

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

**KARADUT(*MORUS NIGRA*) SUYUNDA TOPLAM FENOLİK MADDE  
VE SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ISIL PARÇALANMA  
KİNETİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**CEMRE SERNİKLİ**

**DENİZLİ, HAZİRAN - 2015**

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



**KARADUT(*MORUS NIGRA*) SUYUNDA TOPLAM FENOLİK MADDE  
VE SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ISIL PARÇALANMA  
KİNETİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**CEMRE SERNİKLİ**

**DENİZLİ, HAZİRAN - 2015**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Cemre Sernikli** tarafından hazırlanan “**KARADUT (*Morus nigra*) SUYUNDA TOPLAM FENOLİK MADDE VE SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ISIL PARÇALANMA KİNETİĞİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 12.06.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

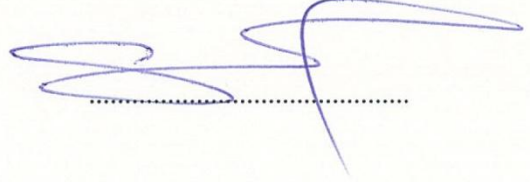
Jüri Üyeleri

İmza


Danışman  
Doç. Dr. Çetin KADAKAL



Üye  
Prof. Dr. Sebahattin NAS  
Pamukkale Üniversitesi



Üye  
Doç. Dr. Esra Çopanoğlu GÜVEN  
İstanbul Teknik Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~24/06/2015~~ tarih ve ~~...23/22~~ sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Mdrlg tarafından 2012FBE007 nolu proje ile desteklenmiştir.**

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

**CEMRE SERNİKLİ**

## ÖZET

**KARADUT(*MORUS NIGRA*) SUYUNDA TOPLAM FENOLİK MADDE VE  
SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN ISIL PARÇALANMA KİNETİĞİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
CEMRE SERNİKLİ  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ÇETİN KADAKAL)**

**DENİZLİ, HAZİRAN - 2015**

Bu çalışmada karadut suyuna farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde miktarındaki kayıplarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Karadut suyunun 1 litresinde 34.50 mg askorbik asit, 0.124 mg tiamin, 0.212 mg riboflavin, 0.524 mg niasin ve 1430.6 mg toplam fenolik madde tespit edilmiştir. 70, 80, 90 ve 95°C’de ısıl işlem uygulaması sonucunda meydana gelen kayıp oranları sırasıyla, askorbik asit için %12.61, %20.60, %35.94, %38.70; tiamin için %22.60, %23.40, %38.00, %51.60; riboflavin için %20.30, %25.00, %38.70, %46.70; niasin için %16.22, %20.22, %36.64, %41.41; toplam fenolik madde için ise %29.50, %49.70, %55.00 ve %55.83 olarak bulunmuştur.

Pastörizasyon amacıyla karadut suyuna uygulanan ısıl işleme bağlı olarak toplam fenolik maddenin ve suda çözünen vitaminlerin kayıplarının birinci dereceden reaksiyona göre geliştiği belirlenmiştir. Karadut suyuna 70, 80, 90 ve 95 °C’ de uygulanan ısıl işlem sonucunda meydana gelen reaksiyon hız sabitleri sırasıyla askorbik asit için,  $4 \times 10^{-3}$ ,  $8 \times 10^{-3}$ ,  $14 \times 10^{-3}$  ve  $15 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; tiamin için,  $8 \times 10^{-3}$ ,  $9 \times 10^{-3}$ ,  $15 \times 10^{-3}$  ve  $21 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; riboflavin için,  $7 \times 10^{-3}$ ,  $10 \times 10^{-3}$ ,  $17 \times 10^{-3}$  ve  $20 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; niasin için,  $5 \times 10^{-3}$ ,  $8 \times 10^{-3}$ ,  $15 \times 10^{-3}$ , ve  $16 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; toplam fenolik madde için ise,  $12 \times 10^{-3}$ ,  $23 \times 10^{-3}$ ,  $26 \times 10^{-3}$  ve  $27 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Ayrıca karadut suyuna uygulanan işlem sıcaklığının 80 °C’den 90 °C’ye çıkarılması, diğer sıcaklık değerindeki artışa göre reaksiyon hızında daha anlamlı bir artış meydana getirmiştir.

Reaksiyonun sıcaklıkla olan ilişkisi Arrhenius eşitliği ile tanımlanmıştır.

70 ve 95 °C arasında askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin aktivasyon enerjileri sırasıyla 13.98 kcal.mol<sup>-1</sup>, 9.68 kcal.mol<sup>-1</sup>, 10.96 kcal.mol<sup>-1</sup>, 12.45 kcal.mol<sup>-1</sup> ve 8.34 kcal.mol<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Askorbik asit, HPLC, kinetik, karadut, niasin, riboflavin, tiamin, toplam fenolik madde

## ABSTRACT

### DEGRADATION KINETICS OF TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS AND WATER SOLUBLE VITAMINS IN BLACK MULBERRY (*MORUS NIGRA*) JUICE

MSC THESIS

CEMRE SERNİKLİ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ÇETİN KADAKAL )

DENİZLİ, JUNE 2015

The aim of this study was to determine the loss of ascorbic acid, thiamine, riboflavin, niacin and total phenolic compounds in black mulberry juice with the heating periods ( 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 min.) over the temperature range of 70 to 95°C.

It was found that the black mulberry juice used in this study had an ascorbic acid of 34.50 mg, 0.124 mg thiamine, 0.212 mg riboflavin, 0.524 mg niacin and 1430.6 mg total phenolic compounds per liter. The losses of ascorbic acid, thiamine, riboflavin, niacin and total phenolic compounds during thermal process were found to be 12.61, 22.60, 20.30, 16.22 and 29.50% at 70 °C, respectively; 20.60, 23.40, 25.00, 20.22 and 49.70% at 80°C, respectively; 35.94, 38.00, 38.70, 36.64 and 55.00% at 90°C, respectively; 38.70, 51.61, 46.70 and 55.83% at 95°C, respectively.

During thermal processing, degradation of ascorbic acid, thiamine, riboflavin, niacin and total phenolic compounds were fitted to a first- order reaction kinetic model. The rate constants of ascorbic acid, thiamine, riboflavin, niacin and total phenolic compounds were found to be  $4 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $8 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $7 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $5 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  and  $12 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  at 70°C, respectively;  $8 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $9 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $10 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ , 8 and  $23 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  at 80°C, respectively;  $14 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $15 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $17 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $15 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  and  $26 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  at 90 °C, respectively;  $15 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $21 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $20 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$ ,  $16 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  and  $27 \times 10^{-3} \text{min}^{-1}$  at 95°C at respectively. In particular, the rate constant significantly increased when the process temperature ascend from 80°C to 90°C

Temperature dependence of reaction was described by the Arrhenius relationship. Activation energies for ascorbic acid, thiamine, riboflavin, niacin and total phenolic compounds were found to be 13.98 kcal.mol<sup>-1</sup>, 9.68 kcal.mol<sup>-1</sup>, 10.96 kcal.mol<sup>-1</sup>, 12.45 kcal.mol<sup>-1</sup> and 8.34 kcal.mol<sup>-1</sup>, respectively between 70 and 95°C.

**KEYWORDS:** Ascorbic acid, HPLC, degradation kinetics, black mulberry, niacin, riboflavin, thiamin, total phenolic compounds

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	4
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>5</b>
2.1 Hammadde Olarak Karadut .....	5
2.1.1 Anavatani .....	5
2.1.3 Toprak Özellikleri .....	6
2.1.5 Ağaç Özellikleri .....	7
2.1.6 Meyve Özellikleri .....	7
2.1.7 Türkiye’ de Dut.....	8
2.1.8 Kullanım Alanları .....	10
2.1.9 İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....	11
2.1.10 Meyve Bileşimi .....	12
2.2 Karaduttaki Biyoaktif Bileşikler .....	13
2.2.1 Oksidasyon, Oksidan ve Antioksidan .....	13
2.2.2 Fenolik Bileşikler .....	15
2.2.2.1 Flavanoidler .....	16
2.2.2.2 Antosiyaninler .....	18
2.2.3 Vitaminler .....	19
2.2.3.1 Suda Çözünen Vitaminler .....	20
2.2.3.1.1 Vitamin B <sub>1</sub> (Thiamine).....	20
2.2.3.1.2 Vitamin B <sub>2</sub> (Riboflavin).....	20
2.2.3.1.3 Vitamin B <sub>3</sub> (Niasin) .....	20
2.2.3.1.4 VitaminB <sub>6</sub> (Pridoxine).....	21



2.2.3.1.5 Vitamin B <sub>12</sub> (Cobalamine) .....	21
2.2.3.1.6 Vitamin C.....	21
2.2.4 Renk Özellikleri .....	22
2.2.5 Gıdalarda Reaksiyon Kinetiği ve Önemi .....	23
2.3 Karadut Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	29
<b>3. MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>33</b>
3.1 Materyal.....	33
3.2 Metod.....	34
3.2.1 Fiziksel analizler .....	34
3.2.1.1 Suda çözünür kuru madde (Briks) tayini .....	34
3.2.1.2 Kül tayini .....	34
3.2.1.3 pH tayini.....	35
3.2.1.4 Titrasyon asitliği tayini .....	35
3.2.1.5 Toplam kuru madde tayini .....	35
3.2.1.6 Renk Tayini.....	35
3.2.2 Kimyasal analizler.....	36
3.2.2.1 Şeker tayini .....	36
3.2.2.2 Isıl işlem deseni.....	36
3.2.2.3 Toplam fenolik madde tayini .....	37
3.2.2.4 Suda çözünen vitamin tayini .....	38
3.2.2.4.1 Suda Çözünen Vitamin Standart Çözeltilerinin Uygulanması .....	38
3.2.2.4.2 Örnek hazırlama.....	38
3.2.2.4.3 Suda çözünen vitamin tayini için HPLC koşulları.....	38
3.2.2.4.4 Suda çözünen vitaminler için geri kazanım testi.....	39
3.2.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması.....	39
3.2.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması .....	40
3.2.2.5.2 Aktivasyon enerjisinin (E <sub>a</sub> ) hesaplanması.....	41
3.2.2.5.3 Q <sub>10</sub> değerinin hesaplanması.....	42
3.2.2.5.4 Yarılanma süresinin (t <sub>1/2</sub> ) hesaplanması.....	43
3.2.2.5.5 D değerinin hesaplanması .....	43
3.3 İstatistiksel Değerlendirme .....	43
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>44</b>
4.1 Karadut Suyunun Bazı Bileşim Öğeleri .....	44
4.2 Karadut Suyunun Renk Değişiminin Belirlenmesi .....	46
4.3 Isıl İşlem Sonrasında Karadut Suyunun Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Madde Miktarının Değerlendirilmesi.....	49

4.4 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğine Ait Reaksiyon Derecesinin Belirlenmesi .....	57
4.5 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Lineer Regresyon Denkleminin Belirlenmesi .....	61
4.6 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Aktivasyon Enerjisi Değerlerinin Belirlenmesi .....	63
4.7 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Farklı Sıcaklık Derecelerindeki Reaksiyon Hız Sabitleri .....	67
4.8 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğine İlişkin D, Q <sub>10</sub> ve t <sub>1/2</sub> Değerleri.....	68
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>71</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>74</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>83</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Türkiye’de dut meyvesi üretiminin bölgelere göre dağılımı.....	10
Şekil 2.2: Flavonoidlerin genel yapısı.....	17
Şekil 2.3: Antosiyaninlerin genel yapısı.....	18
Şekil 2.4: C vitaminin genel yapısı.....	22
Şekil 2.5: Reaksiyon derecesinin belirlenmesi.....	25
Şekil 2.6: Sıfırıncı drece reaksiyon için konsatrasyon-zaman grafiği.....	27
Şekil 3.1: Karadut suyu üretim şeması .....	33
Şekil 3.2: Standart gallik asit eğrisi .....	37
Şekil 4.1: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak L değerlerinde meydana gelen değişim .....	48
Şekil 4.2: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak a değerlerinde meydana gelen değişim.....	48
Şekil 4.3: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak b değerlerinde meydana gelen değişim.....	49
Şekil 4.4: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak askorbik asit miktarındaki % kayıplar .....	51
Şekil 4.5: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak tiamin miktarındaki % kayıplar .....	53
Şekil 4.6: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak riboflavin miktarındaki % kayıplar.....	54
Şekil 4.7: Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak niasin miktarındaki % kayıplar .....	55
Şekil 4.8: Karadut suyuna farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağı olarak toplam fenolik madde miktarındaki % kayıplar.....	57
Şekil 4.9: Karadut suyunda askorbik asidin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	58
Şekil 4.10: Karadut sularındaki tiaminin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	59
Şekil 4.11: Karadut sularındaki riboflavinin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	59
Şekil 4.12: Karadut suyundaki niasinin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği.....	60
Şekil 4.13: Karadut suyundaki toplam fenolik maddenin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği .....	61
Şekil 4.14: Karadut suyunda askorbik asit degradasyonunun Arrhenius grafiği.....	63
Şekil 4.15: Karadut suyunda tiamin degradasyonuna ait Arrhenius grafiği.....	64
Şekil 4.16: Karadut suyunda riboflavin degradasyonunun Arrhenius grafiği.....	65
Şekil 4.17: Karadut suyunda niasin degradasyonunun Arrhenius grafiği .....	65
Şekil 4.18: Karadut suyunda toplam fenolik madde degradasyonunun Arrhenius grafiği.....	66

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 2.1:</b> Ülkemizde dut üretiminin yapıldığı iller .....	9
<b>Tablo 2.2:</b> Toplam fenolik madde üzerine yapılan çalışmalar .....	30
<b>Tablo 2.3:</b> Karadut meyvesine ait vitamin değerleri .....	31
<b>Tablo 2.4:</b> Karadutların mineral madde içerikleri .....	32
<b>Tablo 3.1:</b> HPLC cihazının özellikleri ve suda çözünen vitamin analizi için kromatografi koşulları.....	39
<b>Tablo 3.2:</b> Standartların geri kazanım oranları (%).....	39
<b>Tablo 4.1:</b> Karadut suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	44
<b>Tablo 4.2:</b> Karadut suyunun farklı süre ve sıcaklıklarda uygulanan ısıtma işlemine bağlı olarak L,a ve b değerlerindeki değişim.....	47
<b>Tablo 4.3:</b> Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun askorbik asit miktarları .....	50
<b>Tablo 4.4:</b> Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun tiamin miktarları.....	52
<b>Tablo 4.5:</b> Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun riboflavin miktarları.....	54
<b>Tablo 4.6:</b> Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun niasin vitamini miktarları.....	55
<b>Tablo 4.7:</b> Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun toplam fenolik madde miktarları.....	56
<b>Tablo 4.8:</b> Karadut suyunda ısıtma işlem uygulamasına bağlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin kaybına ait denklemler .	62
<b>Tablo 4.9:</b> Karadut suyunda farklı sıcaklıklarda askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin degradasyonunun reaksiyon hız sabitleri ...	68
<b>Tablo 4.10:</b> Karadut suyunda ısıtma işlem uygulamasına bağlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin kaybına ilişkin kinetik parametreler.....	70

## KISALTMALAR

<b>kg</b>	:	Kilogram
<b>gram</b>	:	Gram
<b>mg</b>	:	Miligram
<b>µg</b>	:	Mikrogram
<b>L</b>	:	Litre
<b>ml</b>	:	Mililitre
<b>µl</b>	:	Mikrolitre
<b>m</b>	:	Metre
<b>mm</b>	:	Milimetre
<b>µm</b>	:	Mikrometre
<b>nm</b>	:	Nanometre
<b>m<sup>3</sup></b>	:	Metreküp
<b>cm<sup>3</sup></b>	:	Santimetreküp
<b>ppm</b>	:	Part per million (mg/kg)
<b>K</b>	:	Kelvin
<b>°C</b>	:	Celsius
<b>cal</b>	:	Kalori
<b>kcal</b>	:	Kilokalori
<b>J</b>	:	Joule
<b>TLC</b>	:	Thin layer chromatography
<b>HPLC</b>	:	High performance liquid chromatography
<b>CO<sub>2</sub></b>	:	Karbondioksit
<b>COOH</b>	:	Karboksilik asit
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	:	Potasyum hidrojen sülfat
<b>E<sub>a</sub></b>	:	Aktivasyon enerjisi
<b>k<sub>0</sub></b>	:	Frekans faktörü
<b>R</b>	:	Gaz sabiti
<b>k</b>	:	Reaksiyon hız sabiti
<b>D</b>	:	Ürünün %90'nın bozulması için gerekli süre
<b>Q<sub>10</sub></b>	:	Sıcaklığın 10°C artırılmasıyla reaksiyon hızının artış katsayısı
<b>T<sub>1/2</sub></b>	:	Yarılanma süresi
<b>mAU</b>	:	Mili absorbance units
<b>SÇKM</b>	:	Suda çözünür kuru madde
<b>dk</b>	:	Dakika

## ÖNSÖZ

Araştırma konumun saptanması, planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde beni yönlendiren ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Doç. Dr. Çetin KADAKAL'a, tezimin analiz aşamasında bana yardımcı ve destek olan başta Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Sebahattin NAS olmak üzere tüm bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans çalışmam boyunca bana her zaman destek olan arkadaşlarım Mustafa Remzi OTAĞ, Mihriban DUT ve Funda GÜLBAĞ'a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi açıdan benden hiçbir desteğini esirgemeyen, varlıklarıyla beni cesaretlendiren, dürüst ve vicdan sahibi bir birey olmayı öğreten ve her zaman yanımda olan annem Beyhan SERNİKLİ, babam Enver SERNİKLİ ve kız kardeşim Ecem SERNİKLİ, olmak üzere bütün aileme ve sevdiklerime teşekkürlerimi sunuyorum.

