

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

**GOJİ BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) MEYVELERİNİN
OLGUNLAŞMA EVRELERİ VE KURUTULMA SÜRECİNDE
KAROTENOİD KOMPOZİSYONUNUNDAKİ DEĞİŞİM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PINAR ŞENGÜN

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

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



**GOJİ BERRY (*LYCIUM BARBARUM L.*) MEYVELERİNİN
OLGUNLAŞMA EVRELERİ VE KURUTULMA SÜRECİNDE
KAROTENOİD KOMPOZİSYONUNUNDAKİ DEĞİŞİM**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PINAR ŞENGÜN

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Pınar ŞENGÜN tarafından hazırlanan “**Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) meyvelerinin olgunlaşma evreleri ve kurutulma sürecinde karotenoid kompozisyonundaki değişim**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27.06.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Çetin KADAKAL

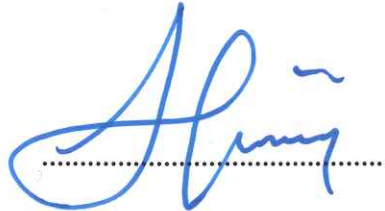
Üye
Prof. Dr. Sebahattin NAS
Pamukkale Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi


.....

.....

.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
10/07/2019 tarih ve 26/08-22 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


.....

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2018 FBE 048 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.

PINAR ŞENGÜN



ÖZET

GOJİ BERRY (*LYCIUM BARABRUM L.*) MEYVELERİNİN OLGUNLAŞMA EVRELERİ VE KURUTULMA SÜRECİNDE KAROTENOİD KOMPOZİSYONUNDAKİ DEĞİŞİM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PINAR ŞENGÜN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ÇETİN KADAKAL)

DENİZLİ, HAZİRAN- 2019

Goji berry meyvesinin olgunlaşması süresince çeşitli fizyolojik ve kimyasal değişimler meydana gelmektedir. Bu çalışmanın birinci aşamasında, Denizli bölgesinde yetişen goji berry meyvesinin üç ayrı olgunluk evresinde (yeşil olum, renk dönüm, tam olgunluk) fiziksel olarak 200 tane ağırlığı ve kimyasal olarak pH, suda çözünen kuru madde, titrasyon asitliği, toplam fenolik madde ve karotenoid içeriği belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise tam olgun goji berry meyveleri 50, 60 ve 70 °C de kurutma fırınında kurutulmuş ve bu değişimlere ait kinetik parametreler hesaplanmıştır. Tam olgun goji berry meyvelerinde karotenoidlerin parçalanmasının birinci derece kinetik modele uygun olduğu saptanmıştır. Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılığı Arrhenius eşitliğiyle belirlenmiş, bu sayede k , $t_{1/2}$, Q_{10} , E_a ve D değerleri hesaplanmıştır. Goji berry meyvesinin olgunlaşma süresince ve kurutulması ile içeriğindeki karotenoid konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi cihazı (HPLC-DAD) kullanılarak tespit edilmiştir. Goji berry meyvesinde olgunlaşmayla birlikte suda çözünür kuru madde içeriğinde artış, titrasyon asitliğinde azalma meydana gelmiştir. Farklı olum aşamalarında analiz edilen karotenoidlerden β -kriptoksantin palmitat ve zeaksantin dipalmitat yeşil olum, lutein, violaksantin, anteraksantin, neoksantin, tam olgun aşamasında, klorofil a ve klorofil b'nin ise hem renk dönüm hemde tam olgunluk aşamasında detekte edilebilir limitin altında olduğu saptanmıştır. Goji berry meyvesi yeşil olumdan tam olgunluk aşamasına doğru ilerledikçe lutein, zeaksantin, zeaksantin dipalmitat, β -karoten, violaksantin, neoksantin, anteraksantin, klorofil a ve klorofil b azalış, β -kriptoksantin palmitat ise artış göstermiştir. Kurutma fırınında 50, 60 ve 70 °C de farklı sürelerde kurutulan tam olgun goji berry meyvelerinde zeaksantin ve β -karoten, β -kriptoksantin palmitat ve zeaksantin dipalmitat konsantrasyonunda ise azalma saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Goji Berry, *Lycium Barbarum L.*, Karotenoid, Olgunlaşma, Kurutma, HPLC

ABSTRACT

CHANGES IN CAROTENOID COMPOSITION ON GOJI BERRY (*LYCIUM BARBARUM* L.) FRUITS DURING RIPENING STAGES AND DRYING PROCESS

MSC THESIS

PINAR ŞENGÜN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. ÇETİN KADAKAL)

DENİZLİ, JUNE 2019

Various physiological and chemical changes occur during the ripening of goji berry fruit. In the first stage of this study, the physical (200 kernel weight) and chemical (pH, water soluble matter, dry matter, titratable acidity, total phenolic content and carotenoid content) properties of goji berry fruit grown in Denizli region in three different stages of maturity (green death, color turning, full maturity) were determined. In the second stage of the study, the ripe goji berry fruits were dried at 50, 60 and 70 °C in a drying oven and the changes in carotenoid content and kinetic parameters were determined. The degradation of carotenoids was determined on fully ripe goji berries is a first order reaction. The temperature dependence of the reaction was determined by the Arrhenius equation, whereby k , $t_{1/2}$, Q_{10} , E_a and D values were calculated. The concentration of carotenoids in goji berry during ripening and oven drying were carried out using the high performance liquid chromatography and diode array detector (HPLC-DAD). An increase for pH and total soluble solids, and decrease in titratable acidity existed in goji berry in relation to maturity stages. The cryptoxanthine palmitate, zeaxanthin dipalmitate and esters of carotenoids at green maturation stage; lutein, violaxanthin, antheraxanthin and neoxanthin at fully mature stage; and chlorophyll a and chlorophyll b both in discoloration and fully mature stages were determined under the detection limit. As the goji berry fruit progressed from green to full maturity stage, while lutein, zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate, β -carotene, violaxanthin, neoxanthin, antheraxanthin, chlorophyll a and chlorophyll b decreased, β -cryptoxanthine palmitate increased. Decrease at zeaxanthin, β -cryptoxanthine palmitate, zeaxanthin dipalmitate and β -carotene concentrations in fully matured goji berries dried at 50, 60 and 70 °C for different periods were determined.

KEYWORDS: Goji Berry, *Lycium Barbarum* L., Carotenoid, Ripening, Drying, HPLC

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Goji Berry	4
1.2 Goji Berry Yetiştiriciliği	7
1.3 Goji Berry Bitkisinin Morfolojik Özellikleri	9
1.4 Goji Berry Meyvesinin Sağlık Üzerine Etkisi.....	10
1.5 Goji Berry Meyvesinin Bileşimi	14
1.5.1 Su	14
1.5.2 Polisakkaritler	14
1.5.3 Fenolik maddeler	15
1.5.4 Karotenoidler	15
1.5.4.1 β -karoten	21
1.5.4.2 Likopen	21
1.5.4.3 Neoksantin	22
1.5.4.4 β -kriptoksantin	22
1.5.4.5 Lutein	23
1.5.4.6 Zeaksantin	23
1.5.5 Diğer Bileşenler	23
2. MATERYAL METOD.....	24
2.1 Materyal.....	24
2.1.1 Örneklerin Kurutulması	24
2.2 Metod.....	26
2.2.1 200 Tane Ağırlığı.....	26
2.2.2 pH Tayini	26
2.2.3 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini ($^{\circ}$ Bx).....	26
2.2.4 Titrasyon Asitliği	26
2.2.5 Olgunluk İndisi	27
2.2.6 Kuru Madde Tayini.....	27
2.2.7 Renk Tayini.....	28
2.2.8 Toplam Fenolik Madde Tayini	28
2.2.9 Karotenoid İçeriğinin Belirlenmesi	29
2.2.9.1 Karotenoidlerin Analizi İçin HPLC koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri	30
2.2.9.2 Karotenoidler İçin Geri Kazanım Testi.....	31
2.2.10 Kinetik Parametrelerin Hesaplanması	33
2.2.10.1 Reaksiyon Hız Sabitinin Hesaplanması	33

2.2.10.2	Aktivasyon Enerjisinin Hesaplanması	34
2.2.10.3	Q ₁₀ Değerinin Hesaplanması.....	34
2.2.10.4	Yarılanma Süresinin Hesaplanması	35
2.2.10.5	Desimal Azalma Süresinin Hesaplanması	35
2.2.11	İstatiksel Analizler	36
3.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	37
3.1	Goji Berry Meyvesinin 200 Tane Ağırlığında Meydana Gelen Değişimler	37
3.2	pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler	38
3.3	Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	39
3.4	Titrasyon Asitliği (TA) Değerinde Meydana Gelen Değişimler	40
3.5	Olgunluk İndisi Değerinde Meydana Gelen Değişimler	42
3.6	Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi.....	43
3.7	Renk Değişimlerinin Değerlendirilmesi.....	44
3.8	Toplam Fenolik Madde İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	46
3.9	Karotenoid Madde İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	47
3.9.1	Goji Berry Meyvesinin Olgunlaşma Sürecinde Karotenoid İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	47
3.9.2	Goji Berry Meyvesinin Kurutulması Sürecinde Karotenoid İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler	50
3.10	Karotenoidlerin Kinetik Analizi	55
3.11	Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Goji Berry Meyvesinin Karotenoidlerine İlişkin Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi	58
3.12	Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Goji Berry Meyvesinin Karotenoidlerine İlişkin k, D, Q ₁₀ , t _{1/2} ve E _a Değerleri.....	60
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	62
5.	KAYNAKLAR.....	64
6.	ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Goji berry meyvesinin Dünya'daki dağılımı.....	1
Şekil 1.2: <i>Lycium barbarum</i> L. bitkisinin bilimsel olarak sınıflandırılması.....	5
Şekil 1.3: Goji berry meyvelerinin genel görünümü.....	6
Şekil 1.4: Goji berry meyvesini Türkiye'deki dağılımı.....	8
Şekil 1.5: Bazı karotenoidlerin kimyasal yapıları.....	16
Şekil 2.1: Tepsili kurutma kabınınin genel görünümü.....	25
Şekil 3.1: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında 200 tane ağırlığında meydana gele değişimler.....	38
Şekil 3.2: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında pH değerinde meydana gele değişimler.....	39
Şekil 3.3: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında SÇKM değerinde meydana gele değişimin grafiksel gösterimi.....	40
Şekil 3.4: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında titrasyon asitliğinde meydana gelen değişimi grafiksel gösterimi.....	41
Şekil 3.5: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında olgunluk indisinde meydana gele değişimin grafiksel gösterimi.....	43
Şekil 3.6: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında kuru madde içeriğindeki değişimin grafiksel gösterimi.....	44
Şekil 3.7: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında renginde meydana gelen değişimlerin grafiksel gösterimi.....	45
Şekil 3.8: Toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi.....	46
Şekil 3.9: Goji berry meyvesinin yeşil olum aşamasına ait karotenoid ve klorofil içeriği.....	48
Şekil 3.10: Goji berry meyvesinin renk dönüm haline ait karotenoid ve klorofil içeriği.....	48
Şekil 3.11: Goji berry meyvesinin tam olgun haline ait karotenoid ve klorofil içeriği.....	49
Şekil 3.12: Goji berry meyvesinin farklı kurutma sıcaklıklarında meydana gelen karotenoid içeriğindeki kayıp.....	54
Şekil 3.13: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde zeaksantine ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	55
Şekil 3.14: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde β -kriptoksantin palmitata ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	56
Şekil 3.15: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde zeaksantin dipalmitata ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	56
Şekil 3.16: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde β -karotene ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	57
Şekil 3.17: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinin zeaksantin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği.....	58
Şekil 3.18: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinin β -kriptoksantin palmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği.....	59

Şekil 3.19: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinin zeaksantin dipalmitatın parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	59
Şekil 3.20: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinin β -karotenin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği	60

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Goji berry meyvesinin taze ve kuru halinde bulunan enerji ve besin içeriği.....	2
Tablo 1.2: Bazı meyve ve sebzelerin karotenoid içerikleri.....	18
Tablo 1.3: Bazı karotenoidlerin bulunduğu besin kaynakları	19
Tablo 1.4: Karotenoidlerin biyolojik aktivitesi	20
Tablo 2.1: Kurutma kabinine ait teknik özellikler	25
Tablo 2.2: HPLC cihazının çalışma koşulları	30
Tablo 2.3: Karotenoidlerin geri kazanım çalışması	32
Tablo 3.1: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait 200 tane ağırlığı (g).....	37
Tablo 3.2: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait pH değerinde meydana gelen değişimler	38
Tablo 3.3: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait SÇKM değerinde meydana gelen değişimler	39
Tablo 3.4: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişimler	41
Tablo 3.5: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerine ait olgunluk indisinde meydana gelen değişimler	42
Tablo 3.6: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerindeki kuru madde içeriğindeki değişim	43
Tablo 3.7: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerinde renginde meydana gelen değişimler	44
Tablo 3.8: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında karotenoid ve klorofil içeriğinde meydana gelen değişimler ($\mu\text{g/g}$).....	47
Tablo 3.9: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak zeaksantin içeriğinde meydana gelen değişimler	50
Tablo 3.10: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak β -Kriptoksantin palmitat içeriğinde meydana gelen değişimler	51
Tablo 3.11: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak zeaksantin dipalmitat içeriğinde meydana gelen değişimler	51
Tablo 3.12: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak β -karoten içeriğinde meydana gelen değişimler.....	53
Tablo 3.13: Karotenoidlerin birinci derece kinetik modelini gösteren grafiklere ait denklemler ve korelasyon katsayıları (R^2)	57
Tablo 3.14: Farklı sıcaklıklarda kurutma işlemi uygulanmış goji berry meyvesinin zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karotene ilişkin k, D, Q_{10} , $t_{1/2}$ ve E_a değerleri	61

SEMBOL LİSTESİ

g	:	Gram
µg	:	Mikrogram
mg	:	Miligram
l	:	Litre
ml	:	Mililitre
µl	:	Mikrolitre
HPLC	:	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
LC-PDA	:	Sıvı Kromatografisi Photo Diode Array Dedektör
dk	:	Dakika
T	:	Sıcaklık
E_a	:	Aktivasyon Enerjisi
C	:	Konsatrasyon
R	:	Gaz Sabiti
t	:	Süre
k	:	Reaksiyon Hız Sabiti
kcal	:	Kilokalori
kJ	:	Kilojoule
mm	:	Milimetre
°Bx	:	Briks derecesi
pH	:	Hidrojen iyonu konsantrasyonu
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
SÇKM	:	Suda Çözünen Kuru Madde
v/v	:	Hacimce oran
UV	:	Ultraviyole
PTFE	:	Polytetrafluoroethylene
DNA	:	Deoksiribonükleik asit

ÖNSÖZ

Araştırmamın gerçekleşmesi sırasında beni yönlendiren, yaşadığım tüm sıkıntılar karşısında yanımda olan, beni hep destekleyen, öneri ve fikirlerine sonsuz saygı duyduğum danışman hocam Doç. Dr. Çetin KADAKAL'a motivasyonumu kaybetmemem için bana destek veren arkadaşlarıma, beni bugünlere getiren, maddi, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Coşkun ŞENGÜN ve sevgili annem Asuman ŞENGÜN'e ve tüm aile fertlerime sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Tüketicilerin zevkleri ve yiyecek alışkanlıkları değişmekte ve gün geçtikçe daha çeşitli hale gelmektedir. Goji berry ürünlerinin popülerliği verimli pazarlama stratejileri sayesinde 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 (*Lycium barbarum* L.) “süper meyve” olarak 21. yüzyıla adını yazdırmıştır (Potterah 2010).

Birçok gıda için coğrafi köken en önemli kalite parametrelerinden birisidir ve toprak, iklim ve yetiştirme yöntemleri bitkilerin kimyasal bileşiminde farklılıklara sebep olabilmektedir. Goji berry bitkisi dayanıklı, ekolojik toleransı yüksek ve verimsiz toprakların ıslahında kullanılabilecek kök yapısına sahiptir. Ticari olarak üretilen goji berry meyvelerinin çoğu Çin, Orta Doğu, Moğolistan, Japonya, Tavyan ve Himalayalarda yetiştirilmekte olup günümüzde Türkiye’de de goji berry yetiştiriciliği başlamıştır (Amagase and Nance 2011). Goji berry meyvesinin Dünya’da ki dağılımı Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1: Goji berry meyvesinin Dünya'daki dağılımı

Goji berry meyvesi geleneksel Çin tıbbında 2500 yıldır zengin içeriğinden dolayı geleneksel ilaç olarak kullanılmaktadır. Bu meyve Çin’de genellikle taze

olarak, kurutulularak, bitki çayı olarak veya Çin çorbaları, et ve vejeteryan yemeklerinin içine katılarak tüketilmektedir. Goji berry meyveleri ayrıca meyve suyu, şarap ve tonik üretiminde de kullanılmaktadır (Donno ve diğ. 2015). Goji berry meyvesi sulu ve tatlıdır, tadı yabanmersini ve kirazın arasındadır. Goji bitkisinin meyveleri dışında yaprakları da çay olarak tüketilmektedir Goji berry'nin kimyasal bileşenleri arasında en çok bilinenleri polisakkarit kompleksleridir. Meyvenin yüksek antioksidan aktivitesi içerdiği karotenoidlerden ve fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında goji berry meyvesinin sahip olduğu diğer antioksidanlar lignan, tanen ve flavanoidlerdir. Meyvenin çekici kırmızı-turuncu rengi ise lipofilik bileşiklerin grubu olan karotenoidlerden kaynaklanmaktadır (Lee ve diğ. 2002).

Literatürde *Lycium* türleri arasında en çok *Lycium barbarum* L. türüyle ilgili çalışma bulunmaktadır. Araştırmalar genellikle meyvenin kimyasal bileşenleri polisakkaritler, yağ asitleri, karotenoid içerikleri, mineral madde içerikleri, biyolojik aktiviteleri, sağlık üzerine yararları ve meyvenin geleneksel kullanımları üzerine yoğunlaşmıştır (Inbaraj ve diğ. 2008; Potterat 2010; Amagase ve Farnsworth 2011; Jin ve diğ. 2013; Kulczyński and Michalowska 2016; Hempel ve diğ. 2017; Koçyigit ve Şanlıer 2017; Shah ve diğ. 2019). Goji berry meyvesinin taze ve kuru halinde bulunan enerji ve besin içeriği Tablo 1.1' de verilmiştir (Koçyigit ve Şanlıer 2017).

Tablo 1.1: Goji berry meyvesinin taze ve kuru halinde bulunan enerji ve besin içeriği

Enerji ve besin içeriği	Taze meyve	Kurutulmuş meyve
Protein (g)	4.49	14.26
Yağ (g)	2.33	0.39
Karbonhidrat (g)	9.12	77.06
Pulp (g)	-	13.0
Ca (mg)	-	190
Fe (mg)	-	6.8
Na (mg)	-	298
Vitamin C(mg)	-	48.4
Vitamin A (IU)	-	26822
Thiamin (mg)	0.23	-
Riboflavin (mg)	0.33	-
Niacin (mg)	1.7	-

Meyvenin karakteristik kırmızı-turuncu renginden sorumlu olan karotenoidler meyvenin kuru ağırlığının yaklaşık %0.5' ini, zeaksantin karotenoidi ise goji berry'de bulunan karotenoidlerin %30-56'sını oluşturmaktadır. Zeaksantin genellikle zeaksantin dipalmitat şeklinde bulunmaktadır ve goji berry meyvesi zeaksantin en iyi kaynağı olarak bilinmektedir. Bunun dışında β -karoten, lutein, neoksantin, violaksantin ve β -kriptoksantin karotenoidleri de meyvede yüksek oranda bulunmaktadır (Kulczyński ve Michałowska 2016).

Beslenmenin insan sağlığı açısından önemini anlaşılmasıyla beraber özellikle gelişmiş ülkelerde antioksidan tüketimi üzerine yoğunlaşmaya başlanmış ve sağlık açısından önem teşkil eden bileşenlerin korumaya yönelik yeni işleme teknikleri önem kazanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar bazı karotenoidlerin provitamin A ve antioksidan aktivitesi göstermesi sağlık açısından önemini artırmıştır. Karotenoidler yapısında bulundurduğu konjuge çift bağlar sayesinde antioksidan özellik göstererek serbest radikallerin oluşmasını engeller ve dokuları fotooksidatif ve oksidatif hasara karşı koruyucu etki gösterir (Baysal ve Ersus 2000; Handelman 2001; Dembinska-Kiec 2005). Yapılan çalışmalar karotenoidler üzerine yapılan çalışmalar sonucunda antioksidan özellikte olduğunu ve bu özellikleri sayesinde göz ve deri bozukluğu, kanser ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkilerinin olduğu ortaya koymuştur (Young ve Lowe 2001; Lowe ve diğ. 2003; Voutilainen ve diğ. 2006)

Meyve ve sebzeler ile alınan karotenoidlerin biyoyararlılığını meyve ve sebzelerin yapısı, çiğ ya da pişmiş olması, partikül boyutu, karotenoidin türü, konsantrasyonu, etkileştiği diyet bileşenleri, kişinin yaşı, gastrointestinal hastalıkları ve enfeksiyonlar gibi birçok faktör etkilemektedir (Furr and Clark 1997; Rock ve diğ. 1998; Kopsell and Kopsell 2006). İnsan vücudunda karotenoidler %5-50 oranında absorbe edilmekte olup karotenoidlerin biyoyararlılığı taze meyve ve sebzelerde %10, yağ içinde pişmiş ve ticari preparatlarda %50 civarında bulunmaktadır (Dutta ve diğ. 2005).

