyla 0,047, 0,075 ve 0,182 1/saat ve tekrar eden yılda ise 0,049, 0,075 ve 0,185 1/saat olarak bulunmuştur. Sıcaklıktaki artışa bağlı olarak C vitamininin hız sabitinin her iki yılda da arttığı ancak yarılanma süresinin ve D değerlerinin azaldığı açıkça görülmektedir. Benzer şekilde Demiray ve diğ. (2013) kurutma sıcaklığındaki artışla *k* değerinin arttığını belirtmiştir. Ayrıca domateslerin kurutulmasında kurutma sıcaklığının artmasıyla $t_{1/2}$ değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Demiray ve diğ. 2013). Kadakal ve diğ. (2017), kuşburnu nektarının farklı sıcaklıklarda pastörize edilmesi sırasında, sıcaklığın artışına bağlı olarak C vitamini bozunma hız sabitinin arttığını, $t_{1/2}$ ve D değerlerinin ise azaldığını belirtmişlerdir. Sonuçlarımız literatür ile uyumludur.

Q_{10} değerlerinin her iki yılda da 60 °C ila 70 °C arasında 50 °C ila 60 °C'den daha yüksek olduğu bulunmuştur. Daha yüksek Q_{10} değerleri reaksiyonun sıcaklık değişimine karşı daha hassas olduğunun bir göstergesi olduğundan dolayı, C vitamininin parçalanma reaksiyonu sıcaklık 60 °C'den 70 °C'ye yükseldiğinde sıcaklığa karşı daha fazla hassasiyet göstermiştir. Kurutma sıcaklığındaki azalma ile C vitamininin termal parçalanmasına ait Q_{10} değerinin artışı hakkında literatürde benzer veriler bulunmaktadır (Demiray ve diğ. 2013; Kadakal ve diğ. 2017). Kadakal ve diğ. (2017), yüksek aktivasyon enerjisine sahip olan bileşiklerin stabiliteilerinin yüksek olduğunu ancak sıcaklık değişimlerine karşı hassas olduklarını belirtmiştir.

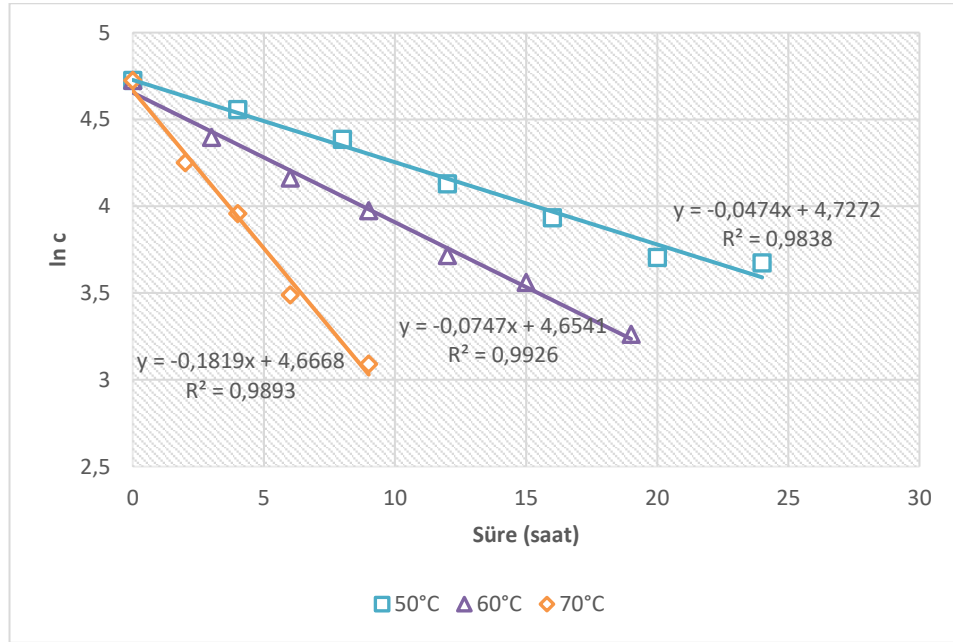
C vitamininin termal parçalanmasının Arrhenius denklemi Şekil 3.15'de ve tekrar eden yıl için Şekil 3.16'da sunulmuştur. 50°C, 60°C ve 70°C'de ve farklı yıllara ait numunelerin kurutulması sonrası elde edilen goji berry meyvelerindeki C vitamininin parçalanma kinetiğine ait grafikler Şekil 3.15 – Şekil 3.18'de sunulmuştur.

Tablo 3.44: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki C vitamini içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

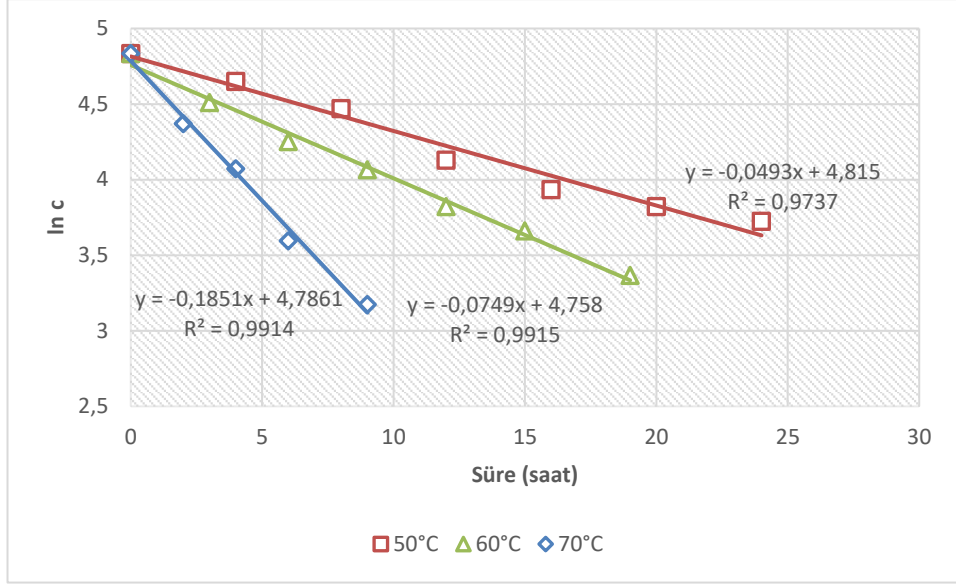
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	C vitamini (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	112,75	0
	4	95,23	15,54
	8	80,32	28,76
	12	62,14	44,89
	16	51,12	54,66
	20	40,65	63,95
	24	39,43	65,03
	60	0	112,75
3		81,21	27,97
6		64,24	43,02
9		53,23	52,79
12		41,12	63,53
15		35,23	68,75
19		26,11	76,84
70	0	112,75	0
	2	70,23	37,71
	4	52,35	53,57
	6	32,78	70,93
	9	21,99	80,50

Tablo 3.45: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki C vitamini içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

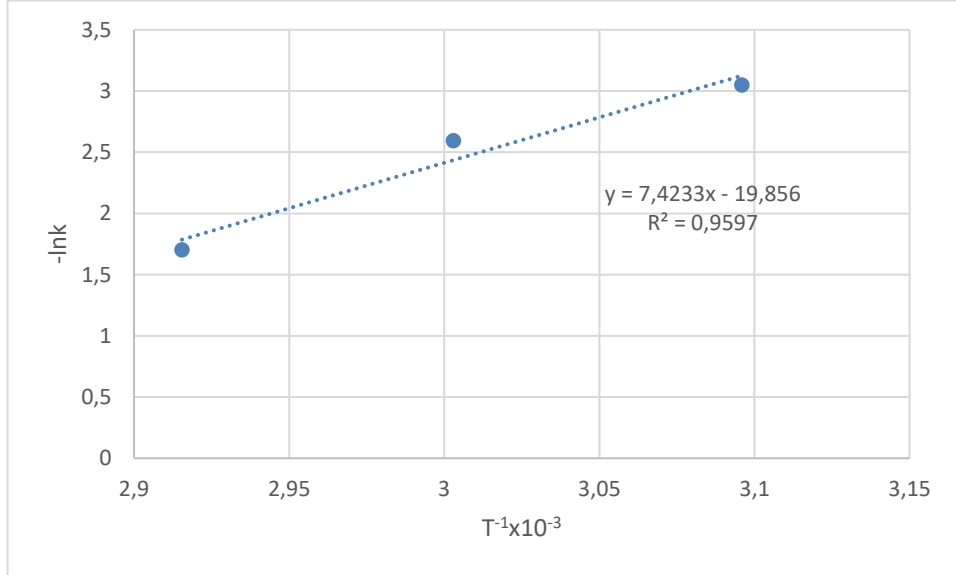
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	C vitamini (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	125,75	0
	4	104,58	16,83
	8	87,25	30,62
	12	62,14	50,58
	16	51,12	59,35
	20	45,68	63,67
	24	41,40	67,08
60	0	125,75	0
	3	90,85	27,75
	6	70,25	44,14
	9	58,25	53,68
	12	45,71	63,65
	15	38,89	69,07
	19	28,97	76,16
70	0	125,75	0
	2	79,02	37,16
	4	58,69	53,33
	6	36,39	70,06
	9	23,87	81,02



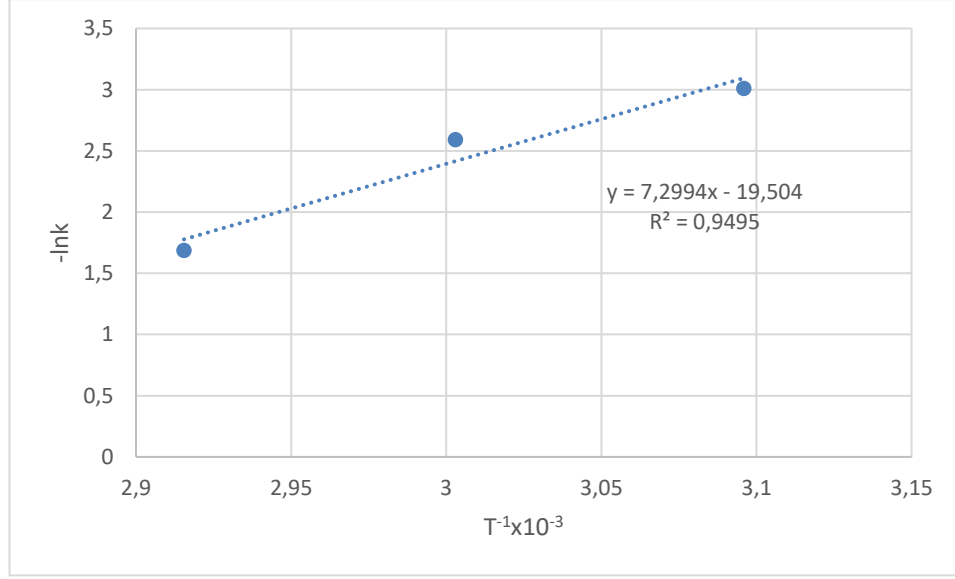
Şekil 3.15: C vitamininin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.16: Tekrar eden yılda C vitamininin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.17: C vitamininin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.18: Tekrar eden yılda C vitamininin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

Tablo 3.46: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince C vitamininin parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,047	14,62	48,59	0,984				
60°C	0,075	9,28	30,83	0,993	14,75	61,72	1,58	2,44
70°C	0,182	3,81	12,66	0,989				

Tablo 3.47: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince C vitamininin parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,049	14,06	46,71	0,974				
60°C	0,075	9,25	30,75	0,992	14,5	60,69	1,52	2,47
70°C	0,185	3,74	12,44	0,991				

3.4.2.2 Piridoksine Ait Parçalanma Kinetiği

Kurutma süresi boyunca piridoksin miktarlarındaki kayıp oranları Tablo 3.48'de tekrar eden yıl verileri ise Tablo 3.49'da verilmiştir. En yüksek azalma oranının 70°C'de olduğu, en düşük azalma oranının ise 50 °C'de olduğu

gözlemlenmektedir. Piridoksinin parçalanma kinetiğinin 1. dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiştir.

Goji berry meyvesinin kurutma işleminde piridoksinin parçalanmasına ait kinetik veriler Tablo 3.50 ve Tablo 3.51’de verilmiştir. Goji berry meyvelerinin 50 °C, 60 °C ve 70 °C’de kurutulmasına bağılı olarak B₆ vitamini parçalanma hızı sabitleri sırasıyla 0,034; 0,064 ve 0,164 1/saat, tekrar eden yılda ise 0,034; 0,063 ve 0,162 1/saat olarak bulunmuştur. Parçalanma reaksiyonunun hız sabitinde artış görülmüş, ancak sıcaklıktaki artışa bağılı olarak t_{1/2} ve D değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Kadakal ve diğ. (2017), kuşburnu nektarının pastörizasyonunda termal artışa bağılı olarak B vitamini kompleksinde parçalanma hız sabitinin arttığını belirtmişlerdir.