# 1. GİRİŞ

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar sayesinde bilinçli tüketicilerin meyve sebze tüketiminde onların tat, aroma, lezzet veya kokularının yanında içerdikleri vitamin ve mineral değerlerini de dikkate aldıklarını göstermektedir (Özgen ve Tokbaş 2007).

Sağlık, kuşkusuz yaşantımızın en değerli ögesi olarak tanımlanmaktadır. Genel anlamda sağlık, sadece hasta olmama halini değil, aynı zamanda beden dinçliğini, zihin uyanıklığı ve ruhsal rahatlığı da kapsamaktadır. Beden, kafa ve ruhça sağlam bir insan ise o ailenin ve toplumun sahip olduğu en değerli varlıktır.

Hava kirliliği, sigara kullanımı, kötü beslenme alışkanlıkları (alkol tüketimi, yetersiz ve kalitesiz beslenme), stres de eksojen ve endojen olarak Serbest Oksijen Radikalleri (SOR) oluşumunu artırmaktadır. Organizmanın antioksidan kapasitesinin yetersizliği durumunda, metabolik reaksiyonlar hücreler için zararlı olmakta ve önlenemeyen bu zararlı reaksiyonlar neticesinde deride akne ve kırışıklık, premature yaşlanma, koroner damar hastalıkları, diyabet, Alzheimer, Parkinson ve değişik kanser türlerinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Cornelli 2009; Davidson 2009).

Araştırmalar insan beslenmesinde meyve ve sebze tüketimiyle kansere yakalanma riski arasındaki ters ilişkiyi ortaya koymuştur (Kaur ve Kapoor 2002). Bu nedenle meyve ve sebzelerin fitokimyasal profilinin çıkarılması ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi bazı spesifik kanser türlerindeki klinik çalışmalara ışık tutması açısından önem arz etmektedir. Bu fitokimyasallardan en önemlileri; antosiyanin ve karotenoidler gibi doğal pigmentler, elajik asit, quercetin gibi fenolik maddeler, minareler, A, E ve C gibi vitaminler olarak sıralanabilir (Özgen ve Scheeren 2006).

Günümüzde artık bazı meyve ve sebzelerin içerdiği antioksidan maddelerin kanser, kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisinin vurgulanmasıyla beraber, tüketiciler antioksidan maddelerce zengin ürünleri tercih etmeye başlamışlardır; dolayısı ile ürünlerin antioksidan kapasiteleri onların kalite kriterleri arasına girmiştir (Özgen ve Tokbaş 2007). Özellikle antosiyanince zengin olan

ahududu, böğürtlen, dut, nar, çilek, vişne, kiraz, erik, üzüm, lahana, pancar ve patlıcan gibi koyu kırmızı ve mor renkli meyve ve sebzelerin bazı kanser çeşitleri, damar ve kalp rahatsızlıkları gibi erken ölümlere neden olan hastalıkların ortaya çıkmasını engellemede çok etkili olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmaya çalışılmıştır. Antioksidanlar gıdaların yapısında doğal olarak bulunabildiği gibi, gıdalarda kimyasal reaksiyonların sonucunda da oluşabilirler veya doğal kaynaklardan özütlenerek gıdalara katılabilmektedirler (Özgen ve Scheerens 2006).

Fenolik maddeler, gıdalarda bulunan başlıca antioksidan aktivite gösteren bileşiklerdir. Özellikle, meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan flavonoidler güçlü antioksidan aktivite göstermektedirler. Antioksidanlar; oksidasyonu önemli düzeyde geciktiren ya da engelleyen maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Milli Sağlık Enstitüsü (NIH), kimyasal önleme ya da engellemeyi; “İlaç, vitamin veya diğer ajanları kullanarak kanser gelişim riskini geciktirmek, engellemek ya da ortadan kaldırmak” olarak tanımlamaktadır. Bu ön kimyasal engelleyiciler arasında karotenoidler gibi sebze ve meyvelerle alınan antioksidanlar başta gelmektedir. Özellikle kanser tedavilerinde kullanılan ilaçlardan beklenen en önemli bir diğer yarar ise hasarlı olmayan doku ve hücrelerin korunmasıdır ve bu etkiyi en iyi sağlayabilen ajanların başında da meyve antioksidanları gelmektedir. Bitkiler, önemli doğal antioksidan kaynağı olup 8000 kadar farklı yapıdaki bitki fenolikleri bulunmaktadır (Davidson 2009).

Bir ya da birden fazla eşlenmemiş elektron içeren ve serbest olarak bulunan atom grupları serbest radikal olarak adlandırılırlar. Oksijen metabolizmasının bir parçası olarak serbest radikal üretilir. Auroma ve Halliwell (1998), serbest radikallerin, nükleik asit ve membranlarda zararlara sebep olduğu ve bu zararların katarakt, kanser, gut, romatoid artrit, diyabet, akciğer hastalıkları, Parkinson, Alzheimer gibi hastalıklara yol açtığını bildirmiştir. Bu zararların ve hastalıkların engellenmesi bakımından vücutta antioksidanların varlığı ve miktarı önemlidir. Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu engellemekte veya oluşan aktif oksijenlerin oksidasyonunun teşvik etmiş olduğu zararlanmaları önlemekte, dolayısıyla doğal yapıyı bozan hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (Zor 2007).



İnsan vücudundaki koruyucu mekanizmalar ise serbest radikal oluşumunu engelleyen enzim sistemleri ve oluşan serbest radikalleri etkisiz hale getiren karotenoidler, B kompleksi vitaminler ve askorbik asit gibi besin maddeleridir (Sağlam 2007).

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda fenolik bileşikler ve antosiyanin içerikleri nedeniyle üzümü meyvelerin üretim ve tüketiminde önemli oranda artış meydana gelmiştir. Polifenoller; kuvvetli antioksidanlar olarak bilinir ve bu grup içerisinde antosiyaninler önemli bir kısmı oluşturur. Antosiyaninlerden en önemlileri siyanidin-3-glikozid, siyanidin-3-rutinosid gibi antosiyaninler ve fenolik bileşiklerdir (Elmacı ve Altuğ 2002).

Meyvelere kırmızı, mor-siyah ve mavi rengi veren pigmentler olarak bilinen antosiyaninlerin, yapılan laboratuvar ve klinik çalışmaları sonucunda, değişik türlerdeki kanser tümörlerinin tedavisinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada kanserojen azoxymethane (AOM) ile temas ettirilen deney hayvanlarında siyah ahududu tozu ile beslenen farelerin %80 oranında daha az kanser hücresi oluşturduğunu saptamıştır (Özgen ve Scheerens 2006).

Meyve ve sebze işleme sanayi, girdi olarak kullandığı tarımsal ürünlerin yüksek oranda su içermesi ve kolayca bozulmaları nedeniyle hasat sonrası en kısa zamanda dayanıklı duruma getirmeyi amaç edinmiştir. Meyveler, yüksek oranda şekerle dayanıklı hale getirilerek kahvaltıda tüketilmek üzere, çoğu nitelikleri açısından üretildiği meyve ile doğrudan bir ilgisi olmayan, çeşitli ürünler elde edilmektedir (Bingöl 1993; Cemeroğlu ve diğ. 2003).

Organik ürünlere rağbetin arttığı günümüzde taze tüketiminin yanında işlenmiş ürünlerinin de besleyici özelliği sayesinde duta olan ilgi giderek artmaktadır (Erdoğan ve Pırlak 2005).

Son yıllarda ülkemizde tüketiciler, besin içeriği zengin ve sağlıklı olduğu düşünülen meyvelere artan ilgiyle birlikte, özellikle dutlardan yapılan pekmez ve karadut suyu gibi ürünleri talep etmektedirler. Bu amaçla organik olarak işlenmiş dut ürünleri üretimine de yönelim başlamıştır.

## 1.1 Tezin Amacı

Meyvecilik kültürü çok eskilere dayanan ülkemiz, dutun anavatanlarından ve doğal yayılış alanlarından olmasına karşın, bu genetik potansiyel yeterince değerlendirilememiştir. Meyve kalitesi bakımından oldukça üstün özelliklere sahip olan karadut, ağacından yararlanmak amacıyla yok edilmiştir. Ülkemizin doğal florasında yer alan gerek bitkisinden gerekse meyvesinden çeşitli şekillerde yararlandığımız dut üzerinde yapılmış çalışma sayısı çok azdır ve yapılan araştırmaların çoğu da, ipekböceği beslenmesi bakımından, yaprak özellikleri üzerinedir. Günümüzde önemi gün geçtikçe daha da artan karadut suyu üzerinde yapılan çalışma sayısı diğer meyve türlerine göre çok az olmakla beraber son yıllardaki yapılan araştırmalarda karadutun insan sağlığı üzerinde oldukça faydalı olduğu ve özellikle fenolik maddelerce zengin olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın birinci aşamasında insanlar için bu denli önemli olan karadut meyvesinin suyunda bulunan fenolik maddelerin ve suda çözünür vitaminlerin ne düzeyde olduğu incelenmiş, ikinci aşamasında ise farklı sıcaklık ve süre uygulamasına bağlı olarak, pastörize edilecek karadut suyunda toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin parçalanma kinetiği ortaya konulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Hammadde Olarak Karadut

#### 2.1.1 Anavatanı

Meyvesinden, yapraklarından ve ağacından faydalanmak amacıyla yetiştirilen dut ağacı, güney yarım kürenin tropik bölgelerinden kuzey yarım kürenin subtropik bölgelerine kadar farklı sıcaklıklarda ve çok çeşitli iklim, topografik özellikler ve toprak şartlarında yetişebilmektedir (Vijayan ve diğ. 1997; Ercişli ve Orhan 2008). Bu meyve; Çin, Japonya, Kuzey İran, Suriye, Suudi Arabistan, Yunanistan, Fransa, İtalya, İspanya, Rusya, Güney Asya bölgelerinde ve ayrıca; Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Hindistan, Akdeniz ülkeleri, Orta Avrupa ve kısmen Avrupa'nın kuzey bölgelerinde de yetişmektedir (Davis 1982; Lanska 1992). Karadutun yetiştirildiği ülkelerin başında Hindistan, Çin ve Japonya gelmektedir. Bu ülkelerde dut, yaprağı için yetiştirilir. Dut yaprağı ipek böceği yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır (Vijayan ve diğ. 1997). Bu ülkeleri, aralarında Türkiye ve Yunanistan'ın bulunduğu pek çok Avrupa ülkesi takip etmektedir ve bu ülkelerde ise dut, yaprağından çok meyvesi için yetiştirilir (Gerasopoulos ve Stavroulakis 1997; Ercişli 2004). Anadolu'da da yüksek kaliteli karadut yetiştirilmektedir (Yaltık ve Davis 1982).

Dutun Çin ve Japonya'daki kültürü M.Ö. 4000 yıllarına dayanmaktadır. Araştırmacıların çoğu, dutun Japonya'nın doğal bitkisi olduğunu kabul etmektedir (De Condelle 1967).

Dut (*Morus sp. L.*), özellikle dağlık ve ılıman bölgelerde doğal olarak yetişir. Dut meyvesi tohumlarının Çin'in kuzeyinden güneyindeki ovalara ve bitkinin doğal olarak yetişmediği bölgelere kuşlar aracılığıyla taşınması dutların gerçek vatanının belirlenmesini güçleştirmiştir. Dutun doğal bitkiler arasına girmesindeki bu kolaylık ise Batı Asya ve Güney Afrika'daki varlığını açıklamaktadır (De Condelle 1967).

#### 2.1.2 Dut Sistematigi

Dut, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen bir meyve

türüdür. Dut (*Morus spp.*), Urticales takımının Oraceae familyasının *Morus* cinsine girmektedir. *Morus* cinsi içine giren tür sayısını, Huo (2002) 14, Koidzumi (1917) 24 ve 1 alt tür, Martin ve diğ. (2002) 30'dan fazla, Datta (2002) ise 68 olarak bildirmektedir. Ancak dutun yaygın olarak karşılaşılan 14 farklı türü bulunmaktadır. Bunlar karadut (*Morus nigra, MN*), beyaz dut (*Morus alba, MA*), Çin dutu (*Morus australis*), Afrika dutu (*Morus mesozygia*), Moğol dutu (*Morus mongolica*), Teksas dutu (*Morus microphylla*), kırmızı dut (*Morus rubra*), Himalaya dutu (*Morus serrata*), Ihlamur yapraklı dut (*Morus tiliaefolia*), *Morus trilobata*, *Morus cathayana*, *Morus liboensis*, *Morus notabilis*'dir (Erdoğan ve Pırlak 2005).

### 2.1.3 Toprak Özellikleri

*Morus* türü tuzlu topraklar hariç, toprak ve iklim koşulları bakımından seçici değildir. Sığ topraklar tavsiye edilmez. Derin topraklarda iyi gelişme göstermekle beraber kireçli, kuru, kurak ve kumlu topraklar üzerinde de yetiştirmeye uygundur. %0.2'nin altında tuz içeren tuzlu-alkali topraklarda yetişebilir. Diğer bir ifadeyle tuzluluğa duyarlıdır. Optimum toprak pH'sı 6.5-7 olmalıdır. Tercihen derin, verimli ve kumlu topraklar dut yetiştiriciliği için idealdir.

### 2.1.4 Ekolojik istekleri

Optimum sıcaklık isteği 24-28°C'dir. Diğer birçok bitkide olduğu gibi hava sıcaklığı 5-36°C arası gelişimlerini düzenli şekilde devam ettirirler. Yıllık yağış isteği 600-2500 mm civarındadır. Yağışı az olan yerlerde sınırlı gelişim gösterir. Ancak fazla sulama yapraklardaki protein ve karbonhidrat içeriğini düşürür. Dut ağaçlarının ihtiyaç duyduğu su miktarı ağaçların bulunduğu bahçenin toprak yapısına göre değişir. Verimli topraklarda 10 gün aralıklarla, killi topraklarda ise 15 gün aralıklarla sulama ister. %65-80 civarında bir atmosferik nem oranı, karadutun yetişmesi için idealdir.

Gelişme ve yaprak kalitesi için güneş ışığı önemli bir faktördür. Tropik alanlarda dut bir günde 9-13 saatlik ışıklanma ile yetişir. Karadut deniz seviyesinden 1400 m yüksekliğe kadar yetiştirilebilir. Ülkemizde Akdeniz bölgesinden Doğu Anadolu bölgesine hemen her yerde dut yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Fakat özellikle Kahramanmaraş, Adıyaman, Elazığ, Erzincan, Malatya ve Tokat illerinde

ekonomik anlamda yetiştiriciliği yaygındır. Dut subtropik koşullardan ılıman karasal iklime kadar geniş bir yelpazede yetiştiriciliği yapılabilen ender türlerdendir (Polat 2004).