Meyve ve sebzelerin muhafazası için uygulanan kurutma işlemi uygulama alanı en geniş ve en eski yöntemlerden birisidir. Kurutmada amaç gıdanın bileşiminde bulunan suyu uzaklaştırarak gıdada meydana gelebilecek mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimleri engelleyerek gıda maddelerini uzun süre muhafaza

etmektedir. Fakat kurutma işlemi gıdanın kalitesini olumsuz yönde etkileyen bazı reaksiyonları göstermesinden dolayı kurutma koşulları ürünün bileşimini etkilemektedir. Gıdalara uygulanan kurutma işlemi karotenoid içeriklerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Gıdaların kurutulması sırasında gıdalara rengini veren karotenoidler ısı etkisiyle okside olmaktadır. Gıdalar sıcak havaya maruz kaldığında yapılarında bulunan çoklu doymamış moleküller oksidasyona uğrayarak renk kaybı oluşmaktadır. Bu durum ise gıdanın renginin değişmesine neden olur. Genel olarak yüksek sıcaklık ve uzun kurutma süresi karotenoidlerin bozunmasına sebep olmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2003; Koca ve diğ. 2007).

1.1 Goji Berry

Goji berry çok yıllık bir bitki olup *Solanaceae* familyasına aittir. Farklı bölgelerde yetişen yaklaşık 70 *Lycium* türü olduğu bilinmektedir. Bunlardan en çok bilinenleri *Lycium barbarum* L. ve *Lycium chinense* L. türleridir (Potterat 2010). *Lycium barbarum* L. ismi Carl Linnaeus tarafından 1753 yılında, *Lycium chinense* 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 isminin anlamı “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 bitkisinin taksonomisi ve taksonomik hiyerarşisi ile adlandırılması (503599 Taksonomik seri numaralı) Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından belirlenmiştir (Amagase ve Farnsworth 2011). Şekil 1.2’de *Lycium barbarum* L. bitkisinin bilimsel olarak sınıflandırılması verilmiştir.



Alem:	Plantae
Bölüm:	Magnoliophyta
Sınıf:	Magnoliopsida
Takım:	Solanes
Familya:	Solaneceaea
Cins:	<i>Lycium</i>
Tür:	<i>L. barbarum</i>

Şekil 1.2: *Lycium barbarum* L. bitkisinin bilimsel olarak sınıflandırılması

Bitkinin orijinal habitatu kesin olarak belirlenememekle beraber dünyanın ılık bölgelerinde Akdeniz havzasında, Güneybatı ve Orta Asya’da yaygın olarak görülmektedir (Potterat 2010). 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 meyvesi Çin’de yılda 95.000 ton civarında üretim yapılmaktadır (Bruno 2009).

Goji berry yaklaşık 2500 yıldır Çin’de fonksiyonel gıda ve tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır (Shi ve diğ. 1997). Goji meyvelerinin tıbbi etkisi Çin tarihinde sayısız tıp bilimcisi tarafından araştırılmıştır. Şifalı bitkiler ve kullanımları üzerine klasik bir çalışma olan “Root and Herbal Classic (Shennong bencao jing)” eserinde yer alan 365 ilaçta Goji berry meyvelerinin kullanıldığı belirtilmektedir (Wang ve diğ. 2015).

Meyve ilkbaharın sonunda hasadına başlanan meyve ve taze olarak tüketilebileceği gibi kurutularakta tüketilebilir. Kurutma işleminde ilk olarak meyve kabuğu kuruyuncaya kadar gölgede kurutulur ardından meyve kabuğu kuru ve sert bir hal aldığımda güneşte kurutulur. Böylelikle meyvenin merkezi yumuşak kalmış olur (Zhu 1998). Birçok ülkede goji berry meyvesinden üretilen şarap, jöle ve meyve suyuna önemli bir talep vardır çünkü, meyve bu formlara işlenmeye elverişlidir

(Koçyiğit ve Şanlıer 2017). Bunun dışında meyve yoğurt, çikolata ve unlu mamullere katılarak da tüketilmektedir (Mikulic Petkovsek ve diğ. 2012). Şekil 1.3'te goji berry meyvelerinin genel görünümü verilmektedir (Amagase 2011).



Şekil 1.3: Goji berry meyvelerinin genel görünümü

Lycium barbarum L. bitkisinin yaprakları Çin ve Güneydoğu Asya'da yaygın olarak tüketilmektedir. Günümüzde ise Avrupa ve Kuzey Amerika'da işlevsel bir çay veya diyet takviyesi olarak kullanılmaktadır (Gong ve diğ. 2016). Bitkinin tıbbi değer taşıyan kısmı meyveleridir fakat yapılan çalışmalar sonucunda yapraklarında da biyolojik aktivite gösteren flavonoidlerin bulunduğu bildirilmiştir (Ebadi 2002). Bitkisinin yapraklarında rutin, kuvarsetin ve gentsik asit olduğu tespit edilmiştir (Lagow 2004).

Goji berry, günlük harcamanın yüksek bir kısmını karşılayacak oranda makrobesinleri içermektedir. İçeriğinde %68 karbonhidrat, %12 protein, %10 lipid ve %10 lif bulunmaktadır. Ayrıca vitaminler ve minerallerce zengin bir protein deposudur (Potterat 2010). Goji berry meyvesinin kimyasal bileşenleri arasında en çok bilineni polisakkarit kompleksleridir. Polisakkarit kompleksleri polipeptid ve asidik heteropolisakkaritlerden oluşan glikopolipeptid kompleksleridir. Bu polisakkaritler miktar olarak değişiklik gösterebilirler temel olarak 6 adet monosakkaritten

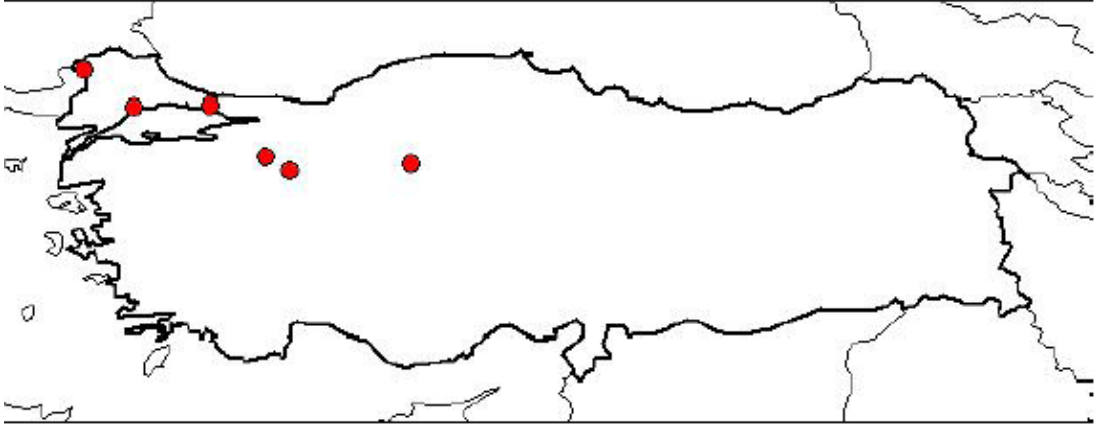
oluşmaktadır. Bunlar glukoz, mannoz, galaktoz, ramnoz, ksiloz ve arabinoz monosakkaritleridir (Tian ve Wang 2006). Goji berry nin parlak kırmızı ve turuncu rengini veren bileşik içeriğinde yüksek oranda bulunan karotenoidlerdir. *Lycium barbarum* L. ekstraktlarında 11 adet serbest karotenoid ve 7 adet karotenoid esteri bulunmaktadır. Bu karotenoidlerin içinde zeaksantin goji berry meyvelerinde çok yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Peng ve diğ. 2006). Polisakkarit ve karotenoiderin dışında goji berry meyvesinde bulunan beta-sitosterol, serebrosit, p-kumarik asit, betain, B kompleksi, E vitamini, C vitamini gibi birçok faydalı bileşik içermektedir (Amagase ve Farnsworth 2011). Mineral bakımından da zengin olan goji berry 11 temel mineral ve 21 iz mineral (bunlardan en önemlisi çinko, demir, bakır, kalsiyum, germanyum, selenyum, fosfor) içermektedir (Ji ve diğ. 2009; Duan ve diğ. 2010.)

Geleneksel Çin tıbbında önemli bir rol oynayan ve sağlığa olumlu etkilerinden dolayı süper meyve olarak bilinen goji berry besin değeri ve içeriği ile son birkaç yıldır çok popüler hale gelmiştir. Yapılan klinik çalışmalar sonucunda goji berry meyvesini tüketen hastaların nörolojik ve psikolojik özellikleri, eklem ve kas fonksiyonları, uyku kalitesi, gastrointestinal sistem sorunları, yorgunluk, depresyon, bağ ağrısı, diyabet, konsantrasyon bozukluğu, hafıza kaybı ve nefes darlığı gibi şikayetlerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Chang 2001; Amagase ve diğ. 2009; Amagase ve Nance 2009; Potterah 2010).

1.2 Goji Berry Yetiştiriciliği

Güney Amerika, Kuzey Amerika, Avustralya, Güney Afrika ve Asya'nın subtropikal bölgelerine yayılmış farklı alanlarda yaklaşık 70 *Lycium* türü yetiştirilmektedir (Fukuda ve diğ. 2001; Bryan ve diğ. 2008). Türkiye'nin ise hemen hemen her bölgesinde 800-2000m rakım arasında goji berry yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Ancak sahil bölgelerinde ki yüksek nem mantar hastalığına ve meyvenin olgunlaşmasında gecikmeye neden olmasından dolayı bu bölgeler tercih edilmemektedir (Luo ve diğ 2004). Doğal olarak tarlalarda, bahçelerde, arazilerde yetişen goji berry bitkisinin Türkiye'de genellikle İstanbul, Edirne, Ankara ve

Bilecik'te ekimi yapılmaktadır. Goji berry meyvesinin Türkiye'deki dağılımı Şekil 1.3'te verilmiştir (Ertaş 2017).



Şekil 1.4: Goji berry meyvesini Türkiye'deki dağılımı

Goji berry bitkisi tohumla veya yeşil aksamlarından alınan çelikleriyle çoğaltılmaktadır. Genellikle tohumla üretilmesi tercih edilse de adlandırılmış bir çeşidin kullanılması yüksek kaliteli ve verimli bir bitki yetiştirilmesini sağlamaktadır. Sera ortamlarında tohumların çimlendirilmesi kolay ve çabuk bir yöntemdir fakat sera ortamının özellikleri önem taşımaktadır. Goji berry bitkisinin çimlenme sıcaklığı 15-25°C olup düşük sıcaklıklara karşı dayanıklıdır (Yılmaz ve Kınay 2016).

Fide yetiştiriciliğinde kullanılan ortam fidenin ve üretilecek ürünün verimini ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bitkinin drene edilmiş hafif alkali topraklarda daha iyi yetiştirildiği, yalın olarak kum, perlit ve toprak ortamlarının kullanılmaması gerektiği, incelenen ortamlar arasında eşit oranda torf-perlit karışımının bitkinin yetiştirilmesine daha uygun olduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve Kınay 2016).

Çevresel koşullar ile verim arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yükseklik, sıcaklık, nem ve benzeri faktörler meyve kalitesi için oldukça önemlidir. Goji berry yetiştiriciliğinde yer seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi sürekli güneş alan sıcak ve kuru bir ortamın tercih edilmesidir. Goji berry çoğunlukla zorlu koşullarla başa çıkabilse de soğuk ve nemli bölgelerde verim düşmektedir (Daugš 2014). Hafif alkali toprakları tercih eden bitki asitli topraklarda iyi gelişemez ve toprağın sürekli ıslak olması bitkinin gelişimini olumsuz etkiler (Maughan 2015). Sulama ihtiyacı toprak tipine ve yılın farkı zamanlarına göre değişiklik göstermektedir. Işık penetrasyonunu ve hava girişini sağlamak için bitkinin belli aralıklarda budanması

yapılmalıdır. Genellikle ilk yıllarda budama gerekli olmayıp sonraki yıllarda büyüme sürdürmek ve yeni sürgünlerin oluşması için budama ihtiyacı oluşturmaktadır. Bitkinin iyi gelişebilmesi ve hasatın kolay olması için dikim aralığı 2-3 m olması uygun olup köklerin toprağa iyi yayılmasını sağlamak için kök genişliğinden 2 kat daha büyük olan bir deliğe gömülmesi gerekmektedir (Demchack ve diğ. 2014; Maughan 2015).

Goji berry bitkilerinin tarımı, son zamanlarda taze veya kurutulmuş organik meyvelerin yüksek talebi nedeniyle artış göstermiştir. Yetiştiriciliğinde yüksek oranda emek isteyen goji berry meyvesinin hasadı elle yapıldığı için fiyatının 1/3 'ü iş gücü maliyetine gitmektedir bu yüzden mekanik hasada yönelik yeni çeşitler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Wang ve diğ. 2015).

1.3 Goji Berry Bitkisinin Morfolojik Özellikleri

Goji berry bitkisi genellikle dikenli çalı şeklinde yayılış gösterir. Bitki 1-4 metreye kadar büyür, yaprakları dar ve etli olmakla beraber mızrak şeklindedir ve yaprak sapına kadar kademeli bir şekilde daralmaktadır (Zhu 1998; Wu 2005). Goji berry bitkisinin çiçekleri bir kenar boşluğu ile beraber 5 lobludur. Gövdeden tek veya küme halinde çıkan çiçekler çan şekilli olan taç yapraklarıyla beraber beyaz, yeşil ve mor renkli olarak görünmektedirler. Mor çiçekleri ilkbaharın sonlarında oluşur ve ardından 4-6 hafta sonra meyveler oluşur (PDR 2007).

Meyveler genellikle 1-2 cm boyutunda elipsoid şeklindedir. Turuncudan kırmızıya doğru değişen renge sahip olan meyveler iki bölmelidir ve 20-40 adet küçük tohum içermektedir. Tohumları doğada heterozigot olduğundan genellikle vejetatif yollarla yayılırlar. Normalde 3-6 m boyuna kadar uzayabilen bitki budama yapılmadan bırakılırsa 12 metreye kadar uzayabileceği bildirilmiştir (Amagase 2011).

1.4 Goji Berry Meyvesinin Sağlık Üzerine Etkisi

Geleneksel Çin bitkisel tıbbında *Lycium barbarum* diyabette antidiyabetik bir ajan olarak kullanılmasıyla ilgili çeşitli klinik ve deneysel çalışmalar bulunmaktadır (Li ve diğ. 2000).

Goji berry'nin vücutta hipoglisemik etkisini ölçmek için birçok deney yapılmıştır. Luo ve diğ. (2004) goji berry meyvesinin farklı polisakkarit fraksiyonlarının kandaki glikoz seviyesini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Bu amaçla hayvanlar üzerinde yapılan çalışmada goji berry meyvesinde bulunan polisakkaritler farklı işlemlerden geçirilerek 10 gün boyunca alloksan diyabetli tavşanlara verilmesi sonucunda kandaki glikoz seviyelerinde önemli ölçüde azalma olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada goji berry polisakkaritlerinin Tip 2 diyabet hastaları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Goji berry tüketen hastaların serum glikoz seviyelerinde önemli ölçüde azaldığı, goji berry'nin hipoglisemik etkisinin Tip 2 diyabetli hipoglisemik ilaç alan hastalara oranla hipoglisemik ilaç almayan hastalarda daha anlamlı sonuç verdiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda goji berry meyvesinde bulunan polisakkaritlerin Tip 2 diyabetli hastalar için tedavi destekli ajan olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Cai ve diğ. 2015).

Fareler ile yapılan bir çalışmada, fareleri farklı gruplara ayırarak farklı diyetler uygulanmıştır. Kontrol grubu fareler normal diyet ile beslenmiştir. Bir grup fareye yüksek yağlı diyet, diğer bir gruba yüksek yağlı diyete ilaveten 100 mg goji berry, başka bir gruba ise yüksek yağlı diyetin yanında 200 mg goji berry polisakkaritleri ile besleme yapılmıştır. Deneyin sonucunda yüksek yağlı diyetin yanında goji berry polisakkaritleri ile beslenen grupların kandaki glikoz seviyelerinin daha düşük oranda bulunduğu, dolayısıyla goji berry meyvesinden izole edilen polisakkaritlerin antidiyabetik ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Ming ve diğ. 2009).

Guowen ve diğ. (2010) yaptığı benzer bir çalışmada *Lycium Barbarum* ekstraktları ile beslenen farelerin, diyabetik kontrol grubuna kıyasla kandaki glikoz seviyelerinin önemli ölçüde azaldığını belirtmiştir.

Goji berry polisakkaritleri ile tedavi edilen diyabetik farelerde antioksidan enzimlerinin aktivitesi ve oksijen radikallerinin arttığı, renal korteks içindeki protein kinaz C'nin aktivitesi fizyolojik bir seviyede tutulduğu, bu durumda goji berry polisakkaritleriyle beslenen diyabetik farelerin böbreklerinde koruyucu mekanizma oluşturduğu ve toplam kolesterol ve trigliserit konsantrasyonunda önemli bir azalma gözlemlendiği saptanmıştır (Zhao ve Li 2009).

Goji berry meyvesinin hipolipidemik etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, yüksek yağlı diyetle beslenen farelere goji berry meyvesinden ekstrakte edilen polisakkaritler verilmiştir. Çalışmanın sonucunda goji berry meyvesinin antioksidan özelliğinin yüksek yağlı diyetle karşı koruyucu ve lipid metabolizmasını düzenlemeye karşı olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen klinik bulguların goji berry polisakkaritlerinin karaciğer hastalıklarına karşı koruyucu etki gösterebildiğine yorumlanmıştır (Wu ve diğ. 2010).

Goji berry meyvesinin polisakkarit fraksiyonlarının ve yüksek yağlı diyet, toplam kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL) ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol (LDL) fraksiyonları ve trigliserit seviyeleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada yüksek yağlı diyetin yanında goji berry polisakkaritlerini tüketen farelerde LDL kolesterol ve trigliserit konsantrasyonlarında farelerine göre düşüş gözlemlenmiştir (Cui ve diğ. 2011).

Fareler ile yapılan başka bir çalışmada, fareleri farklı gruplara ayırarak farklı diyetler uygulanmıştır. Kontrol grubu farelere normal diyet, bir grup fareye yüksek yağlı diyet, diğer bir gruba yüksek yağlı diyetle ilaveten 100 mg goji berry, başka bir gruba ise yüksek yağlı diyetin yanında 200 mg goji berry polisakkaritleri verilmiştir. Yapılan deneyin sonucunda yalnızca yüksek yağlı beslenen gruba kıyasla yüksek yağlı diyetin yanında goji berry polisakkaritleri ile beslenen grubun LDL kolesterol, total kolesterol ve triaçil kolesterol seviyesinin diğer gruba oranla daha düşük seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Ming ve diğ. 2009).

Pai ve diğ. (2013) yaptıkları bir çalışmada iki fare grubu kullanarak yaptıkları çalışmada bir gruba yüksek yağlı diyetin yanında goji berry polisakkarit ektraktı, diğer gruba ise yüksek yağlı diyetin yanında hipoglisemik ilaç olan atorvastatin takviyesi

yapmışlardır. Deney sonunda polisakkarit ekstraktı ile beslenen farelerin diğer gruba kıyasla LDL-kolesterol fraksiyonunda ve trigliserit konsantrasyonunda istatistiksel olarak düşüş gözlemlendiğini belirlemişlerdir.

Guowen ve diğ. (2010), goji polisakkarit fraksiyonlarının takviyesinin toplam kolesterol ve trigliserit konsantrasyonlarının lipit profili üzerindeki etkisini üzerinde olumlu bir etkisi olduğu hipotezini doğrulayan benzer sonuçlar elde etmiştir. Luo ve diğ. (2004), alloksan diyabetik tavşanlar üzerinde yaptığı bir deneyde polisakkarit fraksiyonları ilavesinin hipolipidemik etkisini araştırmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda alloksan diyabetli tavşanlarda serum kolesterol oranlarında ve trigliserit miktarlarında düşüş gözlenirken HDL-kolesterol konsantrasyonunda artış olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmaya istinaden goji berry meyvesinin hipolipidemik etkisinin içeriğinde bulunan polisakkaritlerden ve vitamin antioksidanlarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Goji berry karotenoidlerinin göz sağlığı açısından birçok faydası bulunmaktadır. Goji berry meyvelerinde ve tohumlarında bulunan β -karoten, β -kriptoksantin, zeaksantin ve lutein karotenoidleri yağa bağlı maküler dejenerasyonu önleyen ve makulada mavi ışık emici özelliklere sahip karotenoidler olduğu bildirilmiştir (Potterah 2010).

Goji berry meyvesinin oral yolla sıçanlara uygulandığı bir çalışmada retinal ganglion hücrelerinin kaybını azalttığı ve bu sayede goji berry meyvesinin retina ganglion kaybına karşı ilaçların geliştirilmesi için potansiyel bir ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Li 2007).

