



T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARAMUK (*BERBERİS CRATAEGINA* DC.) MEYVESİNDEN  
DOĞAL GIDA BOYA ELDESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
EREN AŞAM**

**Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE**

**HAZİRAN – 2015**

**T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAMUK (*BERBERİS CRATAEGINA* DC.) MEYVESİNDEN  
DOĞAL GIDA BOYA ELDESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
EREN AŞAM  
( 142101109 )**

**Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE**

**HAZİRAN – 2015**

**T.C.**  
**TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAMUK (*BERBERİS CRATAEGINA* DC.) MEYVESİNDEN**  
**DOĞAL GIDA BOYA ELDESİ**

**EREN AŞAM**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 16/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/ oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

**İmza:**.....

**İmza:**.....

**İmza:**.....

Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE  
(T.Ü)  
**DANIŞMAN**

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ  
(T.Ü)  
**ÜYE**

Doç. Dr. Esin KAYA  
(M.Ş.Ü)  
**ÜYE**

Bu tez, Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

**NOT:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Bu çalışmada doğal gıda boyası için Tunceli ili ve ilçelerinde, özellikle de Hozat ilçesinde tarımı olmaksızın doğal koşullarda yetişen, renk yoğunluğu yüksek karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesi kullanıldı. Karamuk meyvesinin ve meyveden elde edilen gıda boyasının bazı parametreleri araştırıldı. Elde edilen gıda boyası farklı gıda örneklerine uygulanarak pH ve renk değişimi değerleri belirlendi. Çalışma kapsamında karamuk meyvesinin toplam kuru madde (TKM), % kül, suda çözünür kuru madde (briks), toplam fenolik madde (TFM), kateşin, kafeik asit, kumarik asit, kuersetin, fuktoz, glikoz miktarı, pH, su aktivitesi ( $a_w$ ), DPPH (2,2-difenil-1-pikril hidrazil) radikali temizleme aktivitesi değerleri belirlendi. Fenolik bileşiklerin miktarları ve şeker analizleri HPLC cihazı ile toplam fenolik madde ve DPPH radikali temizleme aktivitesi UV-GB spektrofotometresi kullanılarak belirlendi. Ayrıca elde edilen gıda boyasının kararlılığını etkileyen bazı parametreler araştırıldı.

Karamuk meyvesinin TKM miktarı  $37.2 \pm 0.9$  g/100 g, toplam kül miktarı  $1.01 \pm 0.05$  g/100 g, pH değeri  $3.25 \pm 0.03$ , su aktivitesi değeri  $0.95 \pm 0.01$ , suda çözünür kuru madde değeri  $27.4 \pm 0.2$  g/100 g olarak tespit edildi. Karamuk meyve suyunun DPPH radikali temizleme aktivitesi  $72.8 \pm 1.6$  olarak, TFM miktarı ise  $7.90 \pm 0.16$  mg GAE/g olarak belirlendi. Karamuk meyve suyunun renk analizi yapıldı ve  $L^*$  değeri  $19.0 \pm 0.7$ ,  $a^*$  değeri  $0.084 \pm 0.034$ ,  $b^*$  değeri  $0.684 \pm 0.051$  olarak tespit edildi. Karamuk meyve suyunun şeker içeriği ve miktarı araştırıldı. Meyve suyunda fruktoz içeriği  $5.46 \pm 0.03$  g/100 mL, glukoz içeriği  $6.60 \pm 0.05$  g/100 mL olarak tespit edildi. Karamuk meyve suyunun fenolik kompozisyon içeriği ve miktarları araştırıldı. Meyve suyundaki kateşin miktarı  $658 \pm 13$  mg/L, kafeik asit miktarı  $1170 \pm 32$  mg/L, kumarik asit miktarı  $16.7 \pm 1.4$  mg/L, kuersetin miktarı  $44.5 \pm 2.7$  mg/L olarak tespit edildi.

Karamuk meyvesinden elde edilen gıda boyasının pH, sıcaklık ve ortam oksijenine karşı duyarlılıkları araştırıldı. pH değişimi karşısında doğal rengini kaybettiği gözlemlendi. pH artışı karşısındaki stabilitesinin düşük olduğu ölçüm yapılan her pH değerindeki absorbanstan tespit edildi. pH değeri 5 ve üzerindeki değerlerde yapılan ölçümlerde UV-GB spektrofotometresi yaklaşık 515 nm dalga boyunda absorban değeri belirleyemediği gözlemlendi. Gıda boyasının sıcaklık artışı karşısında doğal rengini koruduğu ve stabilitesindeki değişiminin düşük olduğu absorban değişiminden tespit edildi. Gıda boyasının ortam oksijenine karşı doğal rengini koruduğu ve stabilitesini koruduğu absorban değişiminden tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Karamuk (*Berberis crataegina* DC.), Doğal gıda boyası, Renk, pH, Sıcaklık, Ortam oksijeni

## ABSTRACT

### Obtained Natural Food Dye From Barberry

In this study, barberry fruit (*Berberis cretaegina* DC.) which has high colour intensity, grown in natural conditions without cultivation was used for natural food colouring around of Tunceli province and its counties, especially in Hozat county. Some parameters barberry fruit and dye obtained from barberry fruit were searched. Also, pH and colour change parameters were determined by applying produced food dye to the different food samples. In this study, total dry matter (TDM), ash (%), soluble solid % (brix), total phenolic material (TPM), catechin, caffeic acid, coumaric acid, quercetin, fructose, glucose contents; also pH, water activity (aw), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavening activity of barberry fruit were determined. Phenolic compounds were determined by using HPLC, TFM and DPPH radical scavening activity were determined by using UV-VIS spectrophotometer. It was also investigated some parameters affect the stability of the obtained food dye.

The amount of TDM  $37.2\pm 0.9$  g/100 g, total ash  $1.01\pm 0.05$  g/100 g, pH  $3.25\pm 0.03$ , water activity  $0.95\pm 0.01$ , soluble solid  $27.4\pm 0.2$  g/100 g were determined in barberry fruit. DPPH radical scavening activity of barberry fruit juice was obtained as  $72.8\pm 1.6\%$  while the amount of TPM as  $7.90\pm 0.16$  mg GAE/g. Colour analysis of barberry fruit juice were made and  $L^*$  value was determined as  $19.0\pm 0.7$ ,  $a^*$  value as  $0.084\pm 0.034$ ,  $b^*$  value as  $0.684\pm 0.05$ . Sugar content of barberry fruit juice was detected as  $5.46\pm 0.03$  g/100 mL fructose,  $6.60\pm 0.05$  g/100 mL glucose. The content of phenolic composition and amounts of barberry fruit juice were investigated. The amount of catechin in the juice was observed as  $658\pm 13$  mg/L, caffeic acid as  $1170\pm 32$  mg/L, the amount of coumaric acid as  $16.7\pm 1.4$  mg/L, the amount of quercetin as  $44.5\pm 2.7$  mg/L.

The sensitivities of food dye produced from barberry fruit against pH, temperature, air oxygen were searched. It was observed that natural food dye could not keep its natural colour in pH changing and lost its natural colour easily. The stability of food dye is low, it was determined from the absorbance of the measurement. In the measurement made at pH 5 and greater than pH 5, it was observed that UV-GB spectrophotometer was unable to determine absorbance value at about 515 nm wave length. It was seen that food dye could keep its natural colour against heating increase. It was seen that the changing of its stability against temperature increase was low. Furthermore, it was observed from absorbance changing that food colouring kept its natural colour over exposing air oxygene, the changing in the stability of the food colouring exposed to the air oxygene was low.

**Keywords:** Barberry (*Berberis crataegina* DC.), Natural food dye, pH, Temperature, Air oxygene

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve önerileri ile çalışmalarına ışık tutan ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE'ye tüm yardımları için teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince motivasyonumu yüksek tutmamı sağlayan bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Muharrem İNCE'ye, çalışma kapsamında kullanılan meyvenin tür tayininin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mehmet YAVUZ PAKSOY'a, çalışmalarım süresince yardımlarından dolayı Arş. Gör. Kadir BAYRAMBAŞ'a, Arş. Gör. Emrah KARAKAVUK'a, Arş. Gör. Ali EROĞLU'na, Arş. Gör. Zeynep DERELİ EROĞLU'na, Arş. Gör. Işıl GÜRSUL'a, Uzm. A. Burcu KURTULGAN'a, değerli arkadaşım Seval KAYA'ya Ali TONÇ'a, Onur ÖZTÜRK'e, Gülnur Çelik'e ve yüksek lisan eğitimim süresince yanımda olan desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli dostum Heysem Suat BATU'ya, ayrıca maddi manevi desteğini esirgemeyen ve hep yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

**Eren AŞAM  
TUNCELİ-2015**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>X</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Karamuk ( <i>Berberis crataegina</i> DC.) Meyvesi ve Özellikleri .....	2
1.2. Işık ve Işığın Algılanması .....	4
1.3. Gıda Boyaları .....	4
1.3.1. Sentetik Gıda Boyaları .....	6
1.3.2. Doğala Özdeş Gıda Boyalar .....	9
1.3.2.1. Karamel .....	9
1.3.2.2. Klorofilin Bakır Kompleksleri .....	10
1.3.3. Doğal Renk Maddeleri .....	10
1.3.3.1. Klorofiller .....	13
1.3.3.2. Karotenoidler .....	14
1.3.3.3. Betalainler .....	16
1.3.3.4. Turmerik .....	18
1.3.3.5. <i>Monascus</i> .....	19
1.3.3.6. İridoidler .....	20
1.3.3.7. Kermes .....	21
1.3.3.8. Karmin .....	22
1.3.3.9. Antosiyaninler .....	23
1.3.3.9.1. Antosiyanin Sağlık İlişkisi .....	27
<b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>29</b>
2.1. Materyal .....	29
2.1.1. Karamuk ( <i>Berberis crataegina</i> DC.) Meyvesinin Temini ve Gıda Boyası Eldesi .....	29
2.1.2. Renklendirilecek Gıdalar .....	31
2.2. Metot .....	31
2.2.1. Toplam Kuru Madde Tayini .....	31
2.2.2. Toplam Kül Tayini .....	32
2.2.3. pH Tayini .....	33
2.2.4. Su Aktivitesi Analizi Tayini .....	34
2.2.5. Renk Tayini .....	34
2.2.6. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini .....	35
2.2.7. DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini .....	36

2.2.8.	Folin Ciocalteu Yöntemi ile Toplam Fenolik Madde Tayini .....	36
2.2.9.	Şeker Kompozisyonu Tayini .....	37
2.2.10.	Fenolik Bileşiklerin Tayini .....	38
2.2.11.	Gıda Boyasına Bazı Parametrelerin Etkisi .....	39
2.2.11.1.	Gıda Boyasına pH'ın Etkisi .....	40
2.2.11.2.	Gıda Boyasına Sıcaklığın Etkisi .....	40
2.2.11.3.	Gıda Boyasına Ortam Oksijeninin Etkisi .....	41
2.2.12.	Renklendirilen Gıdalara Yapılan Analizler .....	41
2.2.12.1.	pH Tayini .....	41
2.2.12.2.	Renk Tayini .....	42
<b>3.</b>	<b>BULGULAR .....</b>	<b>45</b>
3.1.	Toplam Kuru Madde Tayini .....	45
3.2.	Toplam Kül Miktarı Tayini .....	45
3.3.	pH Tayini .....	45
3.4.	Su Aktivitesi Tayini .....	45
3.5.	Renk Tayini .....	45
3.6.	Suda Çözünür Kuru Madde Tayini .....	46
3.7.	DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Değerlerindeki Değişmeler .....	46
3.8.	Folin Ciocalteu Yöntemi ile Toplam Fenolik Madde Tayini .....	47
3.9.	Şeker Kompozisyonu Tayini .....	47
3.10.	Fenolik Bileşiklerin Tayini .....	50
3.11.	Gıda Boyasına Bazı Parametrelerin Etkisi .....	54
3.11.1.	Gıda Boyasına pH'ın Etkisi .....	55
3.11.2.	Gıda Boyasına Sıcaklığın Etkisi .....	57
3.11.3.	Gıda Boyasına Ortam Oksijeninin Etkisi .....	58
3.12.	Renklendirilen Gıdalarda Yapılan Analizler .....	59
3.12.1.	pH Tayini .....	59
3.12.2.	Renk Tayini .....	59
3.13.	Analizi Yapılan Parametrelerin Korelasyon Analizi .....	59
<b>4.</b>	<b>TARTIŞMA .....</b>	<b>62</b>
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>ÖNERİLER .....</b>	<b>67</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>73</b>



## SEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. İnsan gözünün algılaya bildiği ışığın elektromanyetik tayftaki yeri .....	4
Şekil 1.2. Klorofil moleküllerinin moleküler yapısı .....	13
Şekil 1.3. Bazı önemli karotenoidlerin kimyasal yapıları .....	15
Şekil 1.4. Betalainin biyosentezi .....	17
Şekil 1.5. Betasiyanin ve betaksantinlerin kimyasal yapıları .....	17
Şekil 1.6. Turmerik ürünlerinin üretim akış şeması .....	18
Şekil 1.7. <i>Curcumin</i> ve analoglarının kimyasal yapıları .....	19
Şekil 1.8. <i>Monascus</i> pigmentlerinin kimyasal yapıları .....	20
Şekil 1.9. Bazı iridoid pigmentlerinin kimyasal yapıları .....	21
Şekil 1.10. Kermesik asit ve lak pigmentlerinin açık formülleri. ....	22
Şekil 1.11. Dişi ve erkek kosinal böcekleri .....	23
Şekil 1.12. Antosiyanidinlerin genel yapısı .....	24
Şekil 1.13. Doğada yaygın olarak bulunan önemli antosiyanidinler .....	25
Şekil 3.1. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit kalibrasyon grafiği .....	47
Şekil 3.2. Karışım halinde hazırlanmış fruktoz, glukoz, sakkaroz standartlarının kromotogramları ve HPLC-RID piklerinin yakından görünümü .....	48
Şekil 3.3. Fruktoz, glikoz ve sakkaroz standartlarının kalibrasyon eğrisi .....	49
Şekil 3.4. Fruktoz ve glikoz piklerinin tespit edildiği karamuk meyvesine kromatogramı .....	50
Şekil 3.5. Katesine ait kalibrasyon grafiği .....	51
Şekil 3.6. Kafeik asite ait kalibrasyon grafiği .....	51
Şekil 3.7. Kumarik asite kalibrasyon grafiği .....	52
Şekil 3.8. Kuersetine ait kalibrasyon grafiği .....	52
Şekil 3.9. Karamuk meyve suyunda tespit edilen bazı fenolik bileşikler ve HPLC52 kromotogramları .....	53
Şekil 3.10. Geniş dalga boyu aralığında (190-900 nm) örneğin iki farklı miktarının ayrı ayrı spektrum taraması .....	54
Şekil 3.11. Geniş dalga boyu aralığının da (190-900 nm) örneğin iki farklı miktarının spektrumlarının beraber gösterimi .....	55
Şekil 3.12. Gıda boyasının pH değişimi sonucu elde edilen UV-GB spektrumları .....	56
Şekil 3.13. Gıda boyasının bazı sıcaklıklardaki (400-600 nm dalga boyu aralığında) UV-GB Spektrometrede sonuçları .....	57
Şekil 3.14. Gıda boyasının zamana karşı ortam oksijenine gösterdiği absorbanans değişimini gösteren UV-GB spektrum sonuçları .....	58

## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. FDA ve Avrupa Birliği tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen sentetik renk maddeleri .....	7
Tablo 1.2. Kullanımı yasaklanan yapay renk maddeleri .....	8
Tablo 1.3. Bazı sentetik renk maddelerinin sağlık üzerinde olan yan .....	8
Tablo 1.4. Bakır klorofil komplekslerinin kullanıldığı gıda maddeleri ve kullanım miktarları .....	10
Tablo 1.5. Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen doğal kaynaklı boyalar ....	11
Tablo 1.6. FDA tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen, sertifikaya tabi olmayan doğal renk maddeleri .....	12
Tablo 1.7. Klorofillerin gıda sanayinde kullanım alanları ve izin verilen maksimum kullanım düzeyleri .....	14
Tablo 1.8. Ticari öneme sahip bazı karotenoid kaynakları .....	16
Tablo 1.9. Kırmızı pancar ürünlerinin gıda sanayinde bazı kullanım alanları .....	18
Tablo 1.10. Turmerik ürünleri ve gıda katkısı olarak kullanımları .....	19
Tablo 1.11. Doğal olarak bulunan antosiyanidinler ve bazı yapısal özellikleri .....	26
Tablo 2.1. Toplam fenolik madde tayini için yapılan pipetlemeler ve işlem basamakları	37
Tablo 2.2. Fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan çözücü programlaması .....	39
Tablo 3.1. Karamuk meyvesine yapılan bazı analizler ve sonuçları .....	46
Tablo 3.2. Karamuk meyvesinin DPPH radikali temizleme aktivitesi analiz sonucu .....	46
Tablo 3.3. Karamuk meyvesi toplam fenolik madde miktarı .....	47
Tablo 3.4. Karamuk meyve suyunda tespit edilen şekerler ve miktarları .....	50
Tablo 3.5. Karamuk meyvesinde tespit edilen fenolik bileşikler ve miktarları .....	53
Tablo 3.6. Gıda boyasının pH artışı karşısında absorbons değişimi .....	55
Tablo 3.7. Gıda boyasının sıcaklık değişimi sonucu elde edilen absorbons değerleri .....	57
Tablo 3.8. Ortam oksijenine maruz kalan gıda boyasının zamana karşı absorbons değerşimi .....	58
Tablo 3.9. Renklendirilen örnekler ve pH analizi sonuçları .....	60
Tablo 3.10. Renklendirilen örneklerin renk ölçüm sonuçları .....	60
Tablo 3.11. Karamuk meyvesinin ölçülen parametreleri arasındaki korelasyon .....	61

## RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 1.1. Karamuk bitkisi ve dalından toplanmış meyvesi .....	3
Resim 1.2. Antosiyanin miktarı yüksek ahududu ve karayemiş meyvesi .....	27
Resim 2.1. Karamuk bitkisi ve dalında karamuk meyvesi .....	29
Resim 2.2. Liyofilizatör cihazı ve meyve özünün kurutma çalışmasına dair bir fotoğraf	30
Resim 2.3. Toz haline getirilmiş karamuk özü fotoğrafı .....	30
Resim 2.4. Toplam kuru madde tayinin yapıldığı vakumlu etüv .....	32
Resim 2.5. Toplam kül tayininin yapıldığı kül fırını .....	33
Resim 2.6. Su aktivitesi tayin cihazı .....	34
Resim 2.7. Renk ölçer .....	35
Resim 2.8. Suda çözünür kuru madde analizinin yapıldığı refraktometre .....	35
Resim 2.9. Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizlerinin yapıldığı spektrometre .....	37
Resim 2.10. Analizin gerçekleştirildiği HPLC (High Performance Liquid Chromatography) cihazı .....	38
Resim 2.11. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde 0.1 g toz örnekle hazırlanan çözelti .....	39
Resim 2.12. pH artışına karşı antosiyaninlerin renk stabilitesindeki değişim .....	40
Resim 2.13. Analiz sırasında kullanılan manyetik karıştırıcı, örneğin alındığı enjeksiyon ve ölçümün yapıldığı spektrofotometre .....	41
Resim 2.14. Saf su renklendirilmesine ait çalışma .....	42
Resim 2.15. Gazlı içeceğin (gazoz) renklendirilmesine ait çalışma .....	42
Resim 2.16. Elma suyunun renklendirilmesine ait çalışma .....	43
Resim 2.17. Enerji içeceğinin renklendirilmesine ait çalışma .....	43
Resim 2.18. Ayran renklendirilmesine ait çalışma .....	43
Resim 2.19. Yoğurdun renklendirilmesine ait çalışma .....	44

## KISALTMALAR

- $a^*$  : Kırmızılık-Yeşillik Değeri  
 $a_w$  : Su Aktivitesi  
 $b^*$  : Sarılık-Mavilik Değeri  
DPPH : 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil  
FDA : U.S. Food And Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Derneği)  
GAE : Gallik Asit Eşdeğeri  
GMP : Good Manufacture Practises  
HMF : Hidroksimetil Furfural  
HPLC : Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi  
 $L^*$  : Parlaklık Değeri  
THI : Tetrahidroksibütilimidazol  
WHO : World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

## 1. GİRİŞ

İnsanlar yeryüzünde bir renk uyumu içinde yaşarlar ve çevresindeki nesnelere alışık gelmiş renkleriyle görmeyi beklerler ancak bu durumun tersi bir durum söz konusu olursa bir eksikliğin olduğu izlenimine kapılırlar (Velioglu, 1987). Renk nesnenin kendisine özgü bir özelliği değildir, bünyenin yüzeyinden yansiyarak göze ulaşan ışığın bir fonksiyonudur. Nesnenin yüzeyine ulaşan ışığın, nesnenin ışığı yansıtma veya soğurma özelliğine bağlı olarak oluşur. İnsan gözü tarafından algılanan rengin, duyusunun oluşmasında nesnelere yansıyan ışığın içerisindeki baskın dalga boyu ve baskın dalga boyuna karışan diğer dalga boylarının karışımıyla ilgilidir (Aras, 2002). Renk nesneyi işaret türünden sınıflandırır ya da sembolik olarak gösterebilir. İnsanlar renk hassasiyeti bu kadar gelişmişken nesnelere işaret yönünden sınıflandırırken gıdalarında alışık oldukları temel hammaddenin renk özelliğini yansıtmasını ister (Aras, 2002; Velioglu 1987). Rengin lezzet algısını gösteren bir araştırma 1980 yılında Walford tarafından yapılmıştır. Duyusal deneyde, eğitilmiş panelistlere çikolata lezzeti katılmış beyaz bir dondurma ile vanilya lezzeti katılmış kahverengi dondurma sunulmuş ve lezzetinin tanımlamalarını istenmiştir. Bu duyusal analiz sonucunda panelistler beyaz renkli dondurmanın vanilyalı, kahverengi renkli olanın ise çikolatalı olduğuna karar vermişlerdir (Walford, 1980).

Tarihte ilk olarak Mısırlıların gıdaları, boyar madde ile renklendirdikleri bilinmektedir. Yaklaşık olarak 3500 yıl kadar önce “khand” adı verilen boyanmış şeker Büyük İskender’e Hindistan’dan Avrupa’ya döndüğünde hediye olarak sunulmuştur. Yakın tarihimizde ise ilk olarak 1856 yılında “anilin moru” adlı boyar maddenin sentezi ile sentetik boya maddelerinin üretimine başlanmıştır (Saldamlı, 2007). Bunu takip eden yıllarda, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 1956 yılında 40 ülkeyi kapsayan ve 114 sentetik renk maddesi ile 50 doğal renk maddesini içeren listeyi onaylayarak gıda sanayinde gıda boyalarının kullanılmasının önünü açmıştır. Daha sonraki yıllarda endüstriyel ilerlemelere paralel olarak hızla gelişen teknolojinin yeni üretim teknikleri geliştirmesi ve tüketici beğenisinin zamanla çeşitlilik kazanması sonucunda gıda boyalarının besin endüstrisinde kullanılması da hız kazanmıştır (Saldamlı, 1998).

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimi insan yaşamına hız kazandırmış bunun sonucunda da beslenme alışkanlıkları etkilenecek hazır gıda tüketimi yaygınlaşmıştır. Hazır gıdaların yaygınlaşması ve yüksek miktarda hazır gıda üretilmesine rağmen, bu gıdalarda

kullanılacak doğal renklendirici maddelerinin üretim miktarı artan talebi karşılayamamıştır. Doğal renk maddelerine göre yapay renk maddelerinin renk verme gücü, renk aralıkları ve stabiliteleri daha yüksek olmasından dolayı sentetik boyaların gıda sanayinde kullanımı yaygınlaştırmıştır. Ancak sentetik gıda renklendiricilerin toksikolojik ve ekolojik nedenler bağlı olarak yasaklanması doğal renklendiricilerin kullanımının pazardaki payını her geçen yıl daha da arttırmıştır (Henry, 1980; Bechtold ve Mussak, 2009).

Günümüzde gıda katkı maddelerinin kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır. Rengin tüketim alışkanlığı üzerindeki somut etkisi dikkate alındığında, sağlık açısından faydalı ve toksikolojik etki yaratmayacak doğal gıda boyalarının kullanımı çok önemlidir. Önemli doğal boyaların başında antosiyanin kökenli boyalar gelmektedir. Antosiyaninlerin gıdalarda renk maddesi olarak kullanılması gıdanın çekiciliğini artırmaya yönelik olsa da antosiyanin kaynaklı gıda boyalarının tercihinin yüksek olması sağlık açısından olumlu etkilerinin olmasından dolayıdır (Longo ve Vasapollo, 2006; Castañeda ve ark., 2009). Doğada, antosiyanin kaynağı olarak birçok bitki türünün bazı kısımları özellikle de meyvesi insanlar tarafından tüketilmektedir (Bechtold ve Mussak, 2009). Antosiyanin pigmenti bakımından zengin meyvelere örnek verilmesi gerekirse; karayemiş, ahududu, karadut gibi koyu renkli meyvelere verilebilir. Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesi de antosiyanin içeriği bakımından zengin olan bir meyvedir. Bu çalışma kapsamında doğal renk maddesi elde etmek için karamuk meyvesi kaynak olarak tercih edildi.

### **1.1. Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) Meyvesi ve Özellikleri**

Yetiştirme alanı başta Asya olmak üzere Avrupa ve Kuzey Amerika'nın bir çok bölgesinde, küresel olarak da daha çok kuzey ılıman bölgelerde, ülkemizde ise Kuzey Anadolu Bölgesi'nde tarımı yapılmaksızın kendiliğinden yetişen ve 450'den fazla türü olan, gelişim olarak en fazla 2 m boy uzunluğuna ulaşabilen, çalı görünümlü, dikenli, çiçekli ve ağaççık şeklindeki bitkilere kadıntuzluğu (*Berberis vulgaris*) adı verilir. Berberis cinsini oluşturan bu türlerin bazıları her mevsim yeşil, bazı türleri de kışın yapraklarını döken dikenli çalılardır. Yaprakları sap tabanından gelişen ve son derece sert dikenlere sahip olan bu bitkinin dikenleri dalların üzerinde demetler oluşturan yaprakların sap tabanından çıkar. Bu nedenle kadıntuzlukları "diken üzümü" diye de adlandırılır. Meyvesi

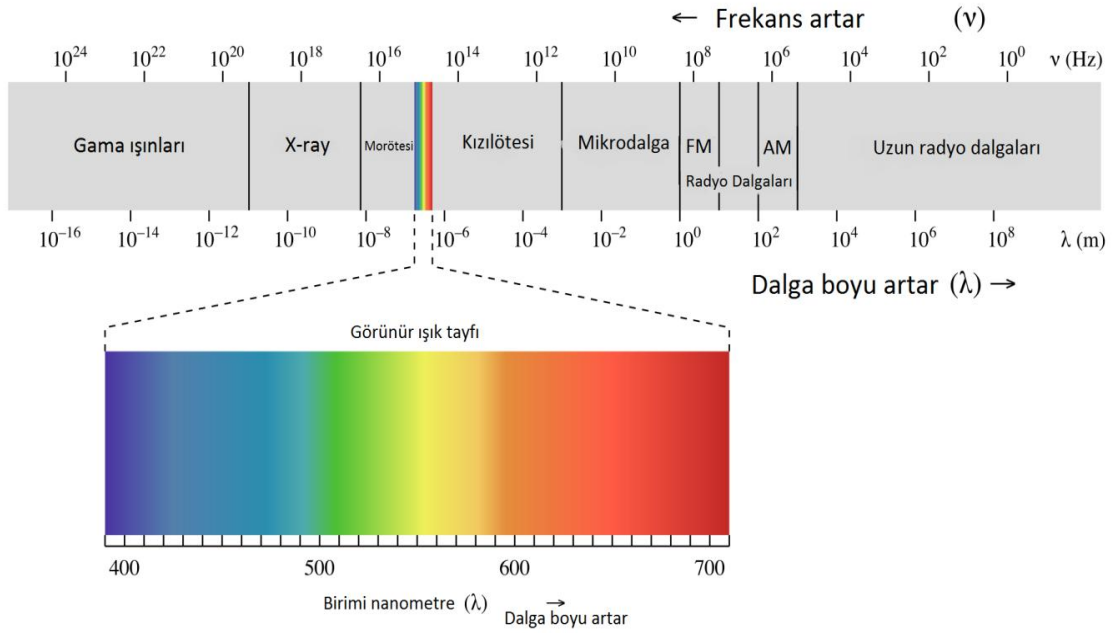
bir ya da birden çok çekirdek içeren etli meyvelerdir. Bazı türlerinde meyveler tek tek bulunurken bazılarında üzüm salkımı şeklinde görülür. Türkiye ve İrana özgü olan kadıntuzluğu türü “karamuk diken” (*Berberis crataegina*) ismiyle bilinir. *Berberis vulgaris* ile hemen hemen aynı boylardadır. Ama sonbaharda kararır meyveleri ve diken yapısından kolayca ayırt edilebilir. Gövdesi ve kökün iç kısmı sarı renktedir. Meyveleri olgunlaşınca siyah renk alır. Anadolu'nun değişik yörelerinde karamuk, yıldı çalı, amberparis, tavşan ekmeği, diken üzümü gibi isimleriyle de adlandırılmaktadır. *Berberis vulgaris* ve *Berberis crataegina* gibi türleri geniş bir alana yayılmıştır. Türkiye'nin hemen hemen her yöresinde rastlanan karamuk en çok İzmir, Ankara, Kırklareli, Kastamonu, Çankırı, Sivas, Niğde, Kayseri ve Konya yöresinde kendiliğinden yetişir (Baytop, 1999). Resim 1.1'de karamuk bitkisi ve meyvesi gösterilmiştir. Meyveleri (*Berberis crataeginae*), tanen, organik asitler (malik, tartik, sitrik asitleri) ve yüksek oranda askorbik asit (C vitamini) ile antosiyanin içermektedir (Baytop, 1999; Gedikli, 2006).