### 2.1.5 Ağaç Özellikleri

Karadut ağacı yaklaşık 3-15 m arasında boylanan, geniş, yuvarlak tepeli, toplu bir taç yapısına sahiptir. Taç genişliği yukardan aşağıya doğru artmaktadır. Gövdesi kısa, silindirik şeklinde düzgün, dik, kalın ve kuvvetlidir. Dalları diğer dut türlerine nazaran daha sık ve kısadır. Dal sistemi orta kuvvettedir. Ana dallar, bir senelik dallar ve iki senelik dalların çıkış açıları dar, orta sıklıkta ve kuvvetli bir gelişme gösterirler. Dal rengi ana dallarda sarıya yakın kahverengi renkte olmakla birlikte, iki senelik ve bir senelik dallarda ise gri-kahverengi renkte olduğu görülmektedir. Beyaz dutta olduğu gibi karadutta da karışık göz yapısı görülmekle birlikte gözler beyaz duta göre daha büyük ve ucu sivridir. Bu türde sert, kalın, pürüzlü ve mat bir görünüme sahip olan yaprakların kenarları küçük, sık, girintileri derin yaprak dişleri ile çevrili olmakla birlikte tam ve loblu bir yapı görülmektedir. Çiçek salkımları bir yıllık dalların yaprak koltuklarında teşekkül eder (Koyuncu ve Vural 2003).

Öte yandan, dut ağacından beslenen zararlı böcek olmadığı için herhangi bir tarım ilacı da kullanılmamaktadır. Bu nedenle dut dünyanın en ekolojik ürünlerinden biri olarak sayılmaktadır.

### 2.1.6 Meyve Özellikleri

Karadut, uzunluğu yaklaşık 2.5 cm olan bir meyvedir. Olgunlaşmadan önce kırmızımsı ve tamamen olgunlaştıktan sonra ise siyah renktedir. Şekil itibari ile ahududuya benzeyen karadut, Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilmektedir (Pliszka ve diğ. 2007). Karadut, tatlı ve hoş bir lezzete sahip olmasına karşın; yumuşak bir tekstüre sahip olması ve kısa sürede bozulması nedeniyle; hasadı, taşınması ve pazarlanması oldukça zor olan bir meyvedir (Gerasopoulos ve Stavroulakis 1997). Bu nedenle; dut türlerinden *Morus rubra* (kırmızı veya mordut)

ve *Morus alba* (beyaz dut), ülkemizde daha çok geleneksel olarak pekmez, pestil, sirkeye işlenmekte veya kurutulularak dut kurusu olarak değerlendirilirken; *Morus nigra* (karadut), geleneksel olarak evlerde sofralık ve az miktarda da endüstriyel olarak reçele, dondurmaya ve meyve suyuna işlenmektedir (Özgen ve diğ. 2009; Erdoğan ve Pırlak 2005).

### 2.1.7 Türkiye’ de Dut

Türkiye’de 400 yıldan daha uzun bir süredir dut yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Ülkemizin birçok yöresinde dut üretimi yapılmakla birlikte, üretimde ilk sırayı Orta Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleri almaktadır (Akbulut ve diğ. 2006). Ülkemiz, ekolojik olarak dut üretimine elverişli olmasına karşın, bu meyve endüstriyel olarak yeterince değerlendirilmediğinden, dut üretimi sınırlı düzeyde kalmıştır.

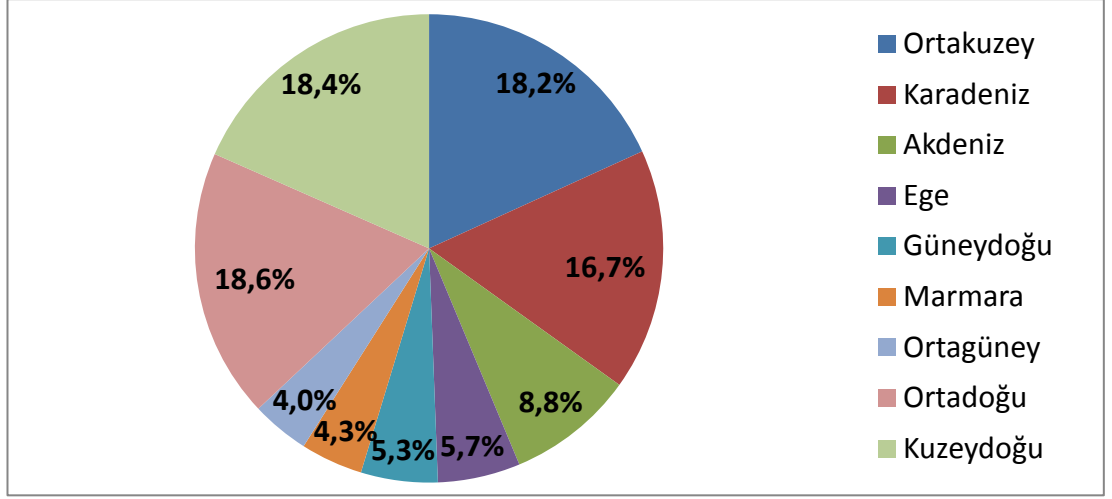
Ülkemizde yetiştirilen dutun önemli bir kısmı pekmez (%70) olarak değerlendirilmektedir (Hepsağ ve diğ. 2012). Yakın zamanda da, endüstriyel olarak “karadut suyu” üretimine başlanmıştır. Bu şekilde, raf ömrü çok kısa olan karadut, endüstriyel olarak daha fazla değerlendirilme olanağı bulmuştur (Güven ve Başaran 1979). Antosiyaninler kırmızı renk veren pigmentler oldukları için karadut, antosiyanin bakımından en zengin dut çeşididir (Özgen ve diğ. 2009). Ancak düşük ekstraksiyon yüzdesi ve işleme ve depolama sırasında ısı, ışık, oksijen, pH gibi etkenler sebebiyle kolaylıkla bozulmaları nedeniyle ticari olarak kullanımları kısıtlanmaktadır (Cavalcanti ve diğ. 2011). Ayrıca antosiyanin ekstraktlarının gıda ve içecek endüstrisinde kullanımı bu bileşenlerin kimyasal yapısı, konsantrasyonu, pH, sıcaklık, oksijen, ışık ve ortamın kompozisyonu (askorbik asit, kopigmentler ve şekerlerin varlığı vb.) gibi çevresel faktörlere karşı düşük stabilite göstermesi nedeniyle de kısıtlıdır. Ülkemizdeki dut üretimi bazı illerde daha yoğun yapılmaktadır. Önemli dut üretimine sahip iller Tablo 2.1’de gösterilmiştir (Anonim 2010).

**Tablo 2.1:**Ülkemizde dut üretiminin yapıldığı iller (Anonim 2010).

İller	Toplam Ağaç Sayısı	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı	Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı	Ağaç Başına Ortalama Verim (kg)	Üretim (ton)
Malatya	142.125	138.000	4.125	54	7.455
Ankara	116.939	77.480	39.459	69	5.334
Elazığ	133.849	122.772	11.077	41	4.986
Erzincan	162.640	143.440	19.200	30	4.374
Artvin	53.100	43.620	9.480	65	2.846
Erzurum	75.149	54.100	21.049	43	2.331
Kahramanmaraş	53.680	51.330	2.350	38	1.957
Tokat	43.255	39.531	3.724	46	1.814
Samsun	62.500	50.070	12.430	34	1.699
Diyarbakır	88.980	69.110	19.870	23	1.598
Kütahya	53.707	49.255	4.452	28	1.397
Ordu	61.250	57.350	3.900	22	1.261
Giresun	60.954	53.857	7.097	21	1.122

Türkiye’de genelde dut yetiştiriciliğine özellikle de karadut yetiştiriciliğine ilginin giderek arttığı gözlemlenmektedir. Anadoluda geniş çapta yetiştirilen karadutun hasat dönemi Haziran Ağustos ayları arasındır (Elmacı ve Altuğ 2002). Karadut meyveleri 2-3 cm uzunluğunda, sıra dışı rengi ve kendine has hafif ekşi lezzetiyle, sulu özelliktedir (Özgen ve diğ. 2009).

Türkiye’nin yıllık dut meyvesi üretimi 60000 tondur. Bunun %95’ini beyaz dut kalan %5’ini de kırmızı ve karadut oluşturur (Erdoğan ve Pırlak 2005). Şekil 2.1’de de tarım bölgelerimize göre dut üretim değerleri verilmiştir.



**Şekil 2.1:** Türkiye’de dut meyvesi üretiminin bölgelere göre dağılımı (Erdoğan ve Pırlak 2005).

### 2.1.8 Kullanım Alanları

Dutun gerek bitkisi gerek meyvesi değişik alanlarda kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Yaprağı ipekböceği besini olarak kullanılmakta ve ülkemiz ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Bundan dolayıdır ki sadece yaprağı için yetiştirilen birçok dut türü bulunmaktadır. Kağıt sanayi, mobilya, bazı müzik aletlerinin yapımında dut ağacından yararlanılmaktadır. Bazı dut türleri süs bitkisi olarak bahçe mimarisinde önem kazanmakla beraber, bazı türleri de çit bitkisi olarak kullanılmaktadır. Meyvesi, taze ve kuru tüketildiği gibi pekmez, reçel, pestil ve sirke üretiminde de kullanılmaktadır (Güven ve Başaran 1979).

Ülkemizde üretilen meyvelerin miktar ve çeşitliliği reçel ve benzeri ürünlerin üretiminde taze meyvelerin kullanımına olanak sağlamaktadır. Dış ülkelerde ise taze tüketim için yeterli ve uygun fiyatla meyve bulunamadığı için daha çok değişik muhafaza yöntemleri ile korunan meyveler kullanılmaktadır. Taze meyve kullanımında meyvenin yapısal durumu, rengi ve aroması önem kazanmaktadır. Meyveler uygun tür ve çeşitlerden seçilmeli ve şekerle pişirmeye dayanıklı olmalıdır. Bütünlüğü ve yapısı bozulmamalı, parçalanıp dağılmamalıdır. Parlak, tür ve çeşidine özgü rengini taşımaları ve korunmalıdır. Meyveler aromaca zengin olmalıdır. Bu özellikler meyvelerin tür ve çeşit özelliklerinin yanında olgunluk durumlarıyla da yakından ilgilidir. Olgun meyveler reçel üretiminde, aşırı olgun meyveler ise



marmelât ve meyve suyu üretiminde kullanılmalıdır (Bilişli 1998; Cemeroğlu ve diğ. 2005).

Yıkanmamış meyveler kapalı bir kapta buzdolabında birkaç gün saklanabilmektedir. Dutlar, raf ömürleri kısa olduğundan, pazar için çekici bir meyve olmadığından ötürü genellikle yöresel olarak tüketilmektedir. Bazı bölgelerde toplanan karadutlar taze suyu sıkılarak satılır. Ama daha çok diğ. dut türlerinde olduğu üzere pekmez, şurup, reçel ve marmelat gibi işlenmiş ürünlere dönüştürülerek kullanılır. Bunun haricinde ticari koşullarda 0<sup>0</sup>C'nin altında şoklama tesislerinde dondurularak dondurma, reçel, meyve suyu, meyveli yoğurt işleyen firmalara satılmaktadır (Özgen ve diğ. 2009).

### **2.1.9 İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Dut meyvesi, insan vücudunun sentezleyemediği esansiyel yağ asitlerini de (omega-3, omega-6 vb.) içermektedir. Bu yağ asitleri uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri olup, sağlıklı hücre membranının şekillenmesi, beyin ve sinir sisteminin fonksiyonlarının uygun şekilde yürütülebilmesi ve 'eikosanoid' olarak adlandırılan hormon benzeri maddelerin üretimi için gereklidirler (Simopoulos ve Salem 1996). Ayrıca karadutun; ateş ve kan basıncını düşürücü, karaciğeri zararlı etmenlerden koruyucu, boşaltımı kolaylaştırıcı, kalp hastalıklarını önleyici, ağız lezyonlarını iyileştirici özelliklerinden, adeta bir ilaç gibi yararlanılmaktadır (Yang 1998; Jia ve diğ. 1999; Chen ve diğ. 2006).

Karadut meyveleri tüketildiğinde vücuda enerji, kuvvet ve serinlik verir, ayrıca yumuşatıcı, toksinleri arıtıcı ve besleyici özellikleri de vardır. Karadutun meyvelerinden yapılan şurup, özellikle küçük çocuklarda boğaz ve diş etleri iltihaplarına karşı gargara olarak kullanılır. İştah arttırıcı özelliği olup, idrar tutamama, baş dönmesi, kulak çınlaması, kansızlık nedeniyle uykusuzluk, sinir zayıflığı, balgam söktürücü, kan şekerini düşürücü, dizanteriyi tedavi edici olarak ve hipertansiyon tedavilerinde kullanılır. Kök ve gövde kabukları solucan düşürücü olarak halk arasında kullanılmaktadır (Baytop 1996).

Karaduttan hazırlanan; şuruplar özellikle bademcik iltihaplarının giderilmesinde, ağız ve diş yaralarının iyileştirilmesinde ve özellikle de çocuklarda pamukçuk olarak bilinen ve Candida türü mayaların neden olduğu enfeksiyonların iyileştirilmesinde de kullanılmaktadır (Davis 1982).

### **2.1.10 Meyve Bileşimi**

Dut içeriğinde bol miktarda bulunan antosiyanlerin antitrombotik, antioksidan, antimikrobiyal, antimutajenik, antikarsinojen, iltihaplanmayı önleyici ve sinir sistemini koruyucu gibi sağlığa olumlu etkileri vardır. Bu etki duta renk veren fenolik bileşenlerdendir (Aramwit ve diğ. 2010). Meyve temel bileşenleri şeker fruktoz (%48), glikoz (%52), sitrik asit (%92) ve malik asit (%8) gibi organik asitler, fenolik asitler ve antosiyaninlerdir (Elmacı ve Altuğ 2002).

Karadut meyvesinin toplam yağ içeriği, yağ asidi profili, toplam fenolik madde ve C vitamini miktarının belirlendiği çalışmalar bulunmaktadır (Lale ve Özçağırın 1996). Koyu renkli meyveler flavonoidler, antosiyaninler ve karotenoidleri içeren fenolik bileşikler bakımından oldukça zengindir. Karadutta fenolik bileşik miktarı oldukça yüksek olduğu belirtilmektedir (Lin ve Tang 2007).

Tüm dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de insan sağlığı açısından büyük öneme sahip antioksidan kapasitesi yüksek, antosiyanin bakımından zengin meyvelere ve bu meyvelerden üretilen ürünlere olan ilgi gittikçe artmaktadır (Scheerens 2001).

Karadut önemli bitkisel gıda bileşenleri ve eşsiz tadıyla gıda sanayinde olduğu gibi marketlerde de aranan ürün haline gelmiştir (Güneş ve Çekiç 2004).

Uzun yıllardır yapılan birçok araştırmada, antosiyaninlerin önemli düzeyde antioksidatif etkilerinin bulunduğu da saptanmıştır (Kalt ve diğ. 2000). Antosiyaninlerin birçok kronik hastalığı önleyici etki göstermelerinin başlıca nedeni, sahip oldukları antioksidan etkilerdir (Gil ve diğ. 2000).

## 2.2 Karaduttaki Biyoaktif Bileşikler

### 2.2.1 Oksidasyon, Oksidan ve Antioksidan

Oksidasyon; canlı hücrelerinde veya lipit içeren gıdaların renk, tat ve kokularında oksijenin etkisi ile meydana gelen ve çoğunlukla istenmeyen değişimlerdir. Oksidan ise; bulunduğu ortamdaki diğer biyokimyasal bileşenleri oksitleyen maddelere verilen isimdir. Gıdalarda ve canlı hücrelerinde oluşan oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen veya yavaşlatan bileşenlere ise genel olarak antioksidan adı verilmektedir (Oğuz 2008). Antioksidan maddeler canlılarda serbest radikalleri nötralize ederek hücrelerin onlardan etkilenmesini önleyen veya kendini yenilemesini sağlayan maddelerdir (Gök ve Serteser 2003).

Antioksidanlar vücutta aktif oksijen birikimini engelleyerek, oksidatif strese engel olmaktadır. Oksidanlar ise insan metabolizmasında vücudun oksijen kullanımı sırasında oluşmaktadır. Günümüzde 50'den fazla hastalığın aktif oksijenle oluştuğu bilinmektedir. Bunlar arasında en önemlileri katarakt, kanser, aşırı trombosit kümelenmesi gibi dolaşım ve kalp hastalıklarıdır (Sivritepe 2000).