İnsanlar üzerinde yapılan bir deneyde tek gözü kör bir hastaya 28 gün boyunca yaklaşık zeaksantin içeriğinin 3 mg olduğu tahmin edilen goji berry takviyesi (15g/gün) yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda plazma zeaksantini seviyesinde 2.5 kat anlamlı bir artış olduğu, bu artışın göz sağlığı açısından yararlı olabileceği, göz tedavisi için yeterli miktarda plazma zeaksantin oranını sağlamak için günlük dozun 15 g/gün olduğu aktarılmıştır (Cheng ve diğ. 2005). Diğer taraftan günde 20 g goji berry çayının görme bozukluğunu iyileştirmede yardımcı olduğu ifade edilmektedir (Shah ve diğ. 2019).

Goji berry meyvesinin göz sağlığı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada sıçanlara 21 gün boyunca goji berry meyvesi ekstraktı verilmiştir. Çalışmanın sonucunda goji berry ekstraktının hasarlı göz yüzeyi hücrelerini onardığı ve göz yaşı hacmini arttırarak kuru göz hastalığını iyileştirdiği bildirilmiştir (Chien ve diğ. 2018).

Yu ve diğ. (2013) diyabetik farelerin 8 hafta boyunca goji berry meyvesi ile beslendiği bir çalışmada goji berry meyvesinin karaciğer ve retina hücrelerindeki zeaksantin ve lutein miktarlarını arttırdığını ve diyabetik farelerin retinalarında sinir koruyucu etkisinin olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise goji berry polisakkaritlerinin göz üzerindeki etkisi araştırılmış ve göz üzerinde koruyucu etkisi olduğu bildirilmiştir (Wang ve diğ. 2015).

Goji berry meyvesinin yapısında bulunan karotenoid pigmentleri, flavonoidler, polisakkarit fraksiyonları insan vücudundaki serbest radikallere karşı aktivite göstermektedir (Yang ve diğ. 2013; Kulczyński ve diğ. 2016). Antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan alternatif reaktifler glutation peroksidaz, süperoksit dismutaz (SOD) ve lipid peroksidasyonundaki değişikliklerin bir göstergesi olarak malondialdehit (MDA) ve diğer belirleyiciler kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada 55-72 yaş arası 50 erkek ve 50 kadın bireyler iki farklı gruba ayrılmış ve 30 gün boyunca bir grubuna günlük 120 mL goji berry suyu diğer grubun ise normal beslenmesi sağlanmıştır. Çalışma sonunda goji berry suyu tüketimi ile süperoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA) seviyeleri arasında pozitif bir bir kolerasyon olduğu saptanmıştır (Amagase ve diğ. 2009).

Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada ise diyabetik farelere farklı miktarlarda goji berry polisakkarit ekstraktı 30 gün boyunca verilmiştir. Çalışmanın sonunda diyabetik farelerin plazma insülin değerlerinde düşme ile beraber süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde ve malondialdehit (MDA) seviyesinde artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Li 2007).

Lycium barbarum'un ağız yoluyla alınması antioksidan etki gösterebilmektedir (Amagase ve diğ. 2009). Serbest radikal oksidasyonlarına karşı çeşitli hastalıklar ve semptomlar ortaya çıkmaktadır. *Lycium barbarum*'un içerdiği antioksidanların hastalıklara ve semptomlara karşı faydalı olabileceği bildirilmiştir (Xin

ve diğ. 2007). Cheng ve Kong (2011) tarafından yapılan bir çalışmada goji berry ekstraktının alkole bağlı karaciğer nekrozu olan farelere verilmesi sonucunda karaciğer hasarının biyolojik belirteçleri olan alanin aminotransferaz ve aspartat transaminaz aktivitesinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Geleneksel Çin tıbbında kanserin başlangıcını ve ilerlemesini önemek için goji berry meyvesinde bulunan bileşiklerden yararlanılmıştır. Goji berry meyvesinde bulunan bileşikler kanser hücrelerine karşı proapoptotik ve antiproliferatif aktiviteye sahiptir (Tang ve diğ. 2012; Kulczyński ve diğ. 2016). Goji berry kemoterapi ve radyoterapinin olası yan etkilerine karşı önleyici bir role sahiptir. Bu özelliğin meyvenin bileşiminde bulunan polisakkaritler, scopoletin, L-askorbik asit ve sayısız aktif bileşenlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Tang ve diğ. 2012). Fareler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise goji berry meyvelerinin lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı ve karaciğer kanser hücrelerinin çoğalmasını engellediği tespit edilmiştir (Zhang ve diğ. 2005).

1.5 Goji Berry Meyvesinin Bileşimi

1.5.1 Su

Goji berry meyvesi oldukça sulu olmaya beraber meyvede ki su miktarı çeşide ve yetiştirilme koşullarına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak teze goji berry meyvesinin su içeriği %75-80 aralığında değişiklik göstermektedir (Niro ve diğ. 2017).

1.5.2 Polisakkaritler

Polisakkaritler, goji berry meyvesinin kantitatif olarak en önemli madde grubunu temsil etmektedir. Kurutulmuş goji berry meyvesinin %3-8 oranında polisakkarit fraksiyonu içerdiği bilinmektedir (Amagase and Farnwoeth 2011). Goji berry türlerinden 30'dan fazla polisakkarit izole edilmiştir. *Lycium barbarum* L.

polisakkaritleri yüksek dallanmış ve kısmen karakterize olmuş polisakkarit ve proteoglikanların kompleks karışımından oluşmaktadır (Cheng ve diğ. 2015).

Lycium barbarum L.' nin asitli heteropolisakkarit, polipeptit veya glikoproteinleri içeren proteinlerin yanı sıra yüksek miktarda ksiloz, glukoz ve düşük miktarda arabinoz, ramnoz, mannoz ve galaktoz içerdiği belirtilmektedir (Tian and Wang 2006).

1.5.3 Fenolik maddeler

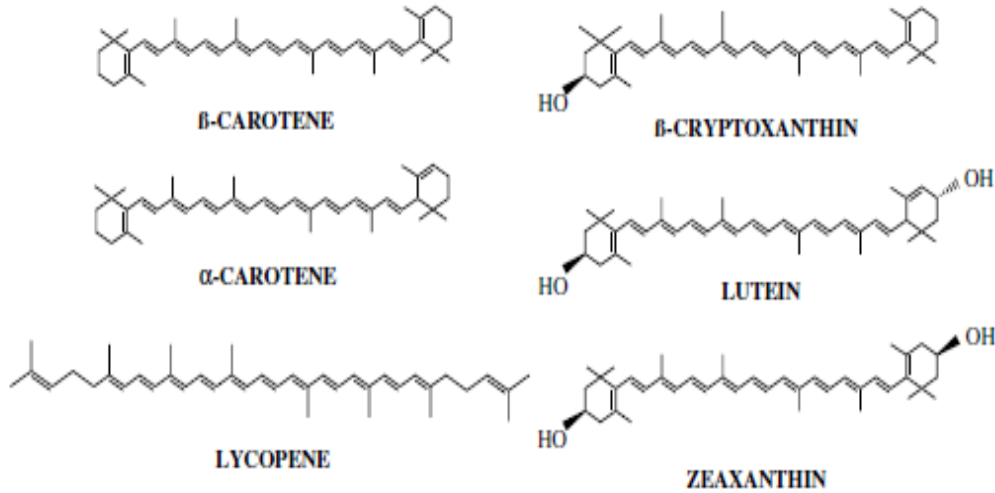
Bitkilerin sekonder metabolit ürünü olarak tanımlanan fenolik bileşikler bitkilerde yoğun bulunan maddeler arasındadır ve günümüzde çoğu fenolik bileşiğin yapısı tanımlanmıştır. Fenolik bileşikler bitkilerin meyve, sebze, çiçek, tohum, gövde, dal ve yapraklarında bulunabilmektedir. Fenolik bileşikler kendi içinde fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Fenolik bileşiklerin bazıları meyve ve sebzelerin lezzet bileşenlerinin (acılık, burukluk) oluşmasında bazıları ise meyve ve sebzelerde sarı, turuncu, kırmızı-mavi gibi renklerin oluşmasını sorumludur. Fenolik bileşikler antioksidatif ve antimikrobial özelliklerinden dolayı sağlık üzerine birçok olumlu etkisi bulunmaktadır (Saldamlı 2007; Nizamlıoğlu ve Nas 2010).

Goji berry meyvesinde tanımlanan fenolik bileşikler kuersetin, rutin, klorojenik asit, kafeik asit ve p-kumarik asit olarak bildirilmiştir (Inbaraj ve diğ. 2010; Wang ve diğ. 2010; Rocchetti ve diğ. 2018). Inbaraj ve diğ. (2010) yaptığı bir çalışmada goji berry meyvesinde toplam 15 fenolik asit ve 37 flavonoid tanımlamıştır.

1.5.4 Karotenoidler

Karotenoidler doğada yaygın olarak bulunan yapısal çeşitliliğe ve sınırsız fonksiyona sahip doğal pigment grubudur. Bitkiler, bakteriler, arkeler, küf mantarları tarafından biyosentezi yapılan karotenoidlerin 600 farklı türü bulunmaktadır. Bunlardan yaklaşık 50 tanesi günlük diyetle yer almakta olup 12 tanesi ise insan kan ve dokularında ölçülebilir miktarda bulunmaktadır. Karotenoidler için karoten ismi Wackenroder tarafından 1831 yılında havuç kökünden izole edilmiş bir madde için

kullanılmıştır. Ardından Barzelius 1837 yılında sonbaharda sararmış olan yapraklardan izole ettiği sarı renkteki pigmente ksantofil adını vermiştir. 1911 yılında ise Tsweet birbiriyle kimyasal olarak benzer olan bu iki bileşiğe karotenoid adını vermiştir (Umeno ve Karnold 2003). Ksantofiller polar özelliğe sahip olup yapısında hidroksi, metoksi, karboksi, epoksi ve keto formunda oksijen ihtiva etmektedir. Ksantofillere zeaksantin, lutein, β -kriptoksantin, karotenoidlere ise α -karoten, β -karoten ve likopen örnek olarak verilebilir. Karotenoidler ayrıca yapılarında halka grubu içerip içermemelerine göre siklik ve asiklik olarak da sınıflandırılmaktadır. Karotenoidlerin kaynama noktası yüksek olup 130-220 °C aralığında değişiklik göstermektedir ve 430-480 nm dalga boyunda maksimum absorbands vermektedir. Bazı karotenoidlerin kimyasal yapıları şekil 1.4’ de verilmiştir (Krinsky and Johnson 2005).



Şekil 1.5: Bazı karotenoidlerin kimyasal yapıları

Karotenoid bileşiklerin büyük bir kısmı tetraterpen merkezi bir iskelet ($C_{40}H_{64}$) ve 5 karbonlu 8 izoprenoid polien (C_5H_8) ünitesinin yan yana dizilmesiyle oluşmaktadır (Özkan ve Cemeroğlu 1997; Acar 1998). Karotenoidlerin içerdiği konjuge çift bağlar fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikleri etkilemektedir. Konjuge çift bağlar karotenoidlerin karakteristik rengini ve fotosentez esnasında enerji transferini, ışığı absorbe etme, ışığın zararlı etkilerinden hücreleri koruma gibi birçok biyolojik fonksiyonu bulunmaktadır. Çoğu karotenoid doğada trans konfigürasyonda bulunmaktadır (Wilska ve Jeska 2007). Karotenoidler lipofilik karakter göstermekte olup bu bileşenler benzen, kloroform, petrol eter, etanol, metanol gibi organik çözücülerde çözünmektedir. Isıya karşı dayanıklı olan karotenoidler proses, depolama

ve çevresel koşulların etkisiyle oksidasyon reaksiyonlarına ve izomerizasyona uğrayabilmektedir (Krinsky ve Johnson 2005; Sanchez ve diğ. 2014). Bu reaksiyonlar sonucunda gıdada istenmeyen renk ve besin değerinde değişikliklere neden olmaktadır. Karotenoidler bitkisel dokularda kristal, amorf veya yağlı kısımlarda çözülmüş halde bulunabilmektedir. Kristal halde bulunan karotenoidler depolama sırasında oksijen varlığında kolayca parçalanabilmektedir. Karotenoidlerin oksidasyona uğramasıyla epoksitler ve karbonil bileşikler gibi kompleks degradasyon ürünleri oluşabilmekte ve bu ürünler istemeyen tat ve kokuya sebep olmaktadır (Koca 2006).

Literatürde ısıtılma işleminin karotenoidler üzerine etkisinin araştırılması üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Isıtılma işlem uygulamasının karotenoid konsantrasyonunu ve provitamin A miktarını arttırdığını gösteren sonuçların yanında, ısıtılma işlem süresi ve prosesinin süre ve şiddetine bağlı olarak karotenoidlerde *trans* formdan *cis* forma dönüşmesine ait çalışmalar mevcuttur. Meyve ve sebzelerde bulunan karotenoidler pişirme işlemine karşı oldukça dayanıklıdır. Karotenoidler; proteinler ve bazı bileşikler ile kompleks halinde bulunduğu için doğal hallerinde oksidasyon reaksiyonlarından korunmaktadırlar. Karotenoid içeren meyve ve sebzelerin pişirilmesi ile proteinleri denatüre olur ve hücre duvarının yapısı bozularak karotenoidlerin ekstraktı daha kolay gerçekleşerek yararlılığı artmaktadır (Hart and Scott 1995).

Meyve ve sebzelerin içerdikleri karotenoidler genellikle benzerlik göstermekle birlikte sebzelerin içerdiği karotenoid miktarları meyvelere göre daha fazladır (Khachik ve diğ. 1991). Karotenoidler kırmızı, turuncu ve sarı renkteki meyve ve sebzelerde β -karoten, α -karoten, β -kriptoksantin, α -kriptoksantin, lutein, violaksantin, zeaksantin, neoksantin ve likopen olarak bulunmaktadır. Yeşil yapraklı sebzelerde karotenoid içermekle birlikte bu sebzelerin içerdiği klorofil pigmentinden dolayı karotenoidlerin rengi maskelenmektedir (Elbe ve Schwartz 1996). Bazı meyve ve sebzelerin karotenoid içerikleri Tablo 1.1’de verilmiştir (Muller 1997).

Tablo 1.2: Bazı meyve ve sebzelerin karotenoid içerikleri

Meyve ve Sebzeler	β - karoten	α - karoten	Likopen	Lutein	Violaksantin	Kriptoksantin	Toplam
Lahana	8,6	0,15	-	18,6	5,81	0,12	34,76
Beyaz lahana	0,0034	-	-	0,08	0,07	0,002	0,25
Marul	1,68	0,04	-	2,92	2,36	0,03	8,48
Ispanak	3,68	0,09	-	9,54	3,04	-	17,31
Kırmızı biber	3,78	-	3,45	0,25	0,13	1,01	30,37
Yeşil biber	0,11	0,01	-	0,41	0,12	0,002	0,70
Domates	0,89	0,15	11,44	0,21	-	-	12,70
Brokoli	0,32	-	-	0,8	0,18	0,011	1,56
Havuç	9,54	4,89	-	0,36	-	-	15,99
Böğürtlen	0,13	0,02	-	0,65	0,06	0,008	0,90
Çilek	0,006	0,0002	-	0,04	0,003	0,0005	0,05
Nektarin	0,40	0,14	-	0,98	0,51	0,08	2,40
Kayısı	0,90	0,02	-	0,04	0,02	0,06	1,13
Greyfurt	0,59	-	2,77	0,02	0,22	0,05	0,40
Portakal	0,013	0,006	-	0,02	0,22	0,05	0,40

Karotenoid bileşikler buldukları meyve ve sebzelere sadece renk vermekte kalmayıp güçlü bir antioksidan aktiviteye sahiptir ve provitamin A aktivitesi göstermektedirler (Stahl and Sies 2005; Dembinska-Kiec 2005). Karotenoidlerin antioksidan aktivitesi içerdikleri konjuge çift bağ sayısına, polien zincirin yapısına ve fonksiyonel gruplarına bağlıdır (Handelman 2001). Bazı karotenoidlerin bulunduğu besin kaynakları Tablo 1.3' te verilmiştir.

Tablo 1.3: Bazı karotenoidlerin bulunduğu besin kaynakları

Karotenoidler	Kaynakları
α -karoten	Havuç, mango, ıspanak, brokoli, kırmızı biber
B-karoten	Havuç, kayısı, guava, yeni dünya, mango, şeftali, hurma yağı, patates, mısır, brokoli, karalahana
Lutein	Yumurta sarısı, ıspanak, brüksel lahanası, bal kabağı, biber
Zeaksantin	Trabzon hurması, bal kabağı, tatlı mısır
Likopen	Domates, kayısı, greyfurt, papaya, kavun, Trabzon hurması, kırmızı havuç
B-kriptoksantin	Papaya, mandalina, portakal, bal kabağı, avokado

Goji berry meyvesinin karotenoid kompozisyonunda zeaksantin, violaksantin, neoksantin, lutein, β -karoten ve β -kriptoksantin karotenoidleri tanımlanmış (Inbaraj ve diğ. 2008; Liu ve diğ. 2014; Hempel ve diğ. 2017) ve zeaksantin meyvenin ana karotenoidi olduğu bildirilmiştir.

Meyvenin yeşil halinde ise antraksantin, lutein, violaksantin, neoksantin ve β -karoten karotenoidlerinin olduğu bildirilmiştir. Meyvenin yeşil hali ve olgun hali arasındaki karotenoid kompozisyonunun benzerliği meyvenin kloroplastlarındaki lokalizasyonundan kaynaklanmaktadır. Yeşil dokuda bulunan karotenoidler kloroplastın pigment-protein komplekslerine lokalize olmaktadır (Britton 1998).

Sağlık açısından canlı organizmalarda birçok önemli fonksiyonu olan karotenoidlerin en önemli özelliği provitamin A aktivitesi olmasıdır. Doğada bulunan karotenoidlerden yalnızca 50 tanesi provitamin A aktivitesine sahiptir. Provitamin A içeren karotenoidlerin kanser, kalp rahatsızlıkları ve görme bozukluğu gibi birçok hastalığı önlediği bilinmektedir (Oliver ve Palou 2000). Karotenoidlerin diğer bir önemli özelliği ise antioksidan aktivitesine sahip olmasıdır. Karotenoidlerin bu

özelliği peroksil radikalleri yakalama ve tekli oksijen tutma yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Karotenoidler arasında antioksidan aktivitesi en yüksek olan karotenoid likopendir, likopeni takiben β -kriptoksantin ve β -karoten gelmektedir (Miller ve diğ. 1996). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar karotenoid açısından zengin olan meyve ve sebzelerin tüketiminin kanser, kalp ve damar rahatsızlıkları, göz hastalıkları riskini önlemede önemli bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur (Sharoni ve diğ. 2002; McKeivith 2005). Arıca LDL kolestrolü düşürücü, tümör gelişimini baskılayıcı, DNA peroksidasyonunu önleyici ve yaşa bağlı dejenerasyonu azaltıcı etkisi bulunduğu bilinmektedir (Voutilenen ve diğ. 2006; Tapiero ve diğ. 2004; Yeum ve diğ. 2009). Karotenoidlerin kanseri önleme ve antioksidan özelliğinin yanı sıra hücreler arası boşluk bağlantı iletimini uyarıcı ve bağışıklık sistemini güçlendirici özelliği bulunmaktadır. Tıp alanında karotenoidlerin kullanım amaçlarından en önemlisi A vitamini eksikliğini engellemek veya tedavi etmek olduğu bildirilmiştir (Hughes 2000).

Vucüda β -karoten alımıyla beraber mide ve akciğer kanseri gibi bazı kanser türlerinin görülme sıklığı arasında zıt bir ilişki bulunmaktadır. β -karoten, α -karoten, kansaksantin ve likopenin kötü huylu olan hücre transformasyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. β -karoten özellikle kanserin ilerleme aşamasında tümör hücrelerinin gelişimini engelleyen veya yok eden hücrelerin aktivitesini teşvik etmektedir. Bununla beraber β -karotene göre lutein ve likopen karotenoidleri akciğer kanseri riskini azaltmada daha etkili olduğu bilinmektedir (Kalt ve diğ. 1999; Basu ve diğ. 2001; Dietmar and Bamedi 2001). Karotenoidlerin biyolojik aktivitesi Tablo 1.4'de verilmiştir.

Tablo 1.4: Karotenoidlerin biyolojik aktivitesi

Biyolojik Aktivite	Karoteoid
Provitami A aktivitesi	α -karoten, β -karoten, β -kriptoksantin
Antioksidan etki	Tüm karotenoidler
Hücre iletişimi	β -karoten, kantaksantin, kriptoksantin
Bağışıklık sistemini arttırıcı etki	β -karoten
UV cilt koruyucu	β -karoten, likopen
Göz koruyucu	Lutein, zeaksantin

1.5.4.1 β -karoten

β -karoten doğada en yaygın bulunan ve üzerinde en fazla çalışılan karotenoidlerden birisidir. Ayrıca β -karoten insan vücudunda kan ve dokularda bulunan temel karotenoid olup en çok böbrek üstü bezleri, karaciğer, testisler, yumurtalık, pankreas, akciğer ve deride bulunmaktadır. β -karoten en çok havuçta bulunmaktadır. Havucun dışında tatlı patates, hindiba, tatlı kabak, kırmızı biber, ıspanak, marul, pazı, kayısı ve mango β -karoten kaynakları arasındadır (Erge ve Karadeniz 2010).

1.5.4.2 Likopen

Düz zincir yapıda hidrokarbon bir bileşik olan likopen en fazla domates ve domates ürünlerinde bulunmaktadır. Likopen domateste bulunan karotenoidlerin %85'ini oluşturmaktadır. Domatesin olgunluk derecesi ve çeşidine göre likopen miktarı değişiklik göstermektedir. Likopenin diğer kaynakları havuç, kayısı, karpuz, papaya, guava ve balkabağı olarak sıralanmaktadır (Erge ve Karadeniz 2010).