**Resim 1.1.** Karamuk bitkisi (1,2) ve dalından toplanmış meyvesi (3)

## 1.2. Işık ve Işığın Algılanması

Elektro manyetik bir dalga olan ışık, aydınlattığı nesnenin algılanmasını sağlar. Bir ışık demeti cismin üstüne düştüğünde bir kısmı yansırken bir kısmı cisim tarafından emilir. Bu iki olay aynı anda gerçekleşir. Yansıyan ışık dalgaları ve buna eşdeğer olan renk gözle algılanır (Başoğlu, 2014). Dış koşullara bağlı olarak renkler farklı algılanabilir. Aynı renk doğrudan gelen veya doğrudan gelmeyen ışık altında farklı renkte algılanabilir. Fakat insan görme duyusu ışığın kaynağına uyum sağlayarak rengin aynı renk olarak algılanmasını sağlayabilir. Göz, üç temel renk olan kırmızı, yeşil ve mavi renge tepki verir. Göz, kırmızı, yeşil ve mavi gibi temel renkler dışındaki diğer renkleri, bu renklerin farklı karışımları şeklinde algılar (Cino, 2004). Şekil 1.1'de insan gözünün algılayabildiği ışığın elektromanyetik tayftaki yeri ve dalga boyu aralığı gösterilmiştir. İnsan gözü tarafından algılanan renkler 380-770 nm arasındaki dalga boyunda beliren renklerdir.



Şekil 1.1. İnsan gözünün algılayabildiği ışığın elektromanyetik tayftaki yeri (Yıldız ve ark., 2014)

## 1.3. Gıda Boyaları

Renk gıdanın çekiciliğinde önemli bir role sahiptir. Tüketicinin gıdanın kalitesi hakkındaki ilk izlenimi rengi ile ilgilidir (Saldamlı ve Uygun, 2004). Tüketiciler,



tüketeceği gıda maddelerinde alışlagelmiş bir renk beklentisi içindedir. Gıda hammaddeleri ürüne işlenirken az ya da çok renk kaybı olmaktadır. Teknolojik olarak üründe standart renk oluşturmak açısından da renk maddeleri önemlidir (Anonymous, 2002). Tüketicinin tüketeceği gıdayı seçiminde rengin öneminin büyük önem taşıması gıdaların daha da çekici hale getirilmesi ve tüketme isteğini artırması amacıyla bazı sentetik veya doğal boyalar kullanılmaktadır. Ancak insan sağlığı ve güvenilir gıda açısından sağladığı bazı avantajlar ve kabul edilebilirlik nedeniyle son yıllarda daha çok doğal gıda boyaları tercih edilmektedir. Gıdalara bir katkı maddesi olarak gıda boyalarının eklenmesinin birçok nedeni vardır. Bu nedenlerden bazıları şunlardır:

1. Üretim aşamasında ısı işlem uygulanan (örneğin meyvelerin konserveye işlenmesi) ya da üretim sonrası depolama süresinde, gıdaların doğal renginin tahrip olması nedeniyle gıdanın doğal rengini korumak,
2. Doğal yetiştirme mevsiminin farklı zamanlarında elde edilen gıdanın farklı renk yoğunluğundaki tonlarından elde edilecek yeni işlenmiş gıdalarda kendine has orijinal renk yoğunluğunda standardizasyonunu sağlamak,
3. Gıdalara daha çekici bir görünüm kazandırmak,
4. Aromalı içecekler, soslar veya meyveli yoğurt gibi renginin, tüketicilere; ürünün tadını ve aromasını çağrıştıracakları gıdalarda uygulanmaktadır. Özellikle de ürünün renginin beklenenden daha zayıf olduğu durumlarda renk yoğunluğunun artırılmak istenmesi,
5. İşlenmiş gıdaların depolanması sırasında tat, aroma ve ışığa duyarlı vitaminlerinin korunmasına yardımcı olmak,
6. Gıdanın tanınabilirliğini sağlamak veya rengine bağlı özgünlüğünün muhafaza etmek,
7. Renk, duyuşsal olarak gıda kalitesinin önemli bir işareti olduğundan gıdanın kabul edilebilirliğini arttırmaya yardımcı olmak amacıyla dışarıdan boya ilavesi yapılmaktadır (Newsome, 1986; Kırca, 2004).

Şekerleme gibi bazı ürünlerin renginin düzeltilmesi için şarap veya bazı bitkisel özler ilave edilmiştir. Zamanla sanayinin gelişmesine paralel olarak gıda sanayi de hızlı bir değişime uğramıştır. Gıda sanayinde de gıdaların renklendirilmesi amacıyla da kırmızı kurşun ( $Pb_3O_4$ ), civa sülfür ( $HgS$ ) veya bakır arsenat ( $CuAsO_4$ ) gibi mineral ve metal bazlı bileşiklerin kullanımı yoluna gidilmiştir. Zaman içinde zararları sonradan tespit edilen bu tip toksik kimyasallar, gıda endüstrisinde şekerleme ve salamura gibi çok farklı gıdalarda kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, kullanılan bu toksik bileşiklerin zehirlenmelere hatta

ölümlere neden olduğunu ortaya koymaktadır. Gıda boyaları; sentetik, doğala özdeş ve doğal boyalar olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır (Downham ve Collins, 2000).

### 1.3.1. Sentetik Gıda Boyaları

Sentetik renklendiriciler, kimyasal formları itibariyle doğada bulunmayan ancak kimyasal sentez yoluyla üretilen renk maddeleridir (Griffiths, 2005; Erdoğan, 2007). Ayrıca, gıdalara kolayca karıştırılabilen ve gıdalarda istenmeyen tat ve koku gibi duyu kusurlarına sebep olmayan gıda katkı maddeleridir (Downham ve Collins, 2000). Son yıllarda tüketici sağlığı açısından uygun bulunan ve gıdalara ilave edilmesine izin verilmeyen, doğal olmayan boyaların sayıları azalmasına rağmen, çok çeşitli sentetik gıda boyaları, düşük maliyetleri, yüksek etkinliği ve mükemmel dayanıklılığına bağlı olarak gıda sanayinin her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Griffiths, 2005; Erdoğan, 2007). Doğal renklendiricilerle karşılaştırıldığında renk verme güçleri, renk aralıkları, dayanıklılıkları, kullanım kolaylıkları ve maliyet düşüklüğü gibi faktörler açısından üstünlük sağlamaktadırlar. Yapay renklendiriciler çok yüksek oranlarda suda çözünme özelliğine sahiptirler. Pek çoğu ısıya, ışığa, asitlere, alkalilere ve koruyucu maddelere karşı dayanıklıdır (Dinç, 2007; Erdoğan, 2007). Tarihte ilk sentetik gıda boyası olan “muavine” 1856 yılında Sir William Henry Perkin tarafından geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Sonraki yıllarda geliştirilen diğer sentetik boyalar tam olarak sanayinin beklentilerini karşılayacak şekilde, kolay üretilir olması, ucuz olması, gıdalara kolay karışabilmesi, renklendirici özelliklerinin çok iyi olması ve bunu yaparken istenmeyen tat ve koku gibi duyu kusurlarını oluşturmaması sentetik boyaların tüm dünyada geniş bir kullanım alanı bulmasını sağlamıştır (Downham ve Collins, 2000).

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte yaşama kültürü olan şehirleşme hız kazanmaya başlamış ve bunun bir sonucu olan hazır gıda tüketimi yaygınlaşmıştır. Hazır gıdaların yüksek miktarda üretilmesine rağmen, bu gıdalarda kullanılacak doğal renklendirici maddelerinin üretim miktarı artan talebi karşılayamamıştır. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla; kurşun ve bakır tuzları, bakır sülfat gibi çeşitli kimyasal maddeler gıdalarda renk maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu toksik boyar maddelerle, gıdaların renklendirilmesine bağlı olarak İngiltere’de birçok ölüm vakası tespit edilmiştir. Artan renk maddeleri talebini karşılaması için yapay renk maddeleri üzerinde çalışmalar arttırılmıştır. Sentetik renk maddelerinin keşfedildiği ve üretildiği 19. yüzyılın ortalarından

itibaren, bu boyalar geleneksel olarak kullanılan doğal renk maddelerinin yerini almış ve günümüze kadar pek çok yapay renk maddesi sentezlenmiştir (Henry, 1980). Tablo 1.1’de FDA (U.S. Food and Drug Administration) ve Avrupa Birliği tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen sentetik renk maddeleri listelenmiştir.

**Tablo 1.1.** FDA ve Avrupa Birliği tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen sentetik renk maddeleri (Saldamlı, 1998)

Renk Maddesi	Renk	E-kodu	FDA Numarası	Yasal Düzenlemeler		
				AB	ABD	T.C.
Erytrosine	Parlak pembe/Kırmızı	E127	FD &C Red No.3	+	+	+
Brilliant blue FCF	Turkuaz mavisi	E133	FD &C Blue No.1	+	+	+
Indigotin	Deniz mavisi	E132	FD &C Blue No.2	+	+	+
Tartrazine	Limon sarısı	E102	FD &C Red No.3	+	+	+
Quinoline yellow	Limon sarısı	E104	FD &C Yellow No.5	+	-	+
Allura red	Turuncu-kırmızı	E129	FD &C Yellow No.6	+	+	+
Yellow 2G	Sarı	E107	---	+	-	+
Ponceau 4R	Çilek kırmızısı	E124	---	+	-	+
Carmoisine	Kırmızısı	E122	---	+	-	+
Amaranth	Magenta kırmızısı	E123	FD &C Red No.2	+	-	+
Red 2G	Parlak pembe	E128	---	+	-	+
Patent blue	Turkuaz mavi	E131	---	+	-	+
Green S	Yeşilimsi mavi	E142	---	+	-	+
Brown FK	Kırmızı kahverengi	E154	---	+	-	+
Chocolate Brown HT	Çikolata kahvesi	E155	---	+	-	+
Black PN	Violet siyah	E151	---	+	-	+

Gıdalara ilave edilen renk ajanları yasal düzenlemelere göre sertifikalı ve sertifikasız renk maddeleri başlığı altında iki alt başlığa ayrılmaktadır. 12 Haziran 1960 tarihinde yasa haline getirilen renk katkıları listesi, iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, her türlü araştırması tamamlanmış, herhangi bir sakıncası görülmemiş ve kullanımına izin verilmiş renk katkı maddeleri yer almaktadır. İkinci bölümde ise değişken bir liste yer almakta, bu değişken listeye girmiş olan renk katkı maddeleri kullanımı ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak herhangi bir renk katkı maddesi, sertifikalı boyalar listesinde yer almasına rağmen bununla ilgili bir sorun ortaya çıktığında ikinci listeye alınarak, renk katkı maddesi hakkındaki araştırmalar yenilenmektedir (Erdoğan, 2007). Sertifikalı renk maddelerinin hepsi yapay kaynaklı boyalar olup, kullanıldıkları gıdalarda stabil özellik göstermekte ve ürüne konuldukları miktarlarında zamana bağlı bir azalma görülmemektedir. Boyalar ve lake boyalar (pigmentler) da bu grupta yer almaktadırlar. Doğal boya maddeleri ise sertifikasız boya maddeleri grubunda yer almaktadırlar (Çakmakçı ve Çelik, 1995). Tablo 1.2’de kullanımı yasaklanan bazı yapay

renk maddeleri Tablo 1.3'te bazı sentetik renk maddeleri ve sağlık üzerindeki yan etkileri gösterilmiştir.

**Tablo 1.2.** Kullanımı yasaklanan yapay renk maddeleri (Aksan, 2005)

Yapay Renk Maddeleri	Yasaklanma Yılı	Oluşturduğu Sağlık Problemi
Butter Yellow	1919	Toksik, sonrası karaciğer kanserine yol ağtığı tespit edildi.
Green 1	1965	Karaciğer kanseri
Orange 1	1956	Organ hasarı
Orange 2	1960	Organ hasarı
Orange B	1978	Kanser
Red 1	1961	Karaciğer kanseri
Red 2	1976	Kanserojen
Red 4	1976	Yüksek düzeyde köpeklerde adrenal korteks hasarına neden olmakta. 1965 yılında Maraschino kirazlarında ve bazı haplarda kullanıldı. Halen haricen uygulanan ilaç ve kozmetikte kullanılması izin verilmektedir.
Red 32	1956	İç organlarda hasarlar ve zayıf kanserojen, 1956 yılından beri Citrus Red 2 ismi ile sadece turuncu rengi vermek amacıyla kullanılmaya devam etmektedir (2ppm).
Sudan	1919	Toksin, daha sonra kanserojen olduğu bulundu.
Violet 1	1973	Kanserojen (Yenilmek üzere kesilmiş sığır etleri üzerinde Tarım Bölümünün denetim mührü olarak kullanılırdı.)
Yellow 1 ve 2	1959	Yüksek dozlarda barsak lezyonları
Yellow 3	1959	Yüksek dozlarda kalp hastalıkları
Yellow	1959	Yüksek dozlarda barsak lezyonları

**Tablo 1.3.** Bazı sentetik renk maddelerinin sağlık üzerinde olan yan etkileri (Doğruiyol, 2006)

E-Kodu	Adı	Renk	Yan etkisi
E102	Tartrazin	Sarı-portakal rengi	Alerji
E104	Kinolin sarısı	Sarı-portakal rengi	Alerji, kanser, böbrek bozukluğu
E110	Sunset yellow	Sarı-portakal rengi	Alerji, kanser
E122	Karmosin/Azorubin	Kırmızı	Alerji, kanser, doğumsal kusurlar
E123	Amaran	Kırmızı	Alerji
E124	Ponceau 4R	Kırmızı	Alerji
E127	Eritrosin BS	Kırmızı	Alerji
E131	Patent Blue V	Mavi	Alerji
E132	İndigo karmin/İndigotin	Mavi	Alerji
E133	Brilliant Blue FCF	Mavi	Alerji, kanser
E153	Carbon Black/Vegetable Carbon (Charcoal)	Kahverengi siyah	Alerji

### 1.3.2. Doğala Özdeş Gıda Boyaları

Doğala özdeş gıda boyaları, doğal kaynaklardan çeşitli proseslerle üretilirler. Klorofilin bakır kompleksi veya karameller bu grupta yer almaktadır (Çakmakçı ve Çelik, 1995).

#### 1.3.2.1. Karamel

Gıdalara duyuşsal olarak hem lezzet hem de renk veren karameller, kırmızımsı-kahverengi veya kahverengi-siyah renklerde viskoz sıvı veya higroskopik toz maddelerdir. Karameller en eski ve sanayide en çok kullanılan gıda boyaları arasında yer almaktadırlar (Chappel ve Howell, 1992). Karameller, üretiminde uygulanan yöntem ve kullanılan reaktantlar göz önüne alınarak dört sınıfa (Sınıf I, II, III ve IV) ayrılmıştır (Cunha ve ark., 2011). Karamel suda çözünmesine rağmen birçok organik çözücüde çözünmemektedir. Amerika'da üretilen karamelin %80'inden fazlası gıda sanayinde içeceklerin, içeceklerin içinde de özellikle kolaların ve alkolsüz biraların renklendirilmesinde tercih edilmektedir. Karamel, süt ürünleri, ön pişirme işlemine tabi tutulmuş veya kurutulmuş makarna ve eriştelere; taze et, piliç etleri, taze ve donmuş deniz ürünleri, krakerler, kakao ve çikolatalı ürünler, bebek mamaları, şekerler ve şuruplar, kahve ve çay gibi çok farklı gıdanın renklendirilmesinde kullanılmaktadır (Delgado ve Paredes, 2003). Karamelizasyon işlemi boyunca karamellerde oluşan ve düşük moleköl ağırlıklı bileşenler arasında yer alan 4-(5) metilimidazol (4-MeI) III. ve IV. sınıf karamellerde; 2-asetil-4(5)-tetrahidroksibütülimidazol (THI) sadece III. sınıfta tespit edilirken, 5-hidroksimetil furfural (HMF) ise tüm karamel sınıflarında bulunmaktadır (Delgado ve Paredes, 2003). Karamel markırları adı verilen bu bileşenlerden 4-MeI nörotoksik etki gösterirken, bazı *in vitro* çalışmalarda insan karaciğerinde karsinojen bileşiklere okside edilmesinde rol oynayan sitokrom P450 enzimini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Ekici, 2011). Yapılan bir diğere araştırmada ise 4-MeI'ün erkek ve dişi farelerde akciğere kanserini tetiklediği saptanmıştır. THI'ün bağışıklık sistemini baskıladığı, HMF'nin ise gözler, solunum sistemi, deri ve mukoz membranlarda hasara neden olduğu tespit edilmiştir (Cunha ve ark., 2011).

### 1.3.2.2. Klorofilin Bakır Kompleksleri

Klorofil pigmentinin stabilitesini güçlükle koruması ve suda çözünmemesi gibi nedenlerle bağı olarak kullanımı zor bir renklendiricidir. Ancak günümüzde “sodyum bakır klorofillin” ismiyle bilinen türevi tercih edilmektedir. Bu bileşik, klorofilin yapısındaki magnezyumun bakır ile yer değiştirmesi sonucu elde edilen klorofilin sodyum tuzudur. Mavi-yeşil renge sahip olan sodyum bakır klorofil suda kolay çözünür ve ısı işlem sırasında dokuların yeşil renginin korunmasını sağlar. Bileşimindeki bakırın toksik etki göstermeyecek kadar düşük konsantrasyon da olduğu rapor edilmiştir (Çakmakçı ve Çelik, 1995).

Türk Gıda Kodeksi, gıdalarda kullanılan renklendirici tebliğinde klorofillerin çok farklı gıda gruplarında kullanımına izin verilmiştir. Ancak, FDA bakır klorofil komplekslerinin, sodyum ve potasyum tuzlarının sadece dış macunlarında ve ilaçlarda kullanımına izin verirken, gıda katkı maddesi olarak kullanımına izin vermemektedir (Delgado ve Paredes, 2003). Kodekste bakır klorofil komplekslerinin kullanımına izin verdiği gıda maddeleri ve kullanım miktarları Tablo 1.4’te verilmiştir.

**Tablo 1.4.** Bakır klorofil komplekslerinin kullanıldığı gıda maddeleri ve kullanım miktarları (Delgado ve Paredes, 2003)

Gıda	Maksimum seviye (mg/kg)
Tahıl ve nişasta bazlı tatlılar	6.4
Piştirilmiş balık ve balık ürünleri	30
Çorba ve et suyu karışımları	GMP

\*:GMP; Doğru/İyi üretim uygulamaları (Good Manufacture Practises)

### 1.3.3. Doğal Renk Maddeleri

Mikrobiyal, bitkisel, hayvansal veya mineral kaynaklardan elde edilen pigmentlerdir. Renk aralığı sınırlı ve stabilitesi zayıf olan bu maddeler, zayıf renklendirme özelliğine sahiptir. Ayrıca ışık, sıcaklık, pH ve redoks ajanlarına karşı duyarlılığı fazla olup yapısal stabilitesi zayıftır. Gıdalarda 17. yüzyılın ortalarına kadar safran, havuç, dut, çiçek, bakır ve demir cevherlerini içeren mineraller, hayvansal ürünler ve sebzeler gibi doğal kaynaklardan elde edilen renk maddeleri kullanılmıştır. Geçmişte çeşitli şekillerde

kullanılan bu renk maddeleri, günümüzde gelişen teknoloji ve artan ihtiyaca bağlı olarak renklendirici özellikleri birçok doğal kaynağın araştırma konusu olmuş ve sanayiye kazandırılmıştır. Doğal renk maddelerinin çok az bir kısmı suda çözünebilmektedir. Bu da doğal renk maddelerinin renk çeşitliliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle yağda çözünen doğal renk maddeleri, uygun bir emülsifiye edici ajanla işlenerek su esaslı gıdalarda kullanılabilir bir yapıya dönüştürülebilmektedir (Dinç, 2007; Erdoğan, 2007).

Sentetik gıda renklendiricilerin toksikolojik ve ekolojik nedenlerle bağlı olarak yasaklanması doğal renklendiricilerin kullanımının pazardaki payının her yıl yaklaşık %4-6 oranında arttırmıştır (Bechtold ve Mussak, 2009). Tablo 1.5'te Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen doğal kaynaklı boyalar, Tablo 1.6'da sertifikaya tabi olmayan ve FDA tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen doğal renk maddeleri verilmiştir.

**Tablo 1.5.** Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilen doğal kaynaklı boyalar (Henry, 1992)

<b>E KODU</b>	<b>ADI</b>
E100	Kurkumin
E101	Riboflavin
E120	Koşina/Karminik asit/Karmin
E140	Klorofil
E141	Klorofilin bakır kompleksleri ve klorofilinler
E150	Karamel
E153	Bitkisel karbon
E160	(a) $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -karoten (b) Annoto ekstratları, biksin, norbiksin (c) Paprika (kırmızı biber) ekstraktı, kapsantin, kapsorubin (d) Likopen (e) $\beta$ -apo-8'-karotenol(C30)
E161	(a) Flavoksantin (b) Lutein (c) Kriptoksantin (d) Rubuksantin (e) Violaksantin (f) Rodoksantin (g) Kantaksantin
E162	Pancar kökü kırmızısı, betanin
E163	Antosiyaninler

**Tablo 1.6.** FDA tarafından gıdalarda kullanılmasına izin verilen, sertifikaya tabi olmayan doğal renk maddeleri (Code of Federal Regulations, 2003)

Renk Maddesi	Uygulama Alanı
73.30: Annatto ekstraktı	-*
73.35: Aksaktaksin	Sadece balık yeminde
73.40: Dehidre edilmiş pancar (pancar tozu)	-
73.50: Ultra marin mavi	Hayvan yemlerinde tuzun renklendirilmesi (max. %0.5)
73.75: Kantaksantin	Tavuk yemi (4.4mg/kg)
73.85: Karamel	-
73.90: $\beta$ -Karoten-8'-karotenol	33.05 mg/kg
73.95: $\beta$ -Karoten	-
73.100: Koşinal ekstraktı (Karmin)	-
73.140: Kızartılmış ve kısmen yağı uzaklaştırılmış, pişmiş çığit unu	-
73.160: Ferrous glukonat	Sadece olgun zeytinlerin renklendirmesi
73.165: Ferrous laktat	Sadece olgun zeytinlerin renklendirmesi
73.169: Üzüm ekstraktı	Sadece içecek dışındaki gıdalarda
73.170: Üzüm kabuğu ekstraktı (enocianina)	Gazlı ve gazsız içecekler, bira ve alkollü içecekler
73.185: <i>Haematococcus algae</i>	Sadece balık yeminde
73.200: Sentetik demir oksit	Sadece kedi ve köpek mamalarında
73.250: Meyve Suyu	-
73.260: Sebze Suyu	-
73.275: Kurutulmuş	Sadece tavuk yeminde
73.295: Tagetes (Aztec marigold) ekstraktı	Sadece tavuk yeminde
73.295: Havuç yağı	-
73.315: Mısır endospermi yağı	Sadece tavuk yeminde
73.340: Paprika	-
73.345: Paprika oleoresin	-
73.355: <i>Phaffia mayası</i>	Sadece tavuk yeminde
73.450: Riboflavin	-
73.500: Safran	-
73.600: Turmerik	-
73.615: Turmerik oleoresini	-

\*: GMP; Doğru/İyi Üretim Uygulamaları (Good Manufacture Practises)

Her ne kadar tüketici isteklerine bağlı olarak doğal gıda boyalarının kullanımı artmışsa da doğal boyaların kullanımında bazı parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bunlar şöyle özetlenebilir.

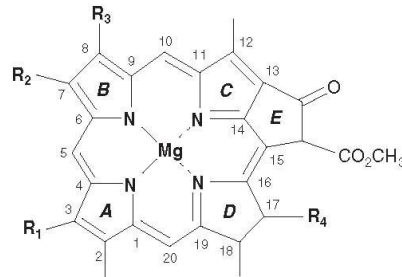
1. İçerisine renk maddesi ilave edilecek gıda ürününün üretileceği ülkelerdeki yasal düzenlemeler,
2. Gıda maddesinde arzu edilen renk tonu,
3. Renk maddesinin konulacağı gıdanın pH değeri (ortamın pH'sı doğal boyaların çoğunun renk stabilitesi ve tonunu etkilemekte ve stabilitesini çoğunlukla bozmaktadır),



4. Gıdanın yapısal formu, özellikle sulu bir yapıya sahip olup olmadığı ya da önemli ölçüde sıvı veya katı yağ içerip içermediği (örneğin, tanen ve proteinlerin varlığı, antosiyanin gibi bazı renk maddelerinin kullanımını sınırlandırmaktadır),
5. Proses şartları, özellikle üretim sırasında uygulanan sıcaklık derecesi ve işlem süresi,
6. Renk maddesi ilave edilen gıdanın ambalaj malzemesi bir başka önemli husustur. Çünkü ortam oksijeni ve ışık renk maddelerinin stabilesini etkileyen diğer dış faktörler arasındadır. Özellikle karetenoidler ortam oksijeninden ve ışıktan etkilenecek stabilitesini kaybetmektedir,
7. Daha çok sanayiye ilgilendiren bir hususta arzu edilen fiziksel form (örneğin, fiyat bakımından sıvı haldeki doğal boyalar genelde toz olanlardan daha pahalıdır),
8. Ürünün arzu edilen raf ömrü ve depolama koşulları dikkate alınmalıdır (Newsome, 1986; Henry, 1992).

### 1.3.3.1. Klorofiller

Klorofil yeşil bitkilerin renk kaynağıdır. Ayrıca forbinlerin, magnezyum kompleksli tuzlarıdır. Doğada fitos esterleri halinde bulunurlar. Asit, ısı ve bazı metal iyonlarının etkisi altında çeşitli türevlere dönüşerek klorofilin kendine özgü yeşil rengi kaybederler (Cemeroğlu, 2004). Klorofil a, b, c1, c2, c3 ve d olmak üzere 6 adet farklı formu mevcuttur (Bechtold ve Mussak, 2009). Kimyasal formülleri Şekil 1.2’ de verilirken Tablo 1.7’ de ise klorofilin gıda sanayinde kullanım alanları verilmiştir (Delgado ve Paredes, 2003).



	R1	R2	R3	R4
Klorofil ( a )	CH=CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COO-C <sub>20</sub> H <sub>39</sub>
Klorofil ( b )	CH=CH <sub>2</sub>	CHO	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COO-C <sub>20</sub> H <sub>39</sub>
Klorofil (c1)	CH=CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-COOH
Klorofil (c2)	CH=CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	CH=CH <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-COOH
Klorofil (c3)	CH=CH <sub>2</sub>	COOCH <sub>3</sub>	CH=CH <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-COOH
Klorofil ( d )	CHO	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COO-C <sub>20</sub> H <sub>39</sub>

\*: tüm klorofil c’ ler de D halkasında çift bağ vardır.

Şekil 1.2. Klorofil moleküllerinin moleküler yapısı (Bechtold ve Mussak, 2009)

Klorofil pigmentinin farklı yapısal formları diyet veya medikal amaçlı kullanımlar için üretilmektedir. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda klorofilin yara iyileşmesini hızlandırdığı ve bağışıklık düzenleyici özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Bechtold ve Mussak, 2009).