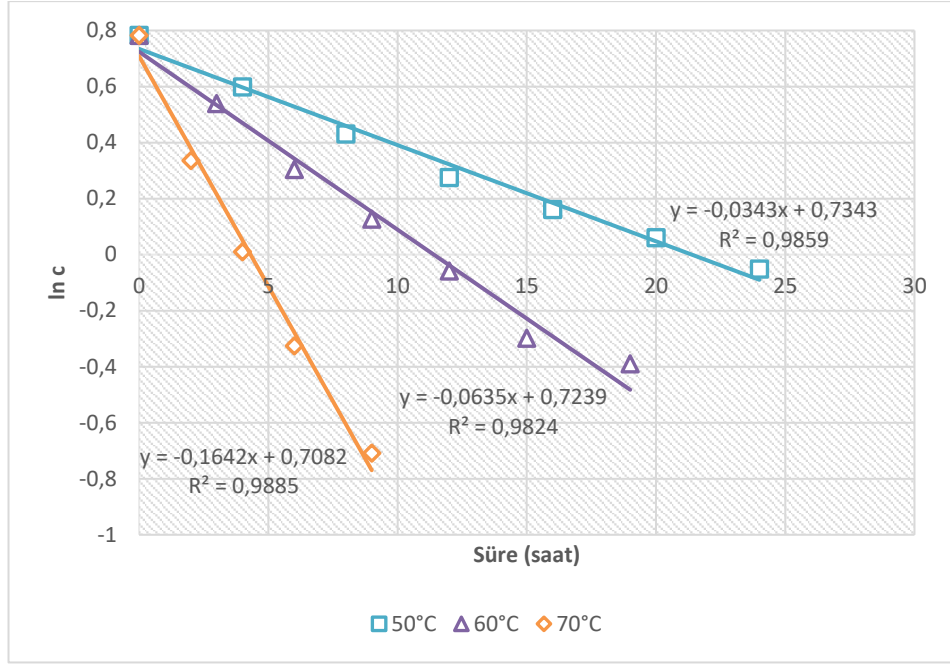
Tablo 3.48: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki piridoksin içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Piridoksin (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	2,19	0
	4	1,82	16,80
	8	1,54	29,70
	12	1,32	39,76
	16	1,18	46,26
	20	1,06	51,43
	24	0,950	56,56
60	0	2,19	0
	3	1,72	21,56
	6	1,35	38,07
	9	1,14	48,09
	12	0,94	56,87
	15	0,74	66,06
	19	0,677	69,04
70	0	2,19	0
	2	1,40	36,06
	4	1,01	53,81
	6	0,722	66,98
	9	0,492	77,48

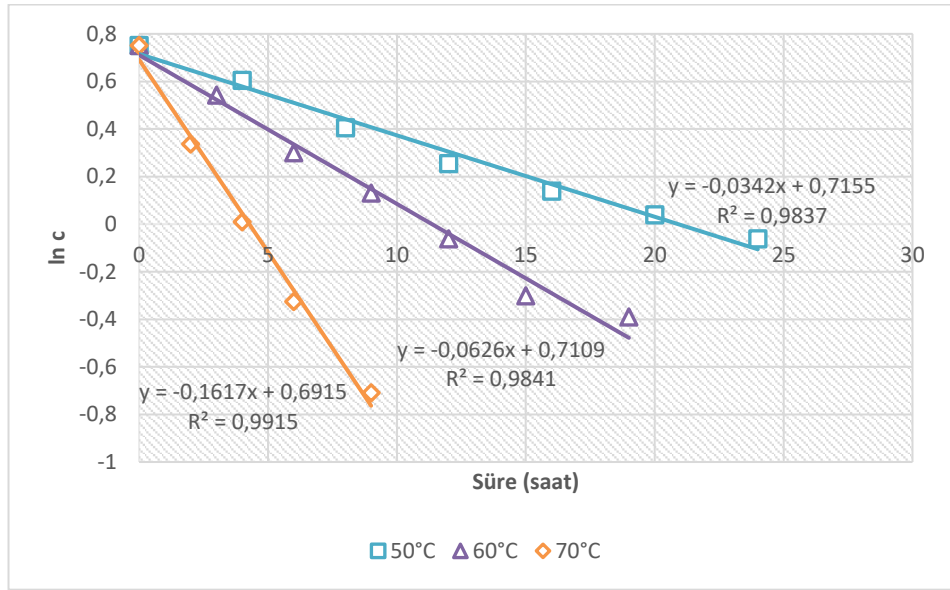
Tablo 3.49: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki piridoksin içerikleri ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Piridoksin (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	2,12	0,00
	4	1,83	16,51
	8	1,50	29,72
	12	1,29	39,62
	16	1,15	46,23
	20	1,04	51,42
	24	0,941	56,32
60	0	2,12	0,00
	3	1,72	20,75
	6	1,35	37,26
	9	1,14	47,64
	12	0,94	56,60
	15	0,74	66,04
	19	0,677	69,67
70	0	2,12	0,00
	2	1,40	35,85
	4	1,01	53,25
	6	0,722	66,42
	9	0,492	77,08

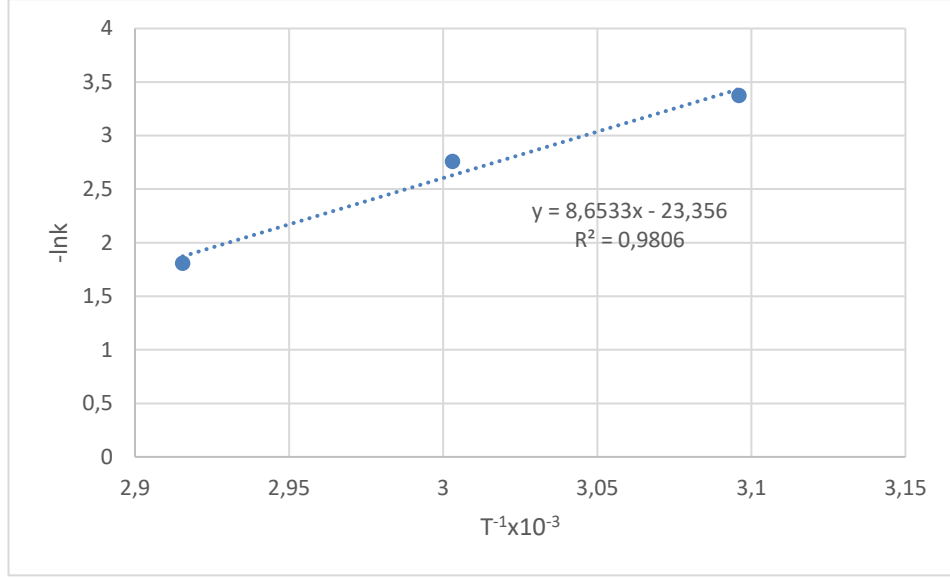
Goji berry meyvesinin kurutulması sırasında piridoksinin parçalanmasına ait Q_{10} (60-70°C) değerinin Q_{10} (50-60 °C) değerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Q_{10} değerleri, C ve B₆ vitaminleri için karşılaştırıldığında, B₆ vitamininin sıcaklık artışına daha duyarlı olduğu anlaşılmıştır. B₆ vitamininin E_a değeri 71,94 kJ/mol, tekrar eden yılda ise 71,37 kJ/mol olduğu tespit edilmiştir. C ve B₆ vitaminlerinin E_a değerleri karşılaştırıldığında, B₆ vitamininin E_a değerinin C vitamini değerinden daha yüksek olması, B₆ vitamininin C vitamininden ısıya karşı daha stabil olduğu anlamına gelmektedir. 50°C, 60°C ve 70°C’de kurutulan goji berry meyvelerinde piridoksinin parçalanma kinetiğine ait grafikler Şekil 3.19 – Şekil 3.22’de sunulmuştur.



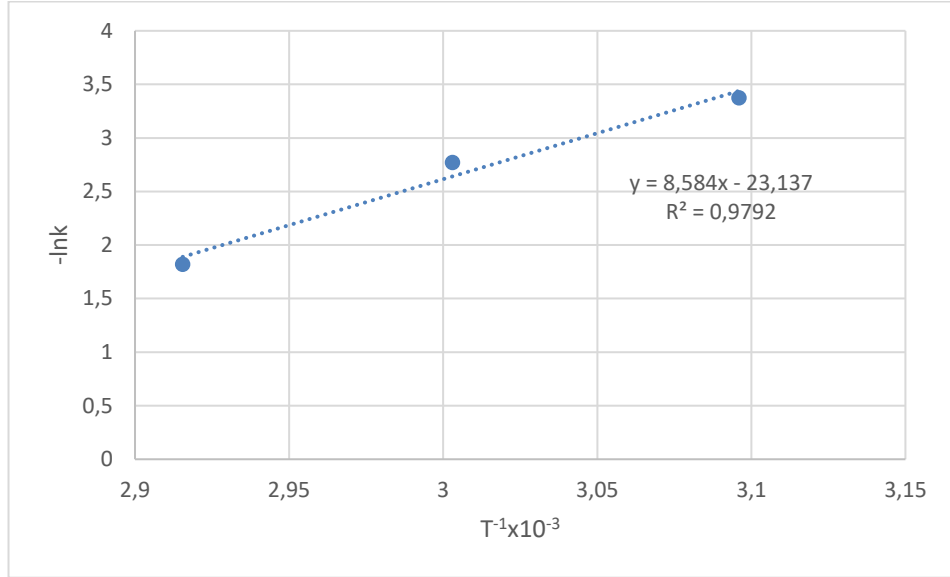
Şekil 3.19: Piridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.20: Tekrar eden yılda piridoksinin birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.21: Piridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.22: Tekrar eden yılda piridoksinin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

Tablo 3.50: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince piridoksinin parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,034	20,20	67,14	0,986				
60°C	0,064	10,91	36,27	0,982	17,19	71,94	1,85	2,59
70°C	0,164	4,22	14,03	0,989				

Tablo 3.51: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince piridoksinin parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	t _{1/2} (saat)	D (saat)	R ²	E _a (kcal/mol)	E _a (kJ/mol)	Q ₁₀ (50-60°C)	Q ₁₀ (60-70°C)
50°C	0,034	20,26	67,34	0,984				
60°C	0,063	11,07	36,79	0,984	17,06	71,37	1,83	2,58
70°C	0,162	4,29	14,24	0,992				

3.4.2.3 Zeaksantin Dipalmitata Ait Parçalanma Kinetiği

Zeaksantin dipalmitatın parçalanma kinetiğinin 1. dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiş olup, olgunlaşma aşamalarında ve farklı sıcaklıklarda olan tüm kurutma işlemlerinde kuru madde bazında zeaksantin dipalmitat miktarlarının yüzde kayıpları Tablo 3.52’de ve tekrar eden yıl için Tablo 3.53’te verilmiştir. Her iki yılda da kurutma sonunda en yüksek kayıp oranı 70°C’de olmuştur. Fratianni ve diğ. (2018) goji berry meyvesini üç farklı sıcaklıkta kurutmuş, tüm kurutma işlemlerinde zeaksantin dipalmitat miktarlarında azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir.

Goji berry meyvesinin kurutma işlemi sürecinde zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait kinetik veriler Tablo 3.54 ve Tablo 3.55’te verilmiştir. Goji berry meyvelerinin 50 °C, 60 °C ve 70 °C’de kurutulması sonucu zeaksantin dipalmitatın parçalanma hızı sabitleri sırasıyla 0,012; 0,017 ve 0,048 1/saat, tekrar eden yılda ise 0,012; 0,017 ve 0,049 1/saat olarak bulunmuştur. Parçalanma reaksiyonunun hız sabitindeki artışa bağlı olarak t_{1/2} ve D değerlerinde azalmalar olmuştur.

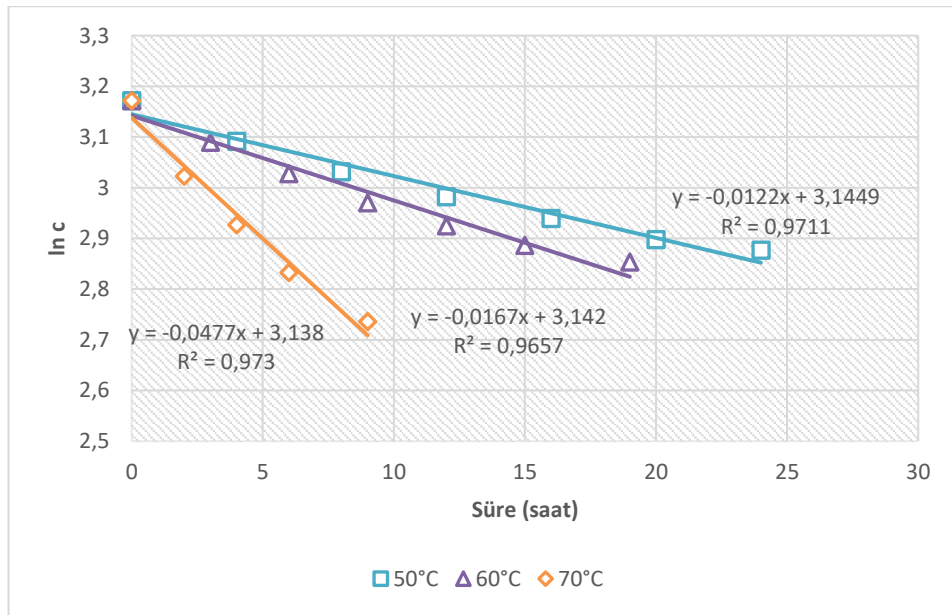
Ayrıca Q_{10} değerinin 50-60 °C'ye göre 60-70 °C'de daha yüksek olduğu saptanmıştır. Zeaksantin dipalmitatın aktivasyon enerjisi değerinin her iki yılda da 62,44 kJ/mol olduğu tespit edilmiştir. 50°C, 60°C ve 70°C'de kurutulan goji berry meyvelerinde zeaksantin dipalmitatın parçalanma kinetiğine ait grafikler Şekil 3.23 – Şekil 3.26'da sunulmuştur.