Likopen sarı, turuncu ve kırmızı pigmentasyondan ve fotoproteksiyondan sorumlu olan karotenoidler arasında yer almaktadır. Likopen, diğer karotenoidlerden farklı olarak provitamin A aktivitesi bulunmamaktadır (Setiawan ve diğ. 2001). Doğal kaynaklarda bulunan likopen genellikle trans formda bulunmaktadır ve ışık veya ısıya maruz kaldığında kimyasal reaksiyonlar sonucu izomerasyona uğramaktadır (Lee ve diğ. 2002). Yağda çözünebilen karotenoidler arasında bulunan likopen benzen, kloroform, hekzan gibi organik çözücülerde çözünebilmekte, etanol, metanol ve suda çözünmemektedir. Bitki matriksinde stabil halde bulunan likopen ekstraksiyon sonrasında organik çözücülerde stabil halde değildir. Bu sebeple yapılan *invivo* ve *invitro* deneylerde likopen içeren ekstraktların stabilite durumları dikkate alınmaktadır (Fang ve diğ. 2003).

Likopen, akciğer, karaciğer, deri serviks ve retina gibi çeşitli insan dokularında bulunmaktadır. Likopen açısından zengin olan besinler pişirme işleminden geçirildiğinde matrikste makromoleküllere bağlı olan likopen protein

komplekslerinden ayrılır ve bu durum likopenin biyoyararlılığını artırır (Britton 1995).

1.5.4.3 Neoksantin

Neoksantin genellikle yeşil renkli meyve ve sebzelerin kloroplastlarında bulunmaktadır. Polar bir ksantofil olan neoksantin biyoyararlanımı insan plazmasında bulunan karotenoidlerden farklıdır. Polar ksantofiller bağırsaklarda zayıf emilime sahiptir ve vücutta hızlıca metabolize olurlar (Borel ve diğ. 1998).

Allenik bağ ile epeksi ksantofile sahip olan neoksantin anti-karsinogenez ve apoptoz indüksiyonu gibi biyolojik aktivitelere sahiptir. İnsan vücuduna neoksantin karotenoidinin alımı β -karoten alımının 1/3' ü olmasına rağmen neoksantin bağırsak hücreleri tarafından daha fazla alınmıştır. Neoksantin pigmenti hızlı bir şekilde metabolize edilmedikçe veya atılmadıkça vücutta tespit edilebilir. (Chang ve diğ. 1995; Kotake-Nara ve diğ. 2005).

1.5.4.4 β -kriptoksantin

β -kriptoksantin, insan kanında ve dokularında en çok bulunan karotenoidler arasında yer almaktadır. Çoğu karotenoid gibi β -kriptoksantin de saf izole formunda kararsız yapıdadır. Esterlenmiş olan β -kriptoksantin formları daha kararlı yapıda bulunmaktadır. β -kriptoksantin gibi ksantofiller UV ışık ve ısı etkisiyle degradasyona uğrayarak izomerleşir (Britton 1995; Namitha and Negi, 2010).

Meyve ve sebzelerde β -kriptoksantin miktarı türe, çeşitliliğe ve olgunluk dönemine göre farklılık göstermektedir. β -kriptoksantin başlıca kaynakları portakal, madalina, papaya ve balkabağı olarak sıralanabilir (Maiani ve diğ. 2009). β -kriptoksantin doku ve organları oksidatif hasardan koruyan bir antioksidan olarak bilinmektedir. Aynı zamanda hücreler arası iletişimde ve kemik sağlığında işlev görmektedir. Bununla beraber β -kriptoksantin en önemli fonksiyonu A vitamininin öncüsü olmasıdır (Yamaguchi 2012; Turner ve diğ. 2013).

1.5.4.5 Lutein

Lutein pigmenti serumda en yaygın olarak bulunan karotenoidlerden birisi olup lens, sarı bölge gibi oküler dokularda fazla bulunmaktadır. Lutein retinada sarı pigmentin oluşumundan sorumludur. Sarı pigment gözü ışıktan koruyarak retinanın zararlanmasını engellemektedir. Lutein açısından zengin olan gıda kaynakları ıspanak, lahana, brokoli, bezelye ve brüksel lahanası olarak sıralanabilir. Bunun yanında yumurta sarısı da iyi bir lutein kaynağı olarak bilinmektedir (Chung ve diğ. 2004).

1.5.4.6 Zeaksantin

Mısır, portakal, mango, yumurta sarısı, kayısı, şeftali ve kavun gibi sarı renkteki meyve ve sebzeler zeaksantin karotenoidinin başlıca kaynaklarıdır. Zeaksantin, gıda endüstrisinde kuş, domuz ve balık yemleri için katkı maddesi ve renklendirici olarak kullanılmaktadır (Handelman ve diğ. 1999).

Zeaksantin, provitamin A vitamini aktivitesi göstermez. Zeaksantin pigmenti retinada birikerek, mavi ışığın neden olduğu oksijen radikallerinden fotoreseptör hücrelerini koruyarak yaşa bağlı maküler dejenerasyonu engeller. (Surai ve diğ. 2000).

1.5.5 Diğer Bileşenler

Goji berry meyvesi yapısında 8 tanesi esansiyel aminoasit olmak üzere 18 adet aminoasit ihtiva etmektedir. Bunun yanında tiamin (B1), riboflavin (B2), pridoksin (B6), E vitamini ve C vitamini içermektedir. Ayrıca çinko, bakır, demir, kalsiyum, selenyum ve fosfor gibi 21 iz mineralin kaynağıdır (Redgwell ve diğ. 2011).

2. MATERYAL METOD

2.1 Materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak goji berry meyveleri kullanılmıştır. Meyveler Denizli ilinin Çivril ilçesinde bulunan ve goji berry yetiştiriciliği yapılan bahçeden temin edilmiştir. Olgunlaşmaya bağlı olarak goji berry meyvelerinin bileşiminde meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla meyvenin olgun yeşil hali, renk dönüm hali (sarı-turuncu renkli) ve tam olgun hali hasat edilerek örnekler alınmıştır. Goji berry bahçesinden belli miktarda ağaç belirlenmiş ve üç olgunluk evresine ait meyveler bu ağaçlardan alınmıştır. Örnekler her ağaçtan homojen bir şekilde, seçmemeye özen gösterilerek ve sürekli olarak yön değiştirilerek alınmıştır. Alınan örnekler soğutuculu araç ile Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarına sevk edilmiştir. Analiz edilecek olan goji berry örnekleri polietilen torbalara konularak ağzları kapatılmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C' de muhafaza edilmiştir.

2.1.1 Örneklerin Kurutulması

Goji berry örnekeri tepsili kurutma kabinde (Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti. İzmir) kurutulmuştur. Kurutma işleminde her bir sıcaklık derecesi için 2000 – 2500 g kadar goji berry örneği kullanılmıştır. Örnekler 50, 60 ve 70 °C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutma işlemi %20 bağıl nemde ve 0.2 m/s hava hızında hedeflenen kuru madde içeriğine kadar gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminde kullanılan kurutma kabininin genel görünümü şekil 2.1'de ve kurutma kabine ait teknik özellikler ise Tablo 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.2: Tepsili kurutma kabininin genel görünümü

Tablo 2.1: Kurutma kabinine ait teknik özellikler

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

2.2 Metod

2.2.1 200 Tane Ağırlığı

200 tane ağırlığı Amerine ve Cruess (1960) tarafından belirlenen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Goji berry bitkisinden homojen bir şekilde toplanan örneklerin 200 tanesinin ağırlığı 0.0001 g hassasiyete duyarlı olan terazide (LF 225 DR Vibra, Türkiye) 3 tekrarlı olarak ölçülmüş ve tekrarların ortalaması alınmıştır.

2.2.2 pH Tayini

Goji berry örnekleri musluk suyunda yıkandıktan sonra iki kez distile sudan geçirilmiş ve hafifçe kurulanmıştır. Örnekler saplarından ayrıldıktan sonra blenderde (Waring, USA) parçalanarak homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Ardından süzgeç kağıdından geçirilerek goji berry suyu elde edilmiştir. Elde edilen goji berry suyu örneklerinde analizler 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.

2.2.3 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini (°Bx)

Goji berry örneklerinde suda çözünür kuru madde tayini masa tipi dijital refraktometre (Milwaukee MA871 Refractometer, Europe) ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesinde dijital refraktometre kalibrasyonu saf su kullanılarak yapılmıştır.

2.2.4 Titrasyon Asitliği

10 mL goji berry 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 2.1 yardımıyla hesaplama yapılmıştır. Toplam asitlik değeri asit tartarik asit cinsinden litrede gram olarak verilmiştir (Cemeroğlu 1992).

$$\text{Toplam Asitlik (\%)} = \frac{VXFEX100}{M} \quad (2.1)$$

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

F: Titrasyonda kullanılan NaOH faktörü

E: 1mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğer asit miktarı

M: Titre edilen örnek miktarı (mL)

2.2.5 Olgunluk İndisi

Olgunluk indisi değeri goji berry örneklerinden elde edilen suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$) değerinin, toplam asitlik (TA) değerine bölünmesiyle elde edilmiştir (Nelson, 1985). Olgunluk indisinin hesaplanması eşitlik 2.2'te verilmiştir.

$$S\check{C}KM = \frac{^{\circ}\text{Bx}}{TA} \quad (2.2)$$

TA: Toplam asitlik

$^{\circ}\text{Bx}$: Suda çözünen kuru madde miktarı

2.2.6 Kuru Madde Tayini

Sabit ağırlığa getirilmiş ve darası alınmış kurutma kaplarına 10 g goji berry örneği ilave edilmiştir. Goji berry örnekleri 105°C 'de kurutma kabininde (Nüve, FN

120) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuru madde miktarı ağırlıkça % olarak eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu 1992).

$$\text{Kuru Madde (\%)} = 100 - \left(\frac{a-b}{a} \times 100 \right) \quad (2.3)$$

Burada;

a: Kurutma işlemi öncesi örneğin ve kabın toplam ağırlığı

b: Kurutma işlemi sonrası örneğin ve kabın toplam ağırlığı

2.2.7 Renk Tayini

Goji berry örneklerinde renk tayini Hunter Lab Color Miniscan XE (Model No: 45/0-L, USA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla ölçüm öncesinde örnekler içerisinde hava boşluğu kalmayacak şekilde saydam kaplara doldurulmuştur ve 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 1992).

2.2.8 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayininde Singleton ve Rossi tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemi kullanılmıştır. Taze goji berry örnekleri ekstrakte edildikten sonra analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla 100 mL'lik bir balon jojeye 75 mL saf su konulmuş ve üzerine 1 mL taze goji berry suyu eklenmiştir. Ardından 100 mL'lik balon jojeye 5 mL Folin ayracı eklenmiş ve balon iyice çalkalanıp 3 dakika dinlendirmeye bırakılmıştır. Daha sonra aynı balon jojeye doymuş Sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenerek balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış ve tekrardan iyice çalkalanmıştır. Balon joje 60 dakika karanlık bir ortamda bekletildikten sonra spektrofotometrede (T80, PG Ins, UK) 720 nm dalga boyunda aynı şekilde hazırlanmış olan şahite karşı absorbansı ölçülmüştür.

Goji berry örneklerinin fenolik madde içerikleri gallik asit kullanılarak hazırlanmış olan standart eğriden hesaplanmıştır. Bu amaçla 20 mg gallik asit 50 mL etil alkolde çözündürülmüş ve 400 mg/L konsantrasyonda gallik asit standart çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan stok çözeltilerden 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 mL alınarak her bir çözelti 10 mL balon jöjelere aktarılmıştır ve balon çizgisine kadar etil alkol ile tamamlanarak sırasıyla 40, 80, 120, 160, 200 mg gallik asit/L konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltiler ile 400 mg/L konsantrasyonda hazırlanmış olan stok çözeltilere ve goji berry örneklerine uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve 720 nm dalga boyunda 6 çözeltinin absorbans değerleri saptanmıştır. Absorbans değerleri gallik asit konsantrasyonuna karşı grafiğe aktarılarak elde edilen verilere lineer regresyon analizi uygulanmış ve gallik asit standart eğrisi oluşturulmuştur.

Goji berry örneklerinin fenolik madde içerikleri, spektrofotometrede belirlenmiş olan absorbans değerinin standart eğriyi tanımlayan denklemde yerine konulmasıyla gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır. Konsantrasyon değerleri regresyon eşitliğinden bulunarak uygulanan seyreltme oranları ile çarpılarak örneklerdeki toplam fenolik madde içerikleri belirlenmiştir.

2.2.9 Karotenoid İçeriğinin Belirlenmesi

Goji Berry meyvesinin karotenoid 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 örneği 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. Goji berry meyvesi ardından blender (Waring, USA) yardımıyla parçalanarak homojen hale getirilmiş ve +4°C sıcaklıkta 6000 devirde (Nüve NF800R, Türkiye) 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra, karotenoidleri içeren üst kısımdaki renkli faz alınarak falcon tüpüne aktarılmıştır. Bu işlem numunede renksiz faz kalana kadar tekrarlanmıştır.

Ardından rotary evaporatörde (CLS Scientific, Türkiye) 40°C sıcaklıkta çözümler uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan kalıntı üzerine 2 mL tetrahidrofur:metanol

(1:9 v/v) eklenerek kalıntı çözdürülmüştür. Elde edilen kalıntı 0.45 µm PTFE (Sartorius, Germany) tipi filtreden geçirilerek 5 mL'lik viallere alınmıştır. Numuneler HPLC cihazında analiz edilinceye kadar -20 °C' de muhafaza edilmiştir. Her numune için çalışma 2 paralel olarak yürütülmüştür.

2.2.9.1 Karotenoidlerin Analizi İçin HPLC koşulları ve Standart Kalibrasyon Grafikleri

Karotenoidlerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında HPLC (yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) cihazı kullanılmıştır. HPLC cihazı, 4'lü pompa (quaternary pump), gaz giderici (degasser), kolon fırını ve UV detektörden oluşmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen veriler "Shimadzu LC Solution" yazılım programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Karotenoid analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve çalışma koşulları Tablo 2.2' de verilmiştir.

Zeaksantin, neoksantin, violaksantin, B-kriptoksantin, lutein ve B-karoten standartları Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Her bir karotenoid standardı için farklı konsanrasyonlarda çözeltiler hazırlanarak cihaza enjekte edilmiş ve kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur.

Tablo 2.2: HPLC cihazının çalışma koşulları

Cihaz	Shimadzu LC20AD
Kolon	C-18 (250 x 4.6 mm, ID) Nucleosil (Macherey-Nagel)
Kolon sıcaklığı	30 °C
Akış hızı	0.7 mL/dak
Dalga boyu	450 nm
Enjeksiyon hacmi	20 µL

Tablo 2.2: HPLC cihazının çalışma koşulları (Devam)

Mobil faz	Gradient, [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)]
-----------	--

Karotenoidlerin alıkonma zamanları standart çözeltiler ile yukarıda belirtilen kromatografik şartlar altında yapılmış ve karotenoidlerin alıkonma zamanları tespit edilmiştir. Ardından numune enjeksiyonları yapılarak her bir karotenoid için çıkış zamanları ve UV spektrumları dikkate alınarak miktarsal belirlemeler kalibrasyon eğrilerinden gerçekleştirilmiştir. Analizler 2 paralelli ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.9.2 Karotenoidler İçin Geri Kazanım Testi

HPLC cihazının ve yöntemin hassasiyetini belirlemek amacıyla konsantrasyonu bilinen öneklere her bir karotenoid bileşiminin kendi standart maddesinden bilinen konsantrasyonlarda ilave yapılmak suretiyle her bir karotenoid için HPLC cihazının o bileşen ile ilgili geri kazanımları tespit edilmiştir. Her bir karotenoid için 2 farklı konsantrasyonda standart maddeden ilave yapılmıştır. Karotenoid standartlarından farklı konsantrasyonlarda yapılan ilaveler ve bunlara ait elde edilen geri kazanım sonuçları Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3: Karotenoidlerin geri kazanım çalışması

Karotenoid	Örnek başlangıç konsantrasyonu (µg/g)	İlave edilen konsantrasyon (µg/ml)	Geri Kazanım %	Ort Geri Kazanım (%)
Lutein	96.93	10	95.2	96.0
		150	96.8	
Zeaksantin	19.45	2	97.5	97.2
		30	96.8	
β-Kriptoksantin palmitat	1,83	0.5	98.7	97.8
		2	96.8	
Zeaksantin dipalmitat	220,9	10	98.1	98.6
		250	99.0	
β -karoten	48.89	5	96.7	96.9
		100	97.1	
Violaksantin	34.28	10	100.7	100
		50	99.3	
Anteraksantin	6.85	1	97.5	97.7
		10	97.9	
Neoksantin	13.5	5	96.8	97.1
		25	97.3	
Klorofil a	2.15	1	101.2	101.5
		5	101.8	
Klorofil b	1.82	0.5	98.0	97.6
		5	97.2	

2.2.10 Kinetik Parametrelerin Hesaplanması

Gıdalarda gerçekleşen reaksiyonlar genellikle sıfırıncı derece ve birinci derece reaksiyonlardır (Labuza 1984). Bu çalışmada üç farklı olgunluk evresinde (yeşil olum, renk dönüm, tam olgun) goji berry meyvelerinin karotenoid bileşimi belirlenmiş ve olgun kırmızı goji berry meyveleri 50, 60 ve 70 °C' de tepsili kurutma fırınında kurutulmuştur. Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş olgun kırmızı goji berry meyvelerinde tespit edilen karotenoid miktarlarına göre eşitlik 2.4 ve eşitlik 2.5 kullanılarak parçalanma kinetiği belirlenmiştir

$$C=k_0 \times t+C_0 \quad (2.4)$$

$$\ln C=\ln C_0-k \times t \quad (2.5)$$

Burada;

C: İncelenen bileşiğin belirlenen zamandaki konsantrasyonu (mg/kg ve µg/kg)

C₀: Başlangıç konsantrasyonu (mg/kg ve µg/kg)

k: Reaksiyon hız sabiti (dakika⁻¹)

t: Süre (dakika)

2.2.10.1 Reaksiyon Hız Sabitinin Hesaplanması

Reaksiyonun hız sabitinin hesaplanması için ilk olarak reaksiyonun derecesi hesaplanmalıdır. Çizilen konsantrasyona karşılık süre grafiği lineer ise reaksiyon sıfırıncı derecedendir ve elde edilen grafiğin eğimi reaksiyonun hız sabitini vermektedir. Fakat çizilen konsantrasyona karşılık süre grafiği lineer değilse konsantrasyonların logaritmaları alınarak yenden süreye karşılık konsantrasyon grafiği çizilir ve elde edilen eğim reaksiyonun hız sabitini ifade etmektedir (Labuza 1984).

2.2.10.2 Aktivasyon Enerjisinin Hesaplanması

Bir reaksiyon için sıcaklığın etkisi Arrhenius eşitliği (eşitlik 2.6) ile açıklanmaktadır (Labuza ve Riboh 1982).

$$k=k_0 \times e^{\frac{E_a}{RT}} \quad (2.6)$$

2.6'da verilen eşitliğin integrasyonu alındığında eşitlik 2.7 elde edilir.

$$\ln k = \left(-\frac{E_a}{R}\right) \times \left(\frac{1}{T}\right) + \ln k_0 \quad (2.7)$$

Burada;

k: Reaksiyon hız sabiti

*k*₀: Frekans faktörü

*E*_a: Aktivasyon enerjisi (cal x mol⁻¹ veya J x mol⁻¹)

R: Gaz sabiti (1.987 cal x mol⁻¹ x K⁻¹ veya 8.314 J x mol⁻¹ x K⁻¹)

T: Sıcaklık (K)

Bir reaksiyonun aktivasyon enerjisine hesaplamak için sıcaklık değerlerine ait reaksiyonların hız sabitlerinin doğal logaritmalarına karşılık gelen sıcaklık değerlerinin (K) resiprokali (1/T) grafiği çizilir. Elde edilen grafiğin eğiminin gaz sabiti (R) değeri ile çarpılmasıyla aktivasyon enerjisi hesaplanır.

2.2.10.3 Q₁₀ Değerinin Hesaplanması

Q₁₀ değeri bir reaksiyonun 10°C'lik sıcaklık artışına bağlı olarak reaksiyon hızının hangi düzeyde arttığını ifade etmektedir. Q₁₀ değerini hesaplamak için eşitlik 2.8 kullanılmaktadır.