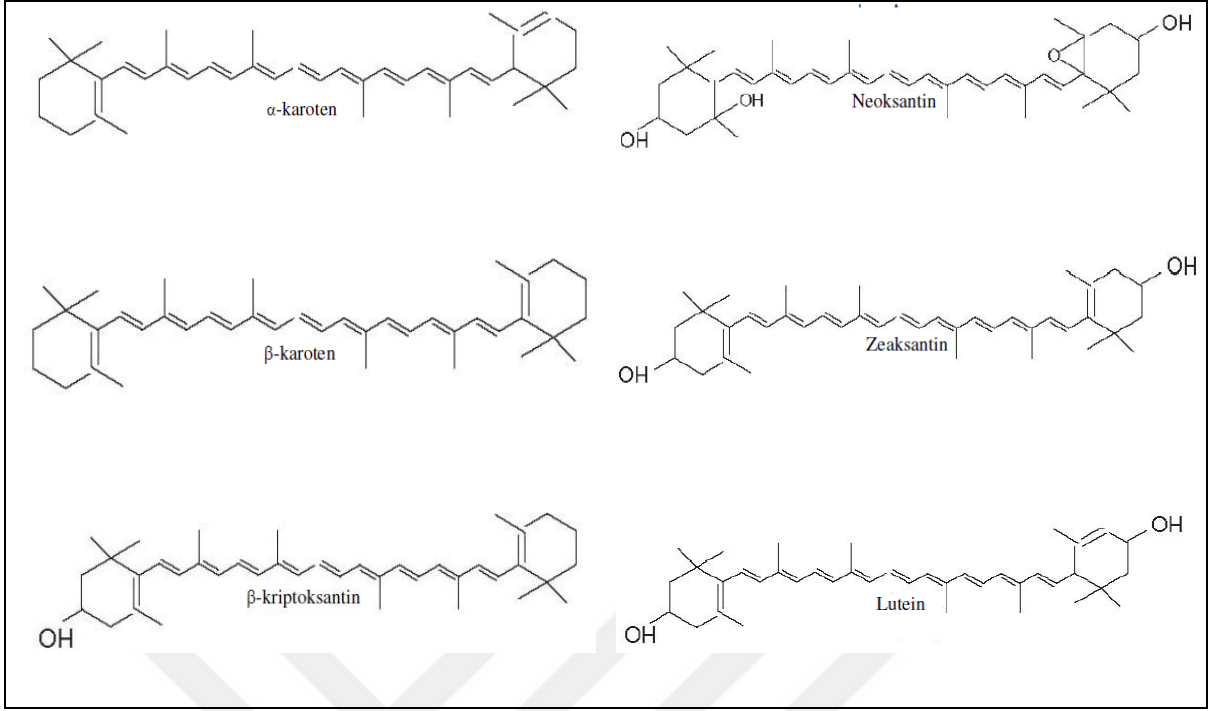
**Tablo 1.7.** Klorofillerin gıda sanayinde kullanım alanları ve izin verilen maksimum kullanım düzeyleri (Delgado ve Paredes, 2003)

Gıda	Maksimum Seviye
Süt ürünleri	GMP*
Meyve bazlı ezemeler (ekmeğe sürülen)	GMP
Katı ve sıvı yağlar	GMP
Ön pişirilmiş veya kurutulmuş makarna veya eriştelere	GMP
Taze et, piliç, av eti	1000 mg/kg
Taze deniz ürünleri	GMP
Piştirilmiş deniz ürünleri	GMP
Taze yumurta	GMP
Bebek mamaları	GMP

\*: GMP; Doğru/İyi Üretim Uygulamaları (Good Manufacture Practises)

### 1.3.3.2. Karotenoidler

Karotenoidler, bazı bitkisel ve hayvansal kökenli yapılara sarıdan kırmızıya kadar çeşitli tonlarda renk veren ve yağda çözünebilen renk maddeleridir. Karotenoidler, klorofil sayesinde fotosentez yapabilen canlılarda yaygın olarak bulunur ve hayvanlarda depolanan tüm karotenoidler için kaynak teşkil eder. Hayvan bünyesindeki karotenoidlerin bir kısmının retinole dönüştüğü bir kısmının ise yumurta sarısı, süt ve organellerde yağ içinde yer aldığı bilinmektedir (Miniotti ve ark., 2007). Karotenoidlerin renk verdiği bazı yapılar; kırmızı biber, havuç, domates, kayısı, şeftali, portakal gibi meyve ve sebzelerdir. Bazı yeşil bitkiler de karotenoid barındırmasına rağmen klorofil tarafından maskelenmektedir bu nedenle karotenoidde özgü renkleri fark edilmemektedir. Karotenoidler 8 izoprenoid ünitesinin yan yana dizilmesiyle 40 karbonlu bir iskeletten oluşmaktadır (Cemeroğlu, 2004). Kimyasal yapılarına göre karotenler ( $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -kriptoksantin) ve ksantofiller (lutein, zeaksantin, violaksantin, neoksantin, fukoksantin) olarak iki grupta toplanmaktadır (Delgado ve Paredes, 2003). Şekil 1.3'te bazı önemli karotenoidlerin kimyasal yapıları verilmiştir.



**Şekil 1.3.** Bazı önemli karotenoidlerin kimyasal yapıları (Bechtold ve Mussak, 2009)

Karotenoidlerin karakteristik, fiziksel ve kimyasal yapısal farklılıkları, yapılarında bulunan uzun, konjuge polien zincirinden kaynaklıdır. Konjuge polien zincir, karotenoidlerin ışık absorplama, fotokimyasal özelliğini ayrıca rengini şekillendirmektedir (Astor, 1997).

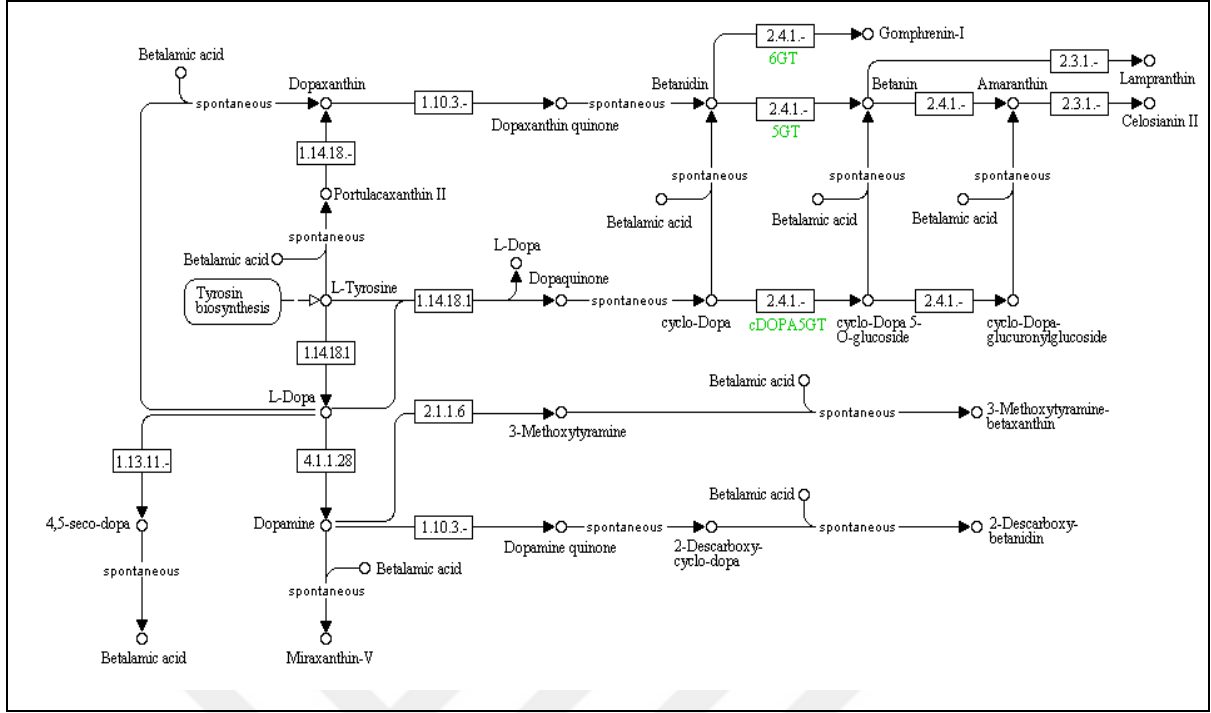
Karotenoidler, yüzyıllardır gıdaların renklendirilmesinde kullanılan doğal renk maddeleridir. Ticari açıdan öneme sahip olan karotenoid kaynakları Tablo 1.8’de verilmiştir. Gıdaların renklendirilmesinde en çok kullanılan karotenoidler; safran, kırmızı biber, bazı yapraklar ve kırmızı palm yağıdır. Karotenoidler antioksidan özelliğe sahip olmaları nedeniyle gerek insanların ve gerekse de hayvanların beslenmesinde önemli gıda bileşenleridir. Karotenoidler, yağda çözünme özelliğine sahip oldukları için, gıda endüstrisinde kullanımını, yağlarda (margarinler ve tereyağları) veya sulu gıdalarda (içecek ve konserve çorbalar) proteinlerle kompleks oluşturmuş formda ya da koloidal preparatlar halinde kullanılabilmektedirler (Delgado ve Paredes, 2003).

**Tablo 1.8.** Ticari öneme sahip bazı karotenoid kaynakları (Delgado ve Paredes, 2003)

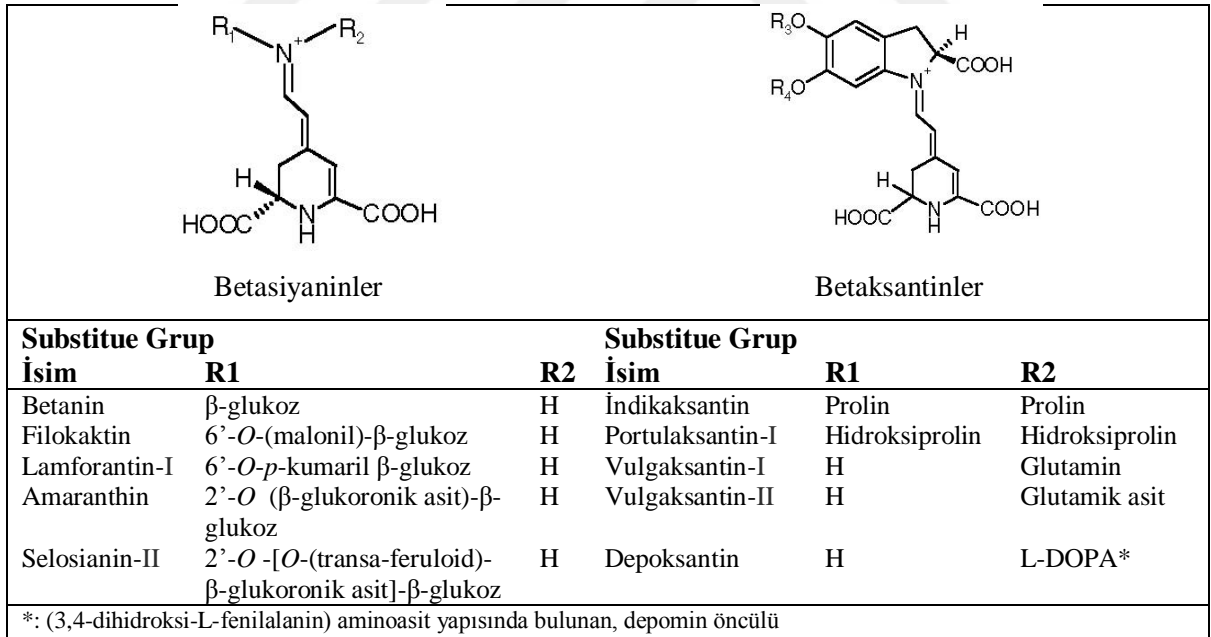
<b>Kaynak</b>	<b>Başat Karotenoidler</b>	<b>Kullanım Alanı</b>
Annotto ( <i>Bixa orellan</i> )	Biksin ve norbiksin	Gıda, kozmetik ve tekstil ürünlerinin renklendirilmesi
Karotenler (Sebzeler, sebze yağları, havuç, alfalfa)	$\beta$ -karoten	Hayvan yemi katkıları
<i>Dunaliella sp.</i>	$\beta$ -karoten	Gıda ve hayvan yemi katkıları, diyet takviyesi
<i>Haematococcus sp.</i>	Astaksantin	Hayvan yemi katkıları ve fonksiyonel gıda etmenleri
Marigold ( <i>Tagetes erecta</i> )	Lutein ve zeaksantin	Piliç ve balık yemi katkıları, oleoresin olarak saflaştırıldığında Avrupa’da gıda katkıları (makarna, sebze yağları, margarin, fırınlanan gıdalar)
Paprika ( <i>Capsicum annum</i> , kırmızı biber)	Kapsaksantin ve kapsorubin	Gıdalara (pizza, et, çorba, soslar, salata, sosları) renk ve tat vermek amacıyla baharat olarak kullanılmaktadır.
Safran ( <i>Crocus sativus</i> )	Krosantin ve krosin	Farmositik etkisi ve pahalı olması nedeni ile özel yemeklerde
Domates ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	Likopen ve $\beta$ -karoten	Domates direk tüketilebilirken, likopen farmositik etkisi nedeni ile gıdaya renklendirici amaçla kullanılmaktadır
Sentetik karotenoidler	$\beta$ -karoten, $\beta$ -apo-8'-karotenal, kantaksantin	Gıda ve hayvan yemi katkıları, diyet takviyesi

### 1.3.3.3. Betalainler

Betalainler, çeşitli aminoasitlerin bağlandığı bir piridin halkasından oluşurlar (Wilson, 1985). Betalainler, betasiyaninler (kırmızı-mor renkli) ve betaksantinler (sarı renkli) olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar gıda sanayinde 20. yüzyıldan itibaren renklendirici olarak kullanılmaktadır. Daha eski tarihlerde betanin içeren şekeriboyası (pokeberry) sularının, kırmızı şarabın rengini çekici hale dönüştürmek amacıyla kullanılmıştır. Özellikle kırmızı pancarın suyla ekstrakte edilmesiyle elde edilen ekstrakt %60-65 kuru madde içeriğine kadar konsantre edilip maltodekstrinle püskürtme kurutucularda toz forma dönüştürülerek kullanılmaktadır. Betalainler düşük miktarlarda bile yüksek renk yoğunluğuna sahip güçlü doğal renk pigmentleridir. Şekil 1.4’te betalainin üretim akış seması, Şekil 1.5’te betalainik asidin amonyum türevleri olan betalainlerin kimyasal yapıları verilmiştir.



Şekil 1.4. Betalainin biyosentezi (Er, 2011)



Şekil 1.5. Betasiyanin ve betaksantinlerin kimyasal yapıları (Delgado ve Paredes, 2003)

Betalainler, renkleri antosiyaninlere benzemektedir ancak antosiyaninler gibi pH'ya karşı duyarlılıkları yoktur ve bulunduğu ortamın pH değeri stabilitelelerini etkilemektedirler (Cemeroğlu, 2004). Gıda sanayinde süt ürünleri başta olmak üzere taze

etlere kadar çok çeşitli gıda maddelerinin renklendirilmesinde kullanılırlar. Betalainlerin gıda sanayinde bazı kullanım alanları ve kullanım miktarları Tablo 1.9’da verilmiştir.

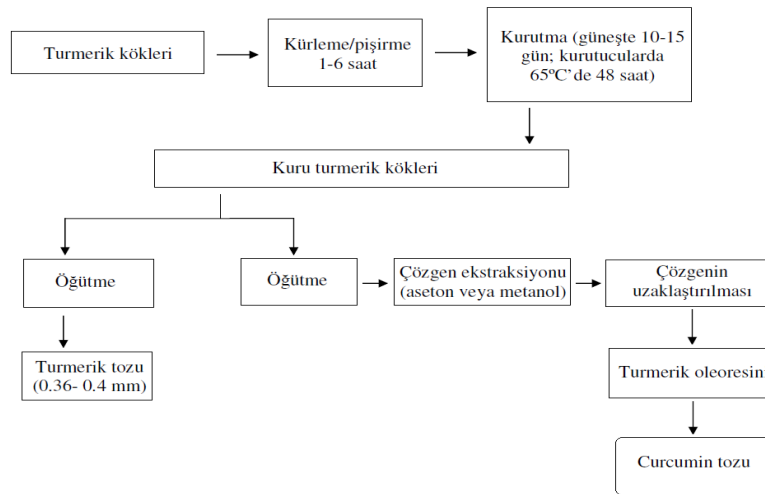
**Tablo 1.9.** Kırmızı pancar ürünlerinin gıda sanayinde bazı kullanım alanları (Delgado ve Paredes, 2003)

Gıda	Maksimum Seviye
Süt ürünleri	GMP*
Meyve bazlı ezme (ekmeğe sürülen)	GMP
Katı ve sıvı yağlar	GMP
Ön pişirilmiş veya kurutulmuş makarna veya eriştelere	GMP
Taze et, piliç, av eti	1000 mg/kg
Taze deniz ürünleri	GMP
Pişirilmiş deniz ürünleri	GMP
Taze yumurta	GMP
Bebek mamaları	GMP

\*: GMP; Doğru/İyi Üretim Uygulamaları (Good Manufacture Practises)

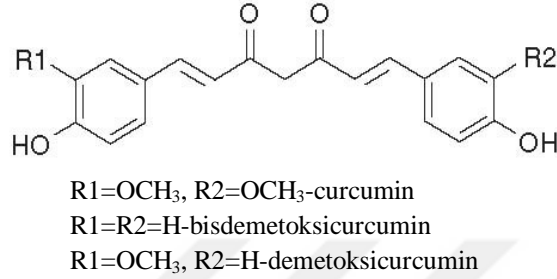
#### 1.3.3.4. Turmerik

Turmerik, gıdalara sarı renk verir (Delgado ve Paredes, 2003). *Zingiberaceae* ailesine mensup olan *Curcuma longa* (L.), Hindistan ve Güneydoğu Asya ülkelerinde yüzyıllardır kullanılan bir baharattır (Bechtold ve Mussak, 2009). Özellikle Avrupa ülkelerinde safranın düşük maliyetli bir muadili olarak kullanılan turmerik, Hint safranı olarak da adlandırılmaktadır (Hutchings, 1999). Ayrıca antimikrobiyel özelliği nedeniyle de önem taşımaktadır (Delgado ve Paredes, 2003). Turmerik ve turmerik oleoresinlerinin üretim akış şeması Şekil 1.6’da verilmiştir (Delgado ve Paredes, 2003).



**Şekil 1.6.** Turmerik ürünlerinin üretim akış şeması (Delgado ve Paredes, 2003)

*Curcum longa* (L.)'nin kök kısmında Curcuminoid adı verilen sarı renkli pigmentler bulunmaktadır. Curcuminoidlerin yapısında başta curcumin olmak üzere demetoksicurcumin ve bis- demetoksicurcumin bulunmakta olup, kimyasal yapıları Şekil 1.7'de verilmiştir. Bu renk pigmentleri suda çözünmezken, etanol gibi organik çözücülerde kolayca çözünebilmektedir (Bechtold ve Mussak, 2009).



Şekil 1.7. *Curcumin* ve analoglarının kimyasal yapıları (Bechtold ve Mussak, 2009)

Turmerik baharatının yılda yaklaşık olarak 15.000-20.000 ton civarında tüketimi olduğu belirtilmektedir (Bechtold ve Mussak, 2009). Gıda sanayinde turmerikin gıda katkısı olarak kullanım alanları Tablo 1.10'da gösterilmiştir. FDA tarafından Amerika'da turmerik kullanımı onaylanmış olmakla birlikte curcuminoid bileşenlerin kullanımına izin verilmemektedir (Delgado ve Paredes, 2003).

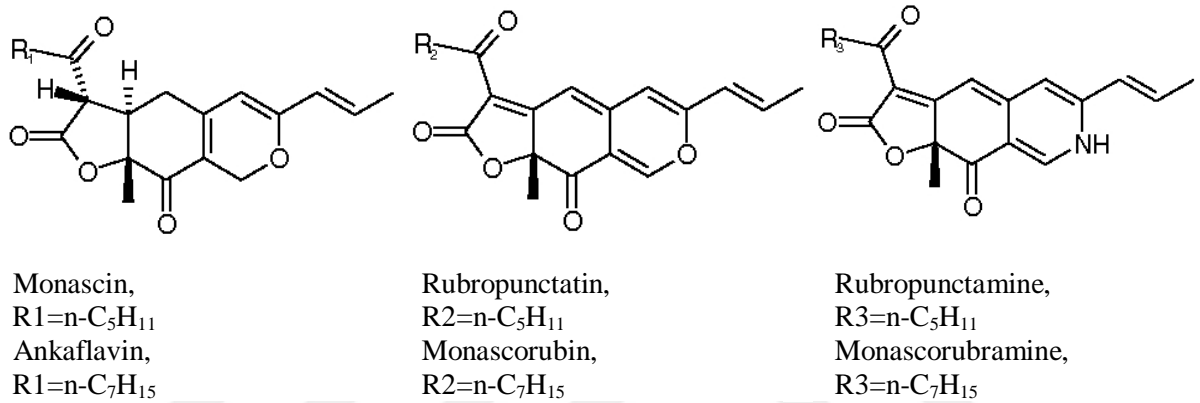
Tablo 1.10. Turmerik ürünleri ve gıda katkısı olarak kullanımları (Delgado ve Paredes, 2003)

Turmeriğin Formülü	Kullanım Alanı
Toz	Hardal macunları ve körü tozları
Oleoresin	Salatalık turşuları, mayonez, çeşni formülasyonlarında, limonata gibi alkol içermeyen içeceklerde, jelatinlerde, balık ve patates kroketlerinin panellerinde
Curcumin	İçecekler, jelatinler, peynir, tereyağı, dondurma gibi turmeriğin uygun olmadığı gıdalar

### 1.3.3.5. *Monascus*

*Monascus* karbonhidratça zengin floralarda yetişen taze, kurutulmuş veya diğer gıdaların içerisine ilave edilerek tüketilen bir mantar türüdür. *Monascus* türü; *M. pilosus*, *M. purpureus*, *M. ruber* olmak üzere üç alt gruba ayrılmaktadır (Hawksworth ve Pitt,

1983). Her üç alt grupta sekonder metabolizma ürünü olarak sarıdan başlayarak, oranj, kırmızı ve koyu kırmızıya kadar değişen farklı tonlarda renk maddeleri üretmektedir. *Monascus* pigmenti olarak bilinen renk bileşenleri en az 6 pigmentin karışımıdır (Wong ve ark., 1981). *Monascus* pigmentlerinin kimyasal formülleri Şekil 1.8’de verilmiştir. Poliketid yapısındaki pigmentler sarı (monaskin ve ankaflavin), turuncu (monaskorubin ve rubropunktamin) ve kırmızı (monascorubramin ve rubropunktamin) renklerde olabilmektedir. Kırmızı pigmentin asıl kaynağı *M. purpureus*’tur (Delgado ve Paredes, 2003).

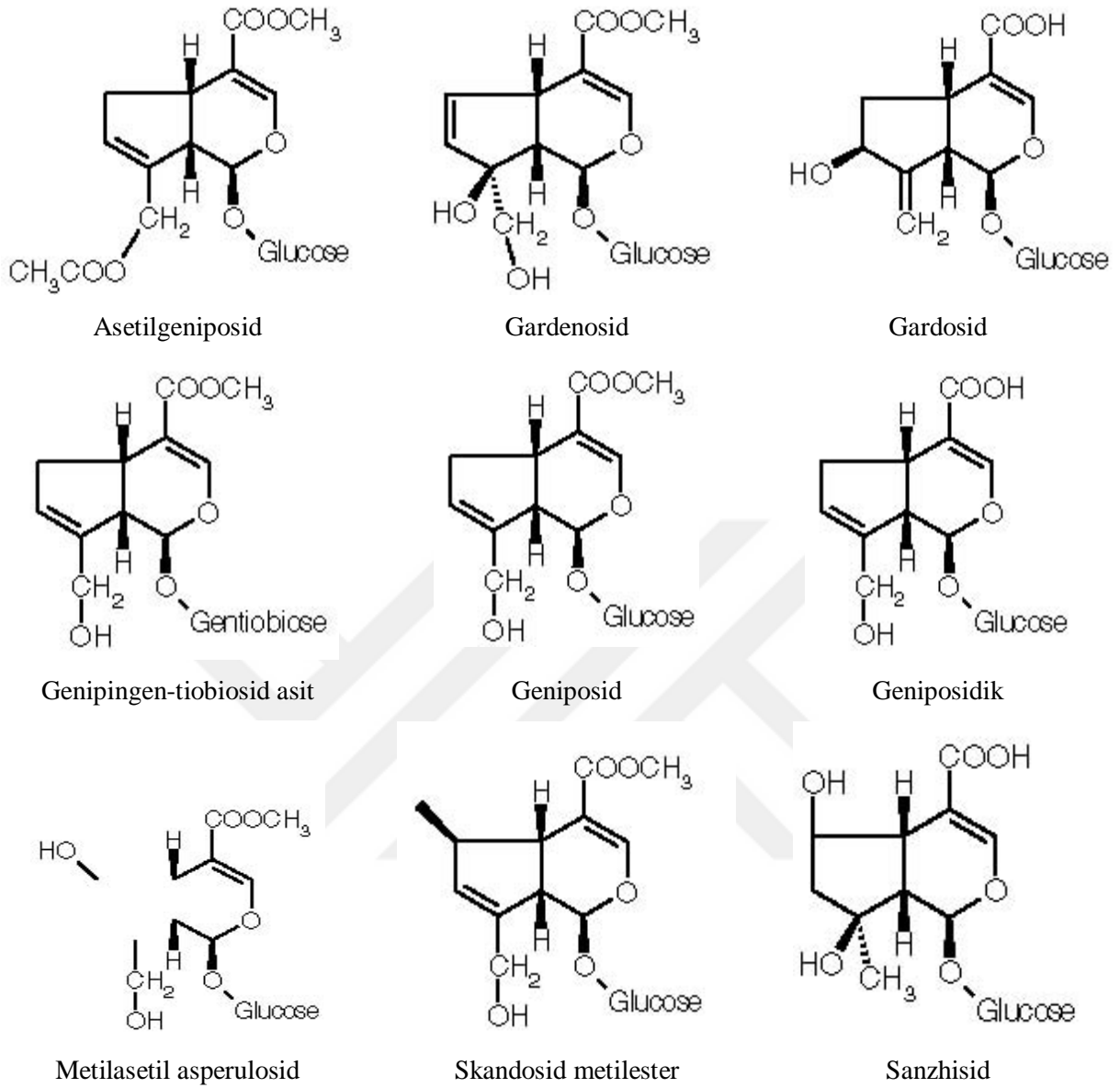


Şekil 1.8. *Monascus* pigmentlerinin kimyasal yapıları (Delgado ve Paredes, 2003)

### 1.3.3.6. İridoidler

İridoidler, gıdalara kırmızı, sarı, mavi ve yeşil renkleri verebilen renk pigmentidir ve son derece önemli bir gıda renklendirici alt grubunu oluşturmaktadır. İridoidler şekerlemeler, tatlılar, dondurma, erişteler, havyar, likör ve fırınlanmış gıdalar gibi çeşitli gıdaların renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Safran (*Crocus sativus* L.) ve yasemin meyvesi (*Gardenia jasminoids* Ellis) en çok bilinen iridoid içeren bitkilerdir. Şekil 1.9’da bazı iridoid pigmentlerinin kimyasal yapıları gösterilmiştir.