Antioksidanlar, enzimatik ve non-enzimatik olarak 2 sınıfta incelenirler: Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) birinci derece enzimatlere, glutatyon redüktaz (GR) ve glukoz 6-fosfat dehidrojenaz (G6PD) ikinci derece enzimatlere örnek gösterilmektedir (Pellegrini diğ. 2009). Non-enzimatik olanlar ise; Mineral (Se, Zn), vitamin (A, C, K ve E), karotenoidler ( $\beta$ -karoten, likopen, lutein, zeaksantin), organosülfür bileşikleri (allium, allil sülfid, indoller), düşük molekül ağırlıklı antioksidanlar (GSH-Px, ürik asit), antioksidan ko-faktörler (ko-enzim Q10) ve polifenoller şeklinde incelenmektedir (Cemeli ve diğ. 2009; Pellegrini ve diğ. 2009).

Antioksidanlar; vücut hücreleri tarafından üretildikleri gibi, gıdalar yoluyla da alınabilmektedirler (Rice-ivens ve diğ. 1997). Bu gıdaların tüketilmesi istenmeyen olumsuz değişiklikler ve sağlık riskleri ile savaşmanın en etkili yoludur (Cao ve Prior 1999). Gıdalarda mevcut olan ve insan vücudunu zararlı serbest radikallerden koruyan başlıca doğal antioksidanlar, esas olarak vitaminler (C, E ve A vitaminleri), flavonoidler, karotenoidler ve polifenollerdir. Çoğu araştırmada meyve ve sebze

tüketimi ile belirli kanser ve kalp hastalıklarının oluşumu arasında ters orantılı bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (Rice-ivens ve diğ. 1997).

Organik maddeler ve solunum yapan organizmaların pek çok molekülü, oksijen varlığında oksidasyona uğrar, bunun sonucunda ise organik maddeler ve organizma molekülleri için son derece zararlı olan serbest radikaller oluşur. Serbest radikallerin neden olduğu zarardan korunmak için, insanlar ve diğer yaşayan organizmalar kompleks antioksidan savunma sistemi geliştirmişlerdir. Bu savunma sisteminde farklı fonksiyonlara sahip olan çeşitli antioksidanlar önemli rol oynarlar. Böylece antioksidanlar lipitleri, karbonhidratları, proteinleri, DNA'yı ve diğer oksitlenebilir substratları oksidasyondan koruyan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Antioksidanlar enzimatik olup olmamalarına göre, vücut savunma sisteminde aldıkları görevlere göre ve vücutta sentezlenme ya da gıdalardan alınan antioksidan olmalarına göre sınıflandırılabilirler. Gıda antioksidanları; "İnsanlarda fizyolojik şartlarda oluşan serbest oksijen radikalleri (SOR) veya serbest nitrojen radikallerinden (SNR) birinin ya da her ikisinin de olumsuz etkilerini azaltabilen maddelerdir" şeklinde tanımlanabilir. Yani oksidanlar ve antioksidanlar arasında bir denge olması hayat için esastır (Cornelli 2009).

Birçok meyve ve sebze çiçeklerinin kendilerine özgü pembe, kırmızı, mavi ve mor, kısacası kırmızıdan maviye kadar uzanan geniş aralıktaki renklerini veren suda çözünebilir nitelikteki doğal renk maddeleri ve birçok gıdanın boyanmasında sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler (Giusti ve Wrolstad 2003).

Radyasyon, gazlar, ağır metaller, herbisitler, pestisitler gibi çevre kirleticiler ile tedavi amacıyla kullanılan birçok ilaç, vücutla etkileşime girerek serbest radikal oluşumuna neden olmaktadır. Oksidatif stres, normal metabolik faaliyetlerin devam ettirilmesi için gerekli olan aktif oksijen-antioksidan dengesini aktif oksijen lehine bozarak birçok hastalığın oluşumuna sebep olmaktadır.

Serbest radikallere karşı koruyucu etkileri olan ve gıdaların yapısında bulunan antioksidan bileşenler arasında tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler ve fenolik bileşikler önemli bir yer tutmaktadır (Oğuz 2008). Antioksidan vitaminler olarak bilinen C ve E vitaminleri ile bir provitamin A olan,  $\beta$ -karoten, antioksidan savunma

mekanizmasında oksijenin aktif formlarını yok ederek ve zincir kırıcı antioksidanlar olarak etki göstermektedirler. Bunlar hem tek başlarına hem de sinerjistik olarak görev yaparak oksidatif reaksiyonları geciktirir veya engellerler (Sağlam 2007).

Üzümsü meyveler grubu insan sağlığı açısından birçok biyoaktif ve fitokimyasal kaynağıdır. Özellikle antosiyanin zengini ahududu, böğürtlen, nar, çilek, vişne, kiraz, erik, üzüm, lahana, pancar, patlıcan gibi koyu kırmızı ve mor renkli meyve ve sebzelerin bazı kanser tipleri, damar ve kalp rahatsızlıkları gibi erken ölümlere neden olan bazı hastalıkların ortaya çıkışını engellemede çok etkili olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmaya çalışılmıştır (Özgen ve Scheerens 2006).

### **2.2.2 Fenolik Bileşikler**

Fenolik bileşikler, bir aromatik halka ve buna bağlı olarak fonksiyonel türevleri de dahil bir ya da birden fazla hidroksil grubu içeren maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Fenolik bileşikler, bitkiler tarafından normal gelişme süreci ile enfeksiyon, yaralanma, UV ve radyasyon gibi stres koşullarında sentezlenen ikincil metabolitler olarak bilinmektedir. Meyvelerin renk, burukluk ve lezzet gibi ya da tat, koku gibi duyu özellikleri ile oksidatif stabilitesinde etkili olduğu bilinen fenolik bileşikler, temel olarak fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Fenolik asitler; hidrokisinnamik asitler ve hidrokisibenzoik asitler olmak üzere ikiye, flavonoidler ise kateşinler ve löykoantosiyanidinler, antosiyanidinler, flavon ve flavonoller, flavanonlar, prosiyanidinler gibi gruplara ayrılmaktadır (Karadeniz 1994).

Fenollerin emilimlerinde molekül boyutu, lipofilikliği, çözünürlüğü, şelat oluşumu, gıdanın bileşimi (yağ, protein, karbonhidrat), uygulanan parçalama ve pişirme işlemi ve süresi, midede kalış ve bağırsaklardan geçiş süresi, bağırsak membranlarının geçirgenliği, ilk geçiş etkisi, ince-kalın bağırsaklardaki mikroflora enzimlerinden ileri gelebilecek yıkıcı etkileşimler, tarafından değişebileceğine dikkat çekilmektedir (Stahl 2002).

Fenolik bileşikler en aktif doğal antioksidanlardır ve antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları ve lipoksijenaz enzimini inaktive etmeleri ile gerçekleşmektedir (Oğuz 2008). Fenolik bileşiklerden önemli bir kısmı, ürünlerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda buruk bir izlenim bırakmasında etkilidir. Diğer taraftan bir kısım fenolik maddeler, örneğin antosiyaninler, meyve ve sebzelerin kendine özgü renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Her meyve ve sebze mutlaka az ya da çok miktarda bulunmakla birlikte, ancak fenolik bileşikler açısından meyveler, sebzelerden daha zengindirler. Bu özellikler meyve ve sebzeler ile bunlardan elde edilen ürünler için son derece önemlidir (Cemeroğlu ve diğ. 2001).

Birçok bitkisel kaynaklı gıda, en güçlü antioksidanlardan olan fenolik fitokimyasalları içermekte ve oksidatif zararlara karşı vücut savunmasına katkıda bulunmaktadır. Bu bileşikler hem gıdaları bozulmalara karşı korumakta hem de tüketilmeleri sonucu vücudumuza antioksidan madde sağlamaktadır. Bunlardan özellikle fenolik asitler ve flavonoidler antioksidan olarak önem taşımaktadır. Antioksidan özelliklerinden dolayı flavonoidler, diyetle bulunan en önemli antikanserojenlerden biri olarak kabul edilmektedir.

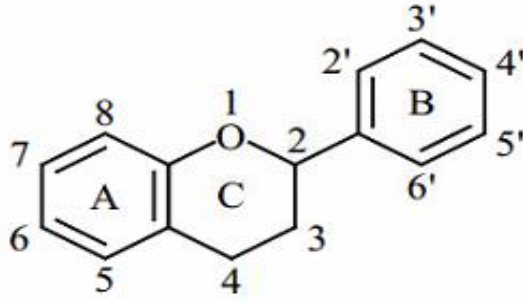
Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat, koku ve renk oluşumundaki etkileri, renk değişimlerine katkıları, antimikrobiyel ve antioksidan etki göstermeleri gibi birçok açıdan önem taşımaktadır (Oğuz 2008).

Meyvelerden elde edilen fenolik bileşikler, biyoaktif fonksiyonları nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Kırmızı meyvelerde antosiyaninler, fenolik asitler, flavonoid glikozitler ve flavan-3-ol' ler dahil, fenolik bileşikler en önemli gıda öğelerinden birisidir (Pellegrina ve diğ. 2005).

### **2.2.2.1 Flavonoidler**

Flavonoidler iki aromatik halka taşıyan, üç karbonlu alifatik karbon zinciri ile birbirine bağlanmış, C6-C3-C6 iskeletine sahip fenolik yapılarıdır. Bitkilerde 4000'den fazla flavonoid tanımlanmıştır. Flavonoidler, antioksidan, enzim regülatörleri olarak çalıştıkları için bitki biyokimyası üzerinde önemli etkilere

sahiptir. Flavonoidlerin günlük alım miktarı 25 mg/gün olarak belirtilir.



**Şekil 2.2:** Flavonoidlerin genel yapısı

Flavonoidler, fenolik bileşiklerin en geniş ve en önemli grubudur. Kimyasal olarak flavonoidlerin antioksidan özellikleri aşağıda özetlenen üç nedenden kaynaklanmaktadır (Oğuz 2008):

1. Aromatik halka yapılarındaki hidroksil grupları sayesinde hidrojen vererek redoks reaksiyonuna girebilirler ve bu sayede serbest radikalleri yok edebilirler.
2. Aromatik, heterosiklik ve çoklu doymamış bağlardan oluşan yapılarıyla stabil bir delokalizasyon sistemi oluştururlar.
3. Metal şelatlama kapasitesine sahip yapısal grupları vasıtasıyla  $\text{OH}^-$   $\text{O}_2^-$  gibi reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyebilirler.

Bununla birlikte laboratuvar ve epidemiyolojik çalışmalar 6 flavonoid alt grubuna odaklanmaktadır. Bunlar; flavonlar, flavanoller, flavanonlar, izoflavonlar, flavan-3-oller ve prosiyanidinlerdir.

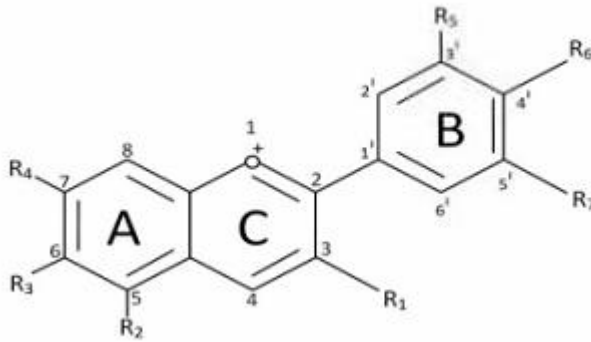
Ayrıca flavonoidlerin kalp damar hastalıklarını önlemeye yardım ettiği de belirlenmiştir (Miidleton ve Kandas 1994). Doğada flavonoidlerin çoğu mono ve disakkaritlerle birleşmiş durumda bulunurlar. Flavonoller genellikle glikozide olmuşlardır. Bu bileşikler bitkilerin ikincil metabolizma ürünleri olarak tanımlanmakta ve günümüzde 8000'den fazla fenol bileşiği yapısı bilinmektedir.

### 2.2.2.2 Antosiyaninler

Antosiyaninler, bitki aleminde en yaygın bulunan pigmentlerden birisi olup, flavonoidlerin bir alt grubunu oluşturmaktadır (Von Elbe ve Schwartz 1996).

Antosiyaninler ismini; Yunan'ca anthos=çiçek ve kianos=mavi tanımlarından almakta olup önemli bir pigment grubunu oluşturmaktadırlar. Zararsız ve sulu ortamda kolayca çözünebilmeleri dolayısıyla suda çözünür pigment olarak da önem taşımaktadırlar. Bu pigmentler bazı bitkilerin meyve ve çiçeklerindeki pembe, kırmızı, viyole ve mavi renklerden sorumludurlar (Castaneda-Ovando ve diğ. 2009).

Antosiyanidinler antosiyaninlerin temel yapısını oluşturmaktadırlar. Antosiyanidinler (aglikonlar) oksijen içeren ve ayrıca karbon- karbon bağı ile 3. bir aromatik halkaya (B) bağlı bir heterosiklik halkaya (C) bağlı olan aromatik bir halka içermektedir. Antosiyaninlerin genel yapısı Şekil 2.3'de verilmiştir. Antosiyanidinler glikozit formunda bulduklarında, yani yapılarında şeker içerdiklerinde antosiyanin olarak adlandırılmaktadırlar (Castaneda-Ovando ve diğ. 2009).



**Şekil 2.3:** Antosiyaninlerin genel yapısı

Günümüze kadar 500 den fazla antosiyanin ve 23 antosiyanidin bildirilmiştir. Antosiyanidinlerden en yaygın olanları; pelargonidin (Pg), peonidin (Pn), siyanidin (Cy), malvidin (Mv), petunidin (Pt) ve delfinidin (Dp) olup bunların meyve ve sebzelerdeki dağılımlarının yaklaşık %50 Cy, %12 Dp, %12 Pg, %12 Pn ve %7 Mv şeklinde olduğu bildirilmektedir (Castaneda-Ovando ve diğ. 2009).



Birçok antosiyanin rengi pH derecesine göre değişir, pH yükseldikçe renk zayıflar. Bunun sonucu renklerini kaybeder veya renk açılır. Çoğu antosiyoninlerin rengi ortamın pH değerine bağlı olarak bir indikatör gibi değişim gösterir. Düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, daha yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alır. Antosiyoninler asit ortamda kırmızı, nötr ortamda mor, alkali ortamda mavi-yeşil-menekşe, yüksek alkali ortamda mavi rengi alır (Cemeroğlu ve diğ. 2003). Ayrıca antosiyaninlerin rengi, ortamdaki konsantrasyonu, ortamda kopigment bulunup bulunmadığı gibi faktörlere bağlı olarak da değişebilmektedir. Antosiyanin çeşitli bitkisel dokularda farklı renkte olabilmektedir (Espin ve diğ. 2000; Cemeroğlu ve diğ. 2003).

### 2.2.3 Vitaminler

Vitaminler, vücutta regülatör rolü oynayan maddeler olarak tanımlanır. Vitaminsiz yaşam düşünülemez, yiyeceklerle aldığımız besinlerin tümü pasiftir. Bu nedenle vitaminler enzim ve hormonla da besin maddelerini aktif duruma getirerek, sağlıklı yaşamamızı sağlarlar. Vitaminler yağda çözünen vitaminler ve suda çözünen vitaminler olarak iki gruba ayrılır. Suda çözünen vitaminler B ve C grubu vitaminlerdir.

Vitaminlerin ayırım, tanım ve kantitatif analizleri için geliştirilen kimyasal ve enstrümantal metotlar gıda ve ilaç sanayi ile akademik ve idari kurumlarda, insan sağlığı, gıdaların besinsel değeri ve etiket bilgileri açısından çok önemlidir.

Gıdada vitaminlerin ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri, vitaminlerin ışığa, oksijene, ısıya ve pH'ya duyarlı olması nedeniyle zordur. Vitaminlerin dayanıksız olmasından ve matrislerin karmaşıklığından dolayı vitamin ölçümünde doğru ve etkili analitik yöntemler üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Moreno ve Salvadó 2000; Ötleş ve Karaibrahimoğlu 2005).

### **2.2.3.1 Suda Çözünen Vitaminler**

#### **2.2.3.1.1 Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamine)**

Metilen köprüsü ile bağlı bir pirimidin halkası ve bir tiazol halkasından ibarettir. Yetersizliğinde görülen en belirli hastalık "BERİBERİ" olup, ayrıca sinirsel bozukluklara, kulak çınlamalarına, kalp çarpıntılarına, tansiyon düşüklüğüne neden olur. Tiamin ışıktan etkilenmez, pH, sıcaklık, iyonik güç ve metal iyonlarından etkilenmektedir. Tiamin bütün doğal gıdalarda bulunmaktadır (Belitz ve diğ. 2009).

Konserve meyve ve sebzelerin uzun süre depolanmasında %15-25, ev koşullarında pişirilen etlerde %0-60, beyaz ekmek üretiminde %20, lahananın haşlanması sırasında sülfid kullanılmaya durumuna göre %15-40 tiamin kaybı olmaktadır (Belitz ve diğ. 2009).