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\left(\frac{10}{T_2 - T_1}\right)} \quad (2.8)$$

Burada;

k_1 : T_1 sıcaklığına ait hız sabiti değeri

k_2 : T_2 sıcaklığına ait hız sabiti değeri

2.2.10.4 Yarılanma Süresinin Hesaplanması

Yarılanma süresi ($t_{1/2}$) bir bileşiğin başlangıç konsantrasyonunun yarıya düşmesi için geçen süreyi ifade etmektedir. Yarılanma süresini hesaplamak için eşitlik 2.9 kullanılmıştır (Labuza 1984).

$$t_{1/2} = \frac{-0.693}{k} \quad (2.9)$$

Burada;

$t_{1/2}$: Yarılanma süresi

k : Reaksiyon hız sabiti

2.2.10.5 Desimal Azalma Süresinin Hesaplanması

Desimal azalma süresi (D değeri) bir bileşiğin %90'ını kaybetmesi için geçen süreyi ifade etmektedir. D değeri eşitlik 2.10 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D = \frac{2.303}{k} \quad (2.10)$$

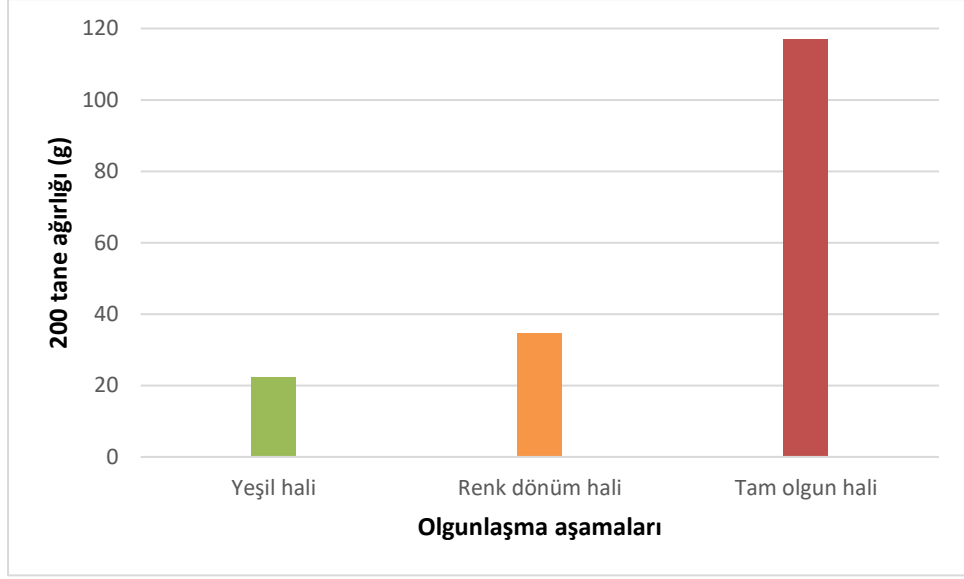
Burada;

D: Desimal azalma süresi

k: Reaksiyon hız sabiti

2.2.11 İstatiksel Analizler

İki paralel ve üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen sonuçlar SPSS istatistik paket programı (SPSS ver. 23, SPSS Inc. Chicago, IL, USA) ile değerlendirilmiştir. Ortalamaların farklılık düzeylerini belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.



Şekil 3.1: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında 200 tane ağırlığında meydana gelen değişimler

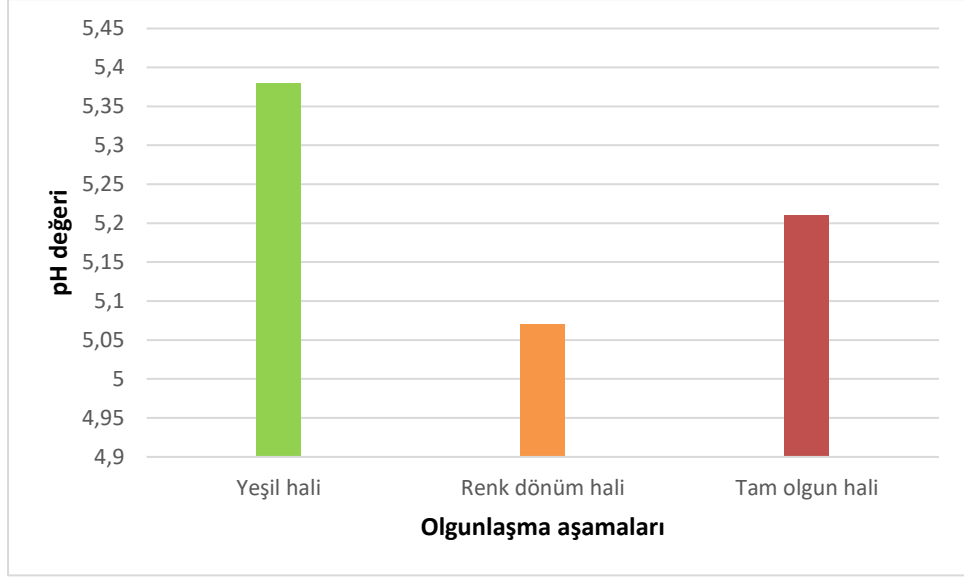
Şekil 3.1’de görüldüğü gibi goji berry meyvesinde yeşil olumdan tam olgun hale geçiş gerçekleştikçe 200 tane ağırlığında artış meydana gelmiştir. Meyvenin yeşil halinde 22.168 g olan 200 tane ağırlığı, renk dönüm halinde 34.648 g, tam olgun halinde ise 116.896 g seviyesine ulaşmıştır.

3.2 pH Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait pH değerleri Tablo 3.2’de ve bu değişimlere ait grafiksel gösterim Şekil 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait pH değerinde meydana gelen değişimler

Olgunlaşma aşamaları	pH değeri
Yeşil hali	5.38±0.02
Renk dönüm hali	5.07±0.01
Tam olgun hali	5.21±0.01



Şekil 3.2: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında pH değerinde meydana gelen değişimler

Meyvenin yeşil halinde 5.38, renk dönüm halinde 5.07 ve tam olgun halinde ise 5.21 pH değeri saptanmıştır. Meyve yeşil halinde en yüksek pH değerine sahiptir. Olgunlaşmayla beraber pH değerinde düşüş gözlemlenmiş, renk dönüm halinden tam olgun haline geçişte ise meyvenin pH değerinde artış gözlemlenmiştir.

3.3 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

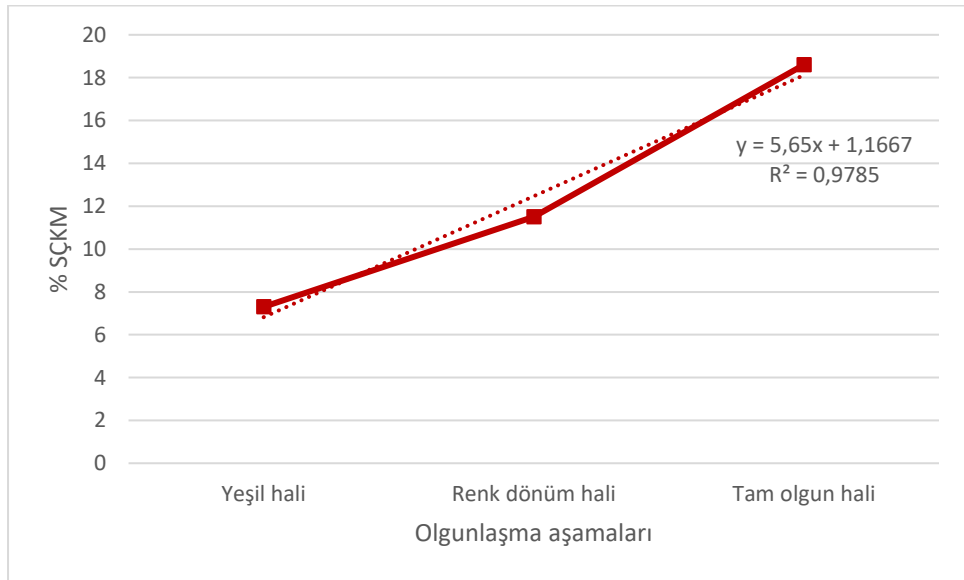
Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma dönemlerine ait suda çözünen kuru madde (SÇKM) değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarına ait SÇKM değerinde meydana gelen değişimler

Olgunlaşma aşamaları	SÇKM
Yeşil hali	7.3±0.04
Renk dönüm hali	11.5±0.01
Tam olgun hali	18.6±0.03

Goji berry meyvesinde yeşil olum aşamasından tam olgun haline geçildikçe suda çözümlenen kuru madde değerinde hızlı bir artış gözlemlenmiştir. Yeşil halinde %7.3, renk dönüm halinde %11.5 ve meyvenin tam olgun halinde ise %18.66 SÇKM değerine ulaşılmıştır.

Olgunlaşmaya bağlı olarak goji berry meyvesinin SÇKM değerinde meydana gelen değişimin grafiksel olarak gösterimi Şekil 3.3'te verilmiştir. Olgunlaşma düzeyi ve SÇKM arasında ($R^2=0,9785$) önemli bir ilişki elde edilmiştir.



Şekil 3.3: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında SÇKM değerinde meydana gelen değişimin grafiksel gösterimi

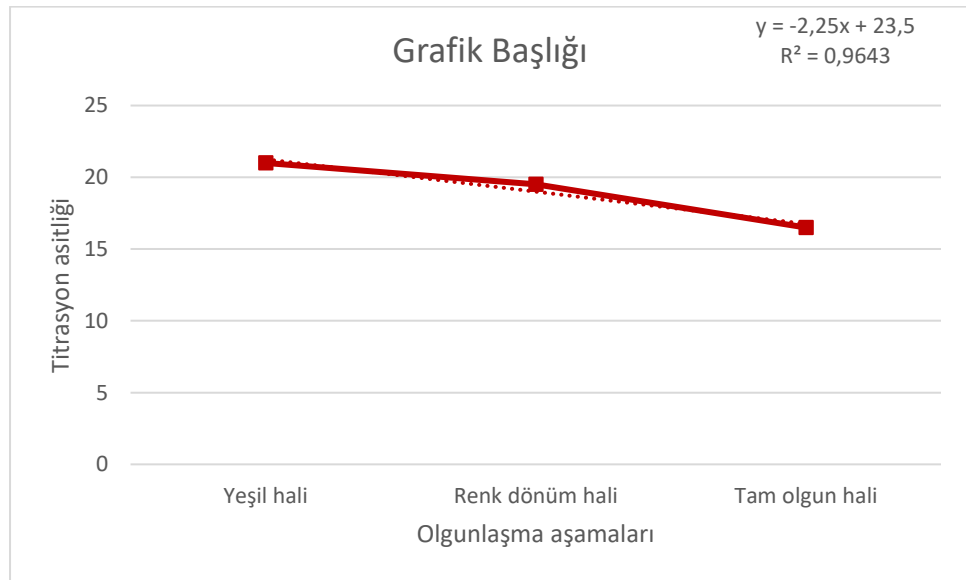
3.4 Titrasyon Asitliği (TA) Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarındaki titrasyon asitliği değeri (TA) Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında titrasyon asitliği değerinde meydana gelen değişimler

Olgunlaşma aşamaları	TA (%)
Yeşil hali	21±0.05
Renk dönüm hali	19.5±0.02
Tam olgun hali	16,5±0.04

Goji berry meyvesinin olgunlaşmayla beraber titrasyon asitliği miktarlarında düşüş gözlemlenmiştir. Meyvenin yeşil halinde 21 g/L, renk dönüm halinde 19.5 g/L ve tam olgun halinde ise 16.5 g/L toplam asitlik tespit edilmiştir. Olgunlaşmaya bağlı olarak goji berry meyvesinin titrasyon değerinde meydana gelen değişim grafiksel olarak gösterimi Şekil 3.4’de verilmiştir. Olgunlaşmaya bağlı olarak titrasyon asitliği arasında önemli bir ilişki ($R^2=0,9643$, $y = -2,25x + 23,5$) saptanmıştır.



Şekil 3.4: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında titrasyon asitliğinde meydana gelen değişimi grafiksel gösterimi

3.5 Olgunluk İndisi Değerinde Meydana Gelen Değişimler

Olgunluk indisi optimum hasat döneminin en önemli göstergelerinden birisidir. Meyvenin olgunluğunu belirlemek amacıyla şeker ve asit miktarları arasındaki ilişkiyi ifade etmek ve olgunlaşma aşamaları arasında oranlar kurmak amacıyla olgunluk kat sayısı hesaplanmaktadır.

Olgunlaşma aşamalarına bağlı olarak goji berry meyvesinde olgunluk indisinde meydana gelen değişimler hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerine ait olgunluk indisinde meydana gelen değişimler

Olgunlaşma aşamaları	Olgunluk indisi
Yeşil hali	0.34
Renk dönüm hali	0.58
Tam olgun hali	0.88

Goji berry meyvesinin olgunluk indisini belirlemek amacıyla suda çözünür kuru madde miktarının titrasyon asitliği miktarına bölünmüştür. Olgunlaşma sürecine bağlı olarak şeker konsantrasyonundaki artış ile titrasyon asitliğinde meydana gelen azalmaya bağlı olarak olgunluk indisinde artış gözlemlenmiştir. Olgunluk indisi olgunlaşmanın başlangıcı olan meyvenin yeşil halinde 0.34, renk dönüm halinde 0.58 ve tam olgun halinde 0.88 olarak saptanmıştır.

Olgunlaşmaya bağlı olarak goji berry meyvesinin olgunluk indisinde meydana gelen değişimin grafiksel olarak gösterimi Şekil 3.5'te verilmiştir. Meyvenin yeşil olum aşamasından tam olgun haline doğru ilerledikçe azalan olgunluk indisi değerleri ile meyvenin gelişim aşamaları arasında artan doğrusal bir ilişki ($R^2=0.9959$, $y=0.27x+0.06$) saptanmıştır.



Şekil 3.5: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında olgunluk indisinde meydana gelen değişimin grafiksel gösterimi

3.6 Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi

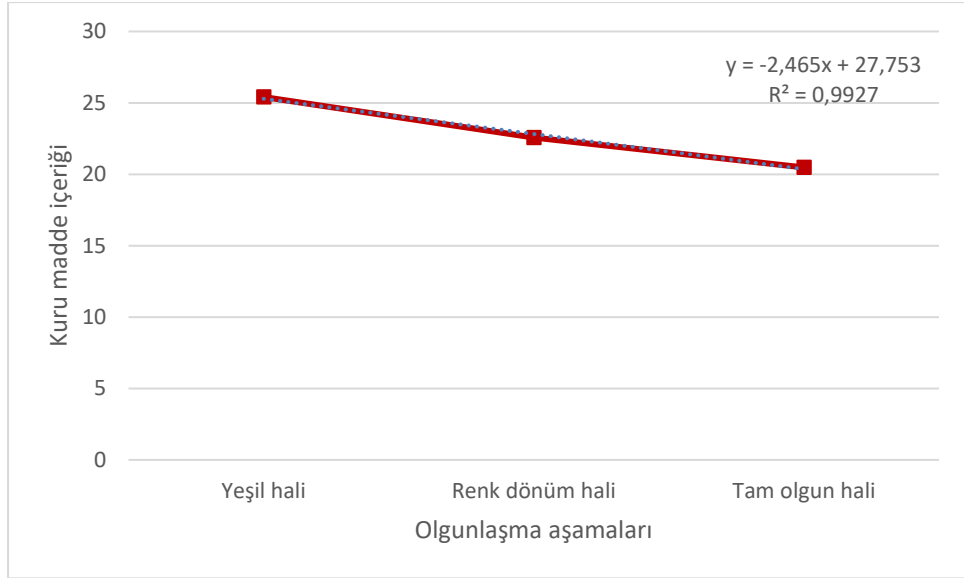
Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerine ait kuru madde içeriğinde meydana gelen değişimler Tablo 3.6' da bu tabloya ait grafiksel gösterim ise Şekil 3.6' da verilmiştir.

Tablo 3.6: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerindeki kuru madde değişimi

Olgunlaşma evreleri	Kuru madde İçeriği (%)
Yeşil hali	25.41±0.06
Renk dönüm hali	22.43±0.12
Tam olgun hali	21.48±0.04

Goji berry meyvesinin olgunlaşmasıyla beraber kuru madde içeriğinde azalış gözlemlenmiştir. Meyvenin yeşil halinde %25.4, renk dönüm halinde %22.43 ve tam olgun halinde ise %20.48 kuru madde saptanmıştır. Fratianni ve diğ. (2017) yaptığı bir çalışmada goji berry meyvesinin tam olgun halinin kuru madde içeriğini %22.6 olarak bulmuştur.

Meyvenin yeşil olum aşamasından tam olgun haline doğru ilerledikçe azalan kuru madde içeriği ile meyvenin gelişim aşamaları arasında doğrusal bir ilişki ($R^2=0.9927$, $y=-2.465x+027.753$) saptanmıştır.



Şekil 3.6: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında kuru madde içeriğindeki değişimin grafiksel gösterimi

3.7 Renk Değişimlerinin Değerlendirilmesi

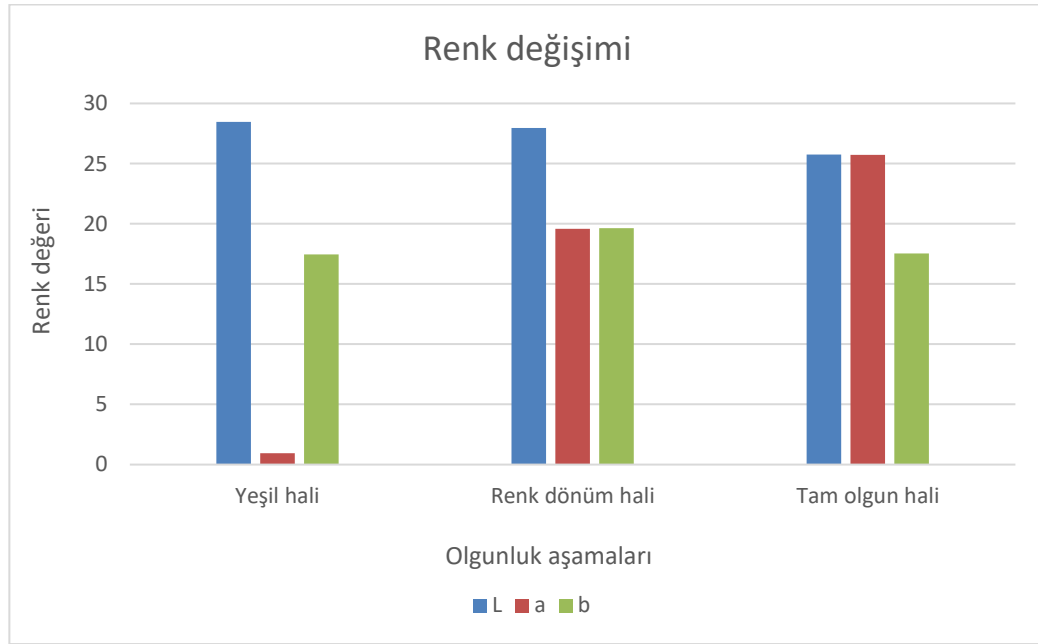
Meyveye rengini veren pigmentler estetik öneme sahip olmalarının yanında meyvelerde olgunluğunda simgesidirler. Renk, meyvelerde olgunlaşma zamanını ve muhafaza süresini belirleyen önemli bir kalite kriteridir. Goji berry meyvesini farklı olgunlaşma aşamalarında meydana gelen renk değişimlerine ait veriler Tablo 3.7’de, bu verilere ait grafiksel gösterim ise Şekil 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerinde renginde meydana gelen değişimler

Olgunlaşma evreleri	L	a	b
Yeşil hali	28.47±0.04	0.95±0.02	17.47±0.22

Tablo 3.7: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma evrelerinde renginde meydana gelen değişimler (Devam)

Renk dönüm hali	27.97±0.09	19.58±0.06	19.65±0.04
Tam olgun hali	25.75±0.15	25.73±0.07	17.55±0.02



Şekil 3.7: Goji berry meyvesinin farklı olgunluk aşamalarında renginde meydana gelen değişimlerin grafiksel gösterimi

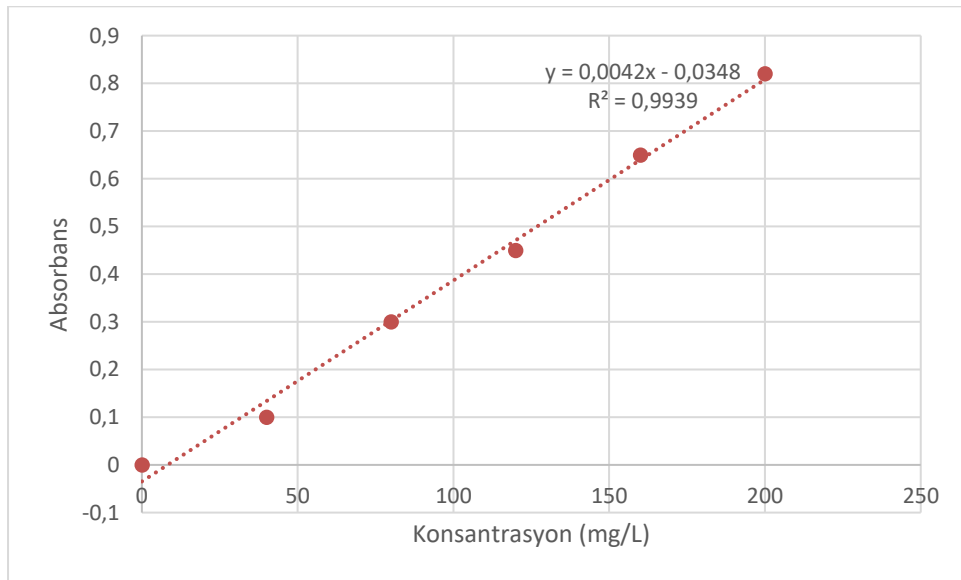
Goji berry meyvesinin olgunlaşma aşamalarına ait renk değerleri yeşil hali için $L=28.47$, $a=0.95$, $b=17.47$, renk dönüm hali için $L=27.97$, $a=19.58$, $b=19.65$, tam olgun hali için $L=25.75$, $a=25.73$, $b=17.55$ olarak bulunmuştur. Olgunlaşmaya bağlı olarak rengin siyahlığını ve beyazlığını ifade eden L değerinin azaldığı, rengin kırmızılığını ifade eden a değerinin arttığı ve rengin sarılığını ifade eden b değerinde ise belirgin değişiklik gözlemlenmemiştir. Meyvenin renk kriterlerinden en büyük değişiklik kırmızılığı ifade eden a değerinde meydana gelmiştir. Yeşil olum aşamasında 0.95 olan a değeri tam olgun aşamasında 25.73 değerine ulaşmıştır.