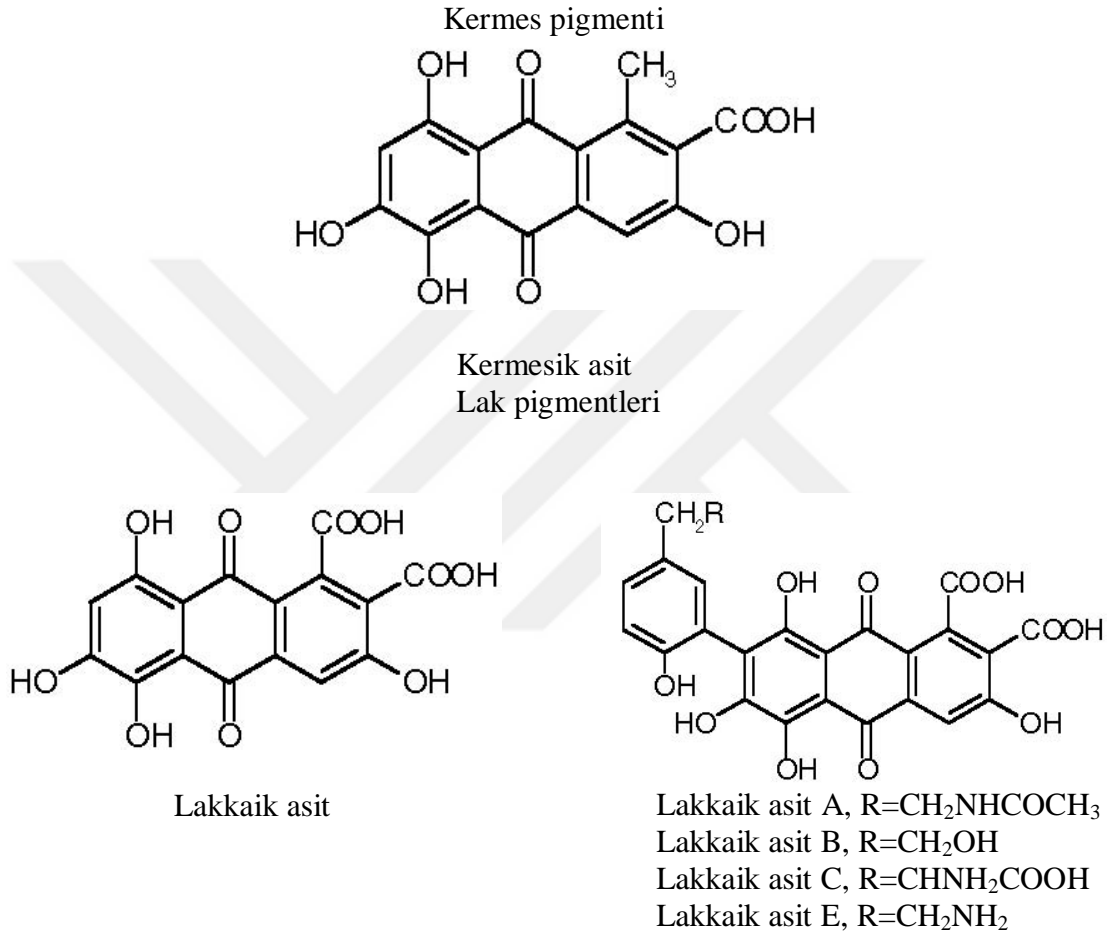


Şekil 1.9. Bazı iridoid pigmentlerinin kimyasal yapıları (Delgado ve Paredes, 2003)

### 1.3.3.7. Kermes

Kermes, *Kermes ilicis* veya *Kermococcus vermilis* böceklerinden veya bazı tür meşelerden (*Quercus coccifera*) ekstrakte edilmektedir. Kırmızı renkli lak pigmentleri, *Schleichera oleosa*, *Zyziphus mauritania* ve *Butea monspersma* ağaçlarında yaşayan *Laccifera lacca* (lak böceği) canlıları tarafından üretilmektedir. Laklar, antrakinin pigmentlerinin harmanlanmasından oluşmakta ve yapısal olarak karminik aside çok benzemektedir. Kermesik asit ve lakların kimyasal yapıları mikotoksin ve fenolik

antrakinonlara benzemektedir. Kermes böceklerinden elde edilen kermesik asidin mutajenik, karsinojenik ve toksik etki gösterdiği belirtilmektedir. Bu katkı maddesinin gıdalarda ilave edilmesine kodeks ve FDA tarafından izin verilmemektedir (Delgado ve Paredes, 2003). Şekil 1.10’da kermesik asit ve lak pigmentlerinin açık formülleri gösterilmiştir.

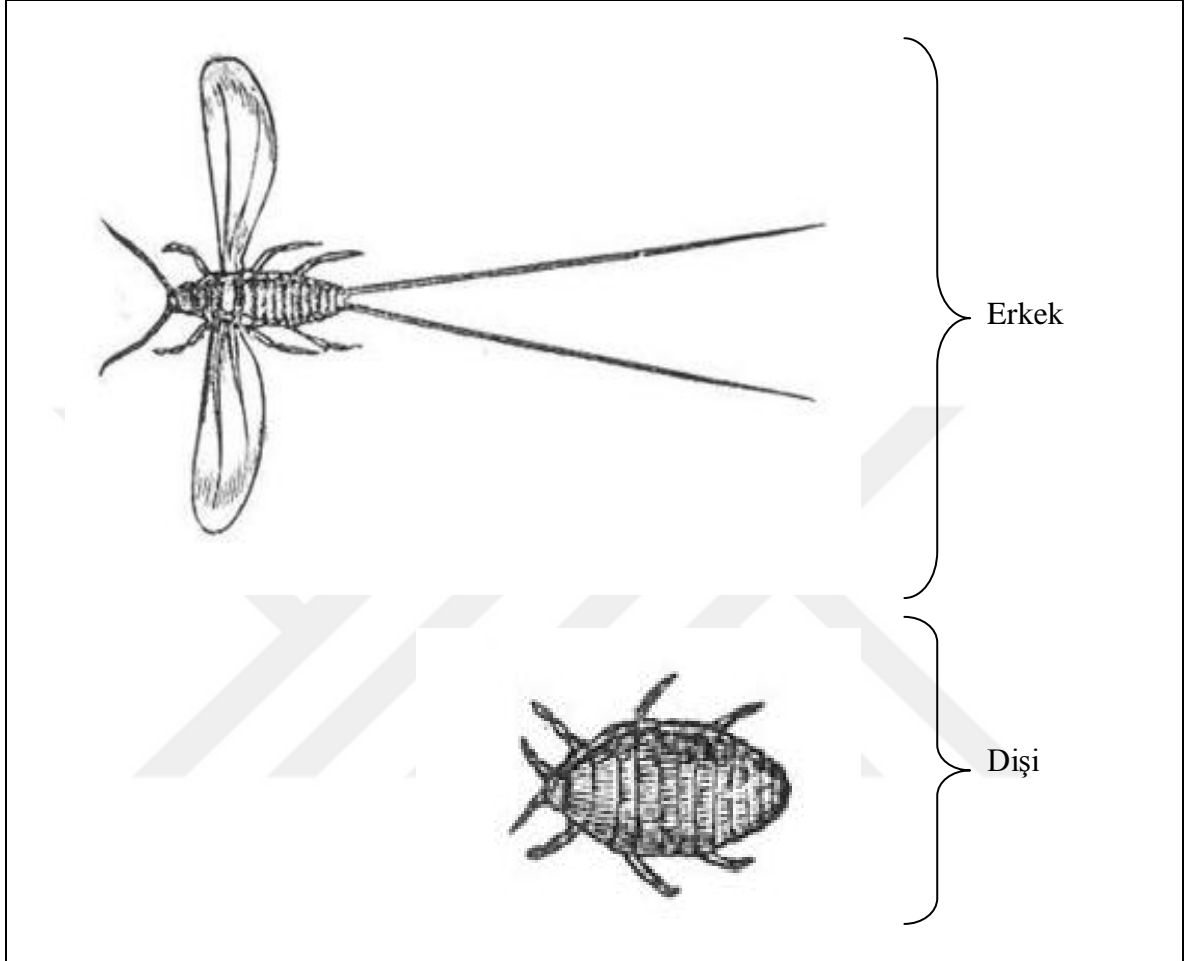


Şekil 1.10. Kermesik asit ve lak pigmentlerinin açık formülleri (Delgado ve Paredes, 2003)

### 1.3.3.8. Karmin

Karmin, kosinal (*Dactylopius coccus*) böceklerinden ekstrakte edilen bir renk pigmentidir. Dişi ve erkek kosinal böcekleri Şekil 1.11’de gösterilmiştir. Karmin, özellikle sucuk, sosis, salam, pastırma ve işlenmiş kümes hayvanı eti gibi gıda ürünleri ile çeşitli meyve preperatlarında, reçellerde, jelatinli tatlılarda, marmelatlarda, pasta ve fırın

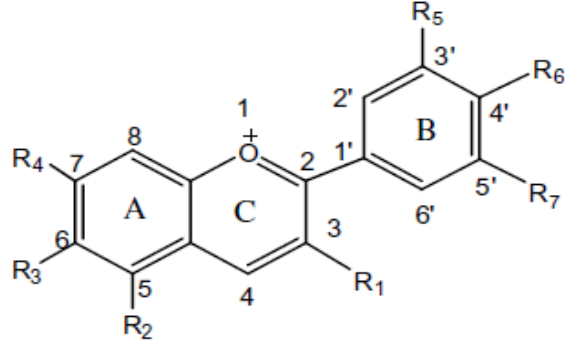
ürünlerinde, dondurmalarda, şekerlemelerde ve çeşitli süt ürünlerinde renklendirici olarak kullanılabilir (Anonymous, 2010).



Şekil 1.11. Dişi ve erkek kosinal böcekleri (Anonymous, 2010)

### 1.3.3.9. Antosiyaninler

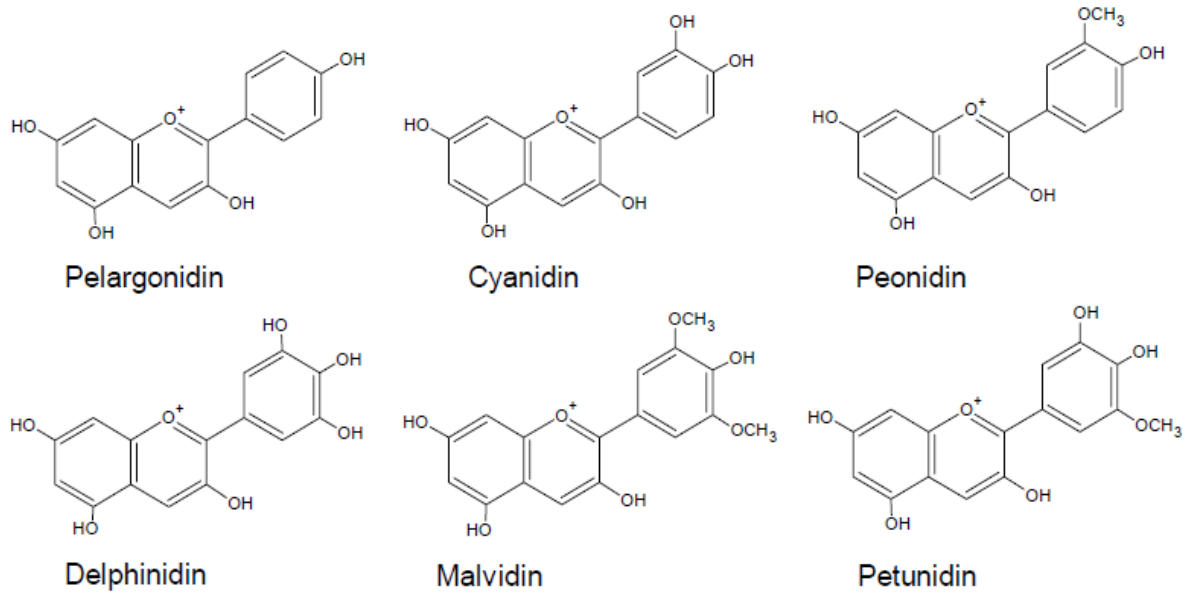
Antosiyaninler Yunancada çiçek anlamına gelen “anthos” ve mavi anlamına gelen “kyanos” kelimelerinden türetilmiştir (Kong ve ark., 2003; Jordheim, 2007). Antosiyaninler, suda çözünebilen ve birçok meyve ve sebzenin kırmızıdan maviye renklenmesine sağlayan renk maddesidir. Kırmızı ve siyah kuş üzümü, ahududu, çilek, elma, vişne ve karadut gibi birçok meyvenin yüksek miktarda antosiyanin içerdiği rapor edilmiştir (Timberlake, 1980). Şekil 1.12’de antosiyanidinlerin genel yapısı verilmiştir.



**Şekil 1.12.** Antosiyanidinlerin genel yapısı (Castañeda ve ark., 2009)

Antosiyaninler, flavonoidlerin alt gruplarından biridir (Longo ve Vasapollo, 2006). Antosiyanidinlerin glikozitleri olan antosiyaninlerin temel yapısını 2-fenilbenzopirillium (flavilyum kasyonu) oluşturmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Doğada günümüze kadar tespit edilen 500'den fazla antosiyanin ve 23 antosiyanidin bulunduğu bilinmektedir (Castañeda ve ark., 2009). Antosiyaninlerin farklılıkları, kimyasal moleküldeki hidroksil gruplarının sayısı, hidroksil gruplarının metilasyon derecesi, moleküle bağlanmış şekerlerin türü, sayısı ve bağlanma biçimlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca yapıdaki şekerlere bağlanmış alifatik ve aromatik asitlerin yapıları ve sayıları gibi etkenler antosiyaninler arasındaki farklılığa neden olmaktadır. Bilinen antosiyanidinler ve bazı yapısal özellikleri Tablo 1.11'de verilmiştir. Bu antosiyanidinlerden bitkilerde en fazla bulunanları pelargonidin, peonidin, siyanidin, malvidin, petunidin ve delfinidindir. Bu antosiyanidinler arasında siyanidin, delfinidin ve pelargonidin bitkilerde en çok bulunanları olup, pigmentli yaprakların %80'ini, meyvelerin %69'unu ve çiçeklerin %50'sini oluşturmaktadır (Castañeda ve ark., 2009; Kong ve ark., 2003). Doğada en yaygın bulunan antosiyaninlerin meyve ve sebzelerdeki dağılımları ise %50 siyanidin, %12 delfinidin, %12 pelargonidin, %12 peonidin, %7 petunidin ve %7 malvidin şeklindedir (Castañeda ve ark., 2009). Şekil 1.13'te doğada yaygın olarak bulunan önemli antosiyanidinler verilmiştir.



Şekil 1.13. Doğada yaygın olarak bulunan önemli antosiyanidinler (Rein, 2005)

Antosiyaninlerin gıda endüstrisinde renklendirici katkı maddesi olarak kullanımlarında karşılaşılan en büyük sorun bunların gösterdiği düşük stabilizasyondur. Antosiyanin pigmentlerinin renk stabilitesi pH, sıcaklık, antosiyaninin yapısı ve konsantrasyonu ile ortamdaki metal iyonları ve fenolik bileşiklere bağlı olarak değişim göstermektedir (Malien ve ark., 2001). Antosiyanidinlere bağlı olan şekerler birçok durumda *p*-kumarik, kafeik, ferulik, sinapik, gallik asit gibi aromatik asitler veya *p*-hidroksibenzoik asit ya da malonik, okzalik, malik veya asetik asit gibi alifatik asitler tarafından asillenmektedir. Asilasyon, antosiyaninlerin stabilitesi üzerine son derece etkilidir (Newsome, 1986). Bitkilerde renk stabilizasyonunun ana prensibi, antosiyaninlerin diğer fenoliklerle kopigment olarak isimlendirilen kompleksler oluşturmalarıdır (Malien ve ark., 2001). Kopigmentler genel olarak renksizdirler, ancak antosiyaninlerle kompleks oluşturunca onların renklerini güçlendirip stabilize etmektedirler. Kopigmentlerin başında flavonoidler gelmektedir. Flavonoidlerin yanı sıra organik asitler, alkoloitler, amino asitler, nükleotitler, polisakkaritler, metaller ve diğer antosiyaninler de kopigment olarak sınıflandırılabilir (Castañeda ve ark., 2009).

**Tablo 1.11.** Doğal olarak bulunan antosiyanidinler ve bazı yapısal özellikleri (Castañeda ve ark., 2009)

İsim	Bağlı Grup ve Pozisyonu							Renk
	3	5	6	7	3'	4'	5'	
Apigeninidin	H	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu
Arrabidin	H	H	OH	OH	H	OH	OMe	Bildirilmemiş
Aurantininidin	OH	OH	OH	OH	H	OH	H	Turuncu
Kapensinidin	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OMe	Mavimsi kırmızı
Karajurin	H	H	OH	OH	H	OMe	OMe	Bildirilmemiş
Siyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Turuncu- kırmızı
Delfinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	O H	Mavimsi kırmızı
Europinidin	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OH	Mavimsi kırmızı
Hirsutidin	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	OMe	Mavimsi kırmızı
3'-Hidroksi arrabidin	H	H	OH	OH	OH	OH	OMe	Bildirilmemiş
6'-Hidroksidelfinidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH	OH	Mavi-kırmızı
6-Hidroksisiyanidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH	H	Kırmızı
6-Hidroksipelargonidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH	H	Bildirilmemiş
Luteolin	H	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu
Malvidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OMe	Mavimsi kırmızı
5-Metilsiyanidin	OH	OMe	H	OH	OH	OH	H	Turuncu- kırmızı
Pelargonidin	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Turuncu
Peonidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H	Turuncu- kırmızı
Petunidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH	Mavimsi kırmızı
Pulchellidin	OH	OMe	H	OH	OH	OH	OH	Mavimsi kırmızı
Rusinidin	OH	OH	OH	OH	H	OH	H	Bildirilmemiş
Rosinidin	OH	H	H	OMe	OMe	OH	H	Kırmızı
Trisetinidin	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	Kırmızı

Antosiyaninler indikatör gibi ortam pH'sına göre renk değişikliği göstermektedir. Ortam pH'sı 2'nin altına düşünce antosiyanin, flavilyum katyonu halinde ortama hakim olur ve renk tonu kırmızıdır. pH 4-5 arasında ise ortama renksiz karbinol psödobaz formu hakimdir. Ortam pH'sı 5'in üzerine çıkarsa kuinidal anhidrobaz formu oluşur ve ortam rengi maviye dönüşür (Castañeda ve ark., 2009; Cemeroğlu, 2004). Ancak bu reaksiyonlar çift taraflı reaksiyonlar olup, antosiyaninlerin renksiz formu, renkli katyonik ve kuinidal formlara dönüşebilmektedir (Newsome, 1986). Antosiyanin parçalanma mekanizmasını, hidroliz, oksidasyon ve diğer fenolik bileşiklerle kondenzasyon oluşturmaktadır. Antosiyanin parçalanmasında en önemli parametreler pH ve sıcaklıktır (Dai ve ark., 2009).

Antosiyaninler, bilinen en iyi doğal gıda boyaları olmalarına rağmen, saflaştırılmalarının güç olması ve kimyasal yapı olarak stabil olmamaları sebebiyle bu amaçla yaygın olarak kullanılamamaktadırlar. Önemli antosiyanin kaynakları arasında siyah üzüm posası, kırmızı lahana, konkord üzümü, siyah havuç, tatlı patates, kırmızı turp,

patates, mor mısır ve yaban mersini sayılabilir (Newsome, 1986). Ticari açıdan antosiyanin kaynakları hammadde ile sınırlı kalmaktadır. Ekonomik açıdan ise potansiyel antosiyanin kaynakları arasında üzüm kabuğu ekstraktları önem kazanmaktadır (Pazmino ve ark., 2001). Kırmızı üzüm kabukları miktar bakımından mevsim şartlarına ve çevresel koşullara bağlı olarak seneden seneye değişiklik göstermektedir (Gonzalez ve ark., 2004). Amerika’da FDA tarafından sadece üzümde ekstrakte edilen antosiyaninler gıda renk katkı maddesi olarak kabul edilmektedir. Ticari preparatları enosiyanin ve tortu (şarapların dibinde biriken tortu) olup, kodekste ticari üzüm ekstraktlarının şekerleme ürünlerinde, alkollü ve alkolsüz içeceklerde kullanımına izin verilmektedir (Delgado ve Paredes, 2003). Siyah üzüm ve yan ürünleri, yabanmersini, *Hibiscus calyces* ve Frenk üzümü gibi meyvelerin antosiyanin içeriği yüksek olduğu bilinmektedir. Ancak hidrasyon ve pH değişimlerine karşı düşük stabilite gösterdikleri tespit edilmiştir. Arzu edilen renk özelliklerine ve yüksek stabiliteye sahip asillenmiş ve tüketime müsait antosiyanin kaynaklarının başlıcaları ise kırmızı turp, kırmızı lahana, kırmızı patates ve siyah havuçtur (Giusti ve Wroslstad, 2003). Resim 1.2’de antosiyanin miktarı yüksek ahududu ve karayemiş meyveleri gösterilmiştir.



**Resim 1.2.** Antosiyanin miktarı yüksek ahududu (sol) ve karayemiş meyvesi (sağ)

#### **1.3.3.9.1. Antosiyanin Sağlık İlişkisi**

Doğada, antosiyanin kaynağı olarak birçok bitki türünün yapısal bölümleri, özellikle de meyvesi insanlar tarafından tüketilmektedir (Bechtold ve Mussak, 2009).

Antosiyaninlerin gıdalarda renk maddesi olarak kullanılması gıdanın çekiciliğini artırmaya yönelik olsa da antosiyanin kaynaklı gıda boyaları sağlık açısından olumlu etkileri nedeniyle çok tercih edilmektedir (Longo ve Vasapollo, 2006; Castañeda ve ark., 2009). *Hibiscus* sp. antosiyaninleri hipertansiyon ve karaciğer rahatsızlıkları, bilberry (*Vaccinium*) antosiyaninleri ise infeksiyonlar, görme kusurları, diare ve çeşitli diğer hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Lila, 2004). Genel olarak insanlarda ve hayvanlarda antosiyaninler, glikozit (yapısal bozunmaya uğramadan) formunda absorbe edilmektedir. Antosiyanin glikozitlerinin memelilerin sindirim sisteminde yapısal bozulmaya uğramadan kaldığı ve doğrudan kan dolaşımına katıldığı belirtilmektedir (Wang ve Stoner, 2008; Einbond ve ark., 2004). Bir araştırma kapsamında, gönüllü insanlar üzerinde yapılan denemelerde 2.69±0.085 g/gün dozunda, antosiyanin kaynağı olarak siyah ahududu tüketiminden sonra antosiyaninin %1'lik kısmından daha az bir kısmının absorbe edildiği tespit edilmiştir (Stoner ve ark., 2005). Yapılan araştırmalarla fenolik içeriği fazla olan gıdaların tüketiminden sonra kanda flavonoidlerin aktif seviyeye ulaştığı buna rağmen plazmada birikmediği görülmüştür. Bazı flavonoidler, tüketiminden 4 saat sonra idrar yoluyla vücuttan atılmaktadır (Einbond ve ark., 2004). Antosiyaninlerin DNA kırılmalarını önlediği, östrojenik aktivite gösterdikleri, siklooksigenaz gibi bazı enzimleri inhibe ettikleri, sitokin üretimini hızlandırarak bağışıklık sistemini güçlendirdikleri belirtilmektedir. Antosiyaninler idrak ve motor fonksiyonlarını modül ederek, hafızayı geliştirdikleri ve yaşa bağlı olarak ortaya çıkan nöral hastalıkların önlenmesinde katkı sağladığı tespit edilmiştir (Lila, 2004). Bunun dışında antosiyaninlerin iltihap giderici, damar koruyucu, trombosit kümeleşmesini önleyici, normal damar geçirgenliğini koruyucu, diyabet kontrolü sağlayan, tümör gelişimini önleyen ve UV radyasyona karşı koruyucu etki oluşturan birçok farklı olumlu etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Sas ve ark., 2005; Giusti ve Wroslstad, 2003). Başka bir çalışmada çeşitli antosiyanin kaynaklarından ekstrakte edilen antosiyaninlerin tüketimi sonucunda bağırsak hücrelerindeki etkilerinin gözlemlenmesi sonucunda antosiyanin içeriği zengin diyetlerle beslenmenin daha doğru olduğunu ortaya konmuştur (Jing ve ark., 2008).



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Karamuk (*Berberis crataegina* DC.) Meyvesinin Temini ve Gıda Boyası Eldesi

Bu çalışmada Tunceli ili ve çevre ilçelerinde, özellikle Hozat ilçesinde tarımı olmaksızın doğal koşullarda yetişen karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesi ağustos ayında toplandı. Toplanan meyveler analize kadar derin dondurucuda -18 °C'de (Hotpoint ARISTON A+) muhafaza edildi. Resim 2.1'de karamuk meyvesinin toplandığı bitkiye ait görsel verilmiştir.



**Resim 2.1.** Karamuk bitkisi (sağ) ve dalında karamuk meyvesi (sol)

Karamuk meyvesi mumsu bir tabakayla kaplı iki küçük çekirdek, çok ince bir tabakaya sahip dış kabuk ve yüksek oranda meyve özü barındıran üzümsü bir meyvedir. Çalışma kapsamında mekanik pres işlemine tabi tutulan karamuk meyveleri ince gözenekli süzme bezinden geçirildi ve meyve suyu elde edildi. Liyofilizatör (Labconco, Freezone 4.5

plus) tüplerine 5'er mL meyve suyu doldurularak -87 °C'de 11 Pa basınç ve vakum altında kontrollü bir şekilde (72 saat) kurutularak suyu uzaklaştırıldı ve toz haline getirildi. Resim 2.2'de liyofilizatör (Labconco, Freezone 4.5 plus) cihazı ve meyve özünün kurutma çalışması anına ait bir fotoğraf verilmiştir. Resim 2.3'te ise toz haline getirilmiş karamuk özü fotoğrafı verilmiştir.



**Resim 2.2.** Liyofilizatör (Labconco, Freezone 4.5 plus) cihazı ve meyve özünün kurutma çalışmasına dair bir fotoğraf



**Resim 2.3.** Toz haline getirilmiş karamuk özü fotoğrafı

Antosiyaninlerin oksijene karşı kararlı olmaları için toz halinde ki meyve özü depolanmadan önce azot gazından geçirildi. Ardından -18 °C’de toz halindeki boyar madde depolandı.

### 2.1.2. Renklendirilen Gıdalar

Bu çalışmada elde edilen boyar madde yoğurt, ayran, enerji içeceği, elma suyu ve gazoz olmak üzere beş gıda maddesine ayrıca ultra saf suya uygulandı.

- Ultra saf su
- Yoğurt
- Ayran
- Enerji içeceği
- Elma suyu
- Gazoz

Boyar maddenin uygulanmasında kullanılan tüm gıdalar, Tunceli ilinde tüketime sunulan marketlerden temin edildi.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Toplam Kuru Madde Tayini

Karamuk meyvesinin kuru madde analizi için sabit tartıma getirilen ve darası alınmış porselen krozelere 3'er g örnek (3 tekrar örnek) tartıldı ve ardından 105 °C'deki etüvde örnekler sabit tartıma gelene kadar kurutuldu. İşlem sonrasında örnekler desikatöre alınarak, oda sıcaklığına kadar soğutuldu sabit tartıma gelen karamuk örneklerinin kuru madde miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Cemeroğlu, 2007). Resim 2.4'te TKM (Toplam kuru madde) tayinin yapıldığı vakumlu etüv (ViseVan, Fuzzy Control System) fotoğrafı bulunmaktadır.

$$\%KM = [(G2-G)/(G1-G)] \times 100$$

%KM : Örneğin kuru madde yüzdesi

( G ) : Tartım kabının darası

(G1) : (Örnek)+(tartım kabının darası)

(G2) : (Kurutma sonrası örnek)+(tartım kabının darası)





**Resim 2.4.** Toplam kuru madde tayinin yapıldığı vakumlu etüv (ViseVan, Fuzzy Control System)

### 2.2.2. Toplam Kül Miktarı Tayini

Önceden darası belirlenmiş olan porselen krozeler içerisine 2 g örnek tartımı yapılarak konuldu. Krozelerin içerisine 1 mL %95'lik etil alkol eklendi ve örnekler kömürleşinceye kadar ön yakma işlemine tabi tutularak yakıldı. Kömürleşen örnek kül fırınında (Nüve Fırınace, MF110) 550 °C'de siyah nokta kalmayıncaya kadar kül fırınında yakıldı. Toplam kül miktarı “g/100g” olarak ifade edildi (Cemeroğlu, 2010). Resim 2.5'te toplam kül tayininin yapıldığı kül fırını (Nüve Fırınace, MF110) gösterilmiştir.

$$\% \text{ Kül} = \frac{(A2 - A)}{(A1 - A)} \times 100$$

(%Kül): Örneğin kül yüzdesi  
( A ) : (Porselen krozenin darası)  
(A1 ) : (Örnek)+( krozenin darası)  
(A2 ) : (Yakma sonrası kül)+(krozenin darası)



**Resim 2.5.** Toplam kül tayininin yapıldığı kül fırını (Nüve Fırınca, MF110)

### 2.2.3. pH Tayini

pH, çözeltildeki aktif hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlı olup, çözeltildeki aktif hidrojen düzeyi asitlik kuvvetini de belirlemektedir. Bu tayinin ilkesi, pH derecesi ölçülecek gıdanın hidrojen iyonlarının yükü arasındaki farkın (potansiyel) ölçülmesidir (Uylaşer, 2011).