Tablo 3.52: Kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki zeaksantin dipalmitat miktarları ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

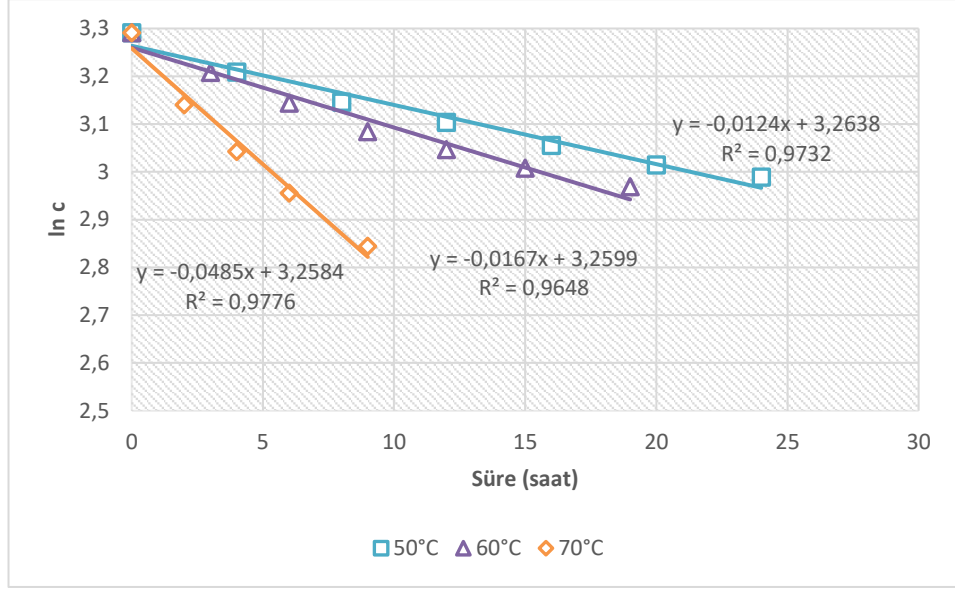
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Zeaksantin Dipalmitat (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	23,85	0
	4	22,01	7,71
	8	20,72	13,12
	12	19,73	17,27
	16	18,90	20,75
	20	18,13	23,98
	24	17,75	25,58
	60	0	23,85
3		21,97	7,88
6		20,65	13,42
9		19,50	18,24
12		18,63	21,89
15		17,93	24,82
19		17,35	27,25
70		0	23,85
	2	20,54	13,88
	4	18,66	21,76
	6	16,99	28,76
	9	15,42	35,35

Tablo 3.53: Tekrar eden yılda kurutma süresi boyunca goji berry meyvelerindeki zeaksantin dipalmitat miktarları ve başlangıca göre meydana gelen % kayıp miktarları

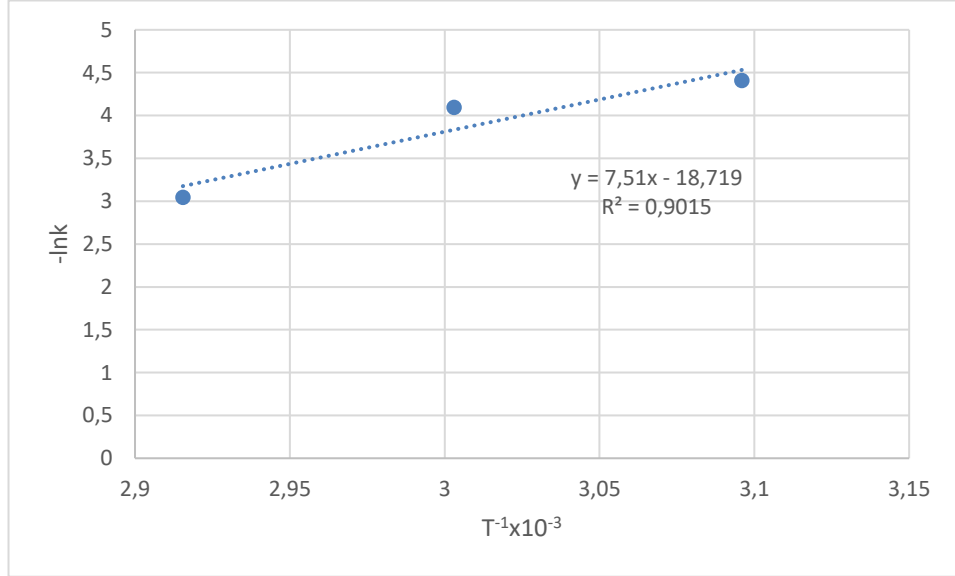
Kurutma Sıcaklığı (°C)	Süre (saat)	Zeaksantin Dipalmitat (mg/100g KM)	Yüzde Kayıp (%)
50	0	26,87	0
	4	24,75	7,89
	8	23,23	13,54
	12	22,27	17,11
	16	21,22	21,03
	20	20,37	24,19
	24	19,86	26,08
60	0	26,87	0
	3	24,72	8,02
	6	23,19	13,69
	9	21,84	18,72
	12	21,04	21,71
	15	20,24	24,69
	19	19,47	27,55
70	0	26,87	0
	2	23,11	14,01
	4	20,96	21,99
	6	19,21	28,49
	9	17,19	36,02



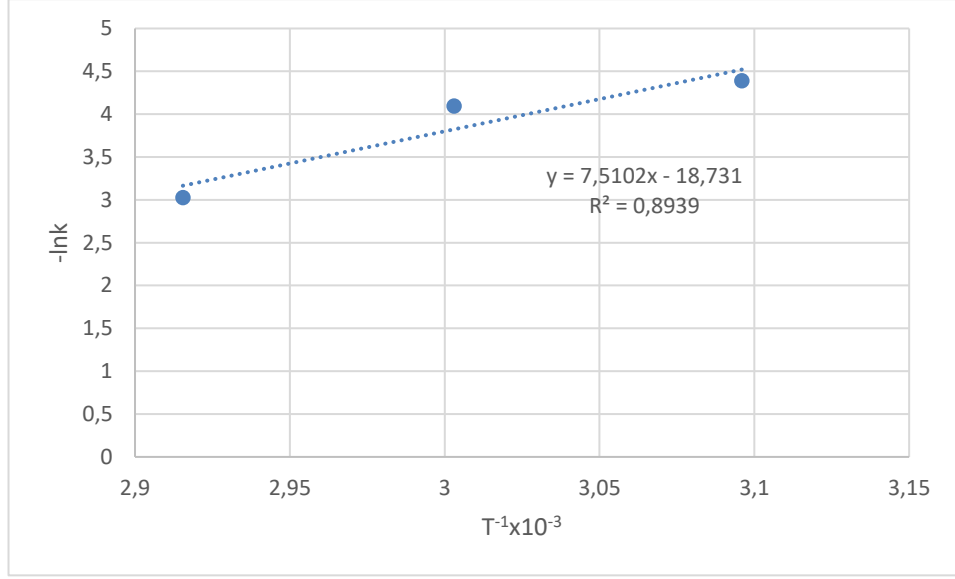
Şekil 3.23: Zeaksantin dipalmitatın birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.24: Tekrar eden yılda zeaksantin dipalmitatın birinci dereceden parçalanma kinetiği grafiği



Şekil 3.25: Zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.26: Tekrar eden yılda zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

Tablo 3.54: Goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	$t_{1/2}$ (saat)	D (saat)	R^2	E_a (kcal/mol)	E_a (kJ/mol)	Q_{10} (50-60°C)	Q_{10} (60-70°C)
50°C	0,012	56,80	188,77	0,971				
60°C	0,017	41,50	137,90	0,966	14,92	62,44	1,37	2,86
70°C	0,048	14,53	48,28	0,973				

Tablo 3.55: Tekrar eden yılda goji berry meyvesinin kurutma işlemi süresince zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait kinetik veriler

Kurutma Sıcaklığı	k (1/saat)	$t_{1/2}$ (saat)	D (saat)	R^2	E_a (kcal/mol)	E_a (kJ/mol)	Q_{10} (50-60°C)	Q_{10} (60-70°C)
50°C	0,012	55,89	185,73	0,973				
60°C	0,017	41,50	137,90	0,965	14,92	62,44	1,35	2,90
70°C	0,049	14,29	47,48	0,978				

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Denizli ili Çivril ilçesinde bulunan bahçeden temin edilen goji berry meyvelerinin farklı olgunlaşma evrelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Tam olgun evredeki goji berry meyveleri 50, 60 ve 70°C’de kurutulmuş, kuruma karakteristikleri incelenmiş ve kurutma süresince belirli periyotlarda elde edilen numunelerin bazı kimyasal bileşenlerindeki değişimler incelenmiştir. Tez içerisinde elde edilen veriler tablo ve grafiklerle sunulmuştur. Bildiğimiz kadarıyla literatürde goji berry meyvesinin kurutma kinetiği hakkında ve özellikle goji berry meyvesinde bulunan ve tezde sunulmuş olan bazı kimyasal bileşenlerin kurutma kinetiği hakkında çalışmalar bulunmamaktadır. Gerçekleştirilen bu tez ile literatüre önemli bilgiler eklenerek katkı sağlanacaktır.

Goji berry meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri olgunlaşma aşamaları boyunca değişmektedir. Yeşil olum evresinde baskın asit sitrik asit iken tam olgun goji berry meyvesinde ise baskın asit tartarik asittir. Yeşil olum evresinde baskın fenolik bileşiğin epikateşin olduğu, sonrasında tam olgun evrede ise rutin olduğu belirlenmiştir. Yeşil olum evresinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite en yüksek düzeyde iken tam olgun evrede bu değerler azalma göstermiştir. C vitamini olgunlaşma boyunca artış göstermiş ve en yüksek C vitamini tam olgun evrede tespit edilmiş olup, en yüksek piridoksin miktarı renk dönüm evresindeki örneklerde saptanmıştır. *Trans*-resveratrol goji berry meyvesinin hiçbir olgunlaşma aşamasında tespit edilememiştir. Zeaksantin dipalmitat yeşil olum evresinde tespit edilememişken renk dönüm evresinde tespit edilmiş ve tam olgun evrede en yüksek miktarda bulunmuştur.

Bu çalışmada ayrıca Türkiye’de yetiştirilen goji berry (*Lycium barbarum* L.) meyvesinin kurutma özellikleri ve bazı kalite parametreleri farklı kurutma koşulları altında incelenmiştir. Page modeli çalışmamızdaki tüm kurutma sıcaklıkları (50, 60 ve 70 °C) için deneysel nem oranını tahmin etmede en iyi model olarak belirlenmiştir. Kuruma süresi ve kuruma hızı, kurutma sıcaklığından etkilenmiştir. Kuruma süresi 50-70 °C’de 9-24 saat arasında değişmiştir. Kurutma sıcaklığının artmasıyla, efektif difüzyon katsayısı değeri artmış ve en yüksek efektif difüzyon katsayısı değeri 70 °C’de belirlenmiştir. Kurutma işlemi sonucunda C vitamini, piridoksin, toplam fenolik

madde, antioksidan aktivite ve zeaksantin dipalmitat değerlerinde kayıplar meydana gelmiş olup en yüksek kayıp 70°C'de gerçekleşmiştir. Parçalanma kinetiği üzerine çalışılan tüm bileşenlerin (C vitamini, piridoksin, TFM, AA, zeaksantin dipalmitat) termal bozulmasının birinci dereceden kinetik modele uyduğu belirlenmiştir. Goji berry meyvelerinde parçalanma kinetiği üzerine çalışılan tüm bileşiklerin kurutma hızı değerleri, kurutma sıcaklığı artışıyla artmıştır.

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından değerlendirildiğinde yeşil olum evresindeki meyvelerin daha zengin olduğu, bu sebeple doğal antioksidan kaynağı olarak yeşil olum evresindeki goji berry meyvelerinin farklı kullanım imkanlarının araştırılması önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra suda çözünebilir vitaminler ve zeaksantin dipalmitat tam olgun goji berry meyvesinde daha yüksek miktarlarda tespit edilmiş olup, bu bileşenlerden daha fazla fayda sağlayabilmek adına tam olgun goji berry meyvelerinin farklı ürünlere işlenerek tüketim şekillerinin arttırılması önemlidir.

Farklı coğrafi koşullarda yetiştirilen goji berry meyvelerinin kimyasal bileşimi incelenerek fenolik bileşikler, antioksidan aktivite, suda çözünebilir vitaminler ve zeaksantin dipalmitat yönünden daha zengin olan meyvelerin yetiştirme koşullarının belirlenmesinin, goji berry meyvesinin bu bileşenler özeline daha kaliteli bir kaynak olarak kullanılma imkanını arttırabileceği düşünülmektedir.