Bellaio ve diğ. (2016) kurutulmuş 6 farklı ticari goji berry markasına ait ürünlerin özelliklerini incelediği çalışmada ürünlerin L , a , b değerlerinin paralel

sonuçlar gösterdiğini ve en yüksek renk değerlerini $L= 36.4\pm0.62$, $a= 26.61\pm0.77$, $b= 19.59\pm0.6$ en dşuk renk değerlerini ise $L= 30.99\pm0.62$, $a= 17.69\pm0.77$, $b= 12.09\pm0,6$ olduğunu saptamıştır.

3.8 Toplam Fenolik Madde İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

Toplam fenolik madde tayininde örneklerin toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Bu amaçla gallik asit kalibrasyon eğrisi çizilerek eğriye ait korelasyon katsayısı ve denklemini bulunmuştur. Toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi grafiği Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8: Toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi

Oluşturulan toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi ile goji berry meyvesinin toplam fenolik madde içeriği hesaplanmıştır. Tam olgun goji berry meyvesinin toplam fenolik madde içeriği 2.81 (mg GAE/g) olarak bulunmuştur.

Islam ve diğ. (2017) iki farklı goji berry türünün (*Lycium barbarum* ve *Lycium ruthenicum*) fenolik madde içeriğini belirledikleri çalışmada *Lycium barbarum* türünün fenolik madde içeriği 3.12 (mg GAE/g), *Lycium ruthenicum* türünün ise 9.01 (mg GAE/g) olarak bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise *Lycium barbarum* L. türünün toplam fenolik madde içeriği 2.49 (mg GAE/g) olarak belirtilmiştir (Mocan ve diğ. 2017).

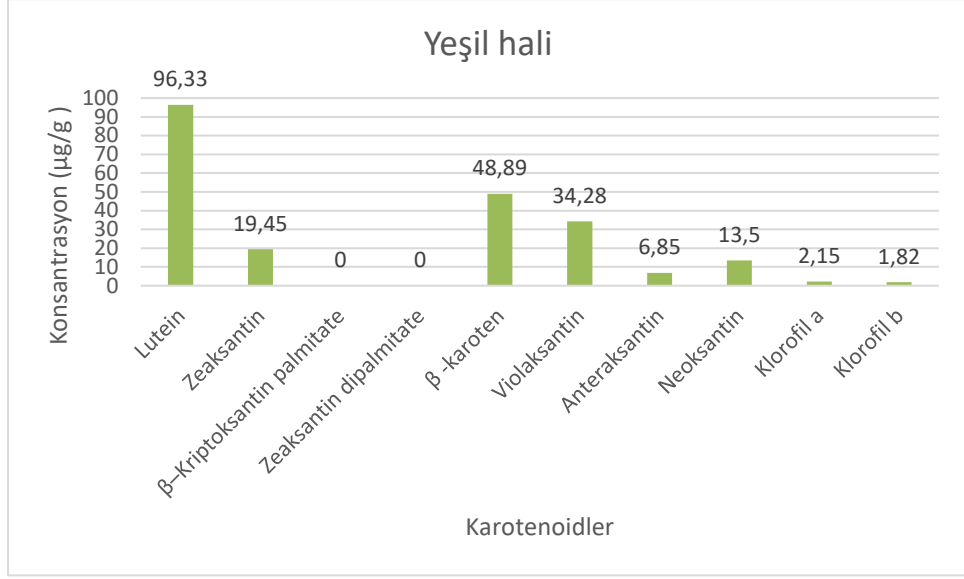
3.9 Karotenoid Madde İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

3.9.1 Goji Berry Meyvesinin Olgunlaşma Sürecinde Karotenoid İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

Yeşil, renk dönüm ve tam olgunluk hali olmak üzere üç farklı gelişme döneminde toplanan goji berry meyvesinin karotenoid içeriğindeki değişimler Tablo 3.8’de, yeşil olum, renk dönüm ve tam olgunluk haline ait verilerin grafiksel gösterimi ise sırasıyla Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de verilmiştir.

Tablo 3.8: Goji berry meyvesinin farklı olgunlaşma aşamalarında karotenoid ve klorofil içeriğinde meydana gelen değişimler ($\mu\text{g/g}$)

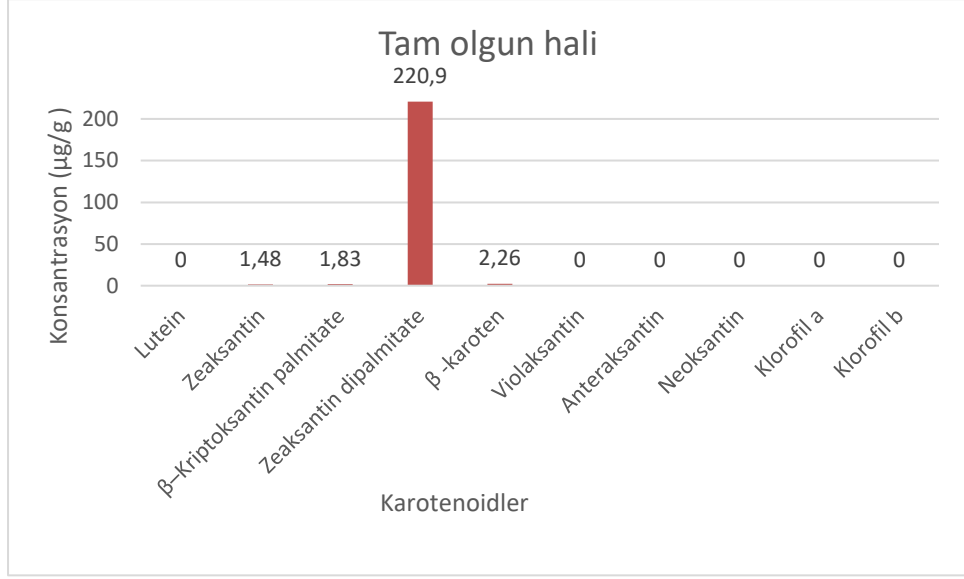
Karotenoid	Yeşil	Renk dönüm	Olgun
Lutein	96.93±0.86	33.97±0.18	-
Zeaksantin	19.45±0.09	7.27±0.07	1.48±0.06
β -Kriptoksantin palmitat	-	0.60±0.03	1.83±0.04
Zeaksantin dipalmitat	-	60.02±1.11	220.90±1.70
β -karoten	48.89±0.19	18.31±0.13	2.26±0,021
Violaksantin	34.28±0,17	12.92±0,09	-
Anteraksantin	6.85±0,07	6.85±0.06	-
Neoksantin	13.50±0.10	3.84±0,08	-
Klorofil a	2.15±0.04	-	-
Klorofil b	1.82±0.11	-	-



Şekil 3.9: Goji berry meyvesinin yeşil olum aşamasına ait karotenoid ve klorofil içeriği



Şekil 3.10: Goji berry meyvesinin renk dönüm haline ait karotenoid ve klorofil içeriği



Şekil 3.11: Goji berry meyvesinin tam olgun haline ait karotenoid ve klorofil içeriği

Goji berry meyvesinin yeşil halinde lutein, zeaksantin, β -kaoten, violaksantin, anteraksantin, neoksantin, klorofil a ve klorofil b bulunmuştur. Olgunlaşmaya bağlı olarak meyvenin renk dönüm halinde klorofil a ve klorofil b tamamen kaybolmuş, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat oluşmuş ve lutein, zeaksantin, β -karoten, violaksantin, anteraksantin ve neoksantin karotenoidlerinde azalma gözlemlenmiştir. Meyvenin tam olgun halinde ise lutein, violaksantin, anteraksantin ve neoksantin karotenoidleri tamamen kaybolmuş ve zeaksantin, β -kriptoksantin, zeaksantin dipalmitat ve β -karoten miktarında azalma devam etmiştir. Meyvenin yeşil olum aşamasında baskın karotenoid lutein iken, renk dönüm ve tam olgunluk aşamasında zeaksantin dipalmitat baskın karotenoid konumuna geçmiştir. Meyvenin tam olgunluk aşamasında zeaksantin dipalmitat dışındaki karotenoidler neredeyse yok denebilecek seviyeye gerilemiştir.

Hempel ve diğ. (2017) goji berry meyvesinin olgunlaşma sürecinde karotenoid kompozisyonunu incelediği çalışmada meyvenin yeşil halinde β -karoten, lutein, klorofil a, klorofil b, anteraksantin ve neoksantin pigmentlerinin bulunduğunu, meyvenin olgunlaşmasıyla beraber karotenoid profilinde değişimler olduğunu, olgun goji berry meyvelerinde ise zeaksantin palmitat, lutein, β -kriptoksantin ve β -karoten karotenoidleri bulunduğunu saptamıştır.

3.9.2 Goji Berry Meyvesinin Kurutulması Sürecinde Karotenoid İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler

Goji berry meyvesinin tam olgun halinin tepsili kurutma fırınında 50, 60 ve 70°C’de kurutulması sonucunda zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karoten içeriğinde meydana gelen değişimler sırasıyla Tablo 3.9, Tablo 3.10, Tablo 3.11 ve Tablo 3.12 verilmiştir.

Tablo 3.9: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak zeaksantin içeriğinde meydana gelen değişimler

Sıcaklık °C	Süre (saat)	Zeaksantin ($\mu\text{g/g}$)	Kayıp (%)
50	0	1.48±0.02	-
	5	1.47±0.01	0.60
	10	1.45±0.05	2.02
	15	1.41±0.05	4.72
	20	1.39±0.02	6.08
	22	1.38±0.02	6.75
60	0	1.48±0.02	-
	5	1.46±0.02	1.35
	10	1.41±0.01	4.72
	15	1.38±0.02	6.70
	17	1.36±0.01	8.10
70	0	1.48±0.02	-
	3	1.44±0.01	2.70
	6	1.39±0.02	6.08
	9	1.34±0.05	9.45

Goji berry meyvesi tepsili kurutma fırınında 50°C’de 22 saat, 60°C’deki kurutma işlemi 17 saat, 70°C’de kurutma işlemi ise 9 saatte tamamlanmıştır. Kurutma süresi ilerledikçe zeaksantin içeriğinde toplam kuru madde üzerinden azalma meydana gelmiştir. Goji berry meyvesinin 50°C’ de kurutma periyodunda % 6.75, 60°C’de kurutulduğunda %8.1, 70°C’de kurutulduğunda ise %9.45’lik bir kayıp meydana

gelmektedir. Tablo 3.9’da da görüldüğü gibi kurutma sıcaklığı arttıkça kurutma süresi kısalmakta ancak zeaksantin içeriğinde toplam kuru madde üzerinden meydana gelen kayıp miktarı artış göstermektedir.

Tablo 3.10: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak β -kriptoksantin palmitat içeriğinde meydana gelen değişimler

Sıcaklık °C	Süre (saat)	β -kriptoksantin palmitat ($\mu\text{g/g}$)	Kayıp (%)
50	0	1,83±0.04	-
	5	1,66±0.03	9.28
	10	1,59±0.01	13.11
	15	1,55±0.0	15.30
	20	1,52±0.007	16,93
	22	1,51±0.01	17.48
60	0	1,83±0.04	-
	5	1,59±0.01	13.11
	10	1,58±0.04	13,66
	15	1,47±0.02	19.60
	17	1,43±0.01	21,80
70	0	1,83±0.04	-
	3	1,47±0.03	19.64
	6	1,37±0.03	25.62
	9	1,35±0.02	26.21

Kurutma süresi ilerledikçe β -kriptoksantin palmitat içeriğinde toplam kuru madde üzerinden azalma meydana gelmiştir. Goji berry meyvesinin 50°C’de kurutma periyodunda %17.48, 60°C’de kurutulduğunda %21.8, 70°C’de kurutulduğunda ise %26.2’lik bir kayıp meydana gelmektedir. Tablo 3.10’da görüldüğü gibi kurutma sıcaklığı arttıkça kurutma süresi kısalmakta ancak β -Kriptoksantin palmitat içeriğinde toplam kuru madde üzerinden meydana gelen kayıp miktarı artış göstermektedir.

Tablo 3.11: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak zeaksantin dipalmitat içeriğinde meydana gelen değişimler

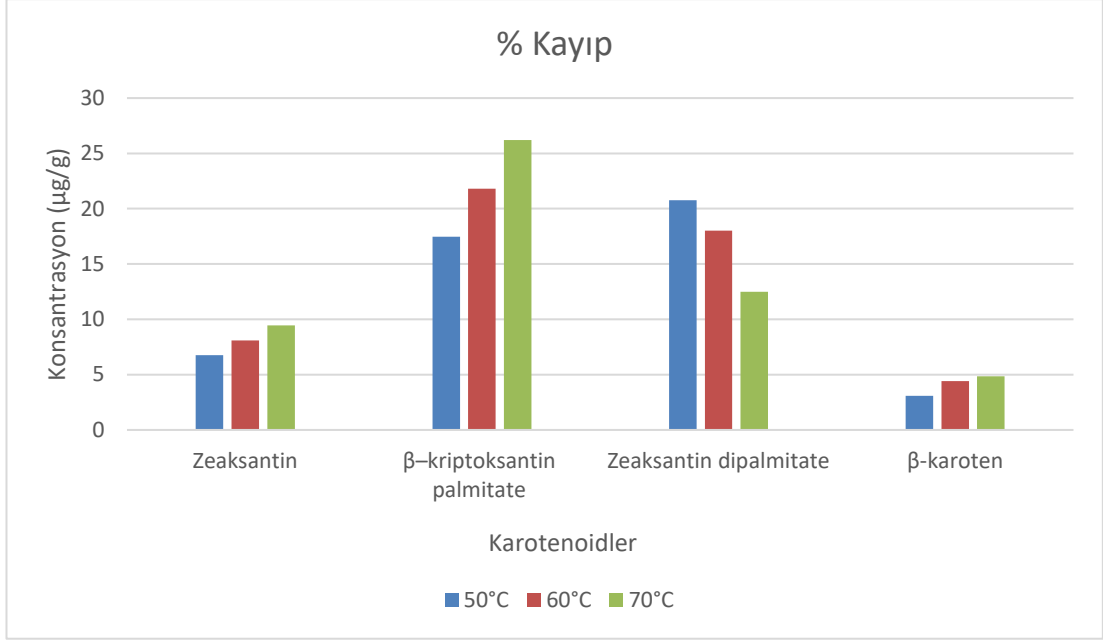
Sıcaklık °C	Süre (saat)	Zeaksantin dipalmitat (µg/g)	Kayıp (%)
50	0	220.9±1.70	-
	5	193.5±1.55	12.04
	10	184.6±0.42	16.43
	15	179.9±0.42	18.56
	20	177.7±0.56	19.56
	22	175.05±0.35	20.76
60	0	220.9±1.70	-
	5	198.6±1.48	10.09
	10	192.3±1.06	12.94
	15	186.2±1.55	15.70
	17	181.1±0.98	18.01
70	0	220.9±1.70	-
	3	206.3±1.28	6.15
	6	195.7±0.84	11.41
	9	193.1±0.42	12.50

Kurutma süresi ilerledikçe zeaksantin dipalmitat içeriğinde toplam kuru madde üzerinden artış meydana gelmiştir. Goji berry meyvesinin 50°C’ de kurutma periyodunda %20.76, 60°C’de kurutulduğunda %18.01, 70°C’de kurutulduğunda ise %12.5’lik bir artış meydana gelmektedir. Zeaksatin dipalmitatın farklı sıcaklıklarda kurutulmasında dikkat çeken önemli nokta en düşük kurutma sıcaklığı olan 50°C’de kaybın en fazla, en yüksek kurutma sıcaklığı olan 70°C’de ise kaybın en az olmasıdır. Bu durumun nedeninin düşük sıcaklıklarda kurutma süresinin uzun olması olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.12: Goji berry meyvesinin tepsili kurutma fırınında kurutulmasına bağlı olarak β -karoten içeriğinde meydana gelen değişimler

Sıcaklık °C	Süre (saat)	β -karoten ($\mu\text{g/g}$)	Kayıp (%)
50	0	2.26±0,021	-
	5	2.25±0.01	0.44
	10	2.24±0.04	0.88
	15	2.21±0.04	2.21
	20	2.20±0.28	2.65
	22	2.19±0.01	3.09
60	0	2.26±0.021	-
	5	2.23±0.05	1.32
	10	2.20±0.08	2.65
	15	2.17±0.042	3.98
	17	2.16±0.028	4.42
70	0	2.26±0.021	-
	3	2.22±0.01	1.76
	6	2.18±0.08	3.53
	9	2.15±0.04	4.86

Kurutma süresi ilerledikçe β -karoten içeriğinde toplam kuru madde üzerinden azalma meydana gelmiştir. Goji berry meyvesinin 50°C’ de kurutma periyodunda %3.09, 60°C’de kurutulduğunda %4.42, 70°C’de kurutulduğunda ise %4.86’lik bir kayıp meydana gelmektedir. Tablo 3.12’de görüldüğü gibi kurutma sıcaklığı arttıkça kurutma süresi kısalmakta ancak β -kriptoksantin palmitat içeriğinde toplam kuru madde üzerinden meydana gelen kayıp miktarı artış göstermektedir. Goji berry meyvesini farklı kurutma sıcaklıklarında karotenoid içeriğinde meydana gelen kayıplar Şekil 3.12’de verilmiştir.



Şekil 3.12: Goji berry meyvesinin farklı kurutma sıcaklıklarında meydana gelen karotenoid içeriğindeki kayıp

Şekil 3.12’de görüldüğü gibi kurutma sıcaklığı arttıkça zeaksantin, β - kriptoksantin ve β -karoten içeriğinde meydana gelen kayıplar artarken, zeaksantin dipalmitat içeriğinde meydana gelen kayıp azalmaktadır.

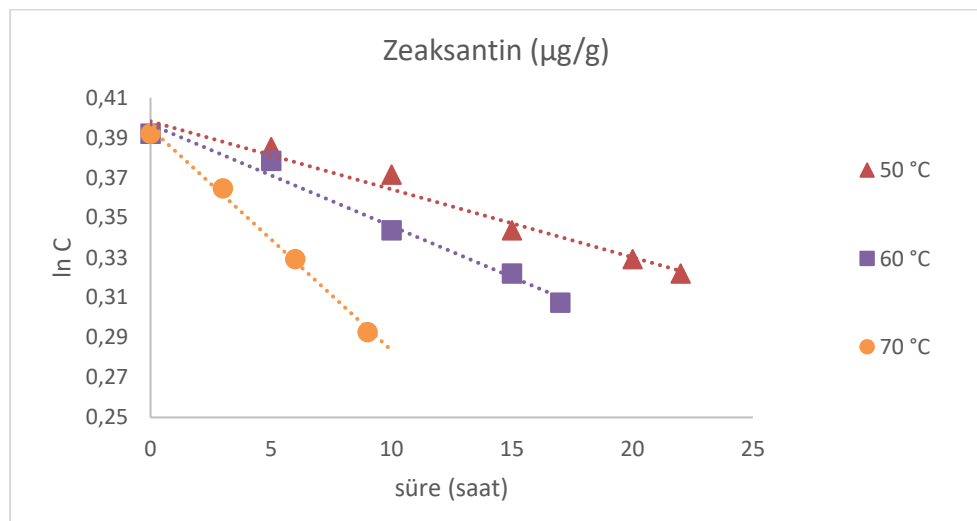
Inbaraj ve diğ. (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada olgun kırmızı meyvelerde zeaksantin, β -kriptoksantin, β -karoten ve neoksantin karotenoidlerinin bulunduğu, meyvenin kurutulması sonucunda ise zeaksantin ve β -kriptoksantin karotenoidlerinin kaldığını bildirmiştir. Liu ve diğ. (2014) goji berry meyvesinin olgunlaşmasına bağlı olarak karotenoid içeriğini araştırdıkları bir çalışmada meyvenin yeşil halinde toplam karotenoid miktarını 34.46 $\mu\text{g/g}$, meyvenin olgun halinde ise 508.9 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır. Meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak kloroplastik karotenoidler olan lutein, violaksantin ve β -karotenin miktarında da azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Niro ve diğ. (2017) taze goji berry meyvesinde lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin, β -karoten ve zeaksantin dipalmitat karotenoidlerinin bulunduğunu, meyvenin kurutulması sonucunda ise karotenoid içeriğinde kuru madde üzerinden artış olduğunu saptamışlardır. Fratianni ve diğ. (2018) goji berry meyvesini üç farklı sıcaklıkta kuruttukları çalışmada β -karoten miktarında düşük sıcaklıkta artış,

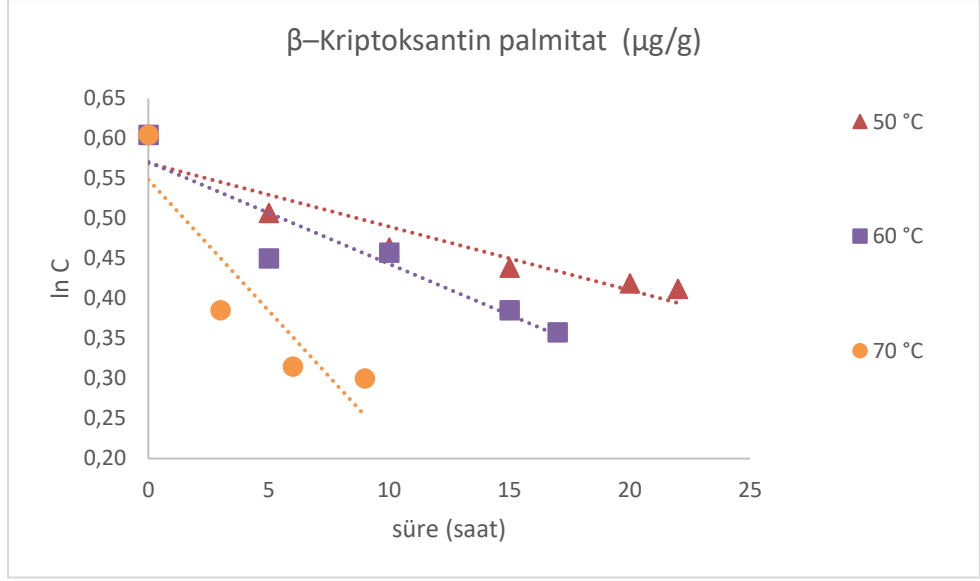
zeaksantin dipalmitat ve β -kriptoksantin miktarında ise düşük sıcaklıkta kayıp meydana geldiğini saptamışlardır.