Karamuk meyvesinin yapısı gereği su oranı yüksek bir meyve olması, suyunun etkin çıkartılmasına imkan sağlamaktadır. Gözenek yapısı ince olan pekmez süzme bezi yardımıyla mekanik pres uygulanarak meyve suyu çıkartıldı ve homojen meyve suyu elde edildi. Karamuk meyve suyundan 20 mL alındı ve 25 mL beher içerisine konuldu. 20 °C'de sıvı örneğin içerisine doğrudan pH metrenin (Termo Scientific, Orion3Star, Singapur) cam elektrodu daldırılarak ölçüm yapıldı ve aşağıda belirtilmiş olan bağıntı kullanılarak hesaplama yapıldı (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

#### 2.2.4. Su Aktivitesi Tayini

Gıdaların nem (su) içeriği mikrobiyal gelişimler ve kimyasal reaksiyonlarda tek başına kullanılabilir bir parametre değildir. Nem içeriği, ürün içerisindeki toplam su miktarı hakkında bilgi verir. Su aktivitesi ( $a_w$ ) ise, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncının ürün içerisindeki suyun buhar basıncına oranını ifade etmektedir. Başka bir deyişle örnekteki nem değerinin havanın bağıl nemi ile dengeye geldiği noktadır. Bu noktada ürün ile hava arasında herhangi bir nem alış veriş gerçekleşmemektedir (Fontana, 2000).

Karamuk meyvesinden su aktivitesi cihazının (Novasina, Labmaster) haznesini dolduracak kadar örnek alındı ve 25 °C’de ölçümü yapıldı. Resim 2.6’da analizin yapıldığı su aktivitesi cihazı gösterilmiştir.



**Resim 2.6.** Su aktivitesi tayin cihazı (Novasina, Labmaster)

#### 2.2.5. Renk Tayini

Karamuk meyve suyunun renk ölçümü, Hunter ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) renk ölçüm sisteminde renk ölçer (Konica, Minolta, CR-400, Japan) ile oda sıcaklığında, örnekler renk ölçüm haznesine koyulup uygun ışık ortamında yapıldı. Resim 2.7’de renk ölçüm analizinin yapıldığı cihaz gösterildi.



**Resim 2.7.** Renk ölçer (Konica, Minolta, CR-400, Japan)

### 2.2.6. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Karamuk meyvesi suyunun briks değerleri 25 °C’de refraktometre (Atago Refraktometre, Tokyo, Japan) ile tayin edildi, sonuçlar “g/100 g” olarak verildi. Resim 2.8’de suda çözünür kuru madde analizinin yapıldığı refraktometre gösterilmiştir.



**Resim 2.8.** Suda çözünür kuru madde analizinin yapıldığı refraktometre (Atago Refraktometre, Tokyo, Japan)

### 2.2.7. DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak temin edilen stabil, organik nitrojen radikalidir. Molekül yapısındaki bir serbest elektronun yer değiştirmesi görsel olarak menekşe renginin oluşmasını sağlar. DPPH çözeltisi hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile karıştırıldığı zaman koyu menekşe rengin kaybı ile indirgenmiş yapı oluşur. Antioksidan (A-H) tarafından DPPH serbest radikale proton transferi reaksiyonu 517 nm’de absorbansın azalmasına neden olur. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorbans sabitlenene kadar takip edilir. Absorbansındaki düşüş ne kadar büyükse antioksidan aktivite o kadar yüksek demektir. DPPH-H indirgenmiş formudur. A ise ilk adımda oluşturulan serbest radikaldir. Daha sonra bu radikal başka reaksiyonlara girer (Molyneux, 2004).

Karamuk meyve özünden farklı konsantrasyonlarda hazırlandı. Hazırlanan farklı konsantrasyonlardan 100 µL alınıp üzerine 3 mL metanol ve  $1 \times 10^{-4}$  M’lık DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) çözeltisinden 1 mL eklendi. Oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta inkübasyona bırakıldıktan sonra DPPH’in maksimum absorbans verdiği 517 nm’de spektrometrede (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan) yardımıyla absorbans değerleri ölçüldü. Tanık olarak DPPH çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözücü kullanıldı. Sonuçlar %DPPH Süpürme aktivitesi olarak verildi.

$$\%DPPH \text{ Süpürme Aktivitesi} = [(A_{DPPH} - A_{\text{örnek}})/A_{DPPH}] \times 100$$

$A_{DPPH}$  : DPPH’in 517 nm’deki absorbansı

$A_{\text{örnek}}$  : Örneğin 517 nm’deki absorbansı

### 2.2.8. Folin Ciocalteu Yöntemi ile Toplam Fenolik Madde Tayini

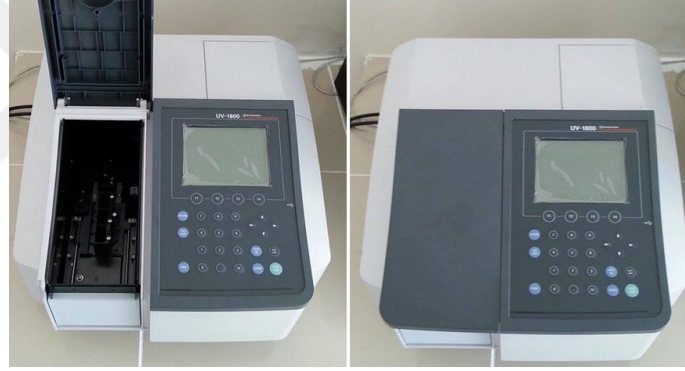
Karamuk meyve özünün toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen metoda göre tayin edildi. Bu amaçla 1, 5, 10, 25, 50, 100 ve 300 ppm olmak üzere farklı konsantrasyonlarda gallik asit standartları hazırlandı ve Folin reaktifi ile Tablo 2.1’deki işlemler sırasıyla uygulandı. 760 nm dalga boyunda spektrometrede absorbans değerleri ölçüldü. Daha sonra konsantrasyonlara karşılık absorbans değerleri grafiğe geçirildi. Çizilen grafiğe göre karamuk meyve özünün TFM (Toplam fenolik madde) miktarı seyreltme faktörü de dikkate alınarak hesaplandı. Sonuçlar mg GAE/g



karamuk meyve suyu olarak verildi. Resim 2.9’da toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizlerinin yapıldığı spektrometre gösterilmiştir.

**Tablo 2.1.** Toplam fenolik madde tayini için yapılan pipetlemeler ve işlem basamakları

	<b>Kör</b>	<b>Standart</b>	<b>Test</b>
➤ Saf su	0.1 mL	-	-
➤ Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit standardı	-	0.1 mL	-
➤ Karamuk meyve özütü	-	-	0.1 mL
➤ Saf su	5.0 mL	5.0 mL	5.0 mL
➤ 0.2 N Folin Reaktifi	0.5 mL	0.5 mL	0.5 mL
➤ Tüpler vorteks ile karıştırıldı. 3 dakika beledikten sonra			
➤ %2 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.5 mL	1.5 mL	1.5 mL
➤ 2 saat inkübe edilir. 760 nm’de köre karşı absorbanları ölçüldü.			



**Resim 2.9.** Toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite analizlerinin yapıldığı spektrometre (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)

### 2.2.9. Şeker Kompozisyonu Tayini

Şeker kompozisyon analizi için öncelikle kalibrasyon eğrilerini oluşturmak amacıyla glikoz, fruktoz ve sakkaroz şekerler standartlarının %0.5, %1, %5 ve %7.5’lik çözeltileri hazırlanıp tüm standartlar karışım (mix) halinde cihaza verildi ve kalibrasyon eğrileri oluşturuldu. Daha sonra 5 mL örnek tartılıp üzerine 45 mL saf su eklendi. Seyreltilen örnek 15 dakika 5000 rpm’de santrifüj edilen örnek enjeksiyon işlemiyle 0.45 µm’lik filtreden geçirildi ve örnek HPLC-RID’da (Shimadzu, LC20AT, Japonya) analiz edildi. Kullanılan mobil faz asetonitril:su (4:1), kullanılan kolon amin fazlı 250x4.6 mm

kolon, kolon sıcaklığı 30 °C, akış hızı 1 mL/dk'dır. Resim 2.10'da şeker kompozisyon analizinin gerçekleştirildiği HPLC cihazı gösterilmiştir.



**Resim 2.10.** Analizin gerçekleştirildiği HPLC (High Performance Liquid Chromatography) cihazı

### 2.2.10. Fenolik Bileşiklerin Tayini

Analizi yapılacak olan karamuk meyvesinden çekirdeksiz 5'er gram örnek tartılıp üzerine 25 mL metanol eklendi. Karışım karıştırılıp 5000 rpm'de 15 dakika santrifüj cihazında (Centurion Scientific K3 Series) santrifüj edildi. Elde edilen ekstraktlar 0.45 µm'lik filtreler ile filtrelerden geçirildi ve HPLC-DAD ile analiz edildi. HPLC'nin ekipmanları ve kullanılan kimyasallar aşağıda verilmiştir. Tablo 2.2'de fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan çözücü programlaması gösterilmiştir.

- Marka : Shimadzu LC20AT, Japonya
- Degazör : DGU-20 A5 Promience
- Pompa : LC-20 AT Promience
- Kontrol Ünitesi : CIL-20A HT Promience
- Dedektör : SPD-M10AVP DAD
- Otomatik Örnek Enjeksiyon Ünitesi : SIL-10AXL
- Kolon Fırını : CTO-10AS VP
- Kolon : Intersil ODS-3 Ters Faz ( 5µm-25x4.6 mm)
- Çözücü A-B : Metanol - %2 Asetik Asit
- Kullanılan Metanol G Chomasolv ve asetik asit (%100) Sigma-Aldrich (Almanya)'den temin edildi.

**Tablo 2.2.** Fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan çözücü programlaması

Süre (dk)	A Konsantrasyonu (%)	B Konsantrasyonu (%)
0	0	100
3	5	95
18	20	80
25	20	80
30	25	75
35	30	70
40	40	60
55	50	50
65	60	40
67	0	100
68	0	100

### 2.2.11. Gıda Boyasına Bazı Parametrelerin Etkisi

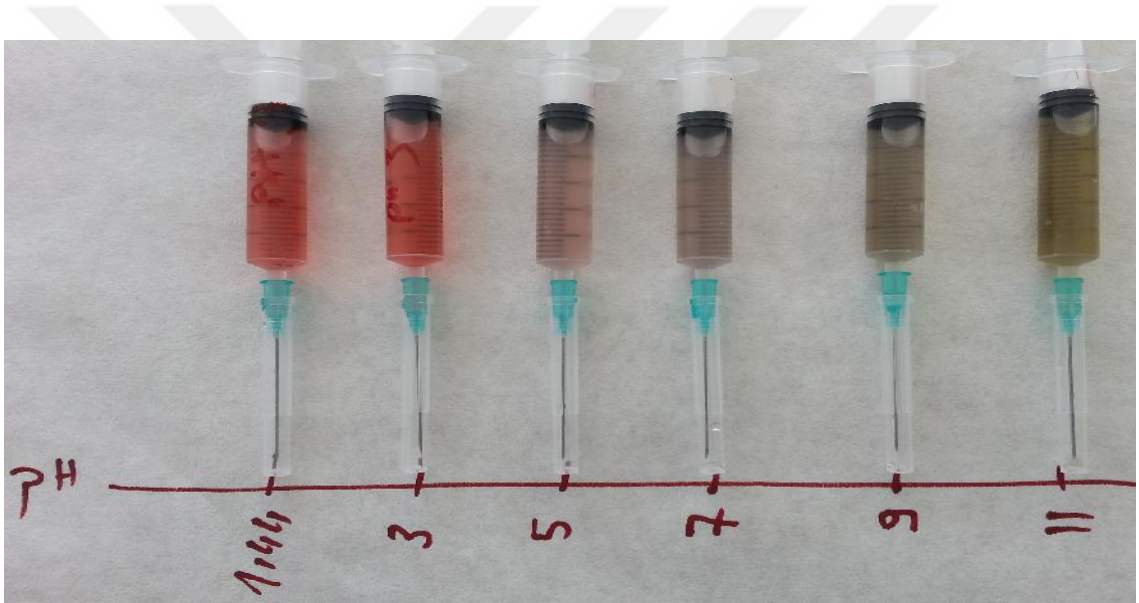
Karamuk meyvesinden elde edilen toz halindeki gıda boyasından 0.1 g alındı. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözüldü. Hazırlanan bu çözeltinin içerisindeki antosiyaninlerin hangi dalga boyunda maksimum absorbans yaptığının tespit etmek için spektrofotometre yardımıyla 190-900 nm dalga boyu aralığında geniş spektrum taraması yapıldı ve yapısındaki antosiyaninlerin maksimum absorbans yaptığı dalga boyu belirlendi. Daha sonra bu çözeltinin pH, sıcaklık ve ortam oksijenine karşı antosiyanin stabilizasyonu spektrometrede yardımıyla dalga boyu aralığı daraltılarak (400-600nm dalga boyu aralığında) köre (%1'lik HCl içeren ultra saf su) karşı ölçümü yapıldı. Her bir analizin sonuçları ayrı ayrı değerlendirildi. Resim 2.11'de 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde 0.1 g toz örnek çözünmesine ait bir resim gösterilmiştir.



**Resim 2.11.** 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde 0.1 g toz örnekle hazırlanan çözelti

### 2.2.11.1. Gıda Boyasına pH'ın Etkisi

Karamuk meyvesinden elde edilen toz gıda boyasından 0.1 g alındı. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözündü. Çözeltinin ilk pH derecesi ölçüldü. Çözeltinin pH'sı artırmak için 0.1 M NaOH çözeltisi hazırlandı. pH derecesi, 0.1 M NaOH çözeltisi yardımıyla 3, 5, 7, 9 ve 11 oluncaya kadar manyetik karıştırıcı üzerinde azar azar 0.1 M NaOH çözeltisi ilave edildi ve her pH derecesinde enjeksiyon yardımıyla çözelti alındı. Spektrometrede 400-600 nm dalga boyu aralığında köre karşı (%1'lik HCl içeren ultra saf su) ölçümü yapıldı. Resim 2.12'de antosiyaninlerin çeşitli pH değerlerindeki renk stabilitesindeki değişimi gösteren görsel verildi.

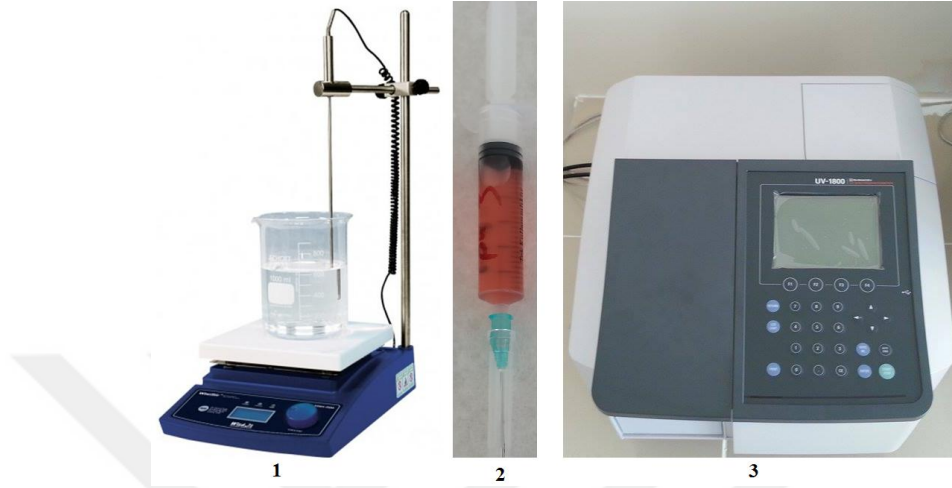


Resim 2.12. pH artışına karşı antosiyaninlerin renk stabilitesindeki değişim

### 2.2.11.2. Gıda Boyasına Sıcaklığın Etkisi

Karamuk meyvesinden elde edilen toz gıda boyasından 0.1 g alındı. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözündü. Spektrometrede 400-600 nm dalga boyu aralığında oda sıcaklığındaki ilk ölçümü yapıldı. Beher içerisinde manyetik karıştırıcı ısıtıcı üzerinde çözelti karıştırılırken sıcaklık kontrol edilerek 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 98 °C sıcaklıklarda çözeltiden enjeksiyon yardımıyla örnek alındı. Alınan her örnek oda sıcaklığına ulaşmaya kadar soğumaya bırakıldı. Oda sıcaklığına ulaşan her örnek 400-600

nm dalga boyu aralığında Spektrometrede yardımıyla köre (%1'lik HCl içeren ultra saf su) karşı absorbans değerleri ölçüldü. Resim 2.13'te analiz sırasında kullanılan cihazlar ve aparatları gösterilmiştir.



**Resim 2.13.** Analiz sırasında kullanılan manyetik karıştırıcı (DAIHAN MSH-20D) (1), örneğin alındığı enjeksiyon (2) ve ölçümün yapıldığı spektrofotometre (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan) (3)

### 2.2.11.3. Gıda Boyasına Ortam Oksijeninin Etkisi

Karamuk meyvesinden elde edilen toz gıda boyasından 0.1 g alındı. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözüldü ve spektrometrede 400-600 nm dalga boyu aralığında ilk ölçüm yapıldı. Ağzı açık karanlık ortama bırakılan çözelti 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 ve 48. saatlerde absorbans değerleri spektrometrede 400-600 nm dalga boyu aralığında köre (%1'lik HCl içeren ultra saf su) karşı ölçüm yapıldı.

### 2.2.12. Renklendirilen Gıdalara Yapılan Analizler

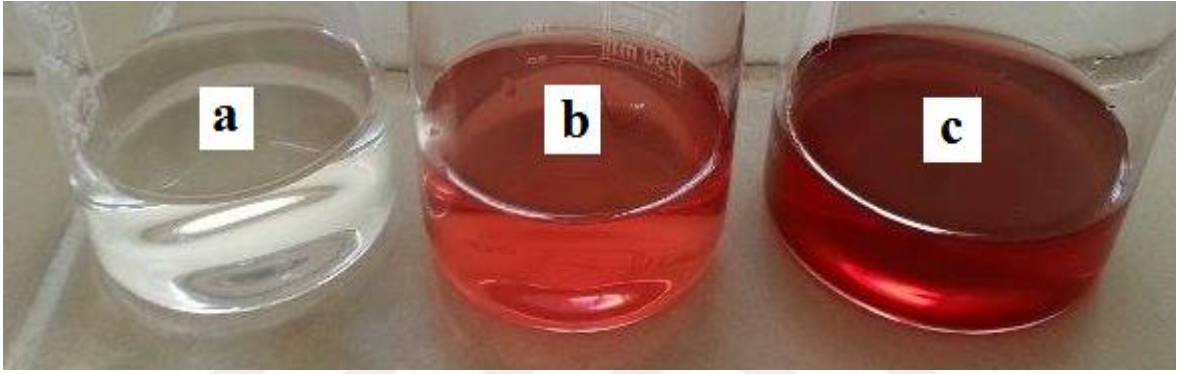
#### 2.2.12.1. pH Tayini

Renklendirilen gıdalardan yoğurt için 10'ar g, diğer gıdalardan 10'ar mL 3'er örnek alınmıştır. Birinci örnek saf halde bırakılırken ikinci ve üçüncü örneklere sırasıyla 0.1 g ve 0.3 g olmak üzere iki farklı miktarda karamuk özünden elde edilen toz boyar madde ilave edildi.

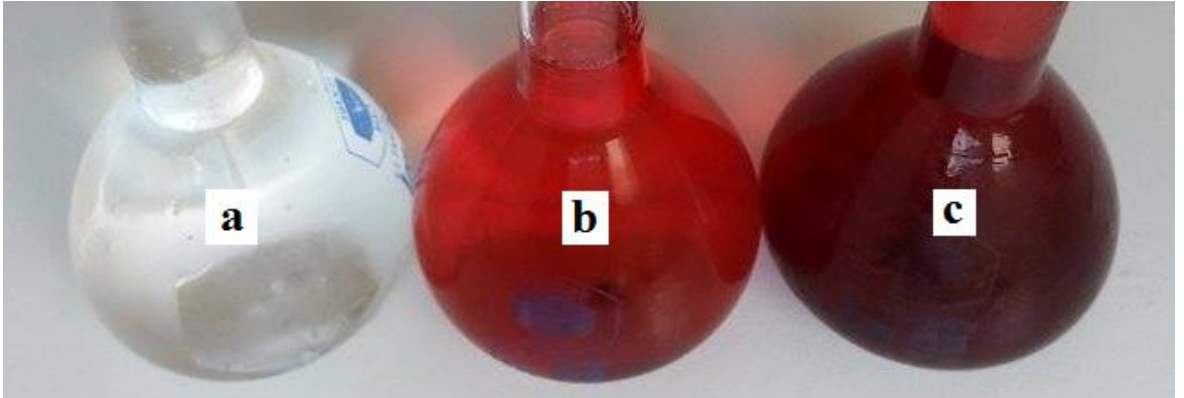


### 2.2.12.2. Renk Tayini

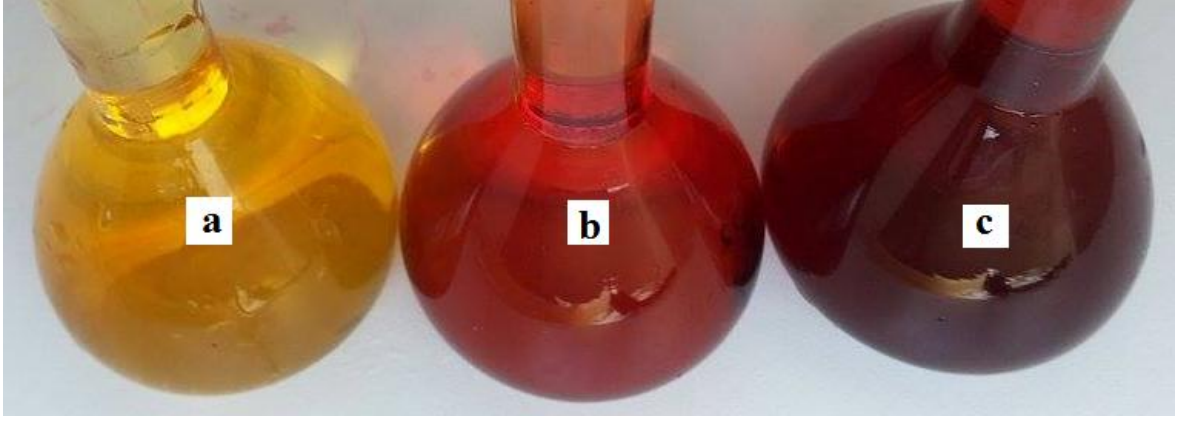
pH analizi için oluşturulan örnekler renk analizi için de kullanıldı. Hazırlanan örneklerin renk ölçümleri, Hunter ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) renk ölçüm sisteminde renk ölçer (Konica, Minolta, CR-400, Japan) ile oda sıcaklığında, örnekler renk ölçüm haznesine koyulup uygun ışık ortamında ölçümleri yapıldı. Resim 2.15'te saf suyun, Resim 2.16'da gazozun, Resim 2.17'de elma suyunun, Resim 2.18'de enerji içeceğinin, Resim 2.19'da ayranın, Resim 2.20'de yoğurdun renklendirme çalışmasına ait fotoğraflar gösterilmiştir.



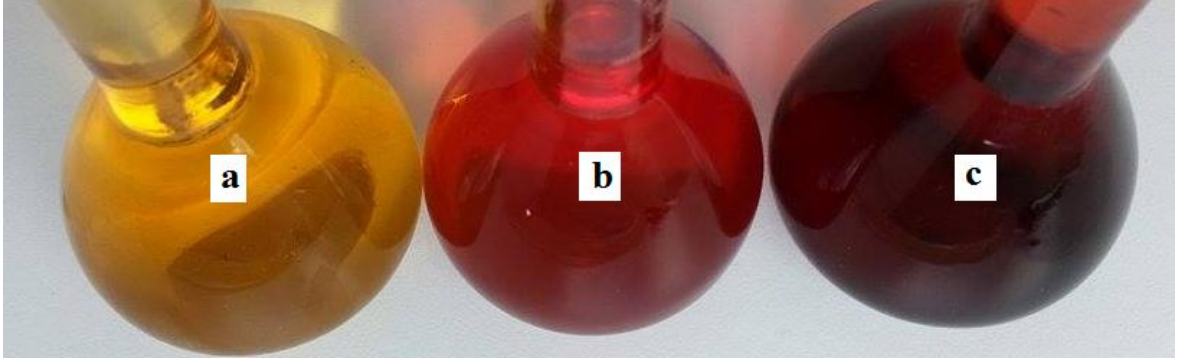
**Resim 2.14.** Saf su renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



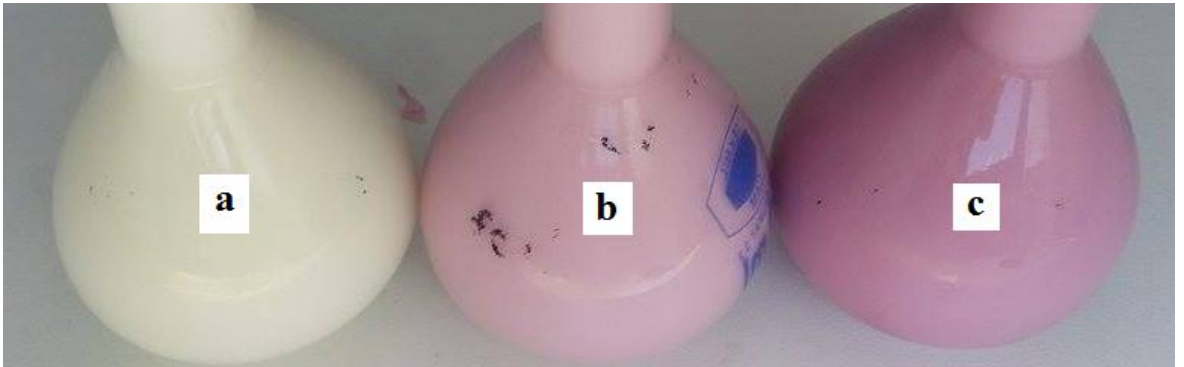
**Resim 2.15.** Gazlı içeceğin (gazoz) renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



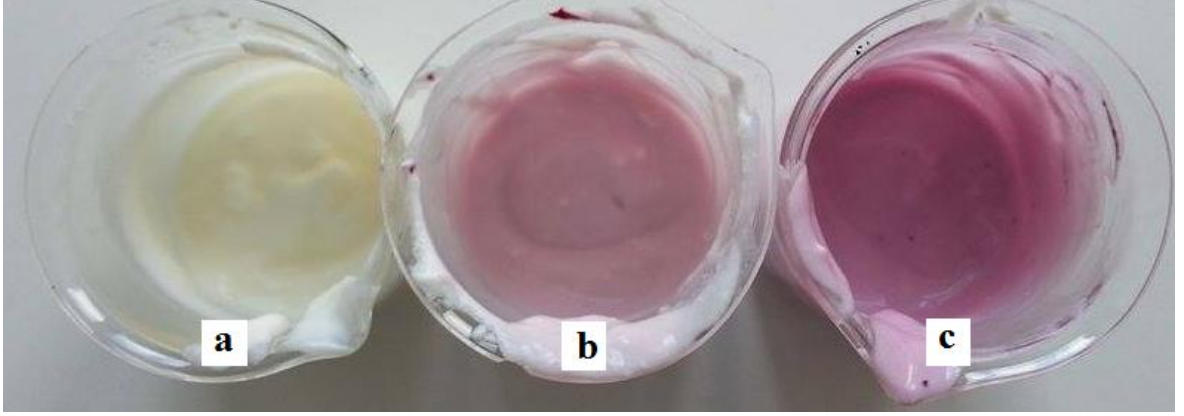
**Resim 2.16.** Elma suyunun renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



**Resim 2.17.** Enerji içeceği renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



**Resim 2.18.** Ayran renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



**Resim 2.19.** Yoğurdun renklendirilmesine ait çalışma (a: örneğin ilk hali, b: 0.1 g boyar madde ilave edilmiş hali, c: 0.3 g boyar madde ilave edilmiş hali)



### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Toplam Kuru Madde Tayini**

Karamuk meyvesinin toplam kuru madde içeriğinin tespiti için 2'er g 3 paralel örnek alındı ve sabit tartıma geldikten sonra kuru madde içeriği hesaplandı. Yapılan analiz sonucunda karamuk meyvesinin kuru madde miktarı,  $37.2\pm 0.9$  g/100 g kuru madde olarak tespit edildi (Tablo 3.1.).