#### **2.2.3.1.2 Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin)**

Riboflavin gıdalarda dinükleotid, fosforik asit ester veya proteine bağlı formda bulunmaktadır. Sadece sütte serbest formda bulunmaktadır (De ve diğ. 1999)

Riboflavin vitaminin vücutta en önemli görevi hücrelerin solunumunu, diğer bir anlatımla oksijen almalarını sağlamaktır. B<sub>2</sub> vitamini metabolizmada, sinir sisteminin düzenli çalışması, sindirim organlarındaki rahatsızlıkların önüne geçilmesi ve kilo kaybına engel olması için vücutta gereklidir (Eriş ve Yanmaz 1979). B<sub>2</sub> vitamini meyvelerde 0.02-0.08 mg arasında değişim gösterir. (Erkut 1969).

#### **2.2.3.1.3 Vitamin B<sub>3</sub> (Niasin)**

Niasin, nikotik asidin amid şeklidir. Kimyasal adı, Piridin 3-karboksilik asittir. Meyve ve sebzeler yeterli miktarda niasin içermektedir. Sebze ve meyvelerin yıkanması sonucu niasin suya geçmekte ve bu durum vitamin kaybına neden olmaktadır. Sebze ve meyveleri ağartma işlemi ise yaklaşık %15 niasin kaybına neden olmaktadır (Eriş ve Yanmaz 1979).

#### **2.2.3.1.4 Vitamin B<sub>6</sub> (Pridoxine)**

Bir pirimidin halkasının 4 nolu karbon atomuna farklı grupların eklenmesiyle pridoksin meydana gelir. Vitamin B<sub>6</sub> da, B<sub>2</sub> vitamini gibi hücrelerin solunumunu kolaylaştırır. Bağırsaklarda albüminli besinlerin kokuşması sonucu oluşan toksik maddelere karşı panzehir etkisi yapar. Dış derinin güneşten yanmasını ve çatlamasını önler, sinir sisteminin düzenli çalışmasına yardımcı olur (Eriş ve Yanmaz 1979). Meyveler bu vitamin yönünden fakirdirler.

#### **2.2.3.1.5 Vitamin B<sub>12</sub> (Cobalamine)**

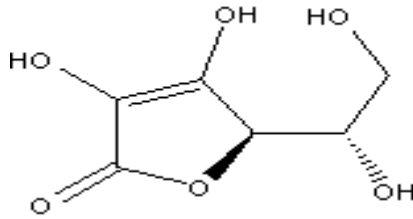
Nükleotid benzeri yapısı glikozidik bağla D-riboza bağlanmıştır. Korrin halkasının merkezinde kobalt atomu bulunmaktadır. Vitamin B<sub>12</sub> pernisiyöz anemiye karşı koruyucu bir etkidir. Labil metil gruplarının oluşumunda, kandaki sülfhidril grupları düzeyinin korunmasında ve nükleik asitlerin sentezinde gereksinin duyulur. Bu vitamin yetersizliğinde "anemi pernisiyöz" adı verilen bir çeşit kansızlık oluşur (Ersoy ve Ertürk 1972). Vitamin B<sub>12</sub> gereksinmesinin hayvansal kaynaklı besinlerden karşılanması zorunludur.

#### **2.2.3.1.6 Vitamin C**

Meyve ve sebzeler C vitamini, E vitamini ve karotenoid gibi farklı antioksidan bileşikler içermektedirler. Yapılan çalışmalar, flavonoidler gibi polifenolik bileşiklerin meyve ve sebzelerin antioksidan özelliklerini arttırdığını göstermiştir. C vitamini suda çözünebilir bir antioksidan olup önemi ilk kez 1747'de keşfedilmiştir (García-Alonso ve diğ. 2004).

Organizmanın en çok gereksinim duyduğu C vitamini, diğer adıyla askorbik asit (askorbat), altı karbonlu lakton yapısına sahiptir (Cadenas ve Packer 2002). C vitaminin genel yapısı Şekil 2.4'de verilmiştir. Soğuk algınlığı, nezle, grip ve diğer ateşli hastalıklara karşı direnci artırır; fenolik maddelerle birlikte vücutta kanamaların önlenmesine yardımcı olur. Ayrıca gıdalarla alınan demirin serbest hale geçerek vücutta kullanılmasına yardımcı olur.

Karadut suyunun mevcut vitamin değerlerini belirlemeye yönelik çalışmalar sınırlı olmakla beraber niasin, tamin, riboflavin ve özellikle askorbik asit miktarlarını belirlemeye yönelik araştırmalar yapılmıştır. ilek, papaya, portakal, kivi, greyfurt, kavun, mango, kuşburnu ve dut gibi meyvelerde bol miktarda bulunan C vitamini karadut, mordut ve beyaz dut içerisinde, en bol miktarda beyazdutta bulunmaktadır. Bu miktarı mordut ve karadut izlemektedir. Meyve ve sebzelerin olgunluğu, hasat zamanı, depolama şartları ve suresi, tuketim öncesi pişirme vb. işlemler, bunların vitamin içeriklerini etkilemektedir.



**şekil 2.4:** C vitamininin genel yapısı

#### 2.2.4 Renk zellikleri

Bir gıdanın tuketici üzerinde olumlu bir etki bırakıp bırakmadığının ilk parametresi, ürünün rengidir. Renk, ürünün yanı sıra hammadde hakkında da tueticilere fikir verebilir. Bir ürüne rengi veren pigmentler estetik öneme sahip olmalarının yanında meyvelerde olgunluk simgesidir ve meyvelerde olgunlaşma zamanının ve muhafaza suresinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir kalite kriteridir. Özellikle zms meyvelerde ısısız bozulma nedeniyle önemli ölçüde antosiyanin kaybı oluşmaktadır (Yang ve Atallah 1985).

Doğal renklendiriciler içinde yer alan antosiyaninler, birçok meyve ve sebzenin pembeden mora kadar değişen renklerini veren doğal pigmentlerdir. Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan, bilinen en iyi doğal gıda boyalarıdır ve birçok gıdanın boyanmasında sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedirler. Bu pigmentlerin stabiliteleri çevresel faktörler ile pH, sıcaklık, oksijen ve enzim gibi proses faktörleri tarafından etkilenmektedir. Stabilitelerinin zayıf olması nedeniyle gıda renklendiricileri olarak yaygın şekilde kullanılamamaktadırlar (Giusti ve Wrolstad 2003).

Yapılan çalışmaların çoğu karadut suyu ürünlerinin renk değerlerinin (L, a, b) ölçümü temeline dayanmaktadır. L eksenini parlaklık değerini vermekte olup, ölçülen renge göre 0 ile 100 arasında değişen değerler alabilmektedir. Ölçülen renk koyu ise L değeri düşük; renk açık ise yüksektir. a değeri pozitif değer aldığı anda ölçülen renk kırmızı, negatif değer aldığı anda ise yeşil olmaktadır. b pozitif değer aldığı anda ölçülen renk sarı, negatif değer aldığı anda ise mavidir. a değerindeki azalış klorofil kaybını, b değerindeki azalma ise karotenoid kaybını göstermektedir.

### 2.2.5 Gıdalarda Reaksiyon Kinetiği ve Önemi

Gıda maddelerinde kalite kayıplarının hızı, gıdayı çevreleyen ortamın sıcaklığından, oksijen ve ışık varlığından, havanın bağıl neminden, gıdanın bileşiminden ve kullanılan ambalaj malzemesinden etkilenmektedir.

Gıda biliminin temel amaçlarından birisi de gıdanın kalitesini uzun süre korumaktır. Bir ürünün sağlıklı olması yanında son kullanma tarihi veya dayanma süresinin belirlenmesi, tüketici kadar üretici ve pazarlamacılar için de önemlidir. Bu nedenle mamul, yarı-mamul ve hammaddenin raf ömrünü belirlemek için yapılan araştırmalarda, gıdanın bozulma mekanizması ile gıda kalitesinin korunmasında etkili olan faktörlerin saptanması gerekli görülmektedir (Özboy ve Şahbaz 1996).

Bir ürünün beklenen raf ömrü, içinde bulunduğu çevre şartlarına ve tüketiciye ulaşmadan önce piyasaya ilk arz edildiği andaki kalitesinden ne kadarını koruyabileceğine bağlıdır. Gıda açısından kalite, ürünün sağlıklı olmasının yanında renginde, tadında ve yapısında meydana gelen değişikliklerin kabul edilebilir sınırlar içinde olmasına bağlıdır. Araştırmacılar, çeşitli hızlandırılmış raf ömrü test işlemleri yapmak durumundadırlar ve bu deneyleri doğru bir şekilde yapabilmek için de kalite tahmin standartlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Buna göre, bilimsel ve mantıklı kararlar ve öneriler aranmaktadır. Bu verileri faydalı kılabilmek için, Arrhenius ve  $Q_{10}$  modeli kullanılarak yüksek sıcaklıklarda reaksiyon hızı artışları açıklanmaktadır. Eğer sıcaklık-hızlandırma faktörü ilişkisi verilirse, ekstrapolasyonla dağılım ve depolama sıcaklığı gibi daha düşük sıcaklıklarda beklenen raf ömrü tahmin edilebilir. Bu hızlandırma faktörü çoğu zaman  $Q_{10}$  ifadesiyle tanımlanmaktadır (Armutak ve Bayındırlı 1995).

Son yıllarda gıdaların işlenme ve depolanması sırasında bileşenlerin bozulma kinetiği konusunda yapılan araştırmalarda gıdanın raf ömrü açısından kalitesini belirleyen bir veya daha fazla parametre ölçülerek değerlendirilmektedir. Bu parametreler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal olabilmektedir. Birçok gıda maddesinin raf ömrünün belirlenmesinde askorbik asit, indikatör olarak değerlendirilen bileşiklerden birisidir (Özboy ve Şahbaz 1996).

Kinetik bilgilerin kullanılabilirliğı, bu bilgilerin teknolojide uygulanabilir olmalarına bağılıdır. Örnek olarak verilen bir gıda maddesinde belli bir bileşenin korunmasını optimize etmek için matematiksel modeller geliştirilmişse, işlem parametreleri gereken şekilde ayarlanarak söz konusu bileşenin korunumu sağlanabilmektedir. Gıdalar hakkındaki mevcut kinetik bilgiyi oluşturan temellerin çoğı, gıdalar üzerinde yapılan uygulamalarla belirlenmiştir.

Reaksiyon kinetiğinde üç temel konu bulunmaktadır:

1. Sitokiyometri
2. Reaksiyon derecesi ve hızı
3. Reaksiyon mekanizması

Basit reaksiyonlar için sitokiyometri ilk ele alınması gereken konudur. Reaksiyonun sitokiyometrisi açıklık kazanır kazanmaz reaksiyondaki mekanizmalar kolayca belirlenebilmektedir. Gıdalardaki gibi kompleks reaksiyonlarda ise bu durum değışebilmektedir. Reaksiyon mekanizmasını karakterize edebilmek için gıdayı detaylı bir biçimde incelemek çok önemli görülmektedir.

Reaksiyon derecesinin belirlenmesi anlamlı kinetik bilgi elde etme, istenen bir son ürün eldesini sağlayan reaksiyon koşullarını seçme ve istenmeyen bileşiklerin oluşumunu minimize etme açısından çok önemlidir. Reaksiyon mekanizması uygun bir deneme ile belirlenebilmektedir. Bir kimyasal reaksiyon ya elementer reaksiyonlarda olduğı gibi tek basamakta ya da gıdalarda olduğı gibi basamaklar halinde gerçekleşmektedir. Sıcaklık, oksijen varlığı, basınç, başlangıç konsantrasyonu ve sistemin kompozisyonu gibi faktörler reaksiyon mekanizmasını etkileyebilmektedir (Villota ve Hawkes 1992).

Basit bir reaksiyon için reaksiyon derecesini belirlemek amacıyla en basit yaklaşım;

$$k \cdot C^n = \frac{C}{dt} \quad (2.1)$$

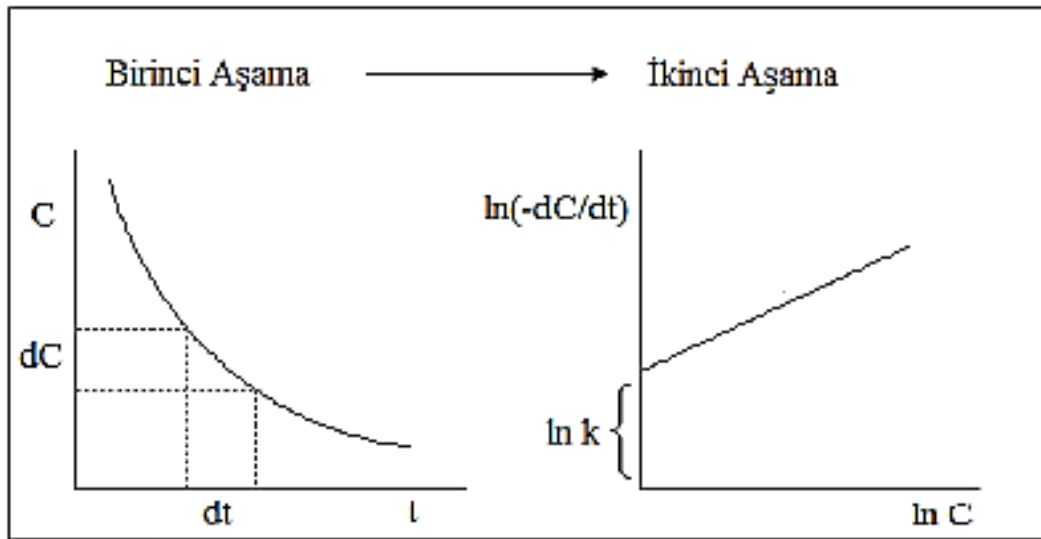
ifadesiyle açıklanmaktadır.

Her iki tarafın doğal logaritması alınırsa;

$$\ln(-dC/dt) = \ln k + \ln C \quad (2.2)$$

ifadesi elde edilmektedir.

Burada C: konsantrasyon k:reaksiyon sabiti n:reaksiyon derecesi t ise zamandır. Şekil 2.5' de görüldüğü gibi  $\ln C$ 'ye karşılık  $(-dC/dt)$  grafik edilirse elde edilen doğrunun eğimi reaksiyon derecesine (n) eşit olur.



**Şekil 2.5:** Reaksiyon derecesinin belirlenmesi

Gıda maddelerinde meydana gelen değişimlerin hızını ifade eden genel yaklaşım, zamanın bir fonksiyonu olarak reaktan konsantrasyonundaki değişiminin incelenmesine dayanmaktadır. Reaksiyon hızı; verilen bir sistemin reaktivitesi ve stabilitesinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Reaksiyon hızını etkileyen birçok değişken bulunmaktadır. Temel değişkenler;

- \* Reaktan, ürünler ve katalizörlerin konsantrasyonu
- \* Sıcaklık, basınç ve oksijen varlığı gibi çevresel faktörler
- \* Işık dalga boyu ve yoğunluğu
- \* Viskozite, iyonik güç ve iletkenlik gibi fizikokimyasal özellikler

olarak sıralanabilmektedir. Reaksiyonların ve bileşenlerin tipine bağlı olarak başka faktörler de etkili olabilmektedir (Villota ve Hawkes 1992).

Gıdalarda yavaş olarak gelişen birçok reaksiyonun hızı basit metotlar kullanılarak kolayca bulunabilmektedir. Olumsuz koşullara maruz kalmış gıdalarda besin maddesi kaybı temel ilgi konusu olduğu için, vitamin degradasyonu çalışmalarına büyük önem verilmektedir.