Bunun yanı sıra farklı kurutma veya kombine kurutma yöntem ve parametrelerinin goji berry meyvesinin kalite kriterleri ve biyoaktif bileşenleri üzerine etkisi araştırılmalıdır. Ayrıca, farklı konumlardan toplanan goji berry meyvelerinin farklı kurutma koşulları üzerindeki kalite parametrelerinin farkı araştırılabilir.

5. KAYNAKLAR

Abdulla, G., "Effect of hot air temperature on drying kinetics of golden berry", *Zagazig J Agric Res*, 39(4): 665–673, (2012).

Adiletta, G., Alam, S. R., Cinquanta, L., Russo, P., Albanese, D., and Di Matteo, M., "Effect of abrasive pretreatment on hot dried goji berry", *Chem Engineer Trans*, 44, 127-132, (2015).

Adiletta, G., Senadeera, W., Liguori, L., Crescitelli, A., Albanese, D., and Russo, P., "The influence of abrasive pretreatment on hot air drying of grape", *Food Nutr Sci*, 6, 355-364, (2015).

Akdaş, S., "Mandalinaların Farklı Kurutma Şartlarında Biyoaktif Bileşenlerinin Degradasyon Kinetikleri", Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, İstanbul, (2014).

Amagase, H., Sun, B. and Borek, C., "Lycium barbarum (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults", *Nutr Res*, 29: 19-25, (2009).

Amagase, H. and Farnsworth, N. R., "A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of Lycium barbarum fruit (Goji)", *Food Res Int*, 44(7), 1702-1717, (2011).

Amagase, H. and Nance, D. M., "Lycium barbarum increases caloric expenditure and decreases waist circumference in healthy overweight men and women: pilot study", *J Am Coll Nutr*, 30(5), 304-309, (2011).

Araya-Farias, M., Makhlouf, J. and Ratti, C., "Drying of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry: impact of dehydration methods on kinetics and quality", *Dry Tech*, 29(3): 351–359, (2011).

Arroyo-Martinez, Q., Sáenz, M. J., Arias, F. A. and Acosta, M. S., "Lycium barbarum: A new hepatotoxic "natural" agent?", *Digest. Liver Dis*, 743–749, (2011).

Asher, G. N., Corbett, A. H., and Hawke, R. L., "Common herbal dietary supplement—drug interactions". *Am Fam Physician*, 96(2), 101-107, (2017).

Asioli, D., Rocha, C., Wongprawmas, R., Popa, M., Gogus, F. and Almlı, V. L., "Microwave-dried or air-dried? Consumers' stated preferences and attitudes for organic dried strawberries. A multi country investigation in Europe", *Food Res Int*, 120, 763–775, (2019).

Augustin, A. J., and Kirchhof, J., "Inflammation and the pathogenesis of age-related macular degeneration", *Expert Opin Ther Tar*, 13(6), 641-651, (2009).

Aydemir, B. ve Sarı, E. K., "Antioksidanlar ve büyüme faktörleri ile ilişkisi", *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 2(2), 56-60, (2009).

Banerjee, A., Kumar, S., Kulhara, P. and Gupta, A., "Prevalence of depression and its effect on disability in patients with age-related macular degeneration", *Indian J Ophthalmol*, 56:469–74, (2008).

Bansal, V., Sharma, A., Ghanshyam, C. and Singla, M. L., "Rapid HPLC method for determination of vitamin c, phenolic acids, hydroxycinnamic acid, and flavonoids in seasonal samples of emblica officinalis juice", *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 38(5), 619-624. (2015).

Batu, A., "Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes", *J Food Eng*, 61(3), 471-475, (2004).

Baytop, T., Türkçe bitki adları sözlüğü (Vol. 578), Türk Dil Kurumu, (1994).

Beatty, S., Murray, I. J., Henson, D. B., Carden, D., Koh, H. and Boulton, M. E., "Macular pigment and risk for age-related macular degeneration in subjects from a northern European population", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 42:439–46, (2001).

Bensky, D. and Gamble, A., "Gou Qi Zi. Chinese Herbal Medicine", *Materia Medica*, 12, 333-334, (1993).

Benzie, I.F.F. and Wachtel-Galor, S., *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, 2nd ed. Boca Raton, FL, CRC Press, (2011).

Bertoldi, D., Cossignani, L., Blasi, F., Perini, M., Barbero, A., Pianezze, S., and Montesano, D., "Characterisation and geographical traceability of Italian goji berries", *Food Chem*, 275, 585-593, (2019).

Beuth, J., Ko, H.L., Oette, K. and Pulverer, G., "Inhibition of liver metastasis in mice blocking hepatocyte lectins with arabinogalactan infusions and D-galactose", *J Cancer Res Clin Oncol*, 113:51-5, (1987).

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

Biard, C., Hardy, C., Motreuil, S. and Moreau, J., "Dynamics of PHA-induced immune response and plasma carotenoids in birds: should we have a closer look?", *J Exp Biol*, 212: 1336-1343, (2009).

Blasi, F., Montesano, D., Simonetti, M. S. and Cossignani, L., "A simple and rapid extraction method to evaluate the fatty acid composition and nutritional value of goji berry lipid", *Food Anal Method*, 10(4), 970-979, (2017).

Breithaupt, D.E., Weller, P., Wolters, M. and Hahn, A., "Comparison of plasma responses human subjects after the ingestion of 3R,3R'-zeaxanthin dipalmitate from wolfberry (*Lycium barbarum*) and non-esterified 3R,3R'-zeaxanthin using chiral high-performance liquid chromatography", *Brit J Nutr*, 91:707-13, (2004).

Bruno, G., "Background & Traditional Use Goji", *Hunt Col H Sci*, 1-6, (2009).

Bucheli, P., Gao, Q., Redgwell, R., Vidal, K., Wang, J., and Zhang, W., 14 Biomolecular and Clinical, *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, 289, (2011).

Burke, D. S., Smidt, C. R., and Vuong, L. T., "Momordica cochinchinensis, Rosa roxburghii, wolfberry, and sea buckthorn-highly nutritional fruits supported by tradition and science", *Curr Top Nutraceut R*, 3(4), 259, (2005).

- Cai, H., Liu, F., Zuo, P., Huang, G., Song, Z., Wang, T., Lu, H., Guo, F., Han, C. and Sun, G., “Practical application of antidiabetic efficacy of Lycium barbarum polysaccharide in patients with type 2 diabetes.”, *Med Chem*, 11(4), 383-390, (2015).
- Carpentier, S., Knaus, M. and Suh, M., “Associations between lutein, zeaxanthin, and age-related macular degeneration: An overview”, *Crit Rev Food Sci Nutr*, 49, 313–26, (2009).
- Cemeroğlu, B., Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, (2007).
- Cemeroğlu, B., Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, Ankara, 81, (1992).
- Cemeroğlu, B.S., Gıda Analizleri, Bizim Grup Basımevi, Ankara, (2013).
- Chang, H. M., But, P. P. and Yao, S. C., *Pharmacology and Applications of Chinese Materia Medica*, World Scientific, (1986).
- Chen, Y., Martynenko, A. and Mainguy, M., “Wine grape dehydration kinetics: effect of temperature and sample arrangement”, *In: CSBE/SCGAB 2016 Annual Conference*, Halifax, Nova Scotia, Canada, July 3–6, (2016).
- Chen, J., Chao, C. T., and Wei, X., “Gojiberry breeding: current status and future prospects”, *In Breeding and Health Benefits of Fruit and Nut Crops, Intech Op*, (2018).
- Cheng, C. Y., Chung, W. Y, Szeto, Y. T. and Benzie, I. F. F., “Fasting plasma zeaxanthin response to Fructus barbarum L. (wolfberry; Kei Tze) in a food-based human supplementation trial”, *Brit J Nutr*, 93:123–30, (2005).
- 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).
- 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 Agr Food Chem*, 60, 10245-10255, (2012).

- Collins, A. R., “Carotenoids and genomic stability”, *Mut Res*, 475, 21-28, (2001).
- Comunian, T. A., Boillon, M. R., Thomazini, M., Nogueira, M. S., de Castro, I. A., and Favaro-Trindade, C. S., “Protection of echium oil by microencapsulation with phenolic compounds”, *Food Res Int*, 88, 114-121, (2016).
- Cordeiro, A. M. T. M., Medeiros, M. L., Silva, M. A. A. D., Silva, I. A. A., Soledade, L. E. B., Souza, A. L., and Souza, A. G., “Rancimat and PDSC accelerated techniques for evaluation of oxidative stability of soybean oil with plant extracts”, *J Therm Anal Calorim*, 114(2), 827-832, (2013).
- Cossignani, L., Blasi, F., Simonetti, M. S. and Montesano, D., “Fatty acids and phytosterols to discriminate geographic origin of Lycium barbarum berry”, *Food Anal Methods*, 11(4), 1180-1188, (2018).
- Crank, J., *The Mathematics of Diffusion*” UK, Oxford, Clarendon Press, (1975).
- Cui, B., Liu, S., Lin, X., Wang, J., Li, S., Wang, Q. And Li, S., “Effects of Lycium barbarum aqueous and ethanol extracts on high-fat-diet induced oxidative stress in rat liver tissue”, *Molecules*, 16: 9116-9128, (2011).
- Çelik, H., Özgen, M., Serçe, S., and Kaya, C., “Phytochemical accumulation and antioxidant capacity at four maturity stages of cranberry fruit”, *Sci Hortuc-Amsterdam*, 117(4), 345-348, (2008).
- Çolak, A. M., Okatan, V., Güçlü, S. F., Korkmaz, N., Polat, M., “Chemical Characteristics and Antioxidant Activities of Four Native Goji (*Lycium Barbarum* L.) Genotypes”, *Sci Works Hort Ser*, 59(1)-29, (2016).
- D'Adamo P., “Larch arabinogalactan is a novel immune modulator”. *J Naturopath Med*, 4, 32–39, (1996).
- Dağhan, Ş., Yildirim, A., Yılmaz, F. M., Vardin, H. and Karaaslan, M., “The effect of temperature and method of drying on Isot (Urfa pepper) and its vitamin C degradation kinetics”, *Ital J Food Sci*, 30(3), 504–521, (2018).

Değirmencioglu, N., Gürbüz, O., Karatepe, G. E. and Irkin, R., "Influence of hot air drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of blueberry (*Vaccinium myrtillus*) fruit and leaf", *J Appl Bot Food Qual*, 90, 115-125, (2017).

Demiray, E., Tulek, Y. and Yilmaz, Y., "Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying", *LWT-Food Sci Technol*, 50(1), 172-176, (2013).

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

Dharmananda, S. *Lycium Fruit: Food and Medicine*. Institute for Traditional Medicine Online Portland, (2007).

Dong, Y. H., Yang, R. Y., Wei, J., Xue, Y., Wang, R. X., Zhang, Z. T. and Yang, L. W., "Research of drying characteristics of Thompson seedless grape", *Adv Mat Res*, 765, 3036–3041, (2013).

Donno, D., Mellano, M. G., Raimondo, E., Cerutti, A. K., Prgomet, Z., and Beccaro, G. L., "Influence of applied drying methods on phytochemical composition in fresh and dried goji fruits by HPLC fingerprint", *Eur Food Res Technol*, 242(11), 1961-1974, (2016).

Donno, D., Mellano, M. G., Prgomed, Z., Cerutti, A. K., Beccaro, G. L., "Phytochemical characterization and antioxidant activity evaluation of Mediterranean medlar fruit (*Crataegus azarolus* L.): Preliminary study of underutilized genetic resources as a potential source of health-promoting compound for food supplements", *J Food Nutr Res*, 56, 2017, 18–31, (2017).

Donno, D., Beccaro, G. L., Mellano, M., G. Cerutti, A. K. and Bounous, G., "Goji berry fruit (*Lycium* spp.): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation", *J Funct Food*, 18, 1070-1085, (2015).

Doymaz, I., "Thin-layer drying characteristics of sweet potato slices and mathematical modelling", *Heat Mass Transfer*, 47(3), 277-285, (2011).

Dönmez, A., “Denizli bölgesinde yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin resveratrol ve suda çözünen vitaminlerinin kuruma kinetiği”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2015).

Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D. and Boras, M., “The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region”, *Food Chem*, 102, 966–975, (2007).

Durmaz, G., Çam, M., Kutlu, T. and Hışıl, Y., “Some physical and chemical changes during Fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars”, *Food Sci Technol Res*, 16, 71–78, (2010).

Dündar, Y. and Aslan, R., Oksidan-antioksidan denge ve korunmasında vitaminlerin rolü, Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Afyon, 21-34, (1999).

Dwyer, J. H., Paul-Labrador, M. J., Fan, J., Shircore, A. M., Merz, C. N. B. and Dwyer, K. M., “Progression of carotid intima-media thickness and plasma antioxidants: The Los Angeles Atherosclerosis Study”, *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 24, 313–319, (2004).

Ebadi, M., Pharmacodynamic Basis of Herbal Medicine, School of Medicine and Health Sciences, University of North Dakota, CRC Press, New York, 491, (2002).

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).

Forino, M., Tartaglione, L., Dell'Aversano, C. and Ciminiello, P., “NMR-based identification of the phenolic profile of fruits of *Lycium barbarum* (goji berries). Isolation and structural determination of a novel N-feruloyl tyramine dimer as the most abundant antioxidant polyphenol of goji berries”, *Food Chem*, 194, 1254-1259, (2016).