#### **3.2. Toplam Kül Miktarı Tayini**

Karamuk meyvesinin kül miktarı belirlemek için yapılan toplam kül miktarı analizi, 3'er g 3 paralel karamuk meyvesi örneği ile yapıldı. Analiz sonucunda karamuk meyvesinin mayşe kül miktarı,  $1.01\pm 0.05$  g/100 g kül olarak tespit edildi (Tablo 3.1.).

#### **3.3. pH Tayini**

Karamuk meyvesinin mekanik pres uygulandı. Elde edilen suyundan 3 paralel örnek alındı ve örnekler içerisine pH metre daldırılarak ölçüm yapıldı. Yapılan analiz sonucunda karamuk meyvesinin pH değeri  $3.25\pm 0.03$  olarak tespit edildi (Tablo 3.1.).

#### **3.4. Su Aktivitesi Tayini**

Karamuk meyvesinin su aktivitesi ( $a_w$ ) belirlemek için yapılan analiz sırasında su aktivitesi küvetini dolduracak 3 paralel örnek hazırlanılarak analiz gerçekleştirildi. Yapılan analiz sonucunda karamuk meyvesi su aktivitesi ( $a_w$ ) değeri  $0.95\pm 0.01$  olarak tespit edildi (Tablo 3.1.).

#### **3.5. Renk Tayini**

Karamuk meyve suyunun renk ölçüm analizi, Hunter renk ölçüm cihazıyla yapıldı.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $a^*/b^*$  değerleri belirlendi (Tablo 3.1.).

### 3.6. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Karamuk meyvesinin suda çözünür kuru madde (briks) tayini 3 paralel örnek hazırlanılarak gerçekleştirildi. Yapılan analiz sonucunda karamuk meyvesinin briks değeri  $27.4 \pm 0.2$  g/100 g olarak tespit edildi (Tablo 3.1.).

**Tablo 3.1.** Karamuk meyvesine yapılan bazı analizler ve sonuçları

ANALİZ	SONUÇLARI
<b>Toplam Kuru Madde (g/100 g)</b>	$37.2 \pm 0.9$
<b>Toplam Kül Miktarı (g/100 g)</b>	$1.01 \pm 0.05$
<b>pH</b>	$3.25 \pm 0.03$
<b>Su Aktivitesi</b>	$0.95 \pm 0.01$
<b><i>L</i>*</b>	$19.0 \pm 0.7$
<b><i>a</i>*</b>	$0.084 \pm 0.034$
<b><i>b</i>*</b>	$0.684 \pm 0.051$
<b><i>a</i>* / <i>b</i>*</b>	$0.123 \pm 0.048$
<b>Briks (g / 100 g)</b>	$27.4 \pm 0.2$

### 3.7. DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Tayini

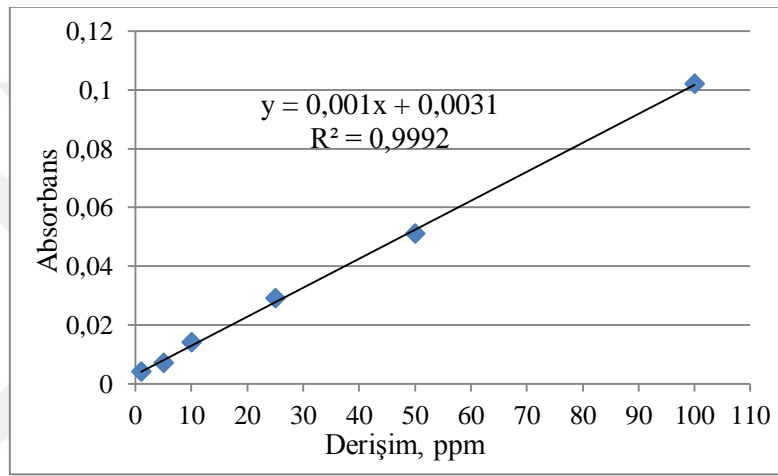
Karamuk meyvesinden elde edilen meyve suyunun, DPPH radikal temizleme aktivitesindeki değişim UV-GB spektrofotometresi yardımıyla, absorbans değerindeki düşüş tespit edilerek hesaplandı ve sonuçlar %DPPH radikali temizleme aktivitesi olarak hesaplandı (Tablo 3.2.).

**Tablo 3.2.** Karamuk meyvesinin DPPH radikali temizleme aktivitesi analiz sonucu

ANALİZ	SONUCU
DPPH Radikali Temizleme Aktivitesi Analizi (% DPPH Süpürme aktivitesi)	$72.8 \pm 1.6$

### 3.8. Folin Ciocalteu Yöntemi ile Toplam Fenolik Madde Tayini

Karamuk meyvesinden elde edilen meyve suyunun toplam fenolik madde miktarı UV-GB spektrofotometresi ile tayin edildi. Analiz için hazırlanan 1, 5, 10, 25, 50, 100 ve 300 ppm gallik asit standartları kullanılarak kalibrasyon grafiği elde edildi (Şekil 3.1.). Örneklerin absorbans değerleri gallik asit eğrisi kullanılarak değerlendirildi. Seyreltme faktörünün dikkate alınmasıyla hesaplanan toplam fenolik madde miktarı mg GAE (Gallik asit eşdeğeri)/g şeklinde Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.1. Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit kalibrasyon grafiği

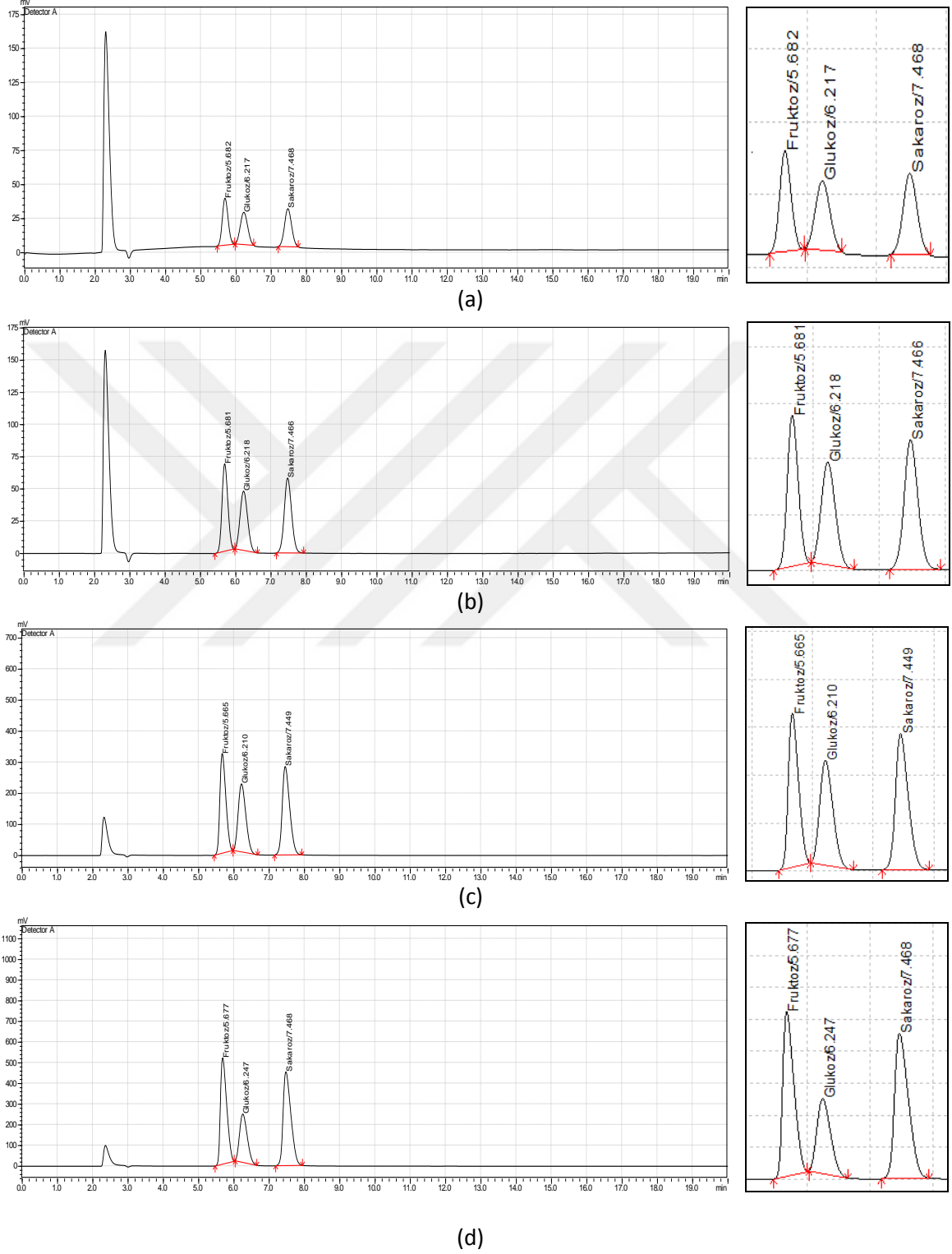
Tablo 3.3. Karamuk meyvesi toplam fenolik madde miktarı

ANALİZ	ANALİZ SOCUNU (mg GAE/ g)
Toplam Fenolik Madde	7.90±0.16

### 3.9. Şeker Kompozisyonu Tayini

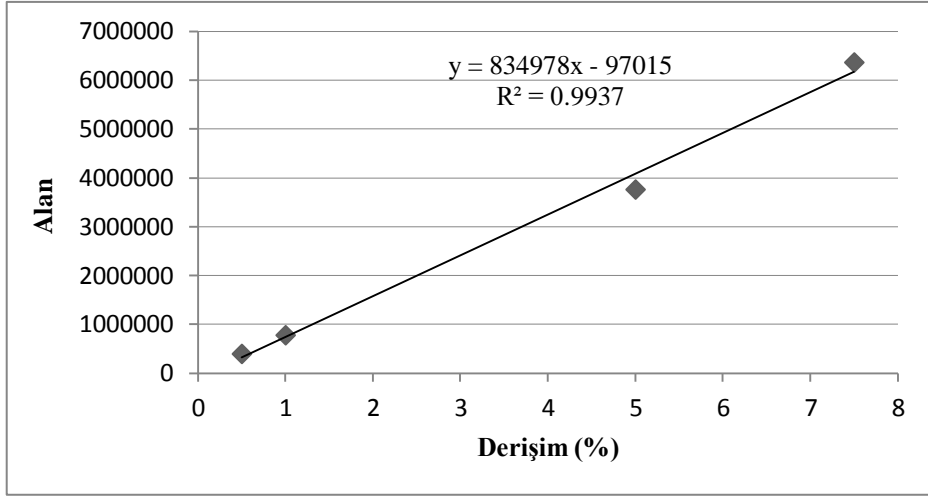
Şeker kompozisyonu analizi için %0.5, %1, %5 ve %7.5'lik fruktoz, glikoz ve sakkaroz standartları karışım halinde HPLC-RID cihazına verildi. Şekil 3.2'de bu karışım halindeki standartların kromotogramları verilmiştir. Şekil 3.3'te şeker standartlarından elde edilen oluşturduğu kalibrasyon grafiği gösterilmiştir. Şekil 3.4'te karamuk meyve

suyunun şeker kromotogramı verilmiştir. Tablo 3.4’de karamuk meyve suyunda tespit edilen şeker türleri ve miktarları verilmiştir.

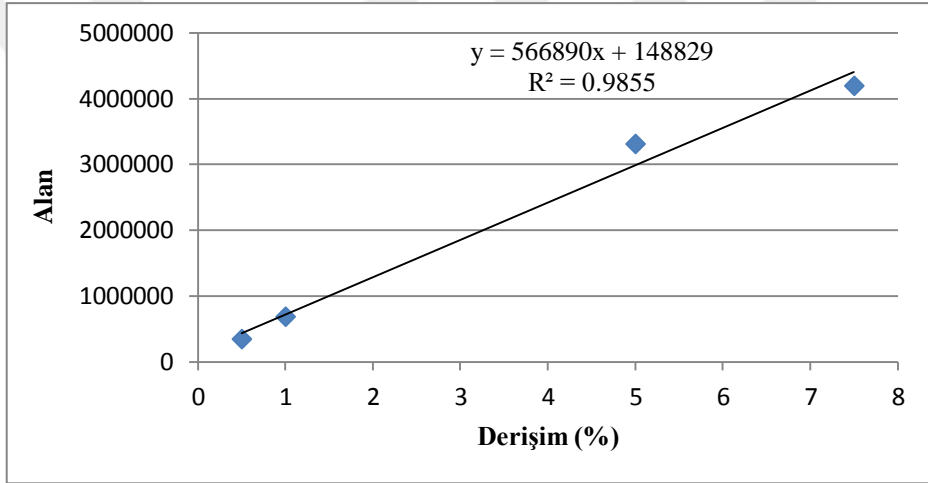


**Şekil 3.2.** Karışım halinde hazırlanmış fruktoz, glukoz, sakkaroz standartlarının kromotogramları ve HPLC-RID piklerinin yakından görünümü (a: %0.5, b: %1, c: %5 ve d: %7.5’lik karışım halindeki şeker standartlarının kromotogramları)

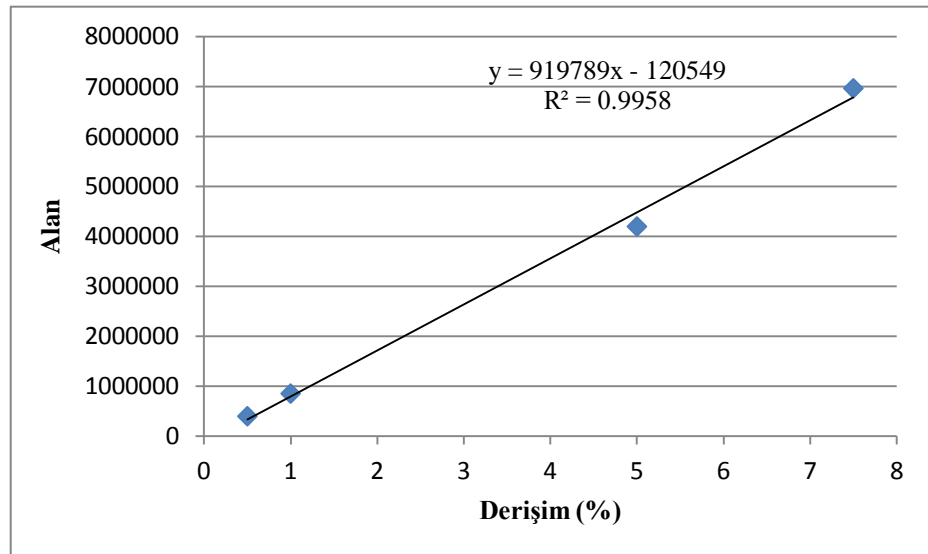
### Fruktoz



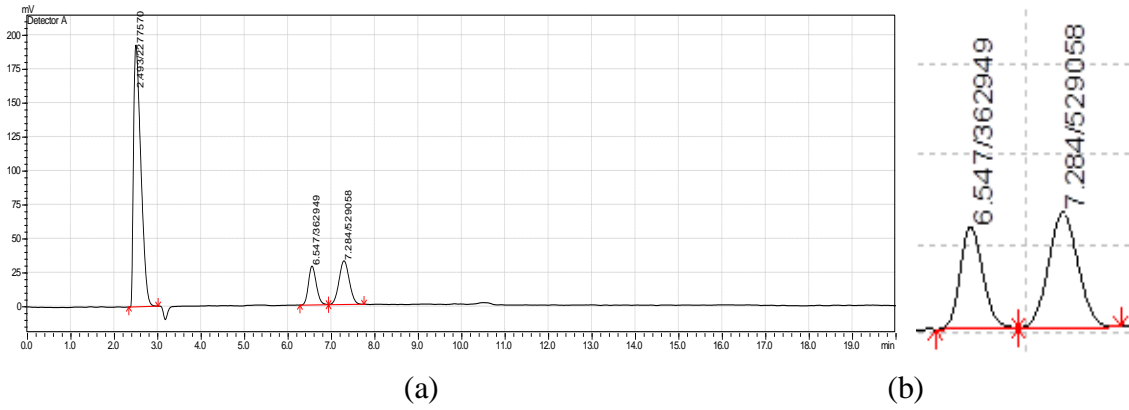
### Glikoz



### Sakkaroz



Şekil 3.3. Fruktoz, glikoz ve sakkaroz standartlarının kalibrasyon eğrisi



**Şekil 3.4.** Fruktöz ve glikoz piklerinin tespit edildiği karamuk meyvesine kromatogramı (a: kromotogramın genel görünümü, b: fruktoz, glikoz piklerinin yakın görünümü)

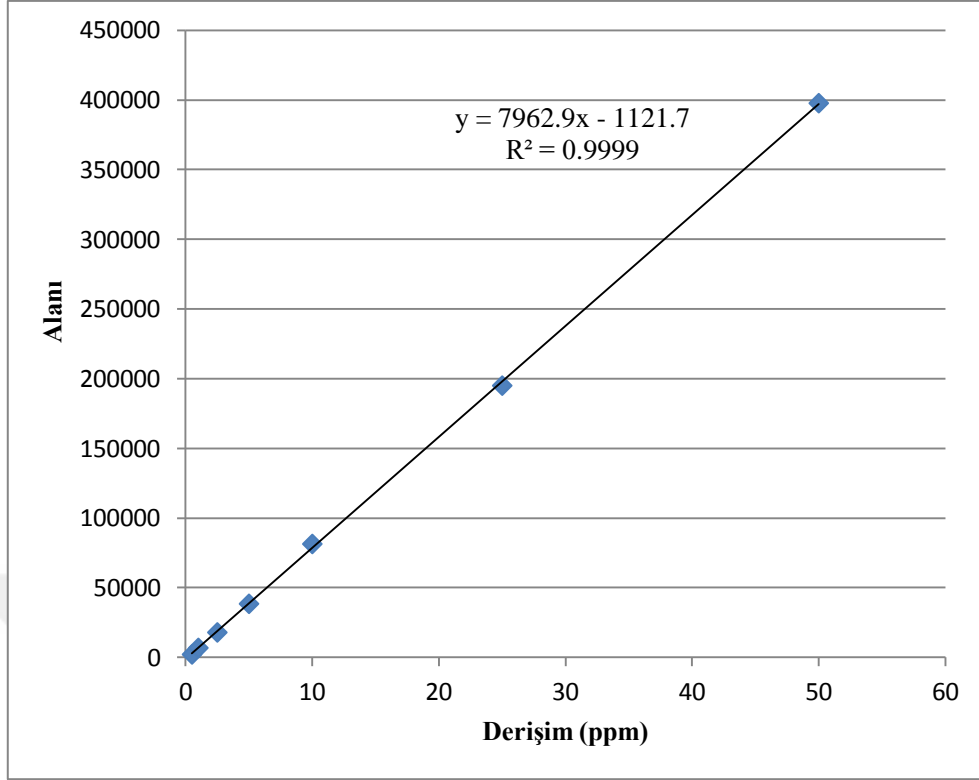
Meyve suyunda fruktoz miktarı  $5.46 \pm 0.03$  g/100 mL, glukoz miktarı ise  $6.60 \pm 0.05$  g/100 mL olarak tespit edildi. Örneklerde sakkaroz içeriği araştırıldı ancak tespit edilemedi (Tablo 3.4.).

**Tablo 3.4.** Karamuk meyve suyunda tespit edilen şekerler ve miktarları

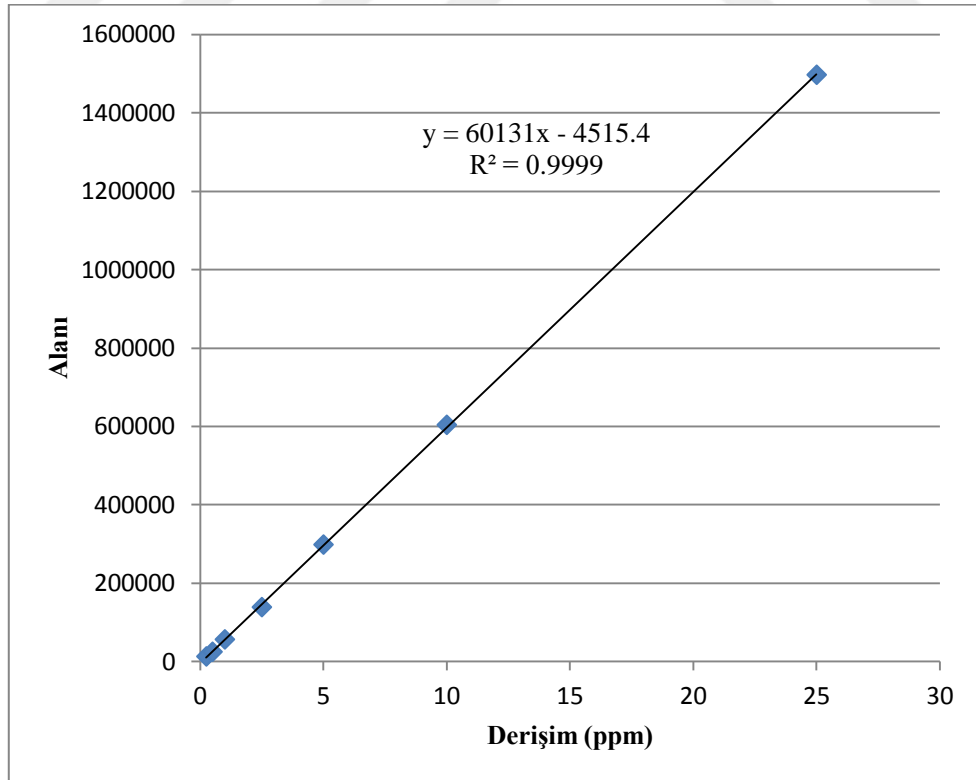
ŞEKERLER	Meyve Suyu (g/100 mL)
Fruktöz	$5.46 \pm 0.03$
Glikoz	$6.60 \pm 0.05$
Sakkaroz	-

### 3.10. Fenolik Bileşiklerin Tayini

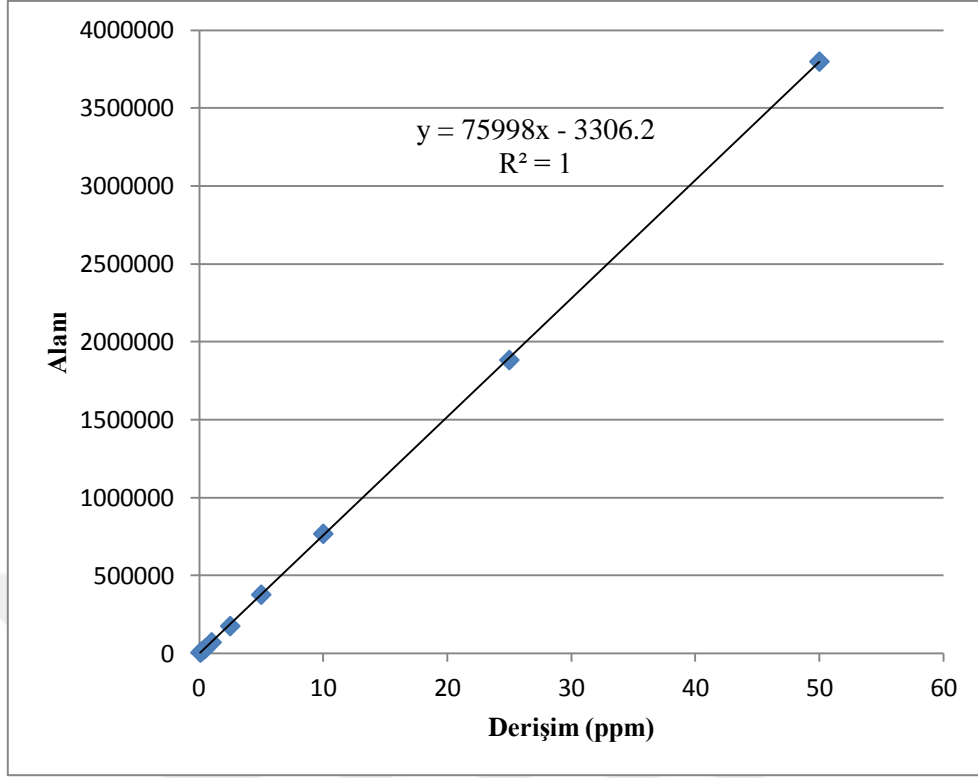
Karamuk meyve suyunun fenolik bileşiklerinin miktarlarının belirlenmesinde kullanılan kalibrasyon grafikleri sırasıyla verilmiştir (Şekil 3.5-3.8.). HPLC-DAD ile analiz edilen örneklere ait kromatogramlar Şekil 3.9'da verilmiştir. Analiz sonucunda tespit edilen fenolik bileşikler ve miktarları mg/L cinsinden Tablo 3.5'te verilmiştir.