Sıfırıncı dereceden reaksiyonlarda hız, konsantrasyondan bağımsızdır. Çoğu katalize edilmiş reaksiyonlar bu sınıfta incelenmektedir. Bunun yanında reaksiyon hızı katalizör konsantrasyonu veya incelenen bileşiğin konsantrasyonu ile ilgili olmayan diğer faktörlere de bağlı olabilmektedir. Sıfırıncı dereceden bir reaksiyon için hız ifadesi;

$$-dC/dt = k_0 \quad (2.3)$$

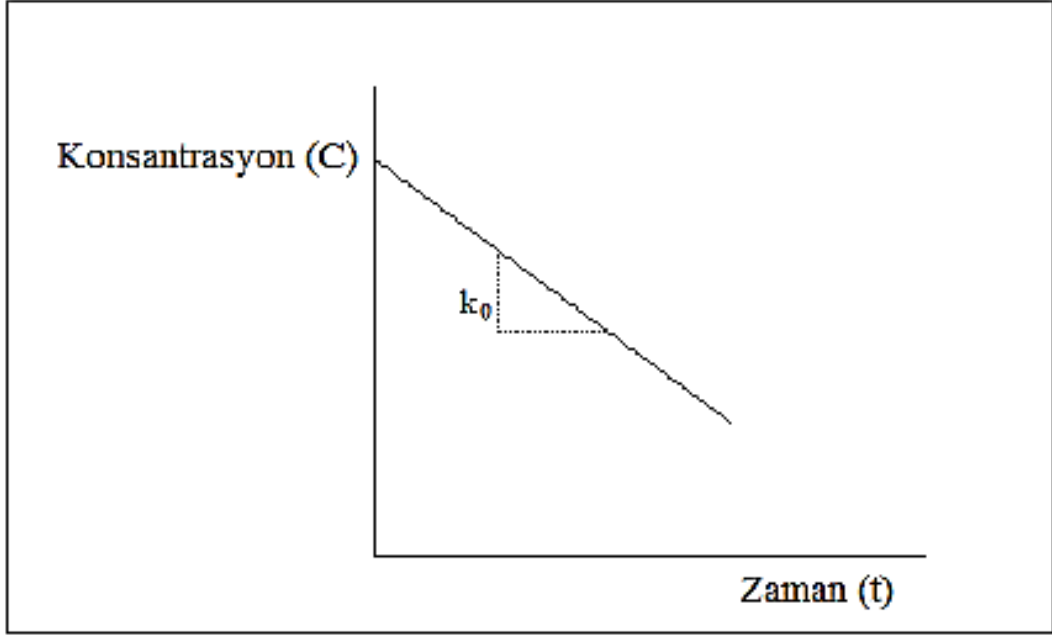
şeklinde tanımlanmaktadır. Burada C, konsantrasyon; t, zaman ve  $k_0$  ise sıfırıncı dereceden reaksiyon hız sabitidir.

Yukarıdaki eşitliğin integrasyonu sonucu;

$$C_0 - C = k_0 \cdot t \quad (2.4)$$

eşitliği elde edilmektedir. Burada C: t anındaki konsantrasyon,  $C_0$  ise başlangıç konsantrasyonudur. Şekil 2.6'de görüldüğü gibi bu matematiksel ifadeye göre; bu reaksiyon tipi için en belirgin özellik zamanın bir fonksiyonu olarak konsantrasyonda lineer bir azalmanın olmasıdır.





**Şekil 2.6:** Sıfırıncı derece reaksiyon için konsantrasyon-zaman grafiği

Sıfırıncı derece olarak tanımlanan tipik reaksiyonların başında otooksidasyon reaksiyonları gelmektedir. Sıfırıncı dereceden reaksiyonlar diğer reaksiyon tipleri kadar çok sık görülmektedir. Ancak gıdalarda ve biyolojik matrixlerde meydana gelen reaksiyonlarının çoğu sıfırıncı ve birinci derece reaksiyon kinetiğine uymaktadır.

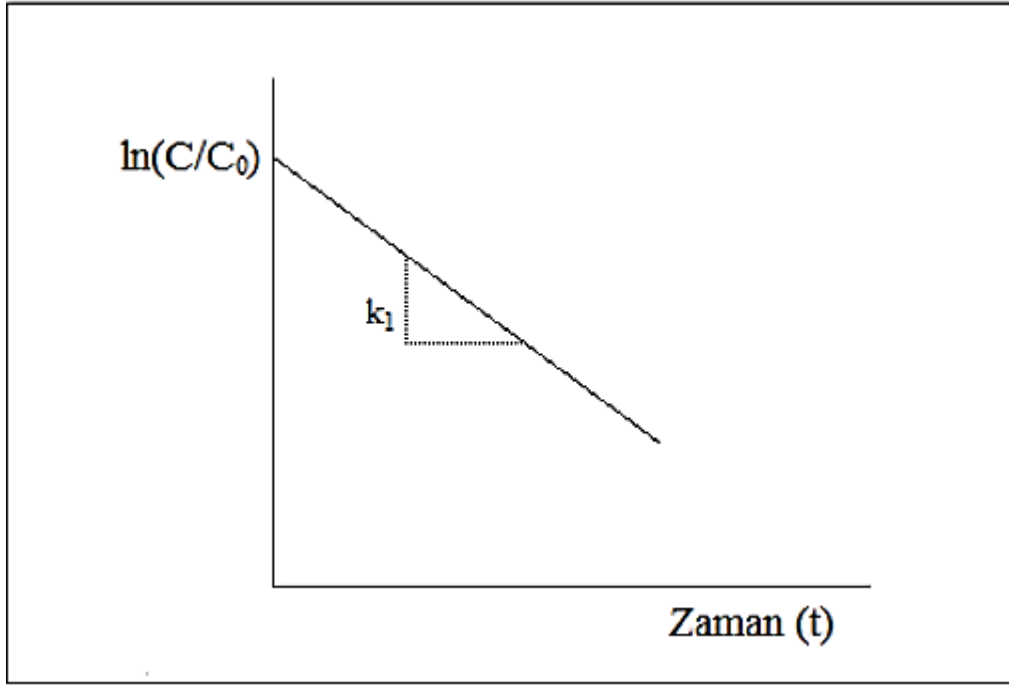
Gıdalarda meydana gelen reaksiyonların çoğu birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre gelişmektedir (Villota ve Hawkes 1992). Bu tip reaksiyonlara ait matematiksel ifade;

$$-dC/dt=k_1.t \quad (2.5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada  $k_1$ ; birinci dereceden reaksiyon için hız sabitidir. Bu eşitliğin integrasyonu sonucu;

$$-\ln(C_0/C)=k_1.t \quad (2.6)$$

eşitliği elde edilmektedir. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi bu matematiksel ifadeye göre  $\ln C$  değerleri zamana karşı grafik edilecek olursa eğimi  $k_1$ ’e eşit olan bir doğru elde edilmektedir.



**Şekil 2.7:** Birinci derece bir reaksiyon için konsantrasyon-zaman grafiği

Reaksiyonların hızı, sıcaklık ve basınç gibi birçok parametreye bağlıdır. Uygulamada kimyasal reaksiyonların hızları ve oluşan ürün miktarı, sıcaklıktan şiddetli bir şekilde etkilenebilmektedir. Gıdalardaki kimyasal değişimlerin hızı, ısı etkisiyle arttığına göre ısının reaksiyon karışımının sıcaklığında önemli bir değişime sebep olacak kadar büyük olması durumunda bu etkinin de dikkate alınması gerekir.

Genellikle basit bir reaksiyon için sıcaklığın etkisi, Arrhenius eşitliği ile açıklanmaktadır. Bir reaksiyonda moleküller, aktivasyon enerjilerini çarpışma sonucu kazanmaktadır. Bir reaksiyonun oluşması için moleküllerin birbirleriyle karşılaşmaları ve aktivasyon enerjisine sahip olmaları gerekmektedir. Aktivasyon enerjisine sahip olsun veya olmasınlar moleküllerin birbirleriyle karşılaşmalarının toplam frekansı frekans faktörü olarak tanımlanmaktadır. Arrhenius eşitliği;

$$k = k_0 e^{E_a/RT} \quad (2.7)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada  $k_0$ : frekans faktörü;  $E_a$ : aktivasyon enerjisi;  $R$ : ideal gaz sabiti (1.987 cal/mol.K veya 8.314 J/mol.K) ve  $T$ : mutlak sıcaklıktır (K). Frekans faktörü ve aktivasyon enerjisi, reaktanların moleküler özelliklerinden bulunabilirse, reaksiyon hızına eşit veya yakın olan  $k$  değerlerinin tahmin edilmesinin mümkün olacağı açıktır.

Reaksiyonun aktivasyon enerjisi, Arrhenius eşitliğine dayanılarak bulunabilir. Eğer  $\ln k$  değerlerine karşılık  $1/T$  değerleri grafiğe işlenirse, elde edilen doğrunun eğimi  $E_a/R$ 'ye eşit olacaktır.

Gıdalarda termal yolla herhangi bir bileşenin azalması veya bir değişimin modellenebilmesi için gıda örnekleri sabit sıcaklıkta belli sürelerde tutularak, azalmanın veya değişikliğin sıcaklığa bağımlılığı incelenebilmektedir. Böylece kinetik parametreler belirlenerek zaman ilerledikçe değişimin hangi seviyede olacağı tahmin edilebilmektedir.

Reaksiyon derecesi belirlenip hız sabitleri ( $k$ ) bulunduktan sonra William-Landel-Ferry modeli (Sa ve Sereno 1999) veya Bigelow (Silva ve Silva 1999) modeli kullanılabilir. WLF modelinde, tekstür açısından nispeten katı sistemlerde sıcaklık değişiminden dolayı meydana gelen reaksiyon hız değişimleri hakkında açıklama yapmak mümkün olmakta ve bu yaklaşım kinetik parametrelerin sıcaklığa bağımlılığının açıklanmasında kullanılmaktadır. Bigelow modeli ise, genellikle mikroorganizmaların sıcaklığa bağlı olarak azalmasını açıklamada kullanılmaktadır; bunun yanında vitamin ve renk maddelerinin kayıplarının incelenmesinde de bu modelden faydalanılmaktadır. Bigelow modelinde incelenen değişimin zamana bağlı olarak %90'ının azalması için gereken süre ( $D$  değeri), kinetik parametre olarak değerlendirilmektedir.

### **2.3 Karadut Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Dut meyvesinin tüm çeşitlerinin; beyaz (*Morus albaL.*), kırmızı (*Morus rubraL.*) ve karadut (*Morus nigraL.*) sağlık açısından önemli besin değerine sahip olduğu bildirilmektedir (Ercişli ve Orhan 2007).

Beyaz, kırmızı ve karadut meyvelerinin kimyasal kompozisyonu üzerine Ercişli ve Orhan (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, karadutun diğer dutlara kıyasla en yüksek toplam fenolik 1422 mg GAE/100g içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Özgen ve diğ. (2009) ise karadutlardaki toplam fenolik madde miktarının 1766-3488 µg GAE/g arasında değiştiğini bildirmektedir. Ercişli ve Orhan (2005) karadutun çeşitli fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada

toplam fenolik miktarının 1943-2237 mg GAE/100g arasında değiştiğini bildirmektedirler. Akbulut ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmalarında toplam fenolik madde miktarını 3545 mg/100g olarak bulmuşlardır. Son olarak Uzun ve Bayır (2010) karadutun kimyasal özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını 4561-4771 mg GAE/100 olarak bulmuşlardır.

Karadutun toplam fenolik madde miktarıyla ilgili farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulan sonuçlar Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.2:** Karadutta toplam fenolik madde üzerine yapılan çalışmalar

	Ercişli ve Orhan (2005)	Ercişli ve Orhan (2006)	Akbulut ve diğ. (2007)	Özgen ve diğ. (2009)	Uzun ve Bayır (2010)
Toplam Fenolik	1943-2237 mg GAE/100	1422 mg GAE/100	3545 mg GAE/100	1766-3488 mg GAE/100	4561-4771 mg GAE/100

Karadut meyvesinin en önemli vitamin kaynağını askorbik asit (vitamin C) oluşturmaktadır. Ancak karadut, mordut ve beyaz dut çeşitlerinde pomolojik, fenolojik ve bazı meyve kalite özelliklerini inceleyen Lale ve Özçağırın (1996), diğer dut çeşitlerine göre karadutta askorbik asiti değerini 11.90 mg/100g ile en düşük olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada mordutun askorbik asit miktarı 16.62 mg/100g ve beyaz dutun askorbik asit miktarı 17.81 mg/100g olarak belirtilmiştir.

Akbulut ve diğ. (2007) karadutun kimyasal özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada askorbik asit değerini 105.4 mg/100g olarak bulmuşlardır. Ercişli ve Orhan (2005) karadutun çeşitli fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada askorbik asit değerini 18.7 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Yine Ercişli ve Orhan (2007) çalışmalarında askorbik asit değerini 14.9-18.7 mg/100g olarak kaydetmişlerdir. Erdoğan ve Pırlak (2005) dut meyvesinin askorbik asit miktarını 13 mg/100g olarak bulmuşlardır. Snappyan ve diğ. (1981) karadut üzerine yaptıkları çalışmada bazı vitamin değerlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada; niasin 19.05 mg/ml, tiamin 0.49 mg/ml ve askorbik asit 15.4 mg/ml olarak tespit edilmiştir.

Hepsağ ve diğ. (2012) karadut meyvesinin vitamin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek vitaminin askorbik asit olduğunu bunu sırasıyla niasin, riboflavin ve tiaminin takip ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler Tablo 2.3’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.3:** Karadut meyvesine ait vitamin değerleri (Hepsağ ve diğ. 2012).

Vitaminler	(mg/100g)
Tiamin	0.05
Riboflavin	0.07
Niasin	0.2
Askorbik asit	17

Karadutta organik asitlerden en fazla bulunan organik asidin 1.45–2.03 g/100ml sitrik asit olduğu, bunu 0.11–0.23 g/100ml ile malik asidin izlediği bildirilmektedir (Özgen ve diğ. 2009). Koyuncu (2004) tarafından yapılan çalışmada karadutun organik asit değerleri verilmiştir; malik asit 35.4-198.5 mg/g, sitrik asit 5.5-23.4 mg/g, tartarik asit 4.16 mg/g, okzalik asit 0,62 mg/g ve fumarik asit ise 0.019 mg/g’dır. Ercişli ve Orhan (2008) tarafından yapılan bir çalışmada karadutta bulunan sitrik asidin 21 mg/g, malik asidin ise 123–218 mg/g değerleriyle ön sırada olduğu bildirilmektedir. Yine Ercişli ve Orhan (2005) karadutun yağ asidi miktarı üzerine yaptıkları bir çalışmada linoleik asit miktarının %53.57-64.41, palmitik asit miktarının %11.36-64.41, miristik asit miktarının %0.87-3.41, stearik asidin %3.22-9.14, oleik asidin %10.66-15.98 ve nonadekenoik asidin %0.22-1.35 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Ercişli ve Orhan (2007) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada karadutun yağ asidi değerleri; linoleik asit %54.2, palmitik asit %19.8 ve oleik asit %8.41 olarak tespit edilmiştir. Elmacı ve Altuğ (2002) karaduttaki toplam asitliğin sitrik asit cinsinden %1.51–1.79 arasında değiştiğini bildirmektedir. Çin’de yapılan bir çalışmada 31 çeşit kırmızı ve karadutta titrasyon asitliğinin 1.07–7.30 g/L (sitrik asit) arasında değiştiği aktarılmaktadır (Liu ve diğ. 2004).

Karadut meyvelerindeki mineral madde miktarları bakımından en yüksek konsantrasyonda 241 mg/100g ile potasyumun bulunduğunu ve bunu sırasıyla kalsiyum 80 mg/100g, fosfor 40 mg/100g ve demirin 1.9 mg/100g takip ettiği belirtilmektedir (Erdoğan ve Pırlak 2005). Ercişli ve Orhan (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada potasyumun 834-1668 mg/100g ile ilk sırada bulunduğunu ve bunu sırasıyla fosfor 226-247 mg/100g ve kalsiyumun 132-152 mg/100g ile izlediği bildirilmektedirler. Ercişli ve Orhan (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda elde edilen tüm mineral maddelere ait sonuçlar Tablo 2.4'de verilmiştir.