Franco, D., Pateiro, M., Amado, I. R., Pedrouso, M. L., Zapata, C., Vazquez, J. A. and Lorenzo, J. M., "Antioxidant ability of potato (*Solanum tuberosum*) peel extracts to inhibit soybean oil oxidation", *Eur J Lipid Sci Technol*, 118, 1891–1902, (2016).

Fратиanni, A., Niro, S., Alam, M. D. R., Cinquanta, L., Di Matteo, M., Adiletta, G. and Panfili, G., "Effect of a physical pre-treatment and drying on carotenoids of goji berries (*Lycium barbarum* L.)", *LWT-Food Sci Technol*, 92, 318-323, (2018).

Gama, J. J. T. and Sylos, C. M. D., "Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: identification and quantification by HPLC", *Food Res Int*, 38(8-9), 899-903, (2005).

Gamboa-Santos, J., Megías-Pérez, R., Soria, A.C., Olano, A., Montilla, A. and Villamiel, M., "Impact of processing conditions on the kinetic of vitamin C degradation and 2-furoylmethyl amino acid formation in dried strawberries", *Food Chem*, 153, 164–170, (2014).

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", *Journal Agric Food Chem*, 60(38), 9642-9648, (2012).

Gao, Y., Wei, Y., Wang, Y., Gao, F., and Chen, Z., "Lycium barbarum: A traditional Chinese herb and a promising anti-aging agent", *Aging Dis*, 8(6), 778, (2017).

Gau, G. W., Yang, W. G. and Du, P., "Observation of the effects of Lycium barbarum polysaccharides (LBP) in combination with LAK/IL-2 therapy in the treatment of 75 cancer patients", *Chin J Oncol*, 16, 1190, (1994).

Gava, A. J., Silva, C. A. B. and da. Frias, J. R. G., *Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações*. Nobel, São Paulo, (2008).

Gonzalez, S., Astner, S., An, W., Goukassian, D. and Pathak, M. A., "Dietary lutein/zeaxanthin decreases ultraviolet B-induced epidermal hyperproliferation and acute inflammation in hairless mice", *J Invest Dermatol*, 121, 399–405, (2003).

- Gökbulut, A. ve Şarer, E., "Karotenoitler ve sağlık", *Ankara Ecz Fak Derg*, 37(2), 123 - 144, (2008).
- Gross, P. M., Zhang, X. and Zhang, R., *Wolfberry: Nature's Bounty of Nutrition & Health*, Charleston, SC: Booksurge Publishing, (2006).
- Guine, R. P. F., Pinho, S. and Barroca, M. J., "Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*)", *Food Bioprod Proc*, 89, 422-428, (2011).
- Guowen C., Longjun J., Qiang F., "Anti-hyperglycemic activity of a polysaccharide fraction from *Lycium barbarum*", *Afr J Biomed Res*, 13, 55-59, (2010).
- Güneş, M., Dölek, Ü. and Elmastaş, M., "Pomological Changes in Some Rosehip Species During Ripening", *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 33(3), 214-222, (2016).
- Habtemariam, S., "Protective Effects of Caffeic Acid and the Alzheimer's Brain: An Update", *Mini Rev Med Chem*, 17, 667-674, (2017).
- Hadi, N. R., Abdelhussein, M. A., Rudha, A. R. M., Jamil, D. A. and Al-Aubaidy, H. A., "Simvastatin Use in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: The Effects on Oxidative Stress", *Oman Med J*, 30, 237-240, (2015).
- Hagman, B., Ryd, W. and Skomedal, H., "Arabinogalactan blockade of experimental metastases to liver by murine hepatoma", *Invas Metast*, 11, 348-55, (1991).
- Henderson, S. M. and Pabis, S., "Grain drying theory I: temperature effect on drying", *J Agric Eng Res*, 6(3), 169-174, (1961).
- Hiwilepo-van Hal, P., Bosschaart, C., van Twisk, C., Verkerk, R. and Dekker, M., "Kinetics of thermal degradation of vitamin C in marula fruit (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) as compared to other selected tropical fruits", *LWT-Food Sci Technol*, 49(2), 188-191, (2012).
- Hogan, S., Chung, H., Zhang, L., Li, J., Lee, Y. and Dai, Y., "Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai", *Food Chem*, 18, 208-214, (2010).

Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H. and Maskan, M., “Effects of hybrid (microwave-convectional) and convectional drying on drying kinetics, total phenolics, antioxidant capacity, vitamin C, color and rehydration capacity of sour cherries”, *Food Chem*, 230, 295-305, (2017).

Islam, T., Yu, X., Badwal, T. S. and Xu, B., “Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*)”, *Chem Cent J*, 11(1), 59, (2017).

Jatoi, M. A., Juric, S., Vidrih, R., Vincekovic, M., Vukovic, M. and Jemric, T., “The effects of postharvest application of lecithin to improve storage potential and quality of fresh goji (*Lycium barbarum* L.) berries”, *Food Chem*, 230, 241–249, (2017).

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., 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).

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).

Karabulut, H. and Gülay, M. Ş., “Antioksidanlar”, *MAE Vet Fak Derg*, 1(1), 65-76, (2016).

Karkacier, M., Erbas, M., Uslu, M. K., and Aksu, M., “Comparison of different extraction and detection methods for sugars using amino-bonded phase HPLC”, *J Chromatogr Sci*, 41(6), 331-333, (2003).

Kaufman, S. R., “Developments in age-related macular degeneration, diagnosis and treatment”, *Geriatrics*, 64, 16, (2009).

Kiranoudis, C. T., Maroulis, Z. B., Tsami, E. and Marinos-Kouris, D., "Drying kinetics of some fruits", *Dry Tech*, 15(5), 1399–1418, (1997).

Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B. and Marinos-Kouris, D., "Drying kinetics of some vegetables", *J Food Eng*, 59(4), 391-403, (2003).

Krokida, M. K. and Maroulis, Z. B., "Effect of drying method on shrinkage and porosity", *Dry Tech*, 10, 1145–1155, (1997).

Kulczyński, B. and Gramza-Michałowska, A., "Goji Berry (*Lycium barbarum*): Composition and Health Effects – a Review", *Pol J Food Nutr Sci*, 66(2), 67-76, (2016).

Kutlu, N., İşci, A. ve 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 prediction of nutrients losses in foods", *Food Tech*, 36(10), 66–74, (1982).

Landrum, J. T. and Bone, R. A., "Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment", *Arch Biochem Biophys*, 385, 38–40, (2001).

Le Marchand, L., Hankin, J. H., Kolonel, L. N., Beecher, G. R., Wilkens, L. R. and Zhao, L. P., "Intake of specific carotenoids and lung cancer risk", *Cancer Epidem Biomar*, 2(3), 183-187, (1993).

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

Li, X. M., "Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on streptozotocin-induced oxidative stress in rats", *Internat J Biol Macromolec*, 40, 461, (2007).

Li, H. Y., Peng, L. and Wang, L., "Comparison of trace elements and total flavone content in Chinese wolf-berry in different regions", *Stud Trace Ele Health*, 24, 14–6, (2007).

Li, X. L. and Zhou, A. G., "Evaluation of the antioxidant effects of polysaccharides extracted from *Lycium barbarum*", *Medicinal Chem Res*, 15, 471–82, (2007).

Lima, V. L., Mélo, E. A., Maciel, M. I. S., Prazeres, F. G., Musser, R. S., and Lima, D. E., "Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages", *Food Chem*, 90(4), 565-568, (2005).

Lin, C. L., Wang, C. C., Chang, S. C., Inbaraj, B.S. and Chen, B. H., "Antioxidative activity of polysaccharide fractions isolated from *Lycium barbarum* Linnaeus", *Int J Biol Macromol*, 45, 146-151, (2009).

Linnane, A. W. and Eastwood, H., "Cellular redox regulation and prooxidant signaling systems: a new perspective on the free radical theory of aging", *Ann Ny Acad Sci*, 1067(1), 47-55, (2006).

López, J., Uribe, E., Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Gonzalez, E. and Di Scala, K., "Effect of air temperature on drying kinetics, vitamin C, antioxidant activity, total phenolic content, non-enzymatic browning and firmness of blueberries variety O Neil", *Food Bioprocess Tech*, 3(5), 772-777, (2010).

Luo, Q., Cai, Y., Yan, J., Sun M, Corke H., "Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*", *Life Sci*, 76, 137–49, (2004).

Luo, Q., Li, Z. N., Yang, M. L., Yan J, Cui, X. Y. and Jiang, M., "Effects of *Lycium barbarum* polysaccharides on human prostate carcinoma PC-3 cells and its anti-tumor effect", *Acta Nutrimenta Sinica*, 30, 78–81, (2008).

Ma, W. P., Ni, Z. J., Li, H. and Chen, M., "Changes of the main carotenoid pigment contents during the drying processes of the different harvest stage fruits of *Lycium barbarum* L.", *Agric Sci*, 7(3), 363–9, (2008).

Ma, M., Lui, G., Yu, Z., Chen, G. and Zhang, X., "Effect of the *Lycium barbarum* polysaccharides administration on blood lipid metabolism and oxidative stress of mice fed high-fat diet in vivo", *Food Chem*, 113, 872–7, (2009).

Madrau, M. A., Piscopo, A., Sanguinetti, A. M., Del-Caro, A., Marco Poiana, M., Romeo, F.V. and Piga, A., “Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots”, *Eur Food Res Technol*, 228, 441–448, (2009).

Manikandan, R., Thiagarajan, R., Goutham, G., Arumugam, M., Beulaja, M. and Rastrelli, L., “Zeaxanthin and ocular health, from bench to bedside”, *Fitoterapia*, 109, 58-66, (2016).

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

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).

Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F. and Veberic, R., “Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species”, *J Food Sci*, 77(10), 1064-1070, (2012).

Ming, M., Guanhua, L., Zhanhai, Y., Guang, C., and Xuan, Z., “Effect of the *Lycium barbarum* polysaccharides administration on blood lipid metabolism and oxidative stress of mice fed high-fat diet in vivo”, *Food Chem*, 113(4), 872-877, (2009).

Miranda, M., Maureira, H., Rodriguez, K. and Vega-Galvez, A., “Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties and antioxidant capacity of *Aloe vera* (*Aloe Barbadensis* Miller) gel”, *J Food Eng*, 91, 297-304, (2009).

Mocan, A., Cairone, F., Locatelli, M., Cacciagrano, F., Carradori, S., Vodnar, D. C., Crişan, G., Simonetti, G., and Cesa, S., “Polyphenols from *lycium barbarum* (Goji) fruit european cultivars at different maturation steps: Extraction, hplc-dad analyses, and biological evaluation”, *Antioxidants*, 8(11), 562, (2019).

Montesano, D., Cossignani, L., Giua, L., Urbani, E., Simonetti, M. S. and Blasi, F., "A simple HPLC-ELSD method for sugar analysis in goji berry", *J Chem*, 1-5, (2016).

Moradi, M., Fallahi, M. A. and Mousavi Khaneghah, A., "Kinetics and mathematical modeling of thin layer drying of mint leaves by a hot water recirculating solar dryer", *J Food Process Eng*, 43(1), e13181, (2020).

Muto, Y., Fujii, J., Shidoji, Y., Moriwaki, H., Kawaguchi, T. and Noda, T. "Growth retardation in human cervical dysplasia-derived cell lines by beta-carotene through down-regulation of epidermal growth factor receptor", *Am J Clin Nut*, 62(6), 1535-1540, (1995).

Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L. and Alam, M. R., "Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy", *Ital J Food Sci*, 29(3), 398-408, (2017).

Njirić, S., Mišljenović, T., Mikuličić, M. and Pavičević, L., "Incidence of age related macular degeneration in correlation with age, sex and occupation", *Collegium Antropol*, 31(1), 107-110, (2007).

Oancea, A. M., Turturică, M., Bahrim, G., Râpeanu, G. and Stănciuc, N., "Phytochemicals and antioxidant activity degradation kinetics during thermal treatments of sour cherry extract", *LWT-Food Sci Technol*, 82, 139-146, (2017).

Orikasa, T., Koide, S., Okamoto, S., Imaizumi, T., Muramatsu, Y., Takeda, J. I. and Tagawa, A. "Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices", *J Food Eng*, 125, 51-58, (2014).

Önal, B., Adiletta, G., Crescitelli, A., Di Matteo, M. and Russo, P., "Optimization of hot air drying temperature combined with pre-treatment to improve physico-chemical and nutritional quality of 'Annurca' apple", *Food Bioprod Process*, 115, 87-99, (2019).

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

Pedro, A. C., Maurer, J. B. B., Zawadzki-Baggio, S. F., Ávila, S., Maciel, G. M. and Haminiuk, C. W. I., "Bioactive compounds of organic goji berry (*Lycium barbarum* L.) prevents oxidative deterioration of soybean oil", *Ind Crop Prod*, 112, 90-97, (2019).

Pham-Huy, L. A., He, H. and Pham-Huy, C., "Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health", *Int J Biomed Sci*, 4(2), 89-96, (2008).

Piao, M., Murata, Y., Zhu, B., Shimoishi, Y. and Tada, M., "Changes in carotenoid content and its composition during maturation of *Fructus lycii* fruits", *Jpn J Food Chem Safe*, 12(1), 35-39, (2005).