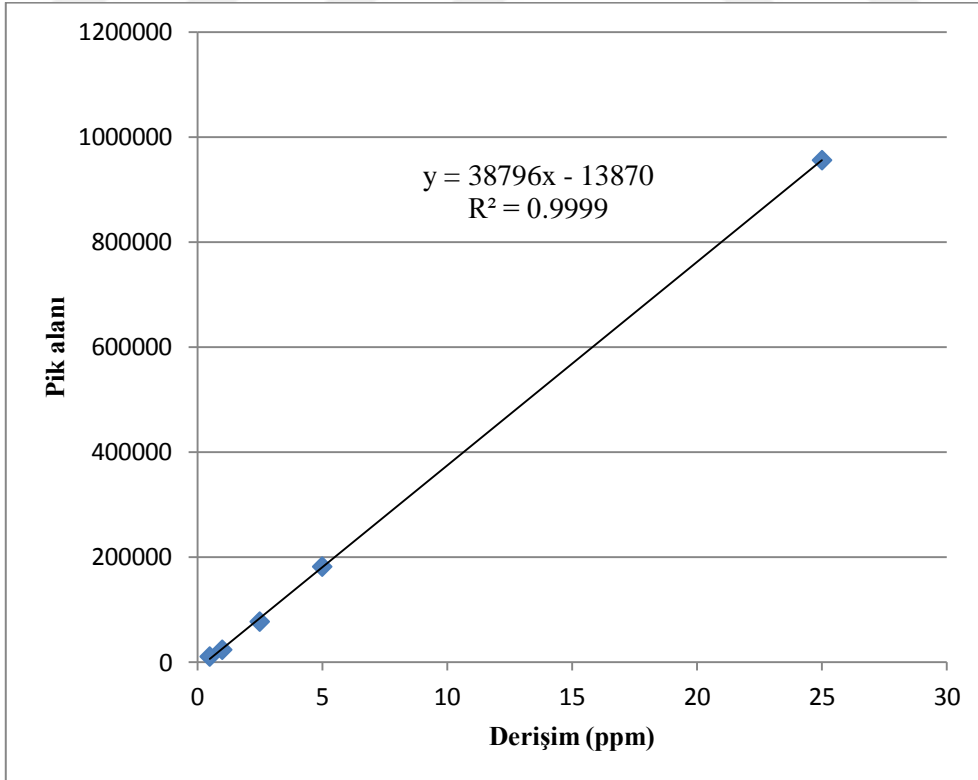
Şekil 3.5. Kateşine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 3.6. Kafeik asite ait kalibrasyon grafiği

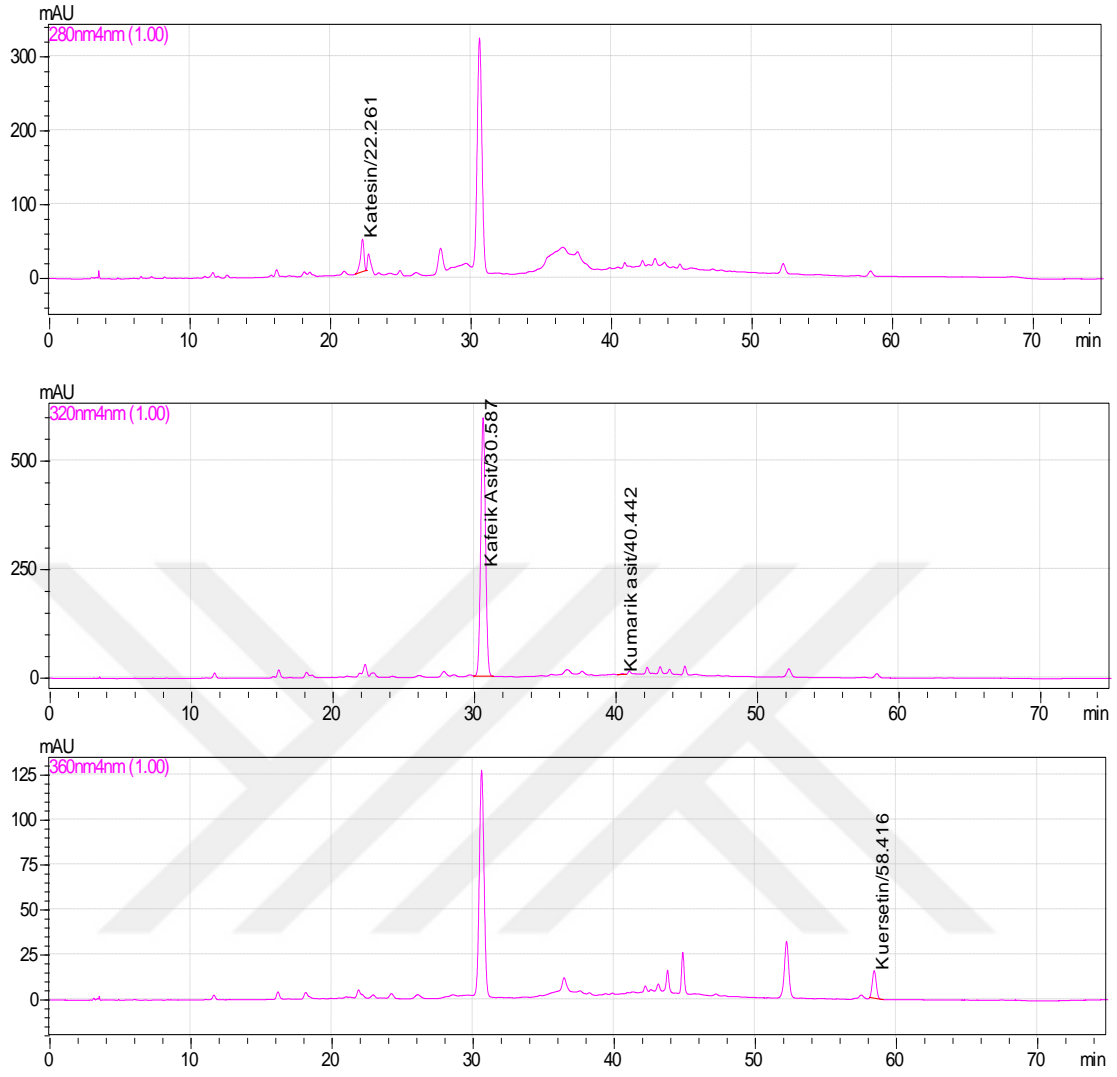


Şekil 3.7. Kumarik asite kalibrasyon grafiği



Şekil 3.8. Kuersetine ait kalibrasyon grafiği





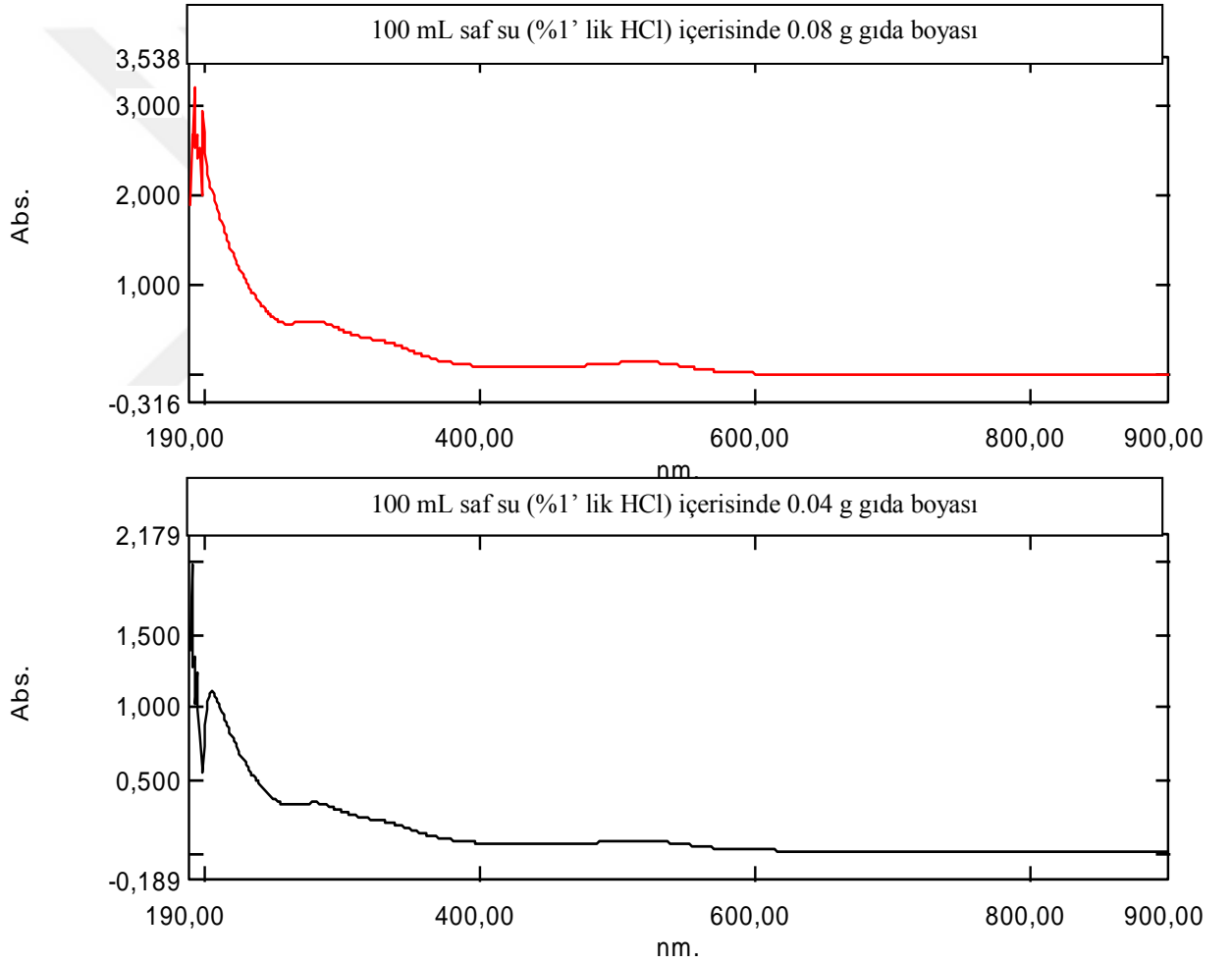
**Şekil 3.9.** Karamuk meyve suyunda tespit edilen bazı fenolik bileşikler ve HPLC kromotogramları

**Tablo 3.5.** Karamuk meyvesinde tespit edilen fenolik bileşikler ve miktarları

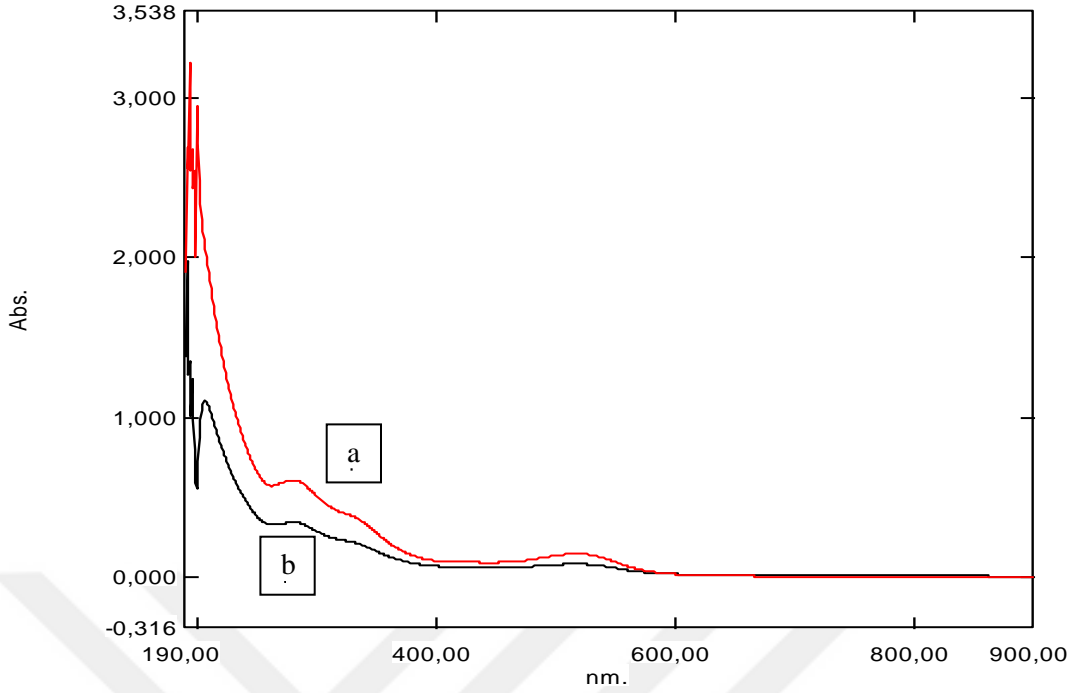
<b>FENOLİK MADDE</b>	<b>Meyve Suyu (mg/L)</b>
<b>Katesin</b>	658±13
<b>Kafeik Asit</b>	1170±32
<b>Kumarik Asit</b>	16.7±1.4
<b>Kuersetin</b>	44.5±2.7

### 3.11. Gıda Boyasına Bazı Parametrelerin Etkisi

Karamuktan elde edilen gıda boyası ile spektrometrede yapılacak ölçümler öncesinde boya maddesinin yapısındaki antosiyaninlerin hangi dalga boyunda maksimum absorbans yaptığı tespit edildi. Bunun için geniş spektrum taraması 190-900 nm dalga boyu aralığında yapıldı ve 515 nm dalga boyunda antosiyaninlerin maksimum absorbans verdiği tespit edildi. Daha sonraki tüm spektrum taramaları 400-600 nm dalga boyu aralığında gerçekleştirildi. Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de karamuk meyvesinin dalga boyu aralığı tespit edilmesine ait UV-GB spektrofotometre sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Geniş dalga boyu aralığında (190-900 nm) örneğin iki farklı miktarının ayrı ayrı spektrum taraması



**Şekil 3.11.** Geniş dalga boyu aralığının da (190-900 nm) örneğin iki farklı miktarının spektrumlarının beraber gösterimi (a: 100 mL saf su (%1'lik HCl) içerisinde 0.08 g gıda boyası, b: 100 mL saf su (%1'lik HCl) içerisinde 0.04 g gıda boyası )

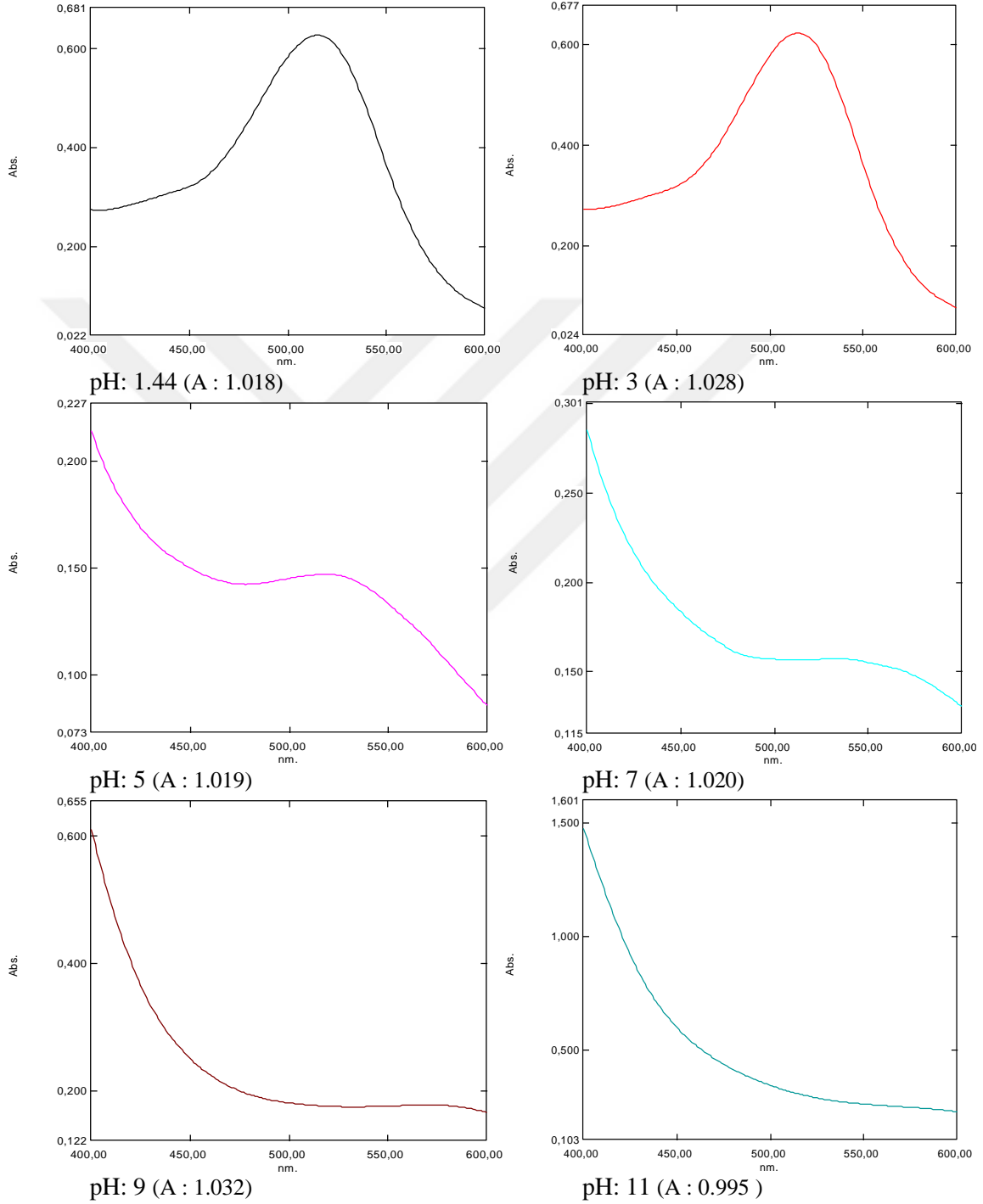
### 3.11.1. Gıda Boyasına pH'nin Etkisi

Karamuk meyvesinden elde edilen toz gıda boyasından 0.1 g alındı. 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözüldü ve bu pH'daki absorbansı UV-GB spektrofotometresi ile ölçüldü. Çözeltinin pH derecesi farklı pH' lara ayarlanarak pH değişimine karşı absorbanstaki değişim belirlendi. Tablo 3.5'te pH değişimi karşısında ölçülen absorbans değerleri verilmiştir. Şekil 3.12'de ölçüm yapılan her pH değerine ait spektrum gösterilmiştir.

**Tablo 3.6.** Gıda boyasının pH artışı karşısında absorbans değişimi

pH	$\lambda_{\max}$ (nm)	Absorbans (A)
1.44	515	1.018
3	515	1.028
5	518	1.019
7	515	-
9	515	-
11	515	-

Çözelti pH'sı artıkça maksimum absorbans verdiği dalga boyunda değişme gözlemlendi. pH derecesi 5'e getirildikten sonra 515 nm dalga boyunda UV-GB spektrometreyle yapılan ölçümde herhangi bir absorbans değeri tespit edilemedi.



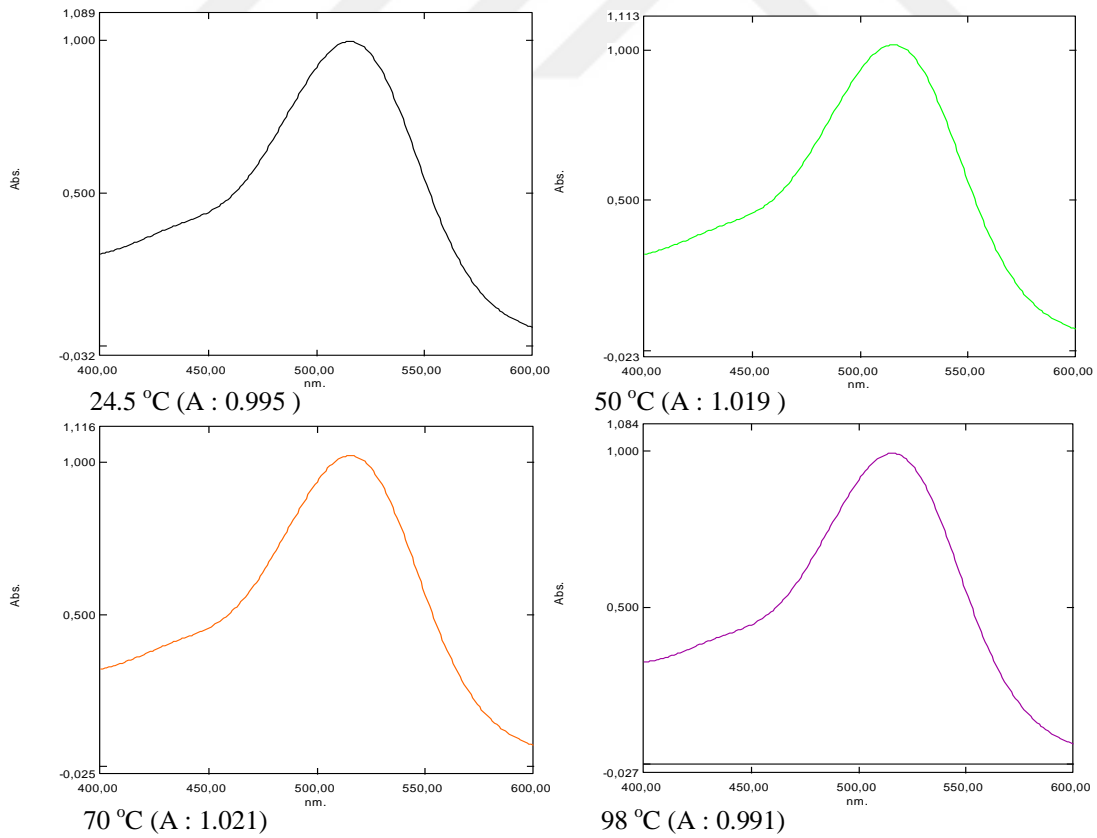
Şekil 3.12. Gıda boyasının pH değişimi sonucu elde edilen UV-GB spektrumları

### 3.11.2. Gıda Boyasına Sıcaklığın Etkisi

Karamuk meyvesinden elde edilen gıda boyasından 0.1 g alındı ve 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözüldü. Oda sıcaklığından itibaren sıcaklık artıca UV-GB absorbans değışimi belirlendi. Tablo 3.7'de tüm sıcaklık ölçümlerine ait absorbans değeri verilmiştir. Şekil 3.13'te bazı sıcaklıklara ait spektrumlar gösterilmiştir.

**Tablo 3.7.** Gıda boyasının sıcaklık değışimi sonucu elde edilen absorbans değeri

Sıcaklık (°C)	$\lambda_{\max}$ (nm)	Absorbans (A)
24.5	515	0.995
30	515	1.016
40	515	1.025
50	515	1.019
60	515	1.006
70	515	1.021
80	516	1.015
90	516	1.011
98	516	0.991



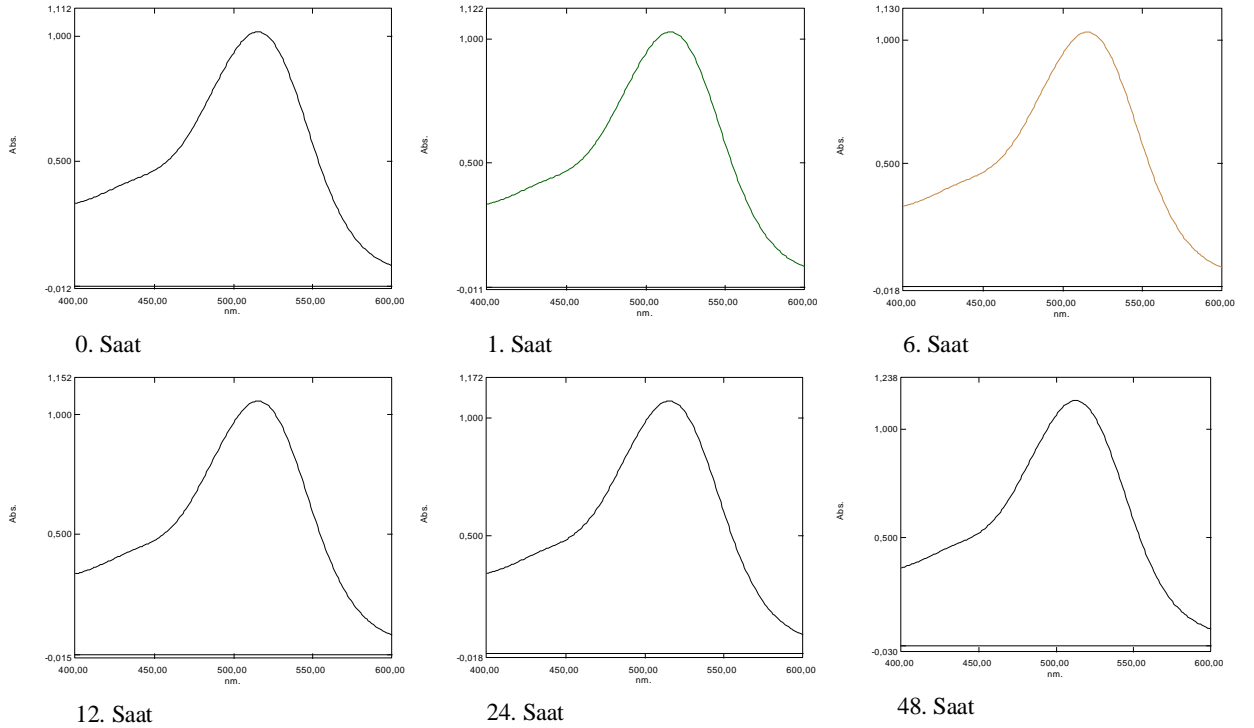
**Şekil 3.13.** Gıda boyasının bazı sıcaklıklardaki (400-600 nm dalga boyu aralığında) UV Spektrometrede sonuçları

### 3.11.3. Gıda Boyasına Ortam Oksijeninin Etkisi

Ortam oksijeninin gıda boyasına etkisinin incelenmesi için gıda boyasından 0.1 g alındı ve 100 mL ultra saf su (%1'lik HCl) içerisinde çözüldü. Çözelti 0. saatten (ilk andan) başlanılarak ilk 6 saat için saat başı daha sonra 12, 24 ve 48. saatlerdeki absorbans değerleri UV-GB ile ölçüldü. Tablo 3.8'de ölçüm yapılan tüm zamanlara ait absorbans değerleri verilmiştir. Şekil 3.14'te bazı zamanlara ait spektrum verileri gösterilmiştir.

**Tablo 3.8.** Ortam oksijenine maruz kalan gıda boyasının zamana karşı absorbans değişimi

Zaman (Saat)	$\lambda_{\max}$ (nm)	Absorbans (A)
0.	515	1.018
1.	515	1.028
2.	515	1.019
3.	515	1.020
4.	516	1.032
5.	515	1.032
6.	515	1.034
12.	515	1.055
24.	515	1.073
48.	513	1.132



**Şekil 3.14.** Gıda boyasının zamana karşı ortam oksijenine gösterdiği absorbans değişimini gösteren UV-GB spektrum sonuçları

## **3.12. Renklendirilen Gıdalara Yapılan Analizler**

### **3.12.1. pH Tayini**

Renklendirilen ürünlerin homojen yapıdadır. pH metrenin (Termo Scientific, Orion3Star, Singapur) cam elektrodu örneğe doğrudan daldırılarak ölçüm yapıldı. Tablo 3.9’da renklendirilen örneklerin pH analizi değerleri gösterilmiştir.

### **3.12.2. Renk Tayini**

Renk ölçümü sonuçları Tablo 3.10’da gösterilmiştir.

## **3.13. Analizi Yapılan Parametrelerin Korelasyon Analizi**

Yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 3.11’de verildi.

**Tablo 3.9.** Renklendirilen örnekler ve pH analizi sonuçları

ÖRNEK	pH		
	Örnek ilk hali	0.1 g Boyar Madde İlave Edilmiş	0.3 g Boyar Madde İlave Edilmiş
Saf Su (100 mL)	5.99±0.01	3.61±0.01	3.42±0.05
Elma Suyu (100 mL)	3.32±0.02	3.34±0.01	3.33±0.01
Gazoz (100 mL)	3.36±0.01	3.36±0.01	3.36±0.01
Enerji İçeceği (100 mL)	3.45±0.01	3.44±0.01	3.43±0.01
Ayran (100 mL)	4.25±0.01	4.21±0.01	4.17±0.01
Yoğurt (100 g)	4.15±0.01	4.15±0.01	4.13±0.01

**Tablo 3.10.** Renklendirilen örneklerin renk ölçüm sonuçları

ÖRNEK	RENK TAYİNİ								
	Boyar Madde İlave Edilmemiş Örnek			0.1 g Boyar Madde İlave Edilmiş Örnek			0.3 g Boyar Madde İlave Edilmiş Örnek		
	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Saf Su (100 mL)	38.837±0.661	-0.053±0.021	3.723±0.088	2.926±0.222	11.408±0.084	17.005±0.843	7.062±0.045	5.648±0.698	3.627±0.159
Elma Suyu (100 mL)	20.451±0.688	4.201±0.311	15.438±1.646	16.134±1.584	8.912±1.065	5.285±0.632	12.638±1.178	3.351±0.519	1.435±0.073
Gazoz (100 mL)	33.581±0.551	-0.059±0.022	3.801±0.188	15.151±2.687	16.533±1.344	10.360±1.518	18.012±0.113	7.318±0.139	3.145±0.248
Enerji İçeceği (100 mL)	26.342±0.352	2.561±0.042	14.795±0.556	21.175±0.209	13.160±0.546	8.802±0.601	17.707±0.167	6.601±0.603	2.830±0.016
Ayran (100 mL)	90.681±0.029	-1.801±0.031	3.487±0.269	77.244±1.629	10.430±0.008	-1.871±0.021	71.701±0.586	17.317±0.242	-3.167±0.063
Yoğurt (100 g)	93.040±0.098	-3.857±0.021	9.795±0.005	85.015±0.039	7.114±0.005	1.641±0.051	58.471±1.375	14.564±0.039	0.468±0.042

(*L*\*: Parlaklık, *a*\*: Kırmızılık, *b*\*: Sarılık)



**Tablo 3.11.** Karamuk meyvesinin ölçülen parametreleri arasındaki korelasyon (\*\* P<0.01, \* P<0.05 ve N=7)

	<b>TKM</b>	<b>Kül</b>	<b>pH</b>	<b>a<sub>w</sub></b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>a*/b*</b>	<b>Briks</b>	<b>DPPH</b>	<b>TFM</b>	<b>Fruktoz</b>	<b>Glikoz</b>
<b>TKM</b>	1												
<b>Kül</b>	0.173	1											
<b>pH</b>	-0.073	0.315	1										
<b>a<sub>w</sub></b>	-0.509	-0.010	0.321	1									
<b>L*</b>	-0.692	0.330	0.352	0.383	1								
<b>a*</b>	0.224	0.291	-0.167	-0.103	-0.434	1							
<b>b*</b>	0.430	-0.427	-0.482	-0.551	-0.887**	0.321	1						
<b>a*/b*</b>	0.206	0.466	0.074	0.178	-0.170	0.887**	-0.094	1					
<b>Briks</b>	0.138	-0.191	0.636	-0.248	0.046	-0.157	-0.102	-0.083	1				
<b>DPPH</b>	-0.337	-0.500	-0.095	-0.385	0.340	-0.631	-0.049	-0.728	0.429	1			
<b>TFM</b>	0.138	-0.191	0.636	-0.248	0.046	-0.157	-0.102	-0.083	1,000**	0.429	1		
<b>Fruktoz</b>	0.436	0.019	-0.559	-0.145	-0.642	0.826*	0.459	0.716	-0.360	-0.567	-0.360	1	
<b>Glikoz</b>	0.309	0.246	-0.739	-0.127	-0.128	0.239	0.018	0.275	-0.685	-0.283	-0.685	0.607	1

#### 4. TARTIŞMA

Bu araştırmada karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesinin fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri ve karamuk meyvesinin antosiyanin kaynağının boyar madde uygunluğu araştırıldı. Elde edilen toz boyar madde bu amaçla bazı gıdalara uygulandı ve sonuçları gözlemlendi.