3.10 Karotenoidlerin Kinetik Analizi

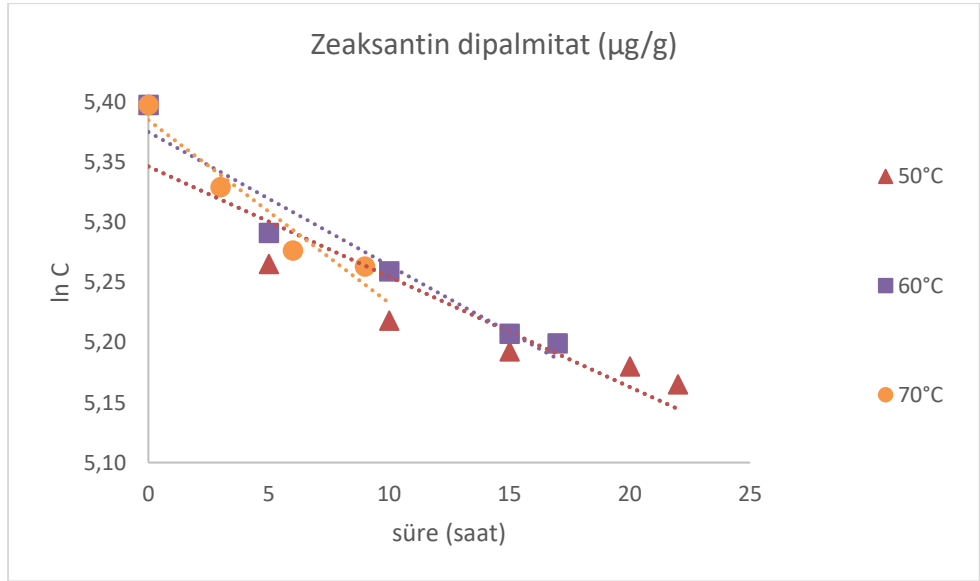
Gıdalarda meydana gelen reaksiyonlar genellikle birinci derece kinetik modele göre gerçekleşmektedir (Vilota ve Hawkes 1992). Bu bilgi paralelinde goji berry meyvesinin farklı sıcaklıklarda kurutulması sonucunda karotenoidlere ait kinetik modelin belirlenmesi için her bir kurutma sıcaklığında belirli aralıklar ile alınan örneklerde saptanan değerler süreye karşılık aritmetik koordinatlara işlenmiş ve doğrusal bir eğri elde edilememiştir. Doğrusal bir eğri elde edilemediğinden dolayı karotenoidlerin kinetik modelinin sıfırıncı derece kinetiğe uymadığı tespit edilmiştir. Reaksiyonun derecesini belirlemek amacıyla goji berry meyvesinde bulunan karotenoid konsantrasyonlarının doğal logaritması alınarak süreye karşılık konsantrasyon grafiği çizildiğinde doğrusal bir eğri elde edilmiş ve reaksiyonun birinci dereceden kinetiğe göre gerçekleştiği belirlenmiştir. Zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karoten için birinci derece kinetik modelleri sırasıyla Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17’de verilmiştir. Bu kinetik modellere ait denklemler ve korelasyon katsayıları (R^2) ise Tablo 3.13’de verilmiştir.



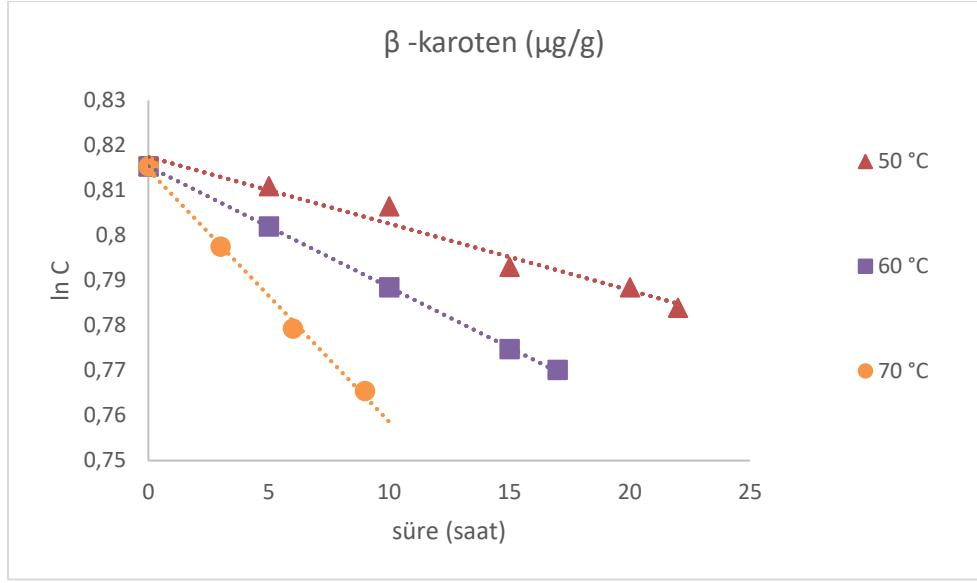
Şekil 3.13: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde zeaksantine ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği



Şekil 3.14: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde β -kriptoksantin palmitata ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği



Şekil 3.15: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde zeaksantin dipalmitata ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği



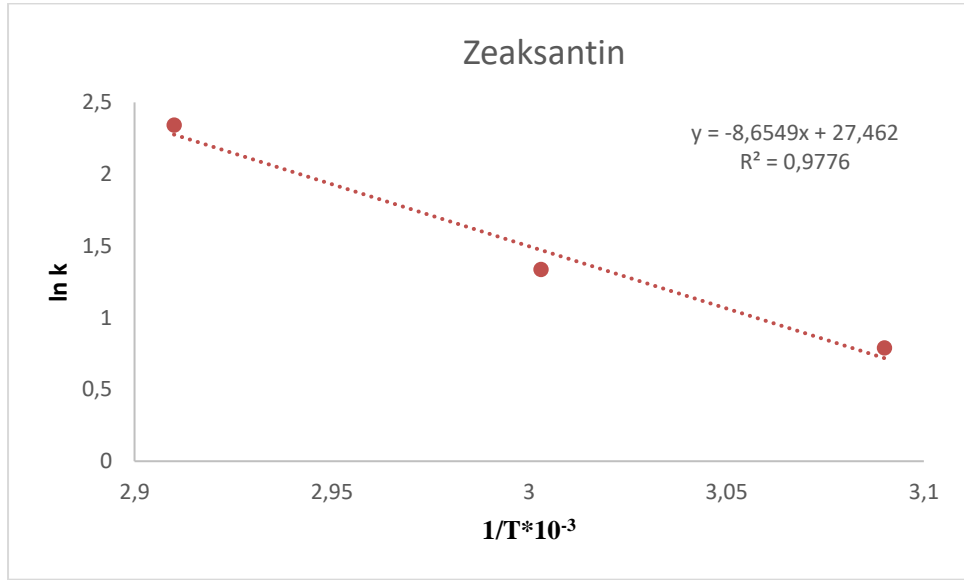
Şekil 3.16: Farklı sıcaklık ve sürelerde kurutma işlemi uygulanan goji berry meyvesinde β -karotene ait parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Tablo 3.13: Karotenoidlerin birinci derece kinetik modelini gösteren grafiklere ait denklemler ve korelasyon katsayıları (R^2)

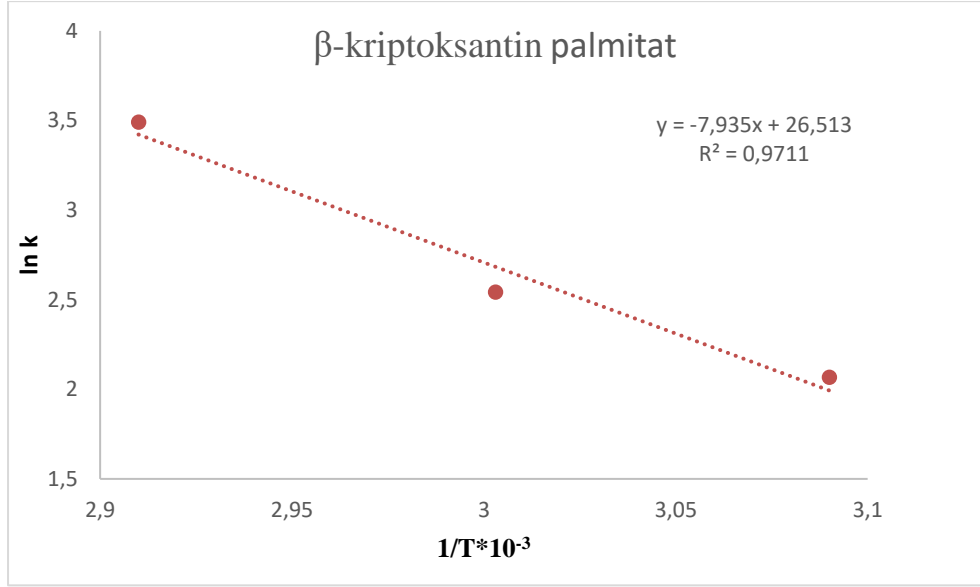
Parametre	Sıcaklık (°C)	Denklem	R^2
Zeaksantin	50	$y = -0,0022x + 0,3942$	$R^2 = 0,9855$
	60	$y = -0,0038x + 0,3945$	$R^2 = 0,9939$
	70	$y = -0,0104x + 0,3897$	$R^2 = 0,9899$
β -kriptoksantin palmitat	50	$y = -0,0079x + 0,5694$	$R^2 = 0,8881$
	60	$y = -0,0127x + 0,5706$	$R^2 = 0,8736$
	70	$y = -0,0328x + 0,5486$	$R^2 = 0,8164$
Zeaksantin dipalmitat	50	$y = -0,0092x + 5,3467$	$R^2 = 0,8343$
	60	$y = -0,0111x + 5,3754$	$R^2 = 0,9419$
	70	$y = -0,0152x + 5,3852$	$R^2 = 0,9298$
β -karoten	50	$y = -0,0015x + 0,8175$	$R^2 = 0,9687$
	60	$y = -0,0027x + 0,8153$	$R^2 = 0,9998$
	70	$y = -0,0056x + 0,8146$	$R^2 = 0,9964$

3.11 Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Goji Berry Meyvesinin Karotenoidlerine İlişkin Aktivasyon Enerjisinin Belirlenmesi

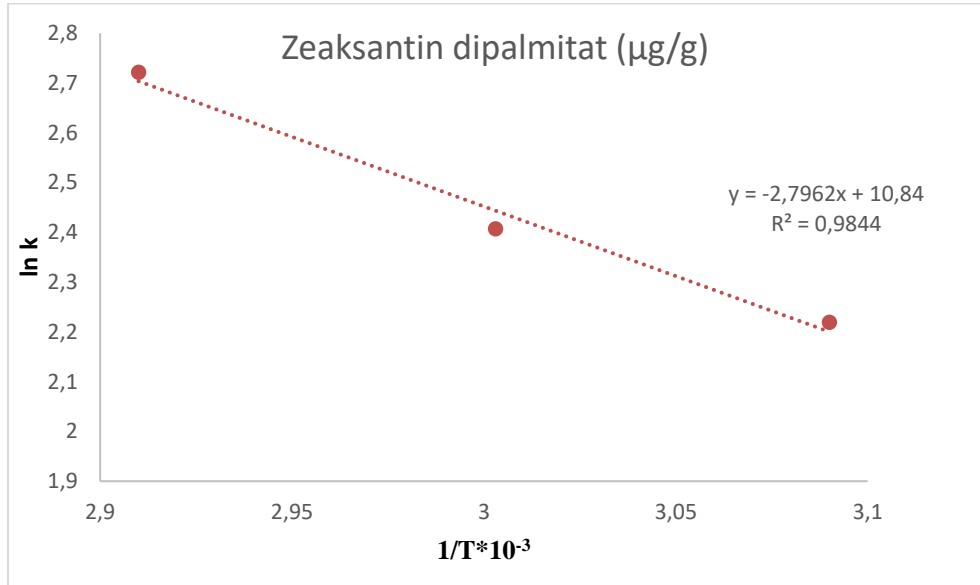
Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvesinin karotenoidlerine ait aktivasyon enerjisinin belirlenmesi için $1/T$ (K) değerine karşılık gelen reaksiyon hız sabit sabitlerinin doğal logaritmaları belirlenerek grafiğe aktarılmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvesinde zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karotene ait Arrhenius grafikleri sırasıyla Şekil 3.17, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19, Şekil 3.20’de verilmiştir. Aktivasyon enerjilerinin hesaplanması için çizilen grafiklerin eğiminden yararlanılmıştır.



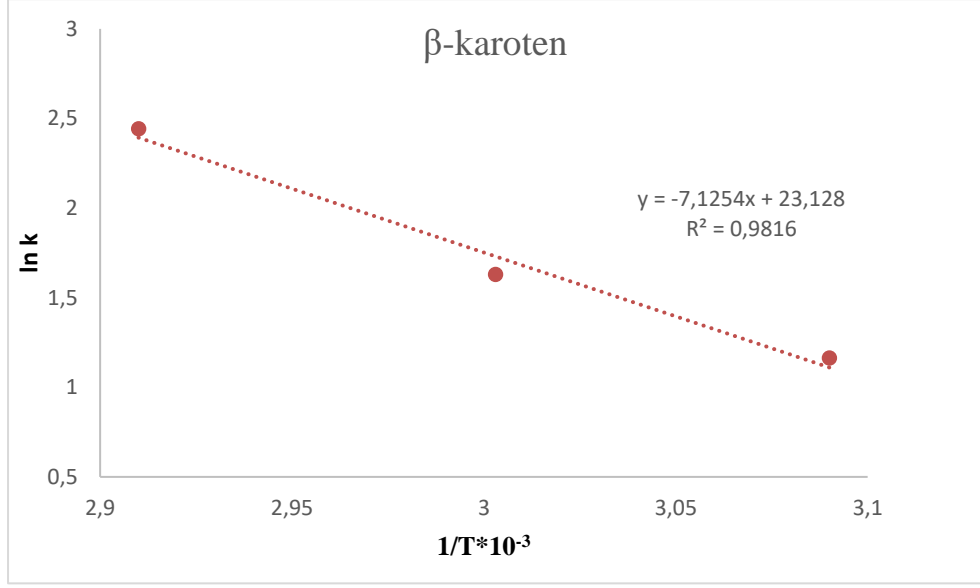
Şekil 3.17: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvesinde zeaksantin parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.18: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinde β-kriptoksantin palmitat parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.19: Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş goji berry meyvesinde zeaksantin dipalmitat parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 3.20: Farklı sıcaklıklarda kurutulan goji berry meyvesinde β -karoten parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

3.12 Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Goji Berry Meyvesinin Karotenoidlerine İlişkin k, D, Q₁₀, t_{1/2} ve E_a Değerleri

Reaksiyon hız sabiti (k), tepkimeye giren maddelerin bozunma hızını göstermektedir. Reaksiyonun hız sabitinin artması bileşenlerin daha kolay bozunmasına neden olmaktadır.

Desimal azalma süresi (D), birinci derece reaksiyonlarda reaksiyona giren maddelerin %90'ının kaybı için geçen süreyi ifade etmektedir. Q₁₀ değeri ise her 10°'lik sıcaklık değişimine bağlı olarak reaksiyonun hızlanma veya yavaşlama katsayısı olarak ifade edilir. Reaksiyona gire bileşiği yarılanma süresi ise t_{1/2} olarak ifade edilmektedir.

Farklı sıcaklıklarda kurutma işlemi uygulanmış goji berry meyvesinde zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karotene ilişkin k, D, Q₁₀, t_{1/2} ve E_a değerleri Tablo 3.14'de verilmiştir.

Tablo 3.14: Farklı sıcaklıklarda kurutma işlemi uygulanmış goji berry meyvesinde zeaksantin, β -kriptoksantin palmitat, zeaksantin dipalmitat ve β -karotene ilişkin k, D, Q_{10} , $t_{1/2}$ ve E_a değerleri

Parametre	Sıcaklık (°C)	$k \cdot 10^{-3}$	$t_{1/2}$ (dak)	D (dak)	Q_{10}		E_a (kcal/mol)	E_a (kJ/mol)
					50-60	60-70		
Zeaksantin	50	3.2	216.5	312.5	1.6	2.3	8.65	7.19
	60	5.1	135.8	196.1				
	70	11.5	60.2	86.9				
β - kriptoksantin palmitat	50	7.9	87.7	126.5	1.6	4.1	7.93	6.50
	60	12.7	65.5	78.7				
	70	32.8	21.1	30.4				
Zeaksantin dipalmitat	50	9.2	75.2	108.6	1.2	1.4	2.79	2.32
	60	11.1	62.4	90.1				
	70	15.2	45.5	65.7				
β -karoten	50	3.1	223.5	322.5	1	1.1	7.12	5.92
	60	3.1	223.5	322.5				
	70	3.2	216.5	147.5				

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Denizli ili Çivril ilçesinde bulunan ve ticari olarak goji berry meyvesi üretimi yapılan bahçeden toplanan meyvelerin analizleri yapılarak üç farklı olgunluk aşamasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler belirlenmiştir. Ayrıca tam olgun halinde toplanan goji berry meyvelerinin tepsili kurutma fırınında 50, 60 ve 70°C'de %22 nem içeriğine düşene kadar kurutulmuş ve kurutma sırasında belirli aralıklar ile numune alınarak meyvenin karotenoid içeriğindeki değişim belirlenmiştir. Elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve konuyla ilgili literatür ile desteklenmiştir.

Goji berry meyvesinin fiziksel özelliğinde meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla 200 tane ağırlığı incelenmiştir ve olgunlaşma aşamaları boyunca düzenli olarak arttığı ve tam olgun halinde maksimum değere ulaştığı gözlemlenmiştir.

Goji berry meyvesinin kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla pH, SÇKM, TA, olgunluk indisi, renk, toplam fenolik madde ve karotenoid içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Goji berry meyvesinin pH değerinin meyvenin yeşil halinde en yüksek, renk dönüm halinde en düşük bulunmuş ve tam olgun haline geçişte tekrar pH yükselmesi görülmüştür. SÇKM miktarında ise meyvenin yeşil halinden itibaren artma gözlemlenmiş ve en hızlı artışın renk dönüm hali ile tam olgun hali arasında gerçekleştiği saptanmıştır. Meyvenin yeşil halinden itibaren meyvenin olgun haline kadar titrasyon asitliği değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Meyvenin hasat zamanının en önemli göstergesinden birisi olgunluk indisi değeridir. Meyvenin olgunluk indisini belirlemek amacıyla olgunluk kat sayıları hesaplanmıştır. Olgunlaşmaya bağlı olarak L değerinin azaldığı, a değerinin arttığı ve b değerinde fazla değişiklik gözlemlenmemiştir. Olgunlaşmaya bağlı olarak şeker konsantrasyonundaki artış ve toplam asitlik miktarında meydana gelen azalmaya bağlı olarak olgunluk indisinde artış gözlemlenmiştir. Goji berry meyvesinin tam olgun halinin toplam fenolik madde içeriği ise 2.81 (mg GAE/g) olarak saptanmıştır.

Goji berry meyvesinin üç farklı olgunluk evresinde ve 50, 60 ve 70°C’de kurutulması sonucunda karotenoid konsantrasyonundaki değişimler incelenmiştir. Meyvenin yeşil halinden tam olgunluk aşamasına doğru ilerledikçe lutein, zeaksantin, zeaksantin dipalmitat, β-karoten, violaksantin, neoksantin, anteraksantin, klorofil a ve klorofil b azalış, β-kriptoksantin palmitat ve zeaksantin dipalmitat ise artış göstermiştir. Kurutma fırınında 50, 60 ve 70 C° de kurutulan tam olgun goji bery meyvelerinde ise zeaksantin, β-karoten, β-kriptoksantin palmitat ve zeaksantin dipalmitat konsantrasyonunda azalma olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın son aşamasında farklı sıcaklık ve sürelerde kurutulan tam olgun goji bery meyvelerindeki karotenoidlere ait reaksiyonların dereceleri belirlenmiştir. Tam olgun goji bery meyvelerinde karotenoidlerin parçalanmasının birinci derece kinetik modele uyduğu belirlenmiştir. Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılığı arhenius eşitliğiyle belirlenmiş bu sayede k (reaksiyon hız sabiti), $t_{1/2}$, Q_{10} , E_a ve D değerleri hesaplanmıştır.