Potterat, O., "Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity", *Planta Medica*, 76(1), 7-19, (2010).

Potterat, O. Hamburger, M., "Goji Juice: A Novel Miraculous Cure for Longevity and Well-Being? A Review of Composition, Pharmacology, Health-related Claims and Benefits", *Schweiz Zschr Ganzheits Medizin*, 20(7/8), 399-405, (2008).

Qian, J., Liu, D. and Huang, A., "The efficiency of flavonoids in polar extracts of *Lycium chinense* Mill fruits as free radical scavenger", *Food Chem*, 87, 283-288, (2004).

Rajkumar, P., Kulanthaisami, S., Raghavan, G. S. V., Gariépy, Y. and Orsat, V., "Drying kinetics of tomato slices in vacuum assisted solar and open sun drying methods", *Drying Tech*, 25(7-8), 1349-1357, (2007).

Reeve, V. E., Allanson, M., Arun, S. J., Domanski, D. and Painter, N., "Mice drinking goji berry juice (*Lycium barbarum*) are protected from UV radiation-induced skin damage via antioxidant pathways", *Photoch Photobio Sci*, 9(4), 601-607, (2010).

Ribaya-Mercado, J. D. and Blumberg, J. B., "Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention", *J Am Coll Nutr*, 23, 567-587, (2004).

Rivera, C. A., Ferro, C. L., Bursua, A. J. and Gerber, B. S., "Probable interaction between *Lycium barbarum* (goji) and warfarin", *J Hum Pharm Drug Ther*, 32, 50-53, (2012).

Rocchetti, G., Chiodelli, G., Giuberti, G., Ghisoni, S., Baccolo, G., Blasi, F. and Lucini, L., "UHPLC-ESI-QTOF-MS profile of polyphenols in Goji berries (*Lycium barbarum* L.) and its dynamics during in vitro gastrointestinal digestion and fermentation", *J Func Food*, 40, 564-572, (2018).

Rose, R. C., Richer, S. P. and Bode, A. M., "Ocular oxidants and antioxidant protection", *P Soc Exp Biol Med*, 217, 397-407, (1998).

Sadler, G., Davis, J., and Dezman, D., "Rapid Extraction of Lycopene and PCarotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates". *J Food Sci*, 55, (5), 1460-1461, (1990).

Sarkar, T., Salauddin, M., Hazra, S. K. and Chakraborty, R., "The impact of raw and differently dried pineapple (*Ananas comosus*) fortification on the vitamins, organic acid and carotene profile of dairy rasgulla (sweetened cheese ball)", *Heliyon*, 6(10), e05233, (2020).

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).

Senadeera, W., Adiletta, G., Di Matteo, M. and Russo, P., "Drying kinetics, quality changes and shrinkage of two grape varieties of Italy", *Appl Mech Mater*, 553, 362-366, (2014).

Shi, J., Pan, Z., McHugh, T., Wood, D., Hirschberg, E. and Olson, D., "Drying and quality characteristics of fresh and sugar-infused blueberries dried with infrared radiation heating", *LWT-Food Sci Technol*, 41(10), 1962-1972, (2008).

Singh, R., Kaur, N., Kishore, L. and Gupta, G. K., "Management of Diabetic complications: A chemical constituents based approach", *J Ethnopharmacol*, 150, 51-70, (2013).

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

Singleton, V. L. and Rossi, J. A., "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents", *Am J Enol Viticult*, 16(3), 144-158, (1965).

Slattery, M. L., Benson, J., Curtin, K., Khe-Ni, M., Schaeffer, D. and Potter, J.D., "Carotenoids and colon cancer", *Am J Clin Nutr*, 71, 575-582, (2000).

Song, J., Bi, J., Chen, Q., Wu, X., Lyu, Y. and Meng, X., "Assessment of sugar content, fatty acids, free amino acids, and volatile profiles in jujube fruits at different ripening stages", *Food Chem*, 270, 344-352, (2019).

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).

Sze, S. C. W., Song, J., Chang, R. C. C., Zhang, K. Y., Wong, R. N. S. and Tong, Y., "Research advances on the anti-aging profile of Fructus lycii: An ancient Chinese herbal medicine", *J Comp Int Med*, 5, 1-17, (2008).

Tapiero, H., Townsend, D. M. and Tew, K. D., "The role of carotenoids in the prevention of human pathologies", *Biomed Pharmacother*, 58, 100-110, (2004).

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

Vega-Gálvez, A., Lemus-Mondaca, R., Tello-Ireland, C., Miranda, M. and Yagnam, F., "Kinetic study of convective drying of blueberry variety O'Neil (*Vaccinium corymbosum*)", *Chil J Agr Res*, 69(2), 171-178, (2009).

Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P. and Di Scala, K., "Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices", *Food Chem*, 132(1), 51-59, (2012).

Wang, J., Law, C., Mujumdar, A. and Xiao, H. W., "The degradation mechanism and kinetics of vitamin C in fruits and vegetables during thermal processing", *Drying Tech Foods*, 12, 275-301, (2017).

Wang, C. C., Chang, S. C., Inbaraj, B. S. and Chen, B. H., "Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity", *Food Chem*, 120 (1), 184-192, (2010).

Wang, C. Y. and Sing, R. P., A Single Layer Drying Equation for Rough Rice, Joseph. MI, 78: 3001, ASAE Paper, St. Joseph, MI., (1978).

Weller, P. and Breithaupt, D. E., "Identification and quantification of zeaxanthin esters in plants using liquid chromatography-mass spectrometry", *J Agric Food Chem*, 51, 7044–9, (2003).

Weller, P. and Breithaupt D. E., "Identification and quantification of zeaxanthin esters in plants using liquid chromatography-mass spectrometry", *J Agric Food Chem*, 51, 7044–9, (2003).

Wright, M. E., Mayne, S. T., Swanson, C. A., Sinha, R. And Alavanja, M. C. "Dietary carotenoids, vegetables and lung cancer risk in women: The Missouri women's health study", *Cancer Cause Control*, 14, 85-96 (2003).

Wu, S. J., Ng, L. T. and Lin, C. C. "Antioxidant activities of some common ingredients of traditional Chinese medicine, *Angelica sinensis*, *Lycium barbarum* and *Poria cocos*", *Phytother Res*, 18(12), 1008-1012, (2004).

Wu, H., Guo, H. and Zhao, R. "Effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on the improvement of antioxidant ability and DNA damage in NIDDM rats", *Yakugaku Zasshi*, 126, 365–71, (2006).

Wysong, A., Lee, P. and Sloan, F., “Longitudinal incidence of adverse outcomes of age-related macular degeneration”, *Arch Ophthalmol*, 127, 320–7, (2009).

Yang, Y., Song, X., Sui, X., Qi, B., Wang, Z., Li, Y. and Jiang, L., “Rosemary extract can be used as a synthetic antioxidant to improve vegetable oil oxidative stability”, *Ind Crops Prod*, 80, 141–147, (2016).

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).

Yousefi, A. R., Niakosari, M. and Moradi, M., “Microwave-assisted hot air drying of papaya (*Carica papaya* L.) pretreated in osmotic solution”, *Afr J Agr Res*, 8(25), 3229–3235, (2013).

Zarein, M., Samadi, S. H., and Ghobadian, B., “Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices”, *J Saudi Soc Agric Sci*, 14(1), 41-47, (2015).

Zhang, Q., Chen, W., Zhao, J. and Xi, W., “Functional constituents and antioxidant activities of eight Chinese native goji genotypes”, *Food Chem*, 200, 230–236, (2016).

Zhang, L. X., Cooney, R. V. and Bertram, J. S., “Carotenoids enhance gap junctional communication and inhibit lipid peroxidation in C3H/10T1/2 cells: relationship to their cancer chemopreventive action”, *Carcinogenesis*, 12(11), 2109-2114, (1991).

Zhang, M., Tang, X., Wang, F., Zhang, Q. and Zhang, Z., “Characterization of *Lycium barbarum* polysaccharide and its effect on human hepatoma cells”, *Int J Biol Macromol*, 61, 270-5, (2013).

Zhao, R., Qiu, B., Li, Q., Zhang, T., Zhao, H., Chen, Z., Cai, Y., Ruan, H., Ge, W. and Zheng, X., “LBP-4a improves insulin resistance via translocation and activation of GLUT4 in OLETF rats”, *Food Func*, 5, 811-820, (2014).

Zhao, J., Li, H., Xi, W., An, W., Niu, L., Cao, Y., Wang, H., Wang, 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).

Zhao, B. T., Jeong, S. Y., Hwangbo, K., Moon, D. C., Seo, E. K. and Lee, D., "Quantitative analysis of betaine in *Lycii Fructus* by HILIC-ELSD", *Arch Pharm Res*, 36, 1231-1237, (2013).

Zheng, G. Q., Zheng, Z. Y., Xu, X. and Hu, Z. H. "Variation in fruit sugar composition of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. of different regions and varieties", *Biochem Syst Ecol*, 38(3), 275-284, (2010).

Zhong, Y., Shahidi, F. and Naczk, M., "Phytochemicals and health benefits of goji berries", *Dried Fruits*, 133-144, (2013).

Zhu, Y. P., *Chinese Materia Medica – Chemistry, Pharmacology and Applications*, Harwood Academic Publishers, Amsterdam, (1998).

Zomorodian, A. and Moradi, M., "Mathematical modeling of forced convection thin layer solar drying for *Cuminum cyminum*", *J Agr Sci Tech*, 12, 401-408, (2010).

EKLER

6. EKLER

EK A.1. Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Fiziksel Özelliklerinin 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Toplam Kuru Madde (%)	Yeşil Olum Evresi	25,51±0,798 ^a	25,65±0,682 ^a
	Renk Dönüm Evresi	22,56±0,511 ^a	22,68±0,425 ^a
	Tam Olgun Evre	21,78±1,77 ^a	21,88±1,82 ^a
Briks (%)	Yeşil Olum Evresi	7,43±0,534 ^a	7,68±0,694 ^b
	Renk Dönüm Evresi	11,43±0,535 ^a	11,54±0,758 ^a
	Tam Olgun Evre	18,57±0,976 ^a	18,66±0,864 ^a
Kül Miktarı (%)	Yeşil Olum Evresi	2,27±0,046 ^a	2,32±0,037 ^a
	Renk Dönüm Evresi	2,04±0,035 ^b	2,11±0,042 ^a
	Tam Olgun Evre	0,762±0,09 ^b	0,821±0,06 ^a
200 Tane Ağırlığı (gram)	Yeşil Olum Evresi	22,30±0,373 ^a	23,04±0,550 ^a
	Renk Dönüm Evresi	34,68±0,709 ^a	35,98±0,965 ^a
	Tam Olgun Evre	118,63±1,86 ^b	123,55±2,1 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK A.2 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Renk Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
L*	Yeşil Olum Evresi	28,72±0,05 ^b	29,98±0,12 ^a
	Renk Dönüm Evresi	27,70±0,06 ^a	27,33±0,21 ^b
	Tam Olgun Evre	25,97±0,12 ^a	23,75±0,15 ^b
a*	Yeşil Olum Evresi	-0,962±0,03 ^a	-1,15±0,06 ^a
	Renk Dönüm Evresi	19,54±0,07 ^a	18,83±0,16 ^b
	Tam Olgun Evre	25,16±0,13 ^a	23,16±0,13 ^b
b*	Yeşil Olum Evresi	17,85±0,08 ^a	16,96±0,22 ^b
	Renk Dönüm Evresi	19,71±0,09 ^b	20,51±0,17 ^a
	Tam Olgun Evre	17,30±0,05 ^a	16,88±0,15 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK A.3 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
pH	Yeşil Olum Evresi	5,38±0,017 ^b	5,42±0,022 ^a
	Renk Dönüm Evresi	5,08±0,011 ^a	5,10±0,019 ^a
	Tam Olgun Evre	5,21±0,008 ^b	5,32±0,013 ^a
Titrasyon Asitliği (% Tartarik Asit)	Yeşil Olum Evresi	0,450±0,058 ^a	0,432±0,054 ^a
	Renk Dönüm Evresi	0,488±0,062 ^a	0,465±0,049 ^a
	Tam Olgun Evre	0,563±0,042 ^a	0,554±0,032 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK A.4 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g KM)	Yeşil Olum Evresi	3434,06±30,65 ^b	3685,31±20,45 ^a
	Renk Dönüm Evresi	2328,85±28,77 ^a	2388,82±31,45 ^a
	Tam Olgun Evre	1838,43±37,47 ^a	1878,98±32,22 ^a
Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	Yeşil Olum Evresi	0,105±0,005 ^b	0,121±0,004 ^a
	Renk Dönüm Evresi	0,092±0,002 ^b	0,096±0,003 ^a
	Tam Olgun Evre	0,077±0,002 ^b	0,081±0,003 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK A.5 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Suda Çözünen Vitamin Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
C vitamini	Yeşil Olum Evresi	1,50±0,021 ^b	2,59±0,055 ^a
	Renk Dönüm Evresi	13,17±0,606 ^b	17,11±0,876 ^a
	Tam Olgun Evre	112,75±2,23 ^b	125,75±3,13 ^a
Piridoksin	Yeşil Olum Evresi	1,36±0,115 ^a	1,29±0,099 ^b
	Renk Dönüm Evresi	4,16±0,091 ^a	4,18±0,092 ^a
	Tam Olgun Evre	2,19±0,046 ^a	2,12±0,042 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

** Suda çözünür vitaminlerin birimi mg/100 g KM'dir.

EK A.6 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Organik Asit Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Tartarik Asit	Yeşil Olum Evresi	4,71±0,049 ^a	4,82±0,078 ^a
	Renk Dönüm Evresi	126,20±1,20 ^b	130,25±1,34 ^a
	Tam Olgun Evre	676,47±3,12 ^b	695,87±4,09 ^a
Sitrik Asit	Yeşil Olum Evresi	116,69±0,731 ^b	121,29±0,461 ^a
	Renk Dönüm Evresi	150,01±1,41 ^b	161,61±1,71 ^a
	Tam Olgun Evre	199,33±1,05 ^b	204,63±1,45 ^a
Malik Asit	Yeşil Olum Evresi	58,77±0,757 ^a	59,17±0,251 ^a
	Renk Dönüm Evresi	86,13±0,733 ^a	88,43±0,792 ^a
	Tam Olgun Evre	181,40±1,79 ^a	180,32±1,15 ^a

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

* Organik asitlerin birimi mg/100 g KM'dir.