**Tablo 2.4:** Karadutların mineral madde içerikleri (Ercişli ve Orhan 2007).

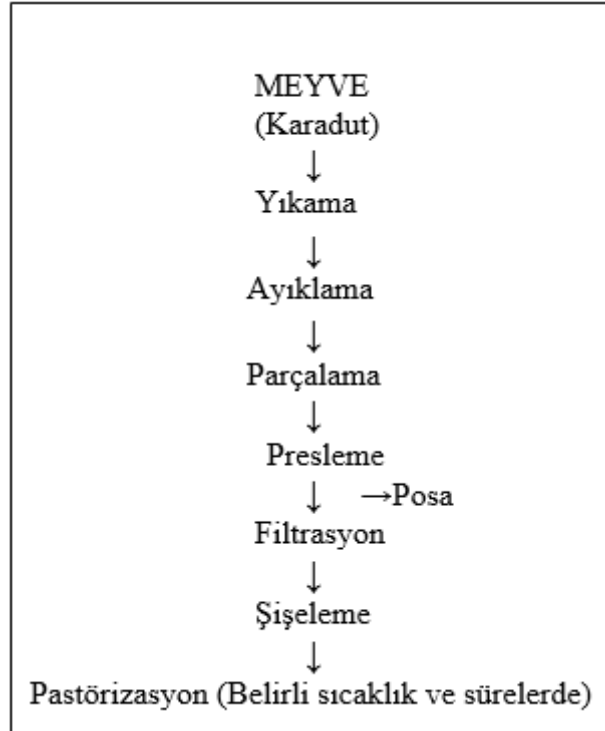
Mineral Maddeler	Değişim Aralığı (mg/100g)
K	834-1622
P	226-247
Ca	132-152
N	0.75-0.92
Mg	106-115
Na	59-61
Fe	4.2-4.5
Mn	3.8-4.2
Zn	2.8-3.2

Karadut meyvesi şeker içeriği oldukça yüksek olan meyveler sınıfındadır. Karadut meyvesinde en yüksek konsantrasyonda glukozun 5.50-7.12 g/100ml bulunduğu, bunu fruktozun 4.86-6.41 g/100ml izlediği ve en az miktarda da sakkarozun 0.01-0.07 g/100ml olduğu aktarılmaktadır (Özgen ve diğ. 2009). Elmacı ve Altuğ (2002) tarafından ise karadutta toplam şeker miktarının %11.3–16.2 arasında değiştiği bildirilmektedir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1 Materyal

Yapılan bu çalışmada hammadde olarak kullanılan karadut (*Morus nigra*) meyveleri Gümüşhane İlinde faaliyet gösteren Gümüşsu Gıda San. A.Ş. firmasından 2011 senesinin Eylül ayında temin edilmiştir. Fabrikadan alınan karadut meyveleri kasalar içerisinde ve soğutucu araçla Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne sevk edilmiştir. Üniversiteye getirilen karadut meyveleri laboratuvar koşullarında, berrak meyve suyu prosesine göre, karadut suyuna işlenmiştir. Karadut suyu üretim şeması Şekil 3.1’de verilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen karadut suyunda analizler, iki paralel ve 2 tekerrür olarak yürütülmüştür.



**Şekil 3.1:** Karadut suyu üretim şeması

Karadut örneklerinde tanede kuru madde, suda çözünür kuru madde, hunter L, a ve b değerleri, pH, şeker oranı ve asitlik oranı analizleri yapılmıştır. Daha sonra meyvenin sıkılması ve şıranın elde edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen şıra filtrelenerek ham meyve suyu elde edilmiş ve elde edilen ham meyve suyuna farklı sıcaklıklarda (70, 80, 90 ve 95°C) ve sürelerde (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika) (ön denemelerle belirlendi) pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Örnekler

+4°C’de işlem zamanına kadar, cam şişelerde, buzdolabında muhafaza edilmiştir. Analizler 2 tekerrürlü ve 2 paralelli olarak yürütülmüştür. Her uygulama sonunda alınan örneklerde toplam fenolik madde ve suda çözünen vitamin analizleri yapılarak, elde edilen sonuçlar doğrultusunda toplam fenolik madde ve suda çözünen vitaminlerin ısı parçalanma kinetiği ortaya konulmuştur.

## **3.2 Metod**

### **3.2.1 Fiziksel analizler**

#### **3.2.1.1 Suda çözünen kuru madde (Briks) tayini**

Suda çözünebilir kuru madde oranı, refraktometre, aerometre, veya kurutma dolabı yardımıyla kendine özgü yöntemlerle saptanabilmektedir. Ancak çok pratik ve çok duyarlı olması nedeniyle, ‘kırılma indisi’ (refraktif indeks) esasına dayanan refraktometre ile kuru madde tayini en yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu çalışmada karadut suları kaba bir katlı filtre kağıdından süzülerek berraklaştırıldıktan sonra masa tipi Abbe refraktometresi (NOW, Nippon Optical Work, Tokyo, Japonya) ile 20°C sıcaklıkta belirlenmiş ve sonuçlar briks derecesi (°Bx) olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu 2007).

#### **3.2.1.2 Kül tayini**

Bu analiz için kullanılacak kül kapları, iyice yıkanıp kurutulduktan sonra 500-550 °C’de kısa süre tutulduktan sonra bir desikatörde soğutulup tartılarak darası hesaplanmıştır. Daha sonra kaplara 25 g örnek alınarak kül kabına konmuştur. 75°C’de 4 saat ve 105°C’de 3 saat kurutma dolaplarında kurutulduktan sonra 550°C’de tamamen beyaz renkli kül elde edilince (6-8 saat bekletilerek) yakma durdurulmuş, 105°C’ye soğutulduktan sonra desikatöre alınmıştır. Burada oda sıcaklığına kadar soğutulup tartılmıştır. Krozelerin boş ağırlığı ile son tartım arasındaki fark, alınan örnek miktarına bölünüp 100 ile çarpılmış ve % kül değeri bulunmuştur. Kül miktarı g /100g olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu 2007).



### **3.2.1.3 pH tayini**

WTW marka (330/Set-1) pH metrenin cam elektrodu örneğe daldırılarak okuma yapılmıştır. Duyarlı sonuçlar almak için elektrotlar örneğe 1 dakika kadar daldırılmış halde bekletilmiştir.

### **3.2.1.4 Titrasyon asitliği tayini**

Titrasyon asitliği, pH metre ile izlenen titrasyonla saptanmıştır. Bu amaçla örnekler pH 8.1'e gelene kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş ve harcanan baz çözeltisi miktarından titrasyon asitliği (g sitrik asit/100ml) hesaplanmıştır.

### **3.2.1.5 Toplam kuru madde tayini**

Sabit ağırlığa getirilmiş ve darası alınmış kurutma kaplarına 25 ml numune ve yıkanmış, kurutulmuş ve darası alınmış kum ilave edildikten sonra 70°C'de vakumlu kurutma dolabında (Memmert, INB 400, Almanya) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra, desikatörde soğutularak tartılmıştır. Kurutma işlemine iki tartım arasındaki fark 0.002 g olana kadar devam edilmiştir (Cemeroğlu 1992).

### **3.2.1.6 Renk Tayini**

Reflektans renk değerlerinin ölçümü için, Hunter Lab Color Miniscan XE (Model No: 45/0-L, USA) cihazı kullanılmıştır. Doğru ölçüm için örnekler saydam kaplara doldurulmuş ve üstü içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde şeffaf cam tabakayla kapatılmıştır ve renk ölçümünde L\*, a\* ve b\* değerleri belirlenmiştir (Cemeroğlu 2007). Renk okumadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile cihaz kalibre edilmiştir. Örnekler beyaz bir zemine konularak renk ölçümü yapılmıştır.

L; 0=siyah, 100=beyaz (koyuluk /açıklık), (Y) ekseninde

a; +a kırmızı, -a yeşil, (X) ekseninde

b; +b sarı, -b mavi (Z) ekseninde renk yoğunluklarını göstermektedir

### **3.2.2 Kimyasal analizler**

#### **3.2.2.1 Şeker tayini**

Şeker tayini Lane-Eynon metodu ile yapılmıştır (Cemeroğlu 1992). Bu amaçla 25 ml karadut suyu 250 ml'lik balon jöjeye konulur. Üzerine 5 ml Carez-I ve 5 ml Carez-II çözeltileri eklenip balon işaretli yerine kadar saf su ile tamamlanır. Numune iki defa süzöldükten sonra 100 ml'lik iki balon jöjeye ayrı ayrı 50 ml örnek konulur. İlk balon jöje invert şeker içindir. Çizgisine kadar saf su ile tamamlanır ve titrasyona hazır hale getirilir. Diğer balon jöje ise toplam şeker içindir. Balona 5 ml %37'lik HCl çözeltisi eklenir ve su banyosuna konulur. Örnek 68°C'ye kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilir. Ardından soğumaya alınır. pH değeri 8'e ayarlandıktan sonra balon çizgisine kadar tamamlanır ve titrasyon işlemine geçilir. Titrasyon için 5 ml Fehling-I, 5 ml Fehling-II, 10 ml saf su ve 5 ml örnek bir behere konulup kaynatılır ve 2 dakika daha sürdürölür. 10-12 damla metilen mavisi eklenip 3 dakika içinde kiremit kırmızısı rengi elde edilinceye kadar titre edilir. Sonucun hesaplanabilmesi için Fehling çözeltileri de kullanılarak faktör tayini yapılır. Faktör ve sarfiyat miktarları kullanılarak şeker oranı belirlenir.

#### **3.2.2.2 Isıl işlem deseni**

Balon jöjelerdeki karadut suyuna belirli sıcaklık ve sürelerde ısıtım işlem uygulanmıştır. Isıl işlem 70, 80, 90 ve 95°C'de sabit tutulan su banyosunda gerçekleştirilmiştir.

Her ısıtım işlem testi için 6 adet balon jöje su banyosuna alınmıştır. Bu denemelerde sıcaklık kontrolü tüplerden birinin içine yerleştirilen termometre ile kontrol edilmiştir. Isıl işlem sırasında balon jöjeler istenen dereceye ulaştığı andan

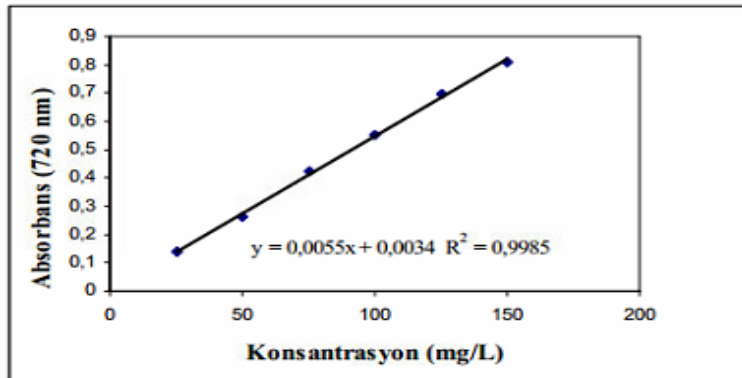
İtibaren süre tutulmuştur. 5, 10, 15, 20, 25 ve 30. dakikalarda ısıl işleme son verilerek numuneler -18°C’de muhafaza edilmiştir.

Isıl işlem testinde seçilen ısıtma süreleri ticari sterilizasyon için gerekli olan sürelerden farklı olmasına rağmen, daha açıklayıcı bir kinetik model elde etmek amacıyla seçilmiştir.

### 3.2.2.3 Toplam fenolik madde tayini

Karadut suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarları, Kaur ve Kapoor (2002) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Yöntemin prensibi, fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu çözeltisi ile mavi renk oluşturmaya dayanmaktadır (Tanner ve Brunner 1979).

Örnekler ilk olarak belli oranlarda seyreltilmiştir. Analiz için 0.5 ml seyreltilmiş örnek üzerine 7 ml damıtık su ile 0.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilip karıştırılmışve 3 dk bekletilmiştir. Daha sonra 2 ml %20’lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilip 25 °C su banyosunda 1 saat bekletilen örneklerin absorpsiyon değerleri UV-VIS spektrofotometrede (Unicam, İngiltere) 720 nm dalga boyunda okunmuştur. Toplam fenolik madde sonuçları gallik asit üzerinden hesaplanmış ve bu amaçla 25-150 mg/l konsantrasyon aralığında hazırlanan standart çözeltilerden gallik asit standart eğrisi çizilmiştir. Hazırlanan gallik asit standart eğrisi şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Standart gallik asit eğrisi.

### **3.2.2.4 Suda çözünen vitamin tayini**

#### **3.2.2.4.1 Suda Çözünen Vitamin Standart Çözeltilerinin Uygulanması**

Kullanılan vitamin standartları (askorbik asit, tiamin, riboflavin ve niasin) Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Deisenhafen, Germany) firmasından temin edilmiştir. Suda çözünen vitaminlerin stok ve standart solüsyonları su içerisinde hazırlanmıştır. Kalibrasyon kurvesinin hazırlanması için her bir standardın 5 farklı konsantrasyonu kullanılmıştır.

#### **3.2.2.4.2 Örnek hazırlama**

Suda çözünen vitamin analizi Kadakal ve diğ. (2003) tarafından belirtilen yönteme göre gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1’de belirtilen yönteme göre üretilen ve farklı sıcaklık ve sürelerde pastörizasyon işlemi uygulanarak elde edilen ürünün orijinal pH değerleri değiştirilmeden  $9 \times 10^3$  g devirde 10 dakika (Sigma, Bioblock, Scientific 2-16) santrifüj uygulanmıştır. Santrifüj sonrası üst berrak kısım  $0.45 \mu\text{m}$  (7 bar) gözenekli mikrofiltre (FP 30/45 CA-S, Schleicher & Schuell, Darmstadt, Germany) yardımıyla eppendorf tüplerine süzülerek HPLC analizi için uygun hale getirilmiştir.

#### **3.2.2.4.3 Suda çözünen vitamin tayini için HPLC koşulları**

Tüplerdeki süzüntüler  $20 \mu\text{l}$ ’lik mikro şırınga ile HPLC kolonuna enjekte edilmiştir. Suda çözünen vitamin tayininde kullanılan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve asetonitril HPLC saflığındadır. Kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1:** HPLC cihazının özellikleri ve suda çözünen vitamin analizi için kromatografi koşulları

HPLC	SHIMADZU, Japan
Kolon firması	SHIMADZU, CTO-20A, Sıcaklık 25°C
Kolon	C-18 (250 x 4.6 mm, ID) Nucleosil Macherey-Nagel
Pompa	SHIMADZU, LC(Liquid Chromatography)-20AD
Degasser	SHIMADZU, DGU-20A <sub>3</sub>
Detektör	SHIMADZU, Photo Diode Array (PDA) Detector, SPD-M20A Dalga boyu: 220 nm
Sistem kontrol	SHIMADZU, CBM, 20Alite
Mobil Faz	İzokratik; KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> -Asetonitril (99:1),
Akış Hızı	1 ml/dk
Enjeksiyon	20 µl

#### 3.2.2.4.4 Suda çözünen vitaminler için geri kazanım testi

Hem yöntemin ekstraksiyon verimini, hem de HPLC cihazının çalışma hassasiyetini belirlemek amacıyla vitamin içeriği bilinen 3 farklı karadut suyu örneğine bilinen konsantrasyonlarda standart vitaminlerden ilave edildikten sonra, suda çözünen vitamin analizi yöntemindeki gibi örnekler hazırlanarak cihaza enjeksiyon yapılmış ve de geri kazanım oranları belirlenmiştir. İlave edilen 3 farklı standarda ait geri kazanım oranları Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2:** Standartların geri kazanım oranları (%)

Örnek Kodu	Askorbik Asit	Tiamin	Riboflavin	Niasin
1	95.4	98.5	92.4	103.5
2	97.6	96.9	94.5	104.7
3	96.8	96.1	94.7	101.3
Ort.	96.60	97.16	93.86	103.16

#### 3.2.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması

Gıdalarda kalite azalmasına neden olan reaksiyonların çoğu sıfırıncı veya birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gelişmektedir (Labuza ve diğ. 1982; Labuza 1984). Bu çalışmada da, farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem

uygulanmasına bağı olarak pastörize edilen karadut sularının suda çözünen vitamin içeriğindeki azalmanın kinetiği incelenmiştir. Elde edilen veriler ısı etkisiyle vitamin azalışının birinci derece kinetiğe uygun olarak geliştiği belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmada verilerin hesaplanması amacıyla birinci derece reaksiyonu tanımlayan 3.1 no'lu eşitlik kullanılmıştır (Arabshahi ve diğ. 1985; Özkan2001).

$$\ln C = \ln C_0 - k.t \quad (3.1)$$

Burada;

C: İncelenen bileşenin (veya kalite faktörünün) konsantrasyonu (mg/kg)

C<sub>0</sub>: İncelenen bileşenin (veya kalite faktörünün) başlangıç konsantrasyonu (mg/kg)

k: Reaksiyon hız sabiti (dakika<sup>-1</sup>)

t: Süre (dakika)

### 3.2.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması

Farklı sıcaklık ve sürelerde vitamin azalmasına ilişkin değerler “y” eksenine, bu değerlere karşılık gelen süreler “x” eksenine işlenerek her bir süre değeri ve sıcaklık için bir kurve elde edilmiş ve bu kurveye lineer regresyon analizi uygulanarak kurvenin denklemleri hesaplanmıştır. Aritmetik skalalı bir grafikte lineer bir kurve elde edilmişse reaksiyonun sıfırıncı dereceden, buna karşın yarı logaritmik bir grafikte lineer bir kurve elde edilmişse reaksiyonun birinci dereceden kinetiğe göre değiştiği anlaşılmaktadır. Deney verilerinin yukarıda belirtildiği şekilde grafiğe işlenmesi, çalışmada uygulanan her bir sıcaklık için yapılmış ve regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemlerin eğim değerleri kullanılarak aşağıdaki 3.2 ve 3.3 nolu eşitliklere göre reaksiyon hız sabitleri (k) hesaplanmıştır (Labuza 1984; Özkan 2001). Isı uygulaması ile vitaminlerin azalmasının birinci derece reaksiyon kinetiğine uyduğu belirlenmiş ve hesaplamalarda birinci derece reaksiyon kinetiğine ait denklemler kullanılmıştır.

$$k = \text{eğim} \quad (\text{Sıfırcı derece için}) \quad (3.2)$$

$$k = (\text{eğim}) \times 2.303 \quad (\text{Birinci derece için}) \quad (3.3)$$

### 3.2.2.5.2 Aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklık derecesine bağımlılığı aşağıda verilen 3.4 no'lu Arrhenius eşitliğinden aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Labuza ve diğ. 1982).

$$k = k_0 \times e^{-E_a/RT} \quad (3.4)$$

Bu eşitliğin integrasyonu ile aşağıdaki 3.5 no'lu eşitliğe ulaşılır.