5. KAYNAKLAR

Acar, J., "Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri", Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 527, (1998).

Amagase, H., and Norman R. F., "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., Sun, B., and Nance, D. M., "Immunomodulatory effects of a standardized *Lycium barbarum* fruit juice in Chinese older healthy human subjects", *J Med Foods*, 12(5), 1159–1165, (2009).

Amagase, H., and Nance, D. M., "Effect of standardized *Lycium barbarum* (Goji) juice, GoChi® intake on resting metabolic rate and waist circumference: Randomized, placebo-controlled, double-blind clinical studies", *FASEB J*, 23, LB419. (2009).

Amagase, H., Sun, B., and Borek, C., "*Lycium barbarum* (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults", *Nutr Res*, 29 (1), 19-25, (2009).

Amerine, M.A., Cruess, M.V., "The technology of wine making", *The Avi Publishing Comp., Inc.* Westport, Connecticut, (1960).

Basu, H.N., Del Vecchio, A.J., Flider, F. and Orthoefer, F.T., Nutritional and potential disease prevention properties of carotenoids. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, 78, 665-675, (2001).

Baysal, T., Ersus, S., and Starmans, D.A.J., "Supercritical CO₂ extraction of b-carotene and lycopene from tomato paste waste", *J Agricult Food Chem*, 48, 5507-5511, (2000).

Baytop, T., Türkçe bitki adları sözlüğü, Türk dil kurumu yayınları" 578, Ankara, s.264, (1994).

Britten GK, F. Carotenoids in food. Carotenoids: *Birkhauser Verlag Base*, (2009).

Britton, G., and Khachik, F., "Carotenoids in food", *In Carotenoids*, 45-66, (2009).

Britton, G., "Structure and properties of carotenoids in relation to function", *FASEB J*, 9, 1551-1558, (1995).

Bruno, G., “Background & Traditional Use” Goji.”, *Huntington College of Health Sciences*, (2009).

Bryan, J. K., Costa, D., Giese, N., Nummy, K., Rapp, C., and Seamon, E., “Goji (*Lycium* spp) in natural standard monograph”, *Natural Standard Inc*, (2008).

Borel, P., Grolier, P., Mekki, N., Boirie, Y., Rochette, Y., Le Roy, B., Alexandre-Gouabau, M. C., Lairon, D., and Azais-Braesco, V., “Low and high responders to pharmacological doses of beta-carotene: proportion in the population, mechanisms involved and consequences on beta-carotene metabolism”, *J Lipid Res.* 39, 2250–2260, (1998).

Cai, H., Liu, F., Zuo, P., Huang, G., Song, Z., Wang, T., ... 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).

Cemeroğlu, B., “Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları”, Ankara: Biltav Yayınları, (1992).

Cemeroğlu, B., Karadeniz F. ve Özkan M., “Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi” Bölüm: Kurutma Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 28, s541-675, (2003).

Cemeroğlu, B., “Gıda Analizleri”, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, (2007).

Chang, H.M., and But, P.P.H., “Gouqizi. Pharmacology and Applications of Chinese Materia Medica”, *Singapore: World Scientific*, 2, 852–854 (2001).

Chang, J. M., Chen, W., Hong, D., and Lin, K. J., “The inhibition of DMBA-induced carcinogenesis by neoxanthin in hamster buccal pouch”, *Nutr Cancer* 24, 325–333, (1995).

Cheng, C.Y., Chung, W.Y., Szeto, Y.T. and Benzie, I.F., “Fasting plasma zeaxanthin response to *Fructus barbarum* L. (wolfberry; Kei Tze) in a foodbased human supplementation trial”, *Br J Nutr*, 93, 123–130, (2005).

Cheng, D., and Kong, H., “The effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on alcohol-induced oxidative stress in rats”, *Molecules*, 16, 2542–2550, (2011).

Chien, K. J., Horng, C. T., Huang, Y. S., Hsieh, Y. H., Wang, C. J., Yang, J. S., ... and Chen, F. A. “Effects of *Lycium barbarum* (goji berry) on dry eye disease in rats”, *Molecular medicine reports*, 17(1), 809-818, (2018).

Chao, J.C., Chiang, S.W., Wang, C.C., Tsai, Y.H., Wu, M.S., “Hot water extracted *Lycium barbarum* and *Rehmannia glutinosa* inhibit proliferation and induce apoptosis of hepatocellular carcinoma cells”, *World Journal of Gastroenterol*, 12, 447-884, (2006).

Chung, H.Y., Rasmussen, H.M., and Johnson, E.J., “Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men”, *J Nutr*. 134, 1887–1893, (2004).

Cui, G., Jing, L., Feng, Q., Xiao, Y., and Putheti, R., “Anti-hyperglycemic Activity of a Polysaccharide fraction from *Lycium barbarum*”, *African Journal of Biomedical Research*, 13(1), 55-59, (2010).

Dembinska-Kieć, A., “Carotenoids: risk or benefit for health”, *Bioenergetics*, 1740, 93-94, (2005).

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

Dietmar, E.B., and Bamedi, A., “Carotenoid esters in vegetables and fruits: A screening with emphasis on β -cryptoxanthin esters”, *J Agricult Food Chem*, 49, 2064-2067, (2001).

Donno, D., Cerutti, A.K., Prgomet, I., Mellano, M.G., Beccaro, G.L., “Foodomics for mulberry fruit (*Morus* spp.): analytical fingerprint as antioxidants’ and health properties’ determination tool”, *Food Res Int*, 69:179–188, (2015).

Duan, H., Chen, Y., and Chen, G., “Far infrared-assisted extraction followed by capillary electrophoresis for the determination of bioactive constituents in the leaves of *Lycium barbarum* Linn”, *J Chromatogr*, 1217(27), 4511–4516. (2010).

Dutta, D., Chaudhuri, U.R. and Chakraborty, R. “Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids”, *Afr J Biotechnol*, 4, 1510–1520, (2005).

Ebadi, M., “Pharmacodynamic Basis of Herbal Medicine”, *CRC Press, New York*, 237-239, (2002).

Ertaş, E., “*Rosa Canina* ve *Lycium Barbarum* Bitki Özütlerinin Dna Koruyucu Aktivitelerinin ve *Stenotrophomonas Maltophilia* Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, Gaziantep, (2017).

- Fang L., Pajkovic N., Wang Y, Gu C., and van Breemen R.B., “Quantitative analysis of lycopene isomers in human plasma using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry”, *Anal Chem* 75, 812-817, (2003)
- Fukuda, T., Yokoyama, J. and Ohashi, H., “Phylogeny and biogeography of the genus *Lycium* (Solanaceae): Inferences from chloroplast DNA sequences”, *Mol. Phylogenetics Evol.*, 19(2), 246–258, (2001).
- Furr, H. C., and Clark, R. M., “Intestinal absorption and tissue distribution of carotenoids”. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 8(7), 364-377, (1997).
- Gama, J.J.T., Sylos, C.M., “Major Carotenoid Composition of Brazilian Valencia Orange Juice: Identification and Quantification by HPLC”, *Food Res Int.* 38, 899–903, (2005).
- Guowen C., Longjun J., Qiang F., “Anti-hyperglycemic activity of a polysaccharide fraction from *Lycium barbarum*”, *Afr J Biomed Res*, 13, 55–59. (2010).
- Gong, H., Shen, P., Jin, L., Xing, C., Tang, F., “Therapeutic effects of *Lycium barbarum* polysaccharide (LBP) on irradiation or chemotherapy-induced myelosuppressive mice” *Cancer Biother Radiopharm.* 20, 155–162, (2005).
- Handelman, G.J., Nightingale, Z.D., Lichtenstein, A.H., Schaefer, E.J., and Blumberg, J.B., “Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk”, *Am J Clin Nutr.* 70, 247–251, (1999).
- Handelman, G.J., “The evolving role of carotenoids in human biochemistry”, *Nutrition*, 17, 818-822, (2001).
- Hart, D.J. and Scott, K.J. “Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK”, *Food Chem*, 54, 101-111, (1995).
- Hughes, D.A., “Dietary antioxidants and human immune function”. *Nutrition Bulletin*, 25, 35-41, (2000).
- 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*)” *Chemistry Central Journal*, 11(1), 59, (2017).
- Ji, J., Wang, G., Wang, J., and Wang, P., “Functional analysis of multiple carotenogenic genes from *Lycium barbarum* and *Gentiana lutea* L. for their

effects on beta carotene production in transgenic tobacco”, *Biotechnology Letters*, 31(2), 305–312, (2009).

Jin, M, Huang, Q, Zhao, K, Shang, P., “Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L.” *International journal of biological macromolecules*, 54: 16-23, (2013).

Kalt, W., Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70, 11-19, (2005).

Karadeniz, E., “Gıdalardaki Karotenoidlerin Önemi ve Dağılımı”, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 33, 23-32, (2010).

Krinsky, N.I., Johnson, E.J., “Carotenoid actions and their relation to health and disease”, *Mol Aspects Med*, 26, 459-516, (2005).

Koca, N., Burdurlu, H.S. and Karadeniz, F., “Kinetics of colour changes in dehydrated carrots”, *J Food Eng*, 78, 449–455, (2007).

Koca, N., “Havuçlarda (*Daucus Carota* L.) Karotenoidler ve Antioksidan Aktivite”. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara. (2006).

Kocyigit, E, and Nevin Ş., "A review of composition and health effects of *Lycium barbarum*", *Int J Chin Med*, 1(1), 1-9, (2017).

Kotake-Nara, E., Asai, A., and Nagao, A. “Neoxanthin and fucoxanthin induce apoptosis in PC-3 human prostate cancer cells”, *Cancer Lett.* 220, 75–84, (2005).

Kopsell, D.A., and Kopsell, D.E., “Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops”, *Trends Plant Sci.*, 11, 499-507, (2006).

Kulczyński, B., and Gramza-Michałowska, “A., Goji Berry (*Lycium barbarum*): Composition and Health Effects—a Review”, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67-76, (2016).

Labuza, T. P. and Schmidl, M. K., “Accelerated shelf-life testing of foods”, *Food Technol.*, 39 (9), 57-62, (1985).

Lagow, B., “PDR for Herbal Medicines 3rd ed.”, *Thomson PDR*, Montvale, 530-53, (2004).

Lee, M.T., and Chen, B.H., “Stability of Lycopene during heating and illumination in a model system”, *Food Chem* 78, 425-432, (2002).

- Li, X.M., “Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on streptozotocin-induced oxidative stress in rats”, *Int J Biol Macromol*, 40(5), 461-465, (2007)
- Lowe, G.M., Vlismas, K., Young, A.J., “Carotenoids as prooxidants?” *Mol Aspects Med*, 24, 363-9, (2003).
- Luo Q, Cai Y, Yan J, Sun M. and Corke H., “Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*” *Life Sci.*, 76(2), 137–149, (2004).
- Maiani G, Caston MJ, Catasta G, Toti E, Cambrodon IG, Bysted A ... Böhm, V., “Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans”, *Mol Nutr Food Res* 53(2), 194-218, (2009).
- Maughan, T., “Goji in the Garden”, *Extension Fruit Specialist*, (2015).
- 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).
- Miller, N.J., Sampson, J., Candeias, L.P., Bramley, P.M. and Rice-Evans, C.A., Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Letters*, 384, 240-242, (1996).
- 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).
- Muller, H., “Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruits by HPLC and photodiode array detection”, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 204, 88-94, (1997).
- Murakami, A., Nakashima, M., Koshihara, T., Maoka, T., Nishino, H., Yano, M., Sumida, T., Kim, O.K., Koshimizu, K., Ohigashi, H., “Modifying effect of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes” *Cancer Lett*, 149,115-123, (2000).
- Mocan, A., Zengin, G., Simirgiotis, M., Schafberg, M., Mollica, A., Vodnar, D. C., ... and Rohn, S., “Functional constituents of wild and cultivated Goji (*L. barbarum* L.) leaves: phytochemical characterization, biological profile, and computational studies”, *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 32(1), 153-168, (2017).

- Namitha, K.K., and Negi, P.S., "Chemistry and biotechnology of carotenoids". *Crit Rev Food Sci Nutr*, 50, 728-760, (2010).
- Nizamlıoğlu, M.N., Nas, S., "Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler;Yapıları ve Önemleri", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1 (5), 20-35, (2010).
- Oliver, J. and Palou, A., "Chromatographic determination of carotenoids in foods", *J Chromatogr*, 881, 543-555, (2000).
- Özkan, M. ve Cemeroğlu, B., "Karotenoidler: Özellikleri ve Gıdalarda Uygulamaları. *Gıda Tekn.*, 2 (11), 34-44, (1997).
- Pai, P., Habeeba, P., and Ullal, S., "Evaluation of hypolipidemic effects of *Lycium barbarum* (Goji Berry) in a murine model", *J Nat Rem*, 13, 4-8, (2013)
- Pharmacopoeia, J., "Pharmaceutical and Food Safety Bureau", Ministry of Health, Labour and Welfare, 1344, (2006).
- PDR., "Lycium berries (Go-Qi-Zi) *Lycium barbarum*", PDR for Herbal Medicines (pp. 541-542). (Fourth ed). Montvale, NJ: Thompson Healthcare Inc ,541-542, (2007).
- Peng, Y., Ma, C., Li, Y., Leung, K.S., Jiang, Z.H., and Zhao, Z., "Quantification of zeaxanthin dipalmitat and total carotenoids in Lycium fruits", *Plant Foods Hum Nutr*, 60(4), 161-164, (2006).
- Potterat, O., "Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*) phytochemisrtry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity", *Planta Med*, 76, 7-19, (2010).
- Rock, CL., "Carotenoids: Biology and Treatment". *Pharmacology Ther.*, 75 (3), 185-197, (1997).
- Redgwell, R.J., Curti, D, Wang, J, Dobruchowska, J.M., Gerwig, G.J., Kamerling, J.P., Bucheli, P. "Cell wall polysaccharides of Chinese Wolfberry (*Lycium barbarum*): Part 1. Characterisation of soluble and insoluble polymer fractions", *Carbohydrate Polymers*, 84 (4): 1344-1349, (2011).
- 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).

Saldamlı İ. and Sağlam F. Vitamins and Minerals. Ch. 6. In: “Food Chem” 3rd Ed. İ. Saldamlı (Ed), Hacettepe University Publications, Ankara, Turkey. (2007).

Sanchez, C, Baranda, A.B., De Maranon, I.M., The effect of High Pressure and High Temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables. *Food Chem.* 163: 37–45, (2014).

Setiawan, B., Sulaeman, A., Giraud, D.W., Driskell, J.A., “Carotenoid Content of Selected Indonesian Fruits”, *J Food Comp Anal*, 14,169-176. (2001).

Shah, T., Blue, M., and Niaz, K., “Goji Berry (*Lycium barbarum*)-A Superfood”, *Plant and Algae Extract*, 3-8, (2019).

Sharoni, Y., Danilenko, M., Walfisch, H.A., Amir, H., Nahum, A., Ben-Dor, A., Hirsch, K., Khanin, M., Steiner, M., Agemy, L., Zango, G. and Levy, J., “Role of gene regulation in the anticancer activity of carotenoids”, *Pure Appl Chem*, 74, 1469-1477, (2002).

Shi, R., Liu, Y., Zhao, S., Liu, J., Weng, Y., and Cao, Y., “The effects of Ren Shen, Huang Qi, and *Lycium barbarum* on senile mice's cardiac muscle b receptors”, *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 29(6), 389–391, (1997).

Singleton, V.L., Rossi, J.R., “Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic -phosphothungstic acid”, *Am J Enol Vitic.*, 16, 144-158, (1965).

Surai, P.F., MacPherson, A., Speake, B.K., and Sparks, N.H., Designer egg evaluation in a controlled trial. *Eur J Clin. Nutr*, 54, 298–305, (2000).

Stahl, W., Sies, H., “Bioactivity and protective effects of natural carotenoids” *Biochim Biophys Acta*, 1740, 101– 107, (2005).

Tang, W.M., Chan, E., Kwok, C.Y., Lee, Y.K., Wu, J.H., Wan, C.W., and Chan, S.W., “A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit”, *Infl ammopharmacology*, 20, 307–314, (2012).

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

Tian, M., and Wang, M., “Studies on extraction, isolation and composition of *Lycium barbarum* polysaccharides”, *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi (China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy)*, 31(19), 1603–1607, (2006).

- Turner, T., Burri, B.J, Jamil, K.M., and Jamil M., “The effects of daily consumption of β -cryptoxanthin-rich tangerines and β -carotene-rich sweet potatoes on vitamin A and carotenoid concentrations in plasma and breast milk of Bangladeshi women with low vitamin A status in a randomized controlled trial”, *Am J Clin Nutr*, 98,1200-1208, (2013).
- Umeno, D., Arnold, F.H., A C35 Carotenoid biosynthetic pathway, *Appl Environ Microbiol*, 69, 3573-3579, (2003).
- Von Elbe, J.H, Schwartz, S.J., *Colorants in "Food Chem"*, 10: 651–722, (1996).
- Voutilinen, S., Nurm, T., Mursu, J., and Rissanen, T.H., “Carotenoids and cardiovascular health”, *Am J Clin Nutr*, 83, 1265-1271, (2006).
- Yang, X., Bai, H., Cai, W, Li, J., Zhou, Q., Wang, Y., Han, J., Zhu X., Dong M., and Hu, D., “*Lycium barbarum* polysaccharides reduce intestinal ischemia/reperfusion injuries in rats”, *Chem Biol Interact*, 204(3), 166-172, (2013).
- Yamaguchi, M., “Role of carotenoid β -cryptoxanthin in bone homeostasis”.*J Biomed Sci*, 19, 36, (2012).
- Yeum, J.K., Aidini, G., Russell, R.M., and Krinsky, R., “Antioxidant/Pro-oxidant actions of carotenoids”, *Nutr health*, 236-268, (2009).
- Yılmaz, G., ve Kınay, A., “Goji Beri (*Lycium barbarum* L.) Fidesi Üretimine Farklı Ortamların Etkileri”, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, (2016).
- Young, A.J., Lowe, G.M., “Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids” *Arch Biochem Biophys*. 385,7-20, (2001).
- Yu, H., Wark, L., Ji, H., Willard, L., Jaing, Y., Han, J ... and Lin, D., “Dietary wolfberry upregulates carotenoid metabolic genes and enhances mitochondrial biogenesis in the retina of db/db diabetic mice”, *Molecular nutrition & food research*, 57(7), 1158-1169, (2013).
- Wang, H., Lau, B. W. M., Wang, N. L., Wang, S. Y., Lu, Q. J., Chang, R. C. C., and So, K., “F. *Lycium barbarum* polysaccharides promotes in vivo proliferation of adult rat retinal progenitor cells”, *Neural regeneration research*, 10(12), 1976, (2015).

- Wang, Y., Chen, H., Wu, M., Zeng, S., Liu, Y., and Dong, J., “Chemical and genetic diversity of wolfberry. *In Lycium Barbarum and Human Health*, 1-26, (2015).
- Wilska, J., “Food colorants, Chemical and functional properties of food components”, *by Taylor, Francis Group, LLC*: 245-274, (2007).
- Wu, J.N., “Fructus Lycii/Barbary wolfberry fruit in An Illustrated Chinese material medica” New York, New York: Oxford University Press. 402-403, (2005).
- Wu, H.T., He, X.J., Hong, Y.K., Ma, T., Xu, Y.P., and Li, H.H., “Chemical characterization of Lycium barbarum polysaccharides and its inhibition against liver oxidative injury of high-fat mice”, *International J Biol Macromol*, 46(5), 540-543, (2010).
- Zhang, M., Chen, H., Huang, J., Li, Z., Zhu, C., and Zhang, S., “Effect of lycium barbarum polysaccharide on human hepatoma QGY7703 cells: inhibition of proliferation and induction of apoptosis”, *Life sci*, 76(18), 2115-2124, (2005).
- Zhao, R., Li, Q. W., Li, J., and Zhang, T., “Protective effect of Lycium barbarum polysaccharide 4 on kidneys in streptozotocin-induced diabetic rats”. *Can J Physiol Pharmacol*, 87(9), 711–719, (2009).
- Zhu, Y.P., “Gou Qi Zi. Chinese Materia Medica Chemistry”, *Pharmacology and Applications*, Amsterdam, Netherlands: Harwood Academic Publishers. 642–646, (1998).
- Xin, Y.F., Zhou, G.L., Deng, Z.Y., Chen, Y.X., Wu, Y.G., Xu, P.S., Xuan, Y.X., “Protective effect of *Lycium barbarum* on doxorubicin-induced cardiotoxicity”, *Phytother Res*. 21, 1020–1024, (2007).

6. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pınar ŞENGÜN

Doğum Yeri ve Tarihi : Salihli 13.07.1995

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : psengun13@posta.pau.edu.tr

İletişim Adresi : Emirhacılı Mah. Emirhacılı Sok. No:10
Salihli/MANİSA

Yayın Listesi :

• Kadakal., Ç, Batu, H., Tepe, K.T., **Şengün, P.**, and Otağ F.B., 2018, “Which One May Be The Best Quality Parameter Risky Foods In Terms of Mold: Aflatoxins, Patulin, Ochratoxin A And Ergosterol”, Agriculture Food, 159-169, (2018).