EK A.7 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Şeker Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Glikoz (g/kg KM)	Yeşil Olum Evresi	4,63±0,986 ^a	5,02±1,19 ^a
	Renk Dönüm Evresi	11,49±1,22 ^a	11,79±1,85 ^a
	Tam Olgun Evre	24,12±3,09 ^a	25,32±3,28 ^a
Fruktoz (g/kg KM)	Yeşil Olum Evresi	4,48±1,02 ^a	4,65±1,27 ^a
	Renk Dönüm Evresi	13,61±1,83 ^a	14,15±2,12 ^a
	Tam Olgun Evre	24,65±2,95 ^a	24,98±2,44 ^a
Sakkaroz	Yeşil Olum Evresi	0,45±0,008 ^a	0,43±0,018 ^a
	Renk Dönüm Evresi	1,32±0,015 ^b	1,41±0,036 ^a
	Tam Olgun Evre	2,98±0,096 ^a	2,77±0,076 ^b

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

** Şekerlerin birimi g/kg KM'dir.

EK A.8 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Zeaksantin Dipalmitat Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

Zeaksantin Dipalmitat (mg/100 g KM)	1. YIL		2. YIL	
	Yeşil Olum Evresi	TE	TE	TE
	Renk Dönüm Evresi	6,29±0,107 ^b	6,78±0,125 ^a	
Tam Olgun Evre	23,85±0,765 ^b	26,87±0,967 ^a		

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK A.9 Goji Berry Meyvesinin Farklı Olgunlaşma Evrelerindeki Fenolik Kompozisyonun 2 Yıla Göre Farkları

	1. YIL		2. YIL	
	Yeşil Olum Evresi	TE	TE	TE
	Epikateşin	435,52±8,65 ^a	402,69±3,59 ^b	
Klorojenik asit	Renk Dönüm Evresi	325,15±5,21 ^a	299,25±3,12 ^b	
	Tam Olgun Evre	215,23±3,86 ^a	210,78±2,69 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	298,45±4,85 ^a	302,65±5,36 ^a	
Kateşin	Renk Dönüm Evresi	132,96±4,61 ^a	125,12±3,22 ^a	
	Tam Olgun Evre	235,85±4,78 ^a	210,25±3,98 ^b	
	Yeşil Olum Evresi	248,75±5,24 ^b	265,36±4,99 ^a	
Kafeik asit	Renk Dönüm Evresi	120,36±3,69 ^b	135,65±9,32 ^a	
	Tam Olgun Evre	75,39±4,87 ^a	82,25±4,69 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	236,47±4,97 ^b	251,25±6,54 ^a	
Rutin	Renk Dönüm Evresi	198,63±4,63 ^a	202,78±6,25 ^a	
	Tam Olgun Evre	125,97±3,85 ^a	131,25±3,31 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	56,14±3,55 ^a	50,36±3,33 ^a	
p-Kumarik asit	Renk Dönüm Evresi	198,41±3,91 ^a	203,69±4,39 ^a	
	Tam Olgun Evre	564,55±6,92 ^b	582,25±5,65 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	46,25±2,69 ^a	42,36±2,98 ^a	
Hiperosit	Renk Dönüm Evresi	91,36±5,25 ^a	94,98±6,67 ^a	
	Tam Olgun Evre	78,81±3,21 ^a	75,65±5,25 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	30,25±1,11 ^b	37,58±3,61 ^a	
Gallik asit	Renk Dönüm Evresi	110,25±3,68 ^a	115,24±7,57 ^a	
	Tam Olgun Evre	198,29±4,45 ^a	190,45±6,54 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	16,25±1,26 ^a	19,68±2,74 ^a	
Kuersetin	Renk Dönüm Evresi	85,25±4,88 ^a	92,25±5,63 ^a	
	Tam Olgun Evre	68,47±2,14 ^a	72,14±5,82 ^a	
	Yeşil Olum Evresi	10,22±0,587 ^b	13,25±2,14 ^a	
	Renk Dönüm Evresi	31,83±2,58 ^a	30,68±4,25 ^a	
	Tam Olgun Evre	62,84±3,36 ^a	65,41±4,78 ^a	

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

** Fenolik kompozisyonun birimi mg/100 g KM'dir.

EK B.1 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Organik Asit Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Tartarik Asit	Kurutma (50°C)	668,88±2,37 ^b	678,91±2,86 ^a
	Kurutma (60°C)	670,63±1,68 ^a	676,99±1,91 ^a
	Kurutma (70°C)	675,63±1,55 ^b	691,81±1,55 ^a
Sitrik Asit	Kurutma (50°C)	195,83±1,06 ^b	201,13±1,23 ^a
	Kurutma (60°C)	197,66±1,64 ^a	202,76±1,32 ^a
	Kurutma (70°C)	194,67±0,901 ^a	190,97±0,891 ^b
Malik Asit	Kurutma (50°C)	179,67±1,23 ^a	179,86±1,75 ^a
	Kurutma (60°C)	181,01±1,22 ^a	180,13±1,51 ^a
	Kurutma (70°C)	177,00±0,779 ^a	178,01±0,327 ^a

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

* Organik asitlerin birimi mg/100 g KM'dir.

EK B.2 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Şeker Miktarlarının 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Glikoz	Kurutma (50°C)	16,45±1,58 ^a	16,92±1,28 ^a
	Kurutma (60°C)	17,05±1,68 ^a	17,85±1,44 ^a
	Kurutma (70°C)	17,55±1,75 ^a	18,22±1,22 ^a
Fruktoz	Kurutma (50°C)	15,98±1,09 ^a	16,56±1,22 ^a
	Kurutma (60°C)	16,98±1,22 ^a	17,12±1,31 ^a
	Kurutma (70°C)	17,22±1,46 ^a	17,76±1,75 ^a
Sakkaroz	Kurutma (50°C)	0,065±0,015 ^a	0,063±0,012 ^a
	Kurutma (60°C)	0,035±0,011 ^a	0,032±0,009 ^a
	Kurutma (70°C)	0,016±0,007 ^a	0,011±0,006 ^b

* Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

** Şekerlerin birimi g/kg KM' dir.

EK B.3 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Fenolik Kompozisyonunun 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Epikateşin	Kurutma (50°C)	84,25±2,85 ^a	82,98±2,23 ^a
	Kurutma (60°C)	85,69±3,15 ^a	83,12±3,24 ^a
	Kurutma (70°C)	83,55±3,21 ^a	83,23±2,76 ^a
Klorojenik asit	Kurutma (50°C)	52,64±1,87 ^a	51,43±2,66 ^a
	Kurutma (60°C)	53,68±2,45 ^a	51,76±2,23 ^a
	Kurutma (70°C)	51,78±1,98 ^a	50,98±1,19 ^a
Kateşin	Kurutma (50°C)	34,69±2,56 ^a	35,29±2,36 ^a
	Kurutma (60°C)	35,68±3,22 ^a	35,45±2,52 ^a
	Kurutma (70°C)	34,15±2,98 ^a	34,88±2,25 ^a
Kafeik asit	Kurutma (50°C)	48,36±3,64 ^a	49,44±3,27 ^a
	Kurutma (60°C)	47,22±2,87 ^a	48,98±2,65 ^a
	Kurutma (70°C)	48,66±3,57 ^a	48,69±2,77 ^a
Rutin	Kurutma (50°C)	232,56±9,74 ^a	239,23±8,54 ^a
	Kurutma (60°C)	230,25±8,52 ^a	238,14±9,22 ^a
	Kurutma (70°C)	235,69±7,67 ^a	237,99±8,61 ^a
p-Kumarik asit	Kurutma (50°C)	34,68±2,74 ^a	32,98±2,65 ^a
	Kurutma (60°C)	35,62±3,12 ^a	33,11±3,14 ^a
	Kurutma (70°C)	33,96±3,51 ^a	32,53±2,76 ^a
Hiperozid	Kurutma (50°C)	82,74±3,45 ^a	80,14±2,65 ^a
	Kurutma (60°C)	81,65±4,12 ^a	79,75±3,72 ^a
	Kurutma (70°C)	84,65±3,26 ^a	80,15±4,06 ^a
Gallik asit	Kurutma (50°C)	30,65±1,25 ^a	31,79±1,51 ^a
	Kurutma (60°C)	31,25±1,41 ^a	31,32±1,17 ^a
	Kurutma (70°C)	30,12±1,89 ^a	30,98±1,58 ^a
Kuersetin	Kurutma (50°C)	26,87±1,68 ^a	25,13±1,63 ^a
	Kurutma (60°C)	25,68±1,52 ^a	25,02±1,18 ^a
	Kurutma (70°C)	26,96±1,03 ^a	24,91±1,86 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

** Fenolik kompozisyonun birimi mg/100 g KM'dir.

EK B.4 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivitenin 2 Yıla Göre Farkları

		1. YIL	2. YIL
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g KM)	Kurutma (50°C)	491,00±7,96 ^a	505,27±7,96 ^a
	Kurutma (60°C)	450,17±8,26 ^a	462,75±7,15 ^a
	Kurutma (70°C)	404,45±6,89 ^a	411,43±5,29 ^a
Antioksidan Aktivite (mmol TE/g KM)	Kurutma (50°C)	0,017±0,001 ^a	0,016±0,004 ^a
	Kurutma (60°C)	0,014±0,001 ^a	0,014±0,002 ^a
	Kurutma (70°C)	0,011±0,001 ^a	0,012±0,002 ^a

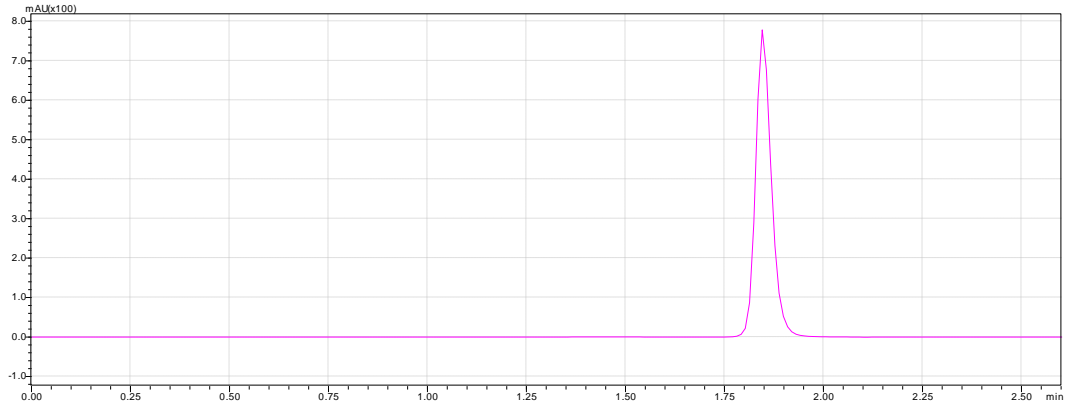
*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

EK B.5 Goji Berry Meyvesinin Kurutma İşlemi Sonunda Renk Değerlerinin 2 Yıla Göre Farkları