Boyar madde eldesi için seçilen karamuk meyvesine klasik ekstraksiyon yöntemi uygulandı. Klasik ekstraksiyon uygulaması sırasında yöntem gereği antosiyanin içeriğinin stabilitesini korumak için ilave edilen HCl asit sonrasında boyar maddenin saflaştırılması ihtiyacını doğurmaktadır. Ayrıca vakumlu rotary evaporatör ile 50 °C sıcaklıkta ekstraktın kurutulması işleminin sonucu ekstrakt macun kıvamını aldığı için toz haline getirmek mümkün olmadı. Bu amaçla çalışma kapsamında karamuk meyvesinden mekanik pres ile suyu çıkarıldı ve meyve özü dondurularak kurutulup toz haline getirildi.

Araştırma kapsamında yaş karamuk meyvesinin TKM (Toplam kuru madde) miktarı  $37.2 \pm 0.9$  g/100 g, toplam kül miktarı  $1.01 \pm 0.05$  g/100 g, pH değeri  $3.25 \pm 0.03$ , su aktivitesi değeri  $0.95 \pm 0.01$ , suda çözünür kuru madde (briks) değeri  $27.4 \pm 0.2$  g/100 g olarak tespit edildi. Çalışma kapsamında karamuk meyve suyunun renk analizi yapıldı.  $L^*$  değeri  $19.0 \pm 0.7$ ,  $a^*$  değeri  $0.084 \pm 0.034$ ,  $b^*$  değeri  $0.684 \pm 0.051$  olarak tespit edildi. İdiş (2012) karamuk antosiyaninlerinin stabilitesi üzerine yapmış olduğu çalışmada pH değerini 3.6 olarak, briks değeri 20 g/100 g olarak belirlemiştir. Bu çalışmada belirlediğimiz pH değeri İdiş'in tespit ettiği değerden az da olsa düşük olduğu gözlenirken, briks değerinin yüksek olduğu belirlendi. Tosun ve Artık (1999) böğürtlenin kimyasal bileşimi ile ilgili yaptıkları çalışmada kuru madde miktarını ortalama %16.86, toplam kül miktarını ortalama 0.50 g/100 g, pH değerini 3.28, briks değerini ise ortalama %11.15 olarak belirlemişlerdir. Bu araştırma kapsamında tespit edilen sonuçların, Tosun ve Artık'ın (1999) yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre kuru madde miktarı, toplam kül miktarı ve briks değerinin yüksek olduğu, pH değerinin ise düşük olduğu belirlendi. Kuru madde değerlerinin farklı çıkmasının nedeni karamuk meyvelerinin farklı iklim koşullarından veya hasat zamanının farklı olmasından kaynaklanabilir. Araştırma kapsamında meyve suyunun DPPH radikali temizleme aktivitesi  $72.80 \pm 1.6$  olarak, TFM (Toplam fenolik madde) miktarı ise  $7.9 \pm 0.16$  mg GAE/g olarak belirlendi. Ersus ve Yurdagel (2007) siyah havuç ile yaptıkları gıda boyası çalışmasında siyah havucun briks değeri  $11.90 \pm 0.14$ , kuru madde miktarı  $13.15 \pm 0.08$  g/100 g, kül miktarı  $1.2 \pm 0.2$  g/100 g, renk analizleri sonucu

elde edilen  $L^*$  değeri  $26.95 \pm 3.82$ ,  $a^*$  değeri  $11.35 \pm 8.39$ ,  $b^*$  değeri  $-0.73 \pm 0.59$  olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların farklı olduğu görülmektedir. Bu da boya olarak kullanılan gıda maddesinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Er (2011) gıda boyası elde etmek amacıyla kırmızı pancarı kullandığı bir çalışmada kırmızı pancarın toplam fenolik madde miktarı  $874.7 \pm 146.43$  mg GAE/100 g katı ağırlık olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda gıda boyası için kullanılan meyvenin toplam fenolik madde miktarı Er'in çalışmasında elde ettiği miktardan daha düşük çıkmıştır. Çünkü Er (2011) çalışmasında kuru ağırlık üzerinden hesaplama yapmıştır. Toplam fenolik madde miktarı ile DPPH radikali temizleme aktivitesi arasında bir ilişki bulunamamıştır. Çünkü DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite tayini ile serbest antioksidanlar tespit edilebilirken, Folin-Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik madde tayini ile serbest ve bağlı fenolikler belirlenmektedir. Bu nedenle fenolik ve DPPH sonuçlarında korelasyon bulunamayabilir (Bayram, 2012; Piljac-Zegarac ve ark., 2009).

Ayrıca karamuk meyve suyunun şeker içeriği ve miktarı araştırıldı. Araştırma sonucunda meyve suyunda fruktoz içeriği  $5.46 \pm 0.03$  g/100 mL, glukoz içeriği  $6.60 \pm 0.05$  g/100 mL olarak tespit edildi. İdiş (2012) karamuk meyvesi ile yaptığı çalışmada fruktoz içeriğini  $5.73$  g/100 mL, glukoz içeriğini  $7.2$  g/100 mL olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda tespit ettiğimiz fruktoz ve glukoz miktarı İdiş'in tespit ettiği değerlerden az da olsa daha düşük olduğu belirlendi. Tosun ve Artık (1999) böğürtlenin kimyasal bileşimi ile ilgili yaptığı çalışmada fruktoz içeriğini ortalama  $3.48$  g/100 mL, glukoz içeriği ortalama  $3.60$  g/100 mL, sakkaroz içeriğini ise ortalama  $0.09$  g/100 mL olarak belirlemişlerdir. Bu araştırma kapsamında karamuk meyve suyunda belirlenen fruktoz ve glukoz miktarı Tosun ve Artık'ın (1999) yapmış olduğu çalışmadaki tespit ettikleri fruktoz ve glukoz miktarından yüksek olduğu belirlendi. Ayrıca bizim yapmış olduğumuz çalışmada karamuk meyvesi bileşiminde sakkaroz içeriğine rastlanmazken Tosun ve Artık (1999) yapmış olduğu çalışmada sakkaroz içeriği belirlemiştir.

Araştırma kapsamında karamuk meyvesinden elde edilen gıda boyasının pH, sıcaklık, ortam oksijenine karşı duyarlılıkları araştırıldı. Gıda boyasının pH değişimi karşısında doğal rengini koruyamadığı ve var olan rengini kolaylıkla kaybettiği gözlemlendi. pH artışı karşısında stabilitesindeki değişiminin yüksek olduğu ölçüm yapıldığı her pH değerindeki absorbans değerinden gözlemlendi. pH değeri 5 ve üzerindeki değerlerde yapılan ölçümlerde UV-GB spektrofotometresi yaklaşık 515 nm dalga boyunda

absorbans değeri belirleyemediği gözlemlendi. Gıda boyasının sıcaklık artışı karşısında doğal rengini koruduğu ve sıcaklık artışı karşısında stabilitesindeki değişiminin düşük olduğu absorbans değişiminden tespit edildi. Gıda boyasının ortam oksijeni maruz kalması karşısında doğal rengini koruduğu ve ortam oksijenine maruz kalan gıda boyasının stabilitesindeki değişiminin düşük olduğu absorbans değişiminden tespit edildi.

Karamuk meyve suyunun fenolik kompozisyon içeriği ve miktarları araştırıldı. Meyve suyundaki kateşin miktarı  $658 \pm 13$  mg/L, kafeik asit miktarı  $1170 \pm 32$  mg/L, kumarik asit miktarı  $16.7 \pm 1.4$  mg/L, kuersetin miktarı  $44.5 \pm 2.7$  mg/L olarak tespit edildi. Tosun ve Artık (1999) böğürtlenin kimyasal bileşimi ile ilgili yaptığı çalışmada kateşin miktarını ortalama  $122.31$  mg/L, kafeik asit miktarını ortalama  $89.43$  mg/L olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada karamuk meyve suyunda tespit edilen kateşin miktarının Tosun ve Artık'ın çalışmasında tespit ettikleri değerden yüksek olduğu belirlendi.

Araştırma kapsamında elde edilen gıda boyası, saf su ve 6 adet gıdaya ilave edildi. İlave edilen gıdalara pH ve renk ölçümü analizleri yapıldı. Bu çalışmada boyar madde ilave edilen saf suyun pH değeri  $5.99 \pm 0.01$ , boyar maddeden  $0.1$  g ilave edilmiş halinin pH'sı  $3.61 \pm 0.01$ ,  $0.3$  g ilave edilmiş halinin pH'sı  $3.42 \pm 0.05$  olarak belirlendi. Elma suyunun boyar madde ilave edilmeden ölçülen pH değeri  $3.32 \pm 0.02$ ,  $0.1$  g ilave edilmiş halinin pH değeri  $3.34 \pm 0.01$ ,  $0.3$  gr ilave edilmiş halinin pH değeri  $3.33 \pm 0.01$  olarak ölçüldü. Gazoz örneğinin boyar madde ilave edilmeden ölçülen pH değeri  $3.36 \pm 0.01$ , boyar maddeden  $0.1$  g ilave edilmiş halinin pH değeri  $3.36 \pm 0.01$ ,  $0.3$  g ilave edildiği halinin pH değeri  $3.36 \pm 0.01$  olarak ölçüldü. Enerji içeceğinin boyar madde ilave edilmeden ölçülen pH değeri  $3.45 \pm 0.01$ ,  $0.1$  g ilave edildikten sonra ölçülen pH değeri  $3.44 \pm 0.01$  iken  $0.3$  g boyar madde ilave edilmiş halinin pH değeri  $3.43 \pm 0.01$  olarak ölçüldü. Renklendirilme işlemi öncesi pH değeri  $4.25 \pm 0.01$  ölçülen ayranın  $0.1$  g boyar madde ilave edilmiş halinin pH değeri  $4.21 \pm 0.01$ ,  $0.3$  g boyar madde ilave edilmiş halinin pH değeri  $4.17 \pm 0.01$  olarak ölçüldü. Yoğurt örneğinin boyar madde ilave edilmemiş halinin pH değeri  $4.15 \pm 0.01$ ,  $0.1$  g boyar madde ilave edilmiş halinin pH değeri  $4.15 \pm 0.01$ ,  $0.3$  g ilave edilmiş halinin pH değeri  $4.13 \pm 0.01$  olarak ölçüldü. Elde edilen boyar maddenin gıda maddelerine uygulanması sonrası renk ölçümü analizleri yapıldı. Saf suyun boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $38.837 \pm 0.661$ ,  $a^*$  değeri  $-0.053 \pm 0.021$ ,  $b^*$  değeri  $3.723 \pm 0.088$ , boyar maddeden  $0.1$  g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $2.926 \pm 0.222$ ,  $a^*$  değeri  $11.408 \pm 0.084$ ,  $b^*$  değeri  $17.005 \pm 0.843$ , boyar maddeden  $0.3$  g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $7.062 \pm 0.045$ ,  $a^*$  değeri  $5.648 \pm 0.698$ ,  $b^*$  değeri  $3.627 \pm 0.159$  olarak ölçüldü. Elma suyu

örneğine boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $20.451 \pm 0.688$ ,  $a^*$  değeri  $4.201 \pm 0.311$ ,  $b^*$  değeri  $15.438 \pm 1.646$ , boyar maddeden 0.1 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $16.134 \pm 1.584$ ,  $a^*$  değeri  $8.912 \pm 1.065$ ,  $b^*$  değeri  $5.285 \pm 0.632$ , boyar maddeden 0.3 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $12.638 \pm 1.178$ ,  $a^*$  değeri  $3.351 \pm 0.519$ ,  $b^*$  değeri  $1.435 \pm 0.073$  olarak ölçüldü. Gazoz örneğine boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $33.581 \pm 0.55$ ,  $a^*$  değeri  $-0.059 \pm 0.022$ ,  $b^*$  değeri  $3.801 \pm 0.188$ , boyar maddeden 0.1 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $15.151 \pm 2.687$ ,  $a^*$  değeri  $16.533 \pm 1.344$ ,  $b^*$  değeri  $10.360 \pm 1.518$ , boyar maddeden 0.3 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $18.012 \pm 0.113$ ,  $a^*$  değeri  $7.318 \pm 0.139$ ,  $b^*$  değeri  $3.145 \pm 0.248$  olarak ölçüldü. Enerji içeceği örneğine boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $26.342 \pm 0.352$ ,  $a^*$  değeri  $2.561 \pm 0.042$ ,  $b^*$  değeri  $14.795 \pm 0.556$ , boyar maddeden 0.1 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $21.175 \pm 0.209$ ,  $a^*$  değeri  $13.160 \pm 0.546$ ,  $b^*$  değeri  $8.802 \pm 0.601$ , boyar maddeden 0.3 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $17.707 \pm 0.167$ ,  $a^*$  değeri  $6.601 \pm 0.603$ ,  $b^*$  değeri  $2.830 \pm 0.016$  olarak ölçüldü. Ayran örneğinin boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $90.681 \pm 0.029$ ,  $a^*$  değeri  $-1.801 \pm 0.031$ ,  $b^*$  değeri  $3.487 \pm 0.269$ , boyar maddeden 0.1 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $77.244 \pm 1.629$ ,  $a^*$  değeri  $10.430 \pm 0.008$ ,  $b^*$  değeri  $1.871 \pm 0.021$ , boyar maddeden 0.3 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $71.701 \pm 0.586$ ,  $a^*$  değeri  $17.317 \pm 0.242$ ,  $b^*$  değeri  $-3.167 \pm 0.063$  olarak ölçüldü. Yoğurt örneğinin boyar madde ilave edilmemiş halinin  $L^*$  değeri  $93.040 \pm 0.098$ ,  $a^*$  değeri  $-3.857 \pm 0.021$ ,  $b^*$  değeri  $9.795 \pm 0.005$ , boyar maddeden 0.1 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $85.015 \pm 0.039$ ,  $a^*$  değeri  $7.114 \pm 0.005$ ,  $b^*$  değeri  $1.641 \pm 0.051$ , boyar maddeden 0.3 g eklendiğinde  $L^*$  değeri  $58.471 \pm 1.375$ ,  $a^*$  değeri  $14.564 \pm 0.039$ ,  $b^*$  değeri  $0.468 \pm 0.042$  olarak ölçüldü. Literatürde karamuk meyvesinden elde edilen gıda boyası ve bu boya ile gıda örneklerinin renklendirilmesine ilişkin bir çalışma bulunmadığından pH ve renk değişimi ile ilgili bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Bu çalışmada TKM miktarı, kül miktarı, pH derecesi, su aktivitesi ( $a_w$ ),  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*/b^*$ , suda çözünür kuru madde, DPPH aktivitesi, TFM, miktarı, fruktoz ve glikoz miktarı arasındaki korelasyon sonucuna göre  $L^*$  değeri ile  $b^*$  değeri arasında yüksek derecede negatif bir ilişki ( $r=0.887$ ,  $n<0.01$ ),  $a^*$  değeri ile  $a^*/b^*$  değeri arasında yüksek derecede pozitif bir ilişki ( $r=0.887$ ,  $n<0.01$ ),  $a^*$  değeri ile fruktoz miktarı arasında yüksek derecede pozitif bir ilişki ( $r=0.826$ ,  $n<0.05$ ) ve suda çözünür kuru madde miktarı ile TFM miktarı arasında çok yüksek derecede pozitif bir ilişki ( $r=1.000$ ,  $n<0.01$ ) olduğu belirlendi.

## 5. SONUÇLAR

Gıda boyalarının tarihsel gelişimine bakıldığında endüstri devrimine kadar doğal kaynaklı gıda boyalarının kullanımı yaygınken endüstri devrimi sonrası teknolojik gelişmelerinde artmasıyla sentetik gıda boyaları kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak renk maddelerinin kullanımına yasal düzenlemeler getirilmiştir. Araştırmalar sonucunda sentetik gıda boyalarının sağlık üzerindeki olumsuz etkileri fark edilmiş ve günümüze kadar birçok sentetik gıda boyası kullanımı yasaklanmıştır. Günümüzde sağlık üzerindeki olumlu etkileri dikkate alındığında doğal kaynaklı gıda boyalarının kullanımı önem kazanmıştır. Ancak doğal kaynaklı gıda boyalarının renk stabiliteilerinin düşük olması kullanım alanını sınırlamaktadır.

Doğal gıda boyaları mikrobiyal, bitkisel, hayvansal veya mineral kaynaklardan elde edilen pigmentlerdir. Bu çalışmada kullanılan karamuk (*Berberis crataegina* DC.) meyvesinin antosiyanin pigmenti içeriğinin gıda boyasına uygunluğu araştırılmıştır. Meyvenin ve meyvenin suyundan elde edilen gıda boyasının bazı parametreleri araştırılmıştır ve gıda boyası bazı gıdalara uygulanarak sonuçları gözlenmiştir. Sonuç olarak karamuk meyve suyundan elde edilen gıda boyasının pH değişimi karşında stabilitesini koruyamazken sıcaklık artışına ve ortam oksijenine karşı stabilitesini koruduğu tespit edildi. Gıda boyasının düşük pH değerlerinde renk stabilitesini koruduğu gözlenirken pH derecesi arttıkça renk stabilitesini kaybettiği gözlemlendi. Karamuk meyvesinin suyundan elde edilen gıda boyasının DPPH radikali temizleme aktivitesi ve TMF (Toplam fenolik madde) miktarının yüksek olduğu belirlendi. Bu da antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu gösterir.

## 6. ÖNERİLER

Bu çalışmada gıda boyası elde edilirken hiçbir kimyasal madde kullanılmadığı için tamamen doğaldır. Ayrıca gıda boyası yapımında kullanılan karamuk meyvesi renk yoğunluğu da oldukça iyidir. Çalışmada kullanılan karamuk meyvesinin doğal olarak yetişmesi ve yapılan analizler sonucu meyvenin antioksidan madde içeriğinin yüksek olması da bu gıda boyasının kullanılmasının başka bir avantajıdır. Bu nedenle çalışma geliştirilip gıda boyasının raf ömrü arttırılarak gıda sanayinde kullanımı teşvik edilebilir.

Antioksidan özellikleri yüksek olan bu gıda boyasının antimikrobiyal özellikleri de araştırılabilir.

Aynı gıda örnekleri, hem karamuk meyvesinden elde edilen doğal gıda boyası hem de sentetik bir gıda boyası ile renklendirildikten sonra kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizleri yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

İnsanlar tarafından çok fazla tüketilmeyen karamuk meyvesi, gıda boyası dışında farklı ürünlere işlenerek halkın tüketimine sunulabilir.

Karamuk meyvesi gibi Tunceli ilinde doğal olarak yetişen başka bitkilerden de doğal gıda boyası üretimi yapılabilir ve doğal gıda boyası tüketimi teşvik edilebilir.

Karamuk meyvesi ile ilgili literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu meyve ile ilgili çalışmalar yapılarak literatüre kazandırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Astorg, P.**, 1997. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current ressearch. *Trends in Food Science and Tech.*, 8: 406-413.
- Aksan, E.**, 2005. Çeşitli mayalardan karotenoidlerin elde edilmesi ve sucukta renklendirici olarak kullanım olanaklarının araştırılması. *Doktora Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 9s.
- Anonymous**, 2002. Gıdalarda kullanılan renklendiriciler tebliği. R.Gazete: 25.08.2002-24857. Tebliğ No: 2002/55.
- Anonymous**, 2010. Karmin. (Web sayfası: <http://www.forumfood.net/kosinealkirmizi-boya-karmin-karminik-asit-e120-t5711.html>), (Erişim tarihi: Eylül 2010).
- Aras, A.**, 2002. Pişme renginin oluşumu ve ölçümü. *II. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu*, Eskişehir Tepebaşı Belediyesi Yayını Bildirileri Kitabı, Eskişehir, 17-30 Haziran, s. 19-38.
- Baçoğlu, F.**, 2014. Gıda kalite kontrolünün esasları ve gıda güvenliği yönetim sistemleri, Dora Yayıncılık, 2. baskı, Bursa, 25s.
- Bechtold, T., Mussak, R.**, 2009. Handbook of natural colorants, wiley series in renewable resources, United Kingdom, 412s.
- Bayram, O.**, 2012. Yenilebilir bazı çiçeklerden biyoaktif ekstrakt ve doğal gıda boyası üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 38s.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, Ma. de L., Páez-Hernández, Ma. E., Rodríguez, J.A., Galán-Vidal C.A.**, 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113: 859–871.
- Cemeroğlu, B.**, 2004. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. Cilt: 1, Başkent Klise Matbaacılık, Ankara, 670s.
- Cemeroğlu, B.**, 2007. Gıda analizleri. Gıda teknolojisi derneği yayınları, Yayın No: 34, Ankara, 535s.
- Chappel, C.I., Howell, J.C.**, 1992. Caramel colours-a historical introduction. *Food and Chemical Toxicology*, 30: 351-357.
- Cino, Ö.B.**, 2004. Karaduttan doğal gıda boyası eldesi ve elde edilen gıda boyasının özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2s.



- Code of Federal Regulations**, 2003. Listing of color additives exempt from certification, 21 CFR 73, Office of the Federal Register, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Cunha, S.C., Barrado, A.I., Faria, J.O.**, 2011. Assessment of 4-(5-)methylimidazole in soft drinks and dark beer, *Journal of Food Composition and Analysis*. 24: 609-614.
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ.**, 1995. Gıda katkı maddeleri, 2. Baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 164, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 249s.
- Dai, J., Gupte, A., Gates, L., Mumper, R.J.**, 2009. Comprehensive study of anthocyanin containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 837-847.
- Delgado-Vargas, F., Paredes-Lopez, O.**, 2003. Natural colorants for food and nutraceutical uses, CRC Pres, USA, 327s.
- Dinç, M.**, 2007. Gıdalara katılan bazı suda çözünen sentetik boyaların belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, N.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Doğruyol, H.**, 2006. Gıdalardaki katkı maddeleri ve zararları çocukluk hiperaktivitesi. *Güncel Pediatri*, 2: 42-48.
- Downham, A., Collins, P.**, 2000. Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 5-22.
- Einbond, L.S., Reynertson, K.A., Luo, X-D., Basile, M.J., Kennelly, E.J.**, 2004. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chemistry*, 84: 23-28.
- Ekici, L.**, 2011. Üzüm kabuğu, siyah havuç ve kırmızı lahanadan ekstrakte edilen antoyinanin bazı renk maddelerinin biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bazı gıda maddelerinde renklendirici olarak kullanımı, *Doktora Tezi*, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 18s.
- Er, T.**, 2011. Kırmızı pancarın bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma sıcaklıklarının etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 8s.
- Erdoğan, S.**, 2007. Ankara piyasasında satışa sunulan bazı gıdalarda sentetik boya miktarlarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, G.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 120s.

- Fontana, A.J.**, 2000. Water activity's role in food safety and quality, *Second NSF International Conference on Food Safety*, USA, Savannah, GA, October 11-13, 2000.
- Giusti, M.M., Wroslstad, R.E.**, 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food system. *Biochemical Engineering Journal*, 14: 217-225.
- Gonzalez-Neves, G., Barreiro, L., Gil, G., Franco, J., Ferrer, M., Moutounet, M., Carbonneau, A.**, 2004. Anthocyanic composition of tannat grapes from the south region of Uruguay. *Analytica Chimica Acta*, 513: 197-202.
- Griffiths, J.C.**, 2005. Coloring foods and beverages. *Food Technology*, 59: 38-44.
- Hawksworth, D.L., Pitt, J.I.**, 1983. A new taxonomy for *Monascus* species based on cultural and microscopic characters. *Aust.J.Bot.*, 31: 51-61.
- Henry, B.S.**, 1980. Colours alternatives to synthetics. *Food Processing Industry*, 11: 46-47.
- Henry, B.S.**, 1992. Natural food colours, in natural food colourants, G.A.F. Hendry and J.D. Houghton (Eds.), Blackie and Son Ltd., New York, 39-78s.
- Hutchings, J.B.**, 1999. Food colour and appearance, Second Edition, Apsen Publishers Inc, Maryland, 613s.
- Jing, P., Bomser, J.A., Schwartz, S.J., He, J., Magnuson, B.A., Guisti, M.M.**, 2008. Structure-function relationships of anthocyanins from various antocyanin-ric extracts on the inhibition of colon cancer cell growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9391-9398.
- Jordheim, M.**, 2007. Isolation, identification and properties of proanthocyanins and anthocyanin forms, *dissertation for the degree of philosophiae doctor (PhD)*, Department of Chemistry University of Bergen, Bergen, Norway, 98s.
- Kırca, A.**, 2004. Siyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve ürünlerinde ısı stabilitesi. *Doktora Tezi*, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 109s.
- Lila, M.A.**, 2004. Anthocyanins and human health: An *in vitro* investigative approach. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 306-313.
- Longo, L., Vasapollo, G.**, 2006. Extraction and identification of anthocyanins from *Smilax aspera* L. berries. *Food Chemistry*, 94: 226-231.
- Miniati, E., Damiani, P., Mazza, G.**, 1992. Copigmentation and self-association of anthocyanins in food model systems. *Italian Journal of Food Science*, 4(2): 109-116.

- Kong, J-M., Chia, L-S., Goh, N-K., Chia, T-F., Brouillard, R.,** 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923-933.
- Malien-Aubert, C., Dangles, O., Amiot, M.J.,** 2001. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relation to the phenolic composition protective effects by intra and intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 170-176.
- Minioti, K.S., Sakellariou, C.F., Thomaidis, N.S.,** 2007. Determination of 13 synthetic food colorants in water-soluble foods by reversed-phase highperformance liquid chromatography coupled with diode-array detector. *Analytica Chimica Acta*, 583: 103-110.
- Molyneux, P.,** 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, Songklanakarin. *J. Sci. Technol.*, 26(2): 211- 219.
- Newsome, R.L.,** 1986. Food colors. *Food Technology*, 40: 49-56.
- Rein, M.,** 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. University of Helsinki Department of Applied Chem. and Microbiology Food Chem. Division, Helsinki, 87s.
- Pazmino-Duran, E.A., Giusti, M.M., Wrosta, R.E., Gloria, B.A.,** 2001. Anthocyanins from banana bracts (*Musa x paradisiaca*) as potential food colorants. *Food Chemistry*, 73: 327-332.
- Piljac-Zegarac, J., Valek, L., Martinez, S., Belscak, A.,** 2009. Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chemistry*, 113: 394–400.
- Saldamlı, İ.,** 1998. Gıda kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 489-527s.
- Saldamlı, İ., Uygun, Ü.,** 2002. Gıda katkı maddeleri ve kanser. *Uluslararası Katılımlı Beslenme, Çevre ve Kanser Sempozyumu*, 31 Mart-3 Nisan 2002, Proc. Book, 56s, Ankara.
- Saldamlı, İ.,** 2007. Gıda katkı maddeleri. In: Saldamlı İ (edt), Gıda Kimyası, Ankara, 533-577.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M., Toth-Markus, M.,** 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38: 1023-1029.

- Stoner, G.D., Sardo, C., Apseloff, G., Mullet, D., Wargo, W., Pound, V., Singh, A., Sanders, J., Aziz, R., Casto, B., Sun, X.,** 2005. Pharmacokinetics of anthocyanins and ellagic acid in healthy volunteers fed freeze-dried black raspberries daily for 7 days. *Journal of Clinical Pharmacology*, 45: 1153–1164.
- Timberlake, C.F.,** 1980. Anthocyanins-Occurrence, extraction and chemistry. *Food Chem*, 5: 69-80.
- Velioğlu S.,** 1987. Renkleri ve aromasıyla gıdalarımız. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 236: 27-29.
- Wilson, E.O.,** 1985. Ants of the dominican amber (Hymenoptera: Formicidae). 3. The Subfamily Dolichoderinae. *Psyche.*, 92: 17-37.
- Walford J.,** 1980. Historical development of food coloration. *Developments in Food Colours* (London: Applied Science Publishers), 1: 1-25.
- Wong, H.C., Lin, Y.C., Koehler, P.E.,** 1981. Regulation of growth and pigmentation of *Monascus purpureus* by carbon and nitrogen concentrations. *Mycologia*, 73: 649-654.
- Wang, L-S., Stoner, G.D.,** 2008. Anthocyanins and their role in cancer prevention. *Cancer Letters*, 269: 281-290.
- Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S.,** 1993. Enstrümantal analiz yöntemleri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 3s.

## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Tunceli’de doğdum. İlköğretim ve Lise tahsilini Tunceli ilinde tamamladım. 2011 yılında İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. 2014 yılında Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladım ve hala devam etmekteyim.