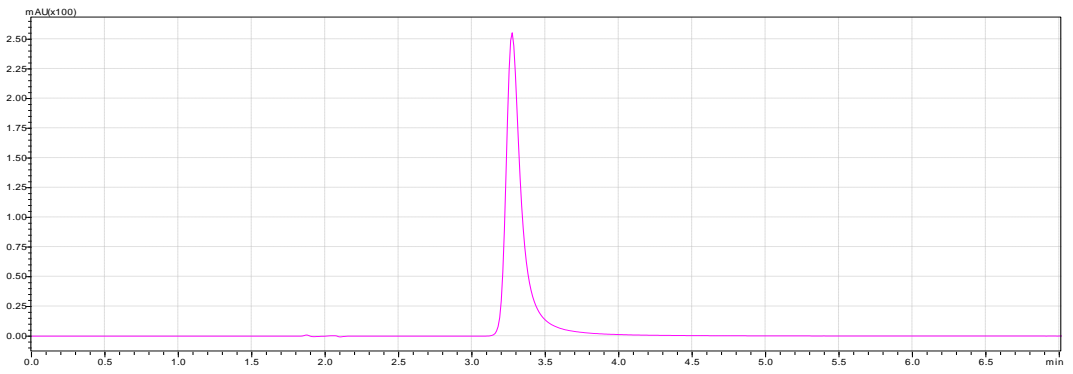
		1. YIL	2. YIL
L*	Kurutma (50°C)	23,11±0,09 ^a	22,78±0,15 ^b
	Kurutma (60°C)	22,79±0,05 ^a	22,42±0,11 ^b
	Kurutma (70°C)	21,99±0,06 ^a	21,56±0,21 ^b
a*	Kurutma (50°C)	16,45±0,07 ^a	16,22±0,12 ^b
	Kurutma (60°C)	14,41±0,09 ^b	14,78±0,09 ^a
	Kurutma (70°C)	14,67±0,08 ^b	14,92±0,12 ^a
b*	Kurutma (50°C)	11,03±0,11 ^a	11,18±0,14 ^a
	Kurutma (60°C)	10,67±0,07 ^a	10,45±0,09 ^a
	Kurutma (70°C)	9,62±0,05 ^b	9,98±0,07 ^a

*Aynı satırda bulunan farklı harfler istatistik olarak farkı ifade etmektedir (p<0,05)

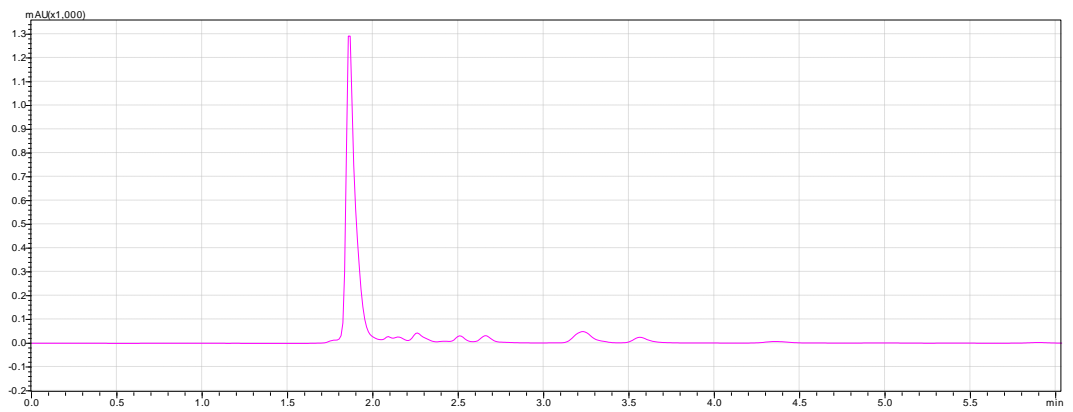
EK C.1 Standart C Vitamini Kromatogramı



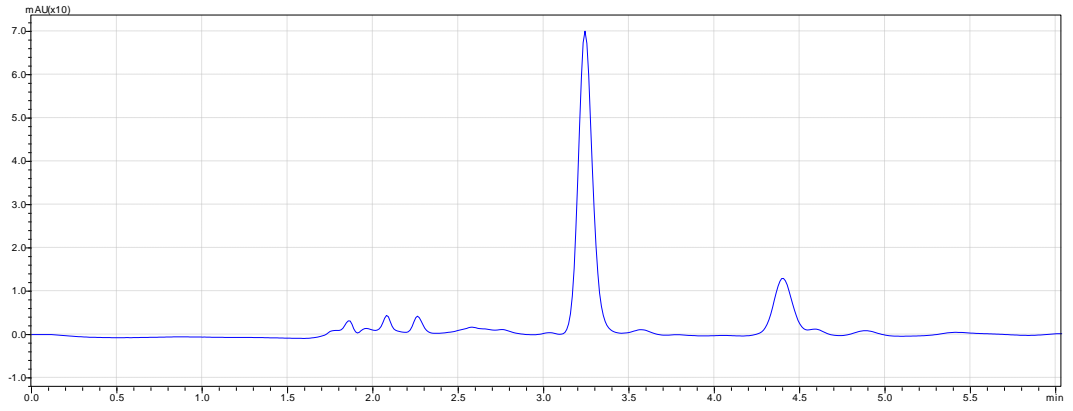
EK C.2 Standart Piridoksin Kromatogramı



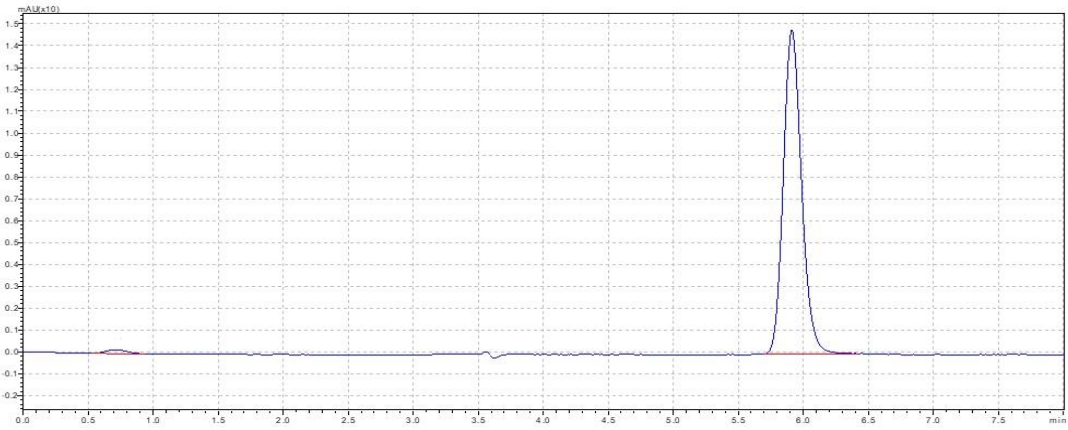
EK C.3 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan C Vitaminine Ait Kromatogram



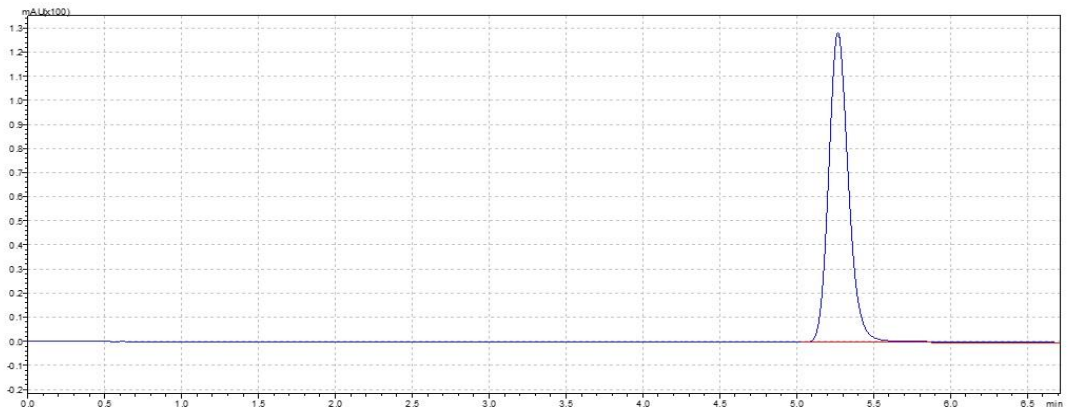
EK C.4 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan Piridoksine Ait Kromatogram



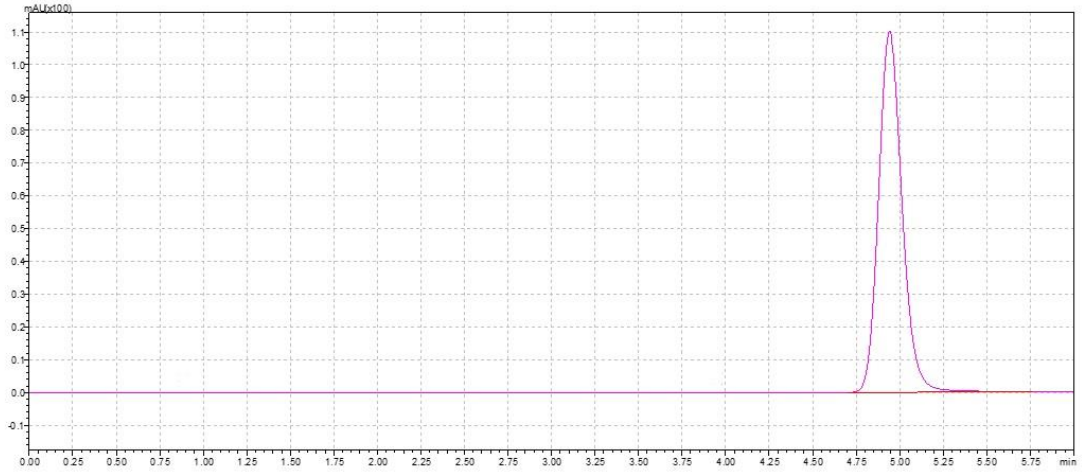
EK C.5 Standart Malik Asit Kromatogramı



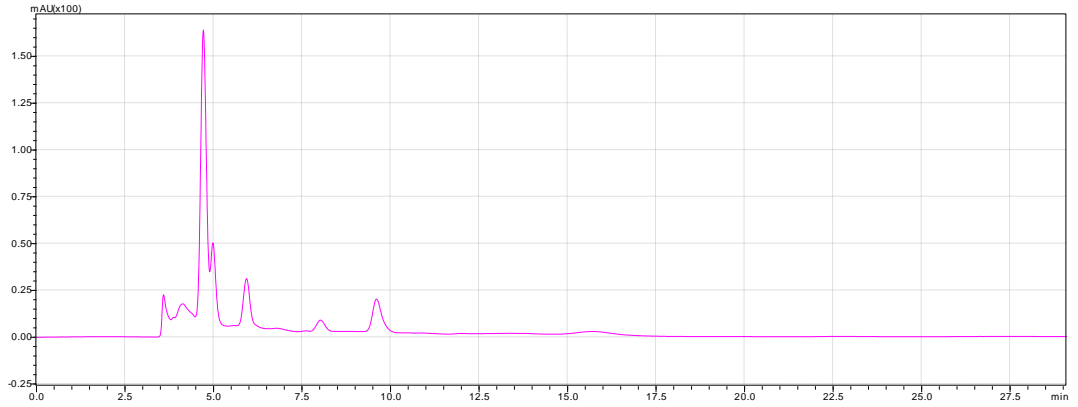
EK C.6 Standart Tartarik Asit Kromatogramı



EK C.7 Standart Sitrik Asit Kromatogramı



EK C.8 Tam Olgun Goji Berry Meyvesinde Bulunan Organik Asitlere Ait Kromatogram



7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : HEYSEM SUAT BATU

Doğum Yeri ve Tarihi : BORNOVA – 18.11.1989

Lisans Üniversite : ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

Y. Lisans Üniversite : MUNZUR ÜNİVERSİTESİ

Elektronik posta : h.s.batu@gmail.com

İletişim Adresi : Asmalevler mah. 6661. Sok. No: 4/6
Pamukkale / DENİZLİ

Yayın Listesi :

• Kadakal, Ç., Nizamoğlu, N. M., Tepe, T. K., Arisoy, S., Tepe, B. and **Batu, S.**, “Relation Between Ergosterol and Various Mycotoxins in Different Cheeses”, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(4), 895-900, (2020).

• Batu, A. and **Batu, H. S.**, “The Place of Sesame and Tahini in Turkish Gastronomy”, *Aydın Gastronomy*, 4(2), 83-100, (2020).

• Batu, A. and **Batu, H. S.**, “Historical background of Turkish gastronomy from ancient times until today”, *Journal of ethnic foods*, 5(2), 76-82, (2018).

• Kadakal, Ç., **Batu, H. S.**, Tepe, T. K., Sengun, P. and Otağ, F. B., “Which One May Be the Best Quality Parameter of Risky Foods in Terms of Mold: Aflatoxins, Patulin, Ochratoxin A and Ergosterol”, *Journal of International Scientific Publications*, 6, 159-169, (2018).

• Kadakal, Ç., Arisoy, S., Tepe, T.K., Otağ, F.B., **Batu, S.**, Nizamlioğlu, N.M. and Ekinci, R., “High Performance Liquid Chromatographic Method for The Determination of Patulin in Oil-Based Products: Cheese Approach”, *Austin Chromatogr*, 4 (1), 1047, (2017).

• Batu, A. and **Batu, H. S.**, “Türk tatlı kültüründe Türk lokumunun yeri”, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(1), 42-52, (2016).

• Batu, A., Aydoymus, R. E. ve **Batu, H. S.**, "Gıdalarda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi." *Electronic Journal of Food Technologies*, (9)1, (2014).

• **Batu, H. S.**, Asam, E. ve Dikici, A., “Gıda Teknolojisinde Bakteriyosinler ve Yeni Gelişmeler”, *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(3), (2014).

Konferans Listesi :

• Tepe Tolga Kağan, Otağ Fadime Begüm, Ağan Cansu, Kadakal Çetin, Özer Çağla, **Batu Heysem Suat**, “Comparative Analysis of Anatolian Fermented Food: Tarhana”, The 4th International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”, 2018.