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \times \frac{1}{T} + \ln k_0 \quad (3.5)$$

Burada;

k: Reaksiyon hız sabiti

$k_0$ : Frekans faktörü

$E_a$ : aktivasyon enerjisi ( $\text{cal mol}^{-1}$  veya  $\text{J mol}^{-1}$ )

R: Gaz sabiti ( $1.987 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  veya  $8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

T: Sıcaklık (K)

Bu amaçla incelenen kriterlere ilişkin k değerlerinin doğal logaritmaları ( $\ln k$ ) aritmetik skalalı bir grafiğin “y” eksenine ve bu değere karşılık gelen sıcaklık (K) değerlerinin resiprokali ( $1/T$ ) aynı grafiğin “x” eksenine işlenerek lineer bir kurve elde edilmiştir. Arrhenius grafiği denilen bu kurveye regresyon analizi uygulanmış

ve elde edilen denklemdeki eğim değeri ile gaz sabiti çarpılarak aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

### 3.2.2.5.3 $Q_{10}$ değerinin hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklık derecesine bağımlılık düzeyini gösteren diğer bir boyut olan  $Q_{10}$  değeri bazı araştırmacılar tarafından aşağıda verilen 3.6 no'lu eşitliğe göre hesaplanmaktaysa da (Labuza ve diğ. 1982), bu değer hesaplanmasında 3.7 no'lu eşitlik kullanılmıştır (Labuza ve diğ. 1985; Özkan 2001).

$$\log Q_{10} = \frac{2.189 \times E_a}{T \times (T + 10)} \quad (3.6)$$

Burada;

$E_a$ : Aktivasyon enerjisi ( $\text{cal mol}^{-1}$ )

T:Sıcaklık (K)

$$Q_{10} = \left( \frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}} \quad (3.7)$$

Burada:

$k_1$ :  $T_1$  derecedeki hız sabiti

$k_2$ :  $T_2$  derecedeki hız sabiti



#### 3.2.2.5.4 Yarılanma süresinin ( $t_{1/2}$ ) hesaplanması

Bu değer, kalite kriterlerinin %50'sini kaybetmesi için gerekli süre olup birinci dereceden kinetiğe uygun reaksiyonlar için aşağıda verilen 3.8 no'lu eşitliğe göre hesaplanmıştır (Labuza1984).

$$t_{1/2} = -\ln(0.5) \times k^{-1} \quad (3.8)$$

#### 3.2.2.5.5 D değerinin hesaplanması

Bu değer, kalite kriterlerinin %90'ını kaybetmesi için gerekli süre olup birinci dereceden kinetiğe uygun reaksiyonlar için aşağıda verilen 3.9 no'lu eşitliğe göre hesaplanmıştır (Labuza1984; Özkan 2001).

$$D = \frac{I}{k} \quad (3.9)$$

D: Kalite kriterinin %90'ını kaybetmesi için gerekli süre

k: Reaksiyon hız sabiti

### 3.3 İstatistiksel Değerlendirme

Veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir. Karşılaştırma için varyans analizi (Anova) kullanılmıştır. Örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için standart sapma kullanılmıştır. Sonuçlara ait standart sapma değerleri belirlenmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada materyal olarak kullanılan karadut meyvelerinden elde edilen karadut suyunda gerçekleştirilen analizler; suda çözünen kuru madde (SÇKM), pH, titrasyon asitliği, toplam kuru madde, toplam kül, titrasyon asitliği, renk, şeker tayini, toplam fenolik madde ve suda çözünen vitamin tayinidir. Analizler sonucu elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla verilmiş, tartışılmış ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

### 4.1 Karadut Suyunun Bazı Bileşim Ögeleri

Hammaddesi Gümüşhane ilinde kurulu bulunan Gümüşsu Gıda San. A.Ş. firmasından temin edilip üretilen karadut suyuna ait kül, kuru madde, pH, titrasyon asitliği, briks ve şeker değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** Karadut suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek Kodu	Kül (%)	Kuru Madde (%)	pH	*Titrasyon Asitliği (%)	Briks (%)	Şeker (%)
1	0.09±0.01	16.12±0.03	3.4±0.0	0.34±0.06	15.15±0.42	11.25±0.09
2	0.12±0.02	16.18±0.04	3.4±0.0	0.35±0.06	15.17±0.42	11.75±0.15

\*Sitrik asit cinsinden titrasyon asitliği

Yapılan çalışmada karadut suyunun kül değerinin %0.08 ile %0.13 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Özdemir ve Topuz (1998) tarafından Antalya yöresine ait farklı dutların bazı kimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmada toplam kül değeri %0.63-1.04 olarak bulunmuştur. Akbulut ve diğ. (2007) karadutun kül değerini %2.76 bulmuşlardır. Araştırma bulguları Özdemir ve Topuz (1998)’un çalışmalarıyla uyumluken Akbulut ve diğ. (2007) bulgularıyla karşılaştırıldığında oldukça düşük bulunmuştur.

Çalışmamızda karadut suyunun toplam kuru madde miktarı %16.11 ile %16.19 arasında bulunmuştur. Lale ve Özçağırın (1996) yaptıkları çalışmada karadutun toplam kuru madde miktarını %15.95 olarak bulmuşlardır. Akbulut ve diğ. (2007) karadutun kimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada toplam kuru

madde miktarını %29.5 bulmuşlardır. Ercişli ve Orhan (2005) karadutun çeşitli fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada toplam kuru madde miktarını %27.4 olarak tespit etmişlerdir. Imran ve diğ. (2010) Pakistan’da yaptıkları çalışmada karaduttaki toplam kuru madde miktarını %17.16 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada toplam kuru madde için elde edilen araştırma bulguları Lale ve Özçağırın (1996) ve Imran ve diğ. (2010) çalışmalarıyla benzer sonuçlar verirken, Akbulut ve diğ. (2007) ile Ercişli ve Orhan (2005) tarafından elde edilen sonuçlara göre daha düşük çıkmıştır.

Karadut suyunun pH değeri 3.4 olarak bulunmuştur. Ercişli ve Orhan (2008) Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen karadut meyvelerinde pH değerlerinin 3.43–3.66 arasında olduğunu, Ercişli ve Orhan (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada beyaz, kırmızı ve karadut meyve çeşitlerinde pH değerinin sırasıyla 5.6, 4.04 ve 3.52 olduğu bildirilmektedir. Yine Ercişli ve Orhan (2006) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise karadutun pH değeri 3.52 olarak bulunmuştur. Elmacı ve Altuğ (2002) karadut üzerine yaptıkları bir çalışmada pH değerini 3.6-3.8 olarak tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz pH 3.4 değeri, yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla uyumlu çıkmıştır.

Çalışmamızda kullanılan karadut suyunun titrasyon asitliği değeri 100 ml’de g sitrik asit cinsinden %0.33 ile %0.36 arasında bulunmuştur. Özdemir ve Topuz (1998) yaptıkları çalışmada titrasyon asitliği değerini %0.2-2.4 bulmuşlardır. İslam ve diğ. (2004) çalışmalarında karadutun titrasyon asitliğini %1.21-2.17 olarak tespit etmişlerdir. Snappyan ve diğ. (1981) yaptıkları araştırmada karadutun titrasyon asitliğini %0.59 olarak bulmuşlardır. Ercişli ve Orhan (2005) araştırmalarında titrasyon asitliğini %1.4, Elmacı ve Altuğ (2002) yaptıkları çalışmada ise %1.51-1.79 bulmuşlardır. Araştırma bulguları Özdemir ve Topuz (1998) ve Snappyan ve diğ. (1981) çalışmalarıyla uyumlu çıkarken diğer araştırma bulgularından (Elmacı ve Altuğ 2002; İslam ve diğ. 2004) daha düşük bulunmuştur.

Karadut suyunun suda çözünen kuru madde değerinin %15.14 ile %15.18 arasında değiştiği tespit edilmiştir. İslam ve diğ. (2004) Şebinkarahisar’da yetiştirilen karadut meyvelerinin SÇKM değerini %15.3-23.8 olarak bulmuşlardır. Güneş ve Çekiç (2004) Tokat yöresinde yetiştirilen farklı dut türlerinin özelliklerini belirledikleri bir çalışmada SÇKM miktarını %14.8-17.5 olarak bulmuşlardır. Ercişli

ve Orhan (2005) araştırmalarında SÇKM miktarını %16,7 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada kullanılan karadut suyunda elde edilen SÇKM miktarının incelenen araştırma bulgularıyla uyumlu olduğu görülmektedir.

Karadut suyunun şeker oranı %11.24 ile %11.76 arasında bulunmuştur. zdemir ve Topuz (1998) Antalya yöresinde yetiştirilen farklı dutların kimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada şeker oranını %7.85-21.04 olarak belirtmişlerdir. Akbulut ve diğ. (2007) alışmalarında şeker miktarını %14.35 (0.42) olarak tespit etmişlerdir. Elmacı ve Altuğ (2002) araştırmalarında toplam şeker miktarını %11.3-16.2 belirtmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan karadut suyunun toplam şeker oranının diğer araştırma sonuçlarıyla benzer olduğu görülmektedir.

#### **4.2 Karadut Suyunun Renk Değişiminin Belirlenmesi**

Karadut suyunun önemli kalite kriterinden biri de renktir. İşlenmiş rnlerin tüketicisi algısını oluşturan renk, aynı zamanda ürünün raf ömrü ve besinsel içeriğinin de bir göstergesidir.

Bir gıdanın tüketicisi üzerinde olumlu bir etki bırakıp bırakmadığının ilk parametresi, ürünün rengidir. Renk, ürünün yanı sıra hammadde hakkında da tüketicilere fikir verebilir. Bir ürüne rengi veren pigmentler ise estetik öneme sahip olmalarının yanında meyvelerde olgunluk simgesidir ve meyvelerde olgunlaşma zamanının ve muhafaza süresinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir kalite kriteridir.

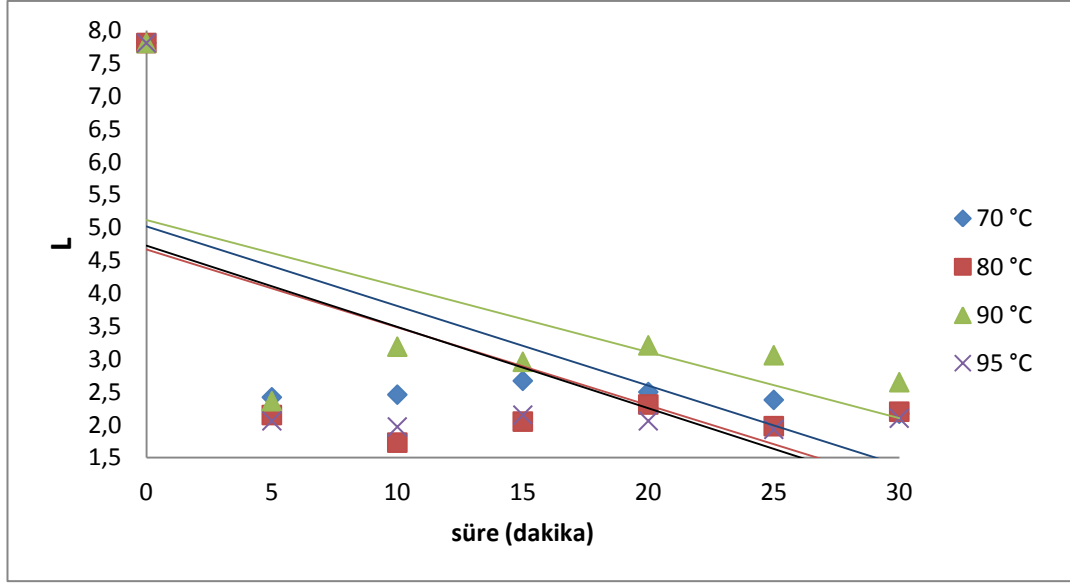
Karadut suyuna farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işlem sonunda ürün rengine meydana gelen L, a ve b değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2:** Karadut suyunun farklı süre ve sıcaklıklarda uygulanan ısıtıl işleme bağılı olarak L, a ve b değerlerindeki değişim

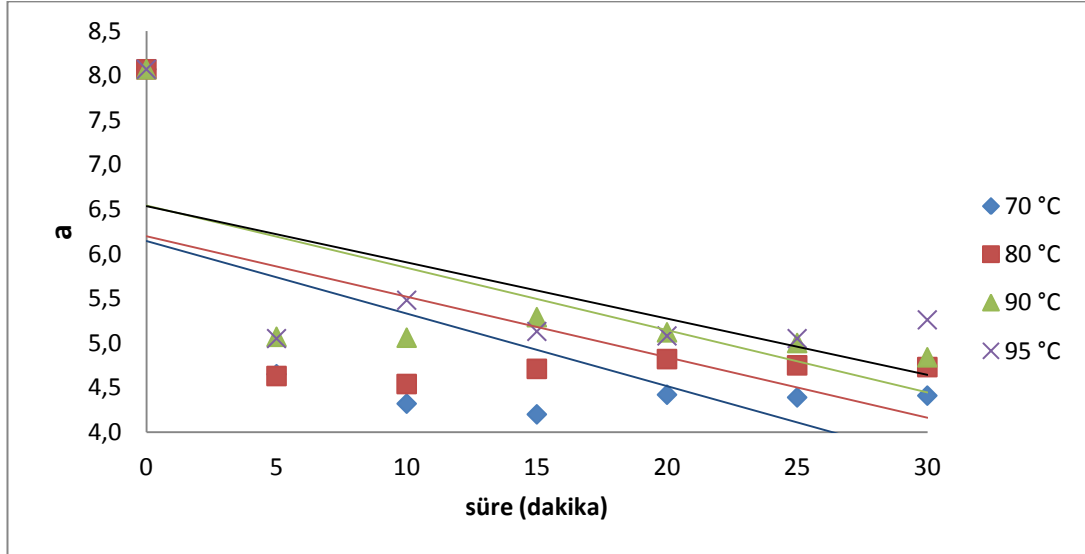
Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)	L	a	b
70	0	7.81±0.67	8.07±0.36	4.16±0.24
	5	2.42±0.28	4.65±0.07	2.11±0.63
	10	2.46±0.29	4.32±0.08	2.26±0.21
	15	2.67±0.01	4.20±0.00	2.47±0.16
	20	2.50±0.63	4.42±0.09	2.53±0.14
	25	2.38±0.38	4.39±0.09	2.58±0.07
	30	2.17±0.15	4.41±0.01	2.36±0.24
80	0	7.81±0.67	8.07±0.36	4.16±0.24
	5	2.15±0.07	4.63±0.05	2.48±0.05
	10	1.73±0.71	4.54±0.31	2.33±0.35
	15	2.05±0.13	4.71±0.19	2.49±0.52
	20	2.31±0.91	4.82±0.41	2.59±0.14
	25	1.98±0.43	4.75±0.20	2.64±0.23
	30	2.20±0.30	4.73±0.38	2.61±0.12
90	0	7.81±0.67	8.07±0.36	4.16±0.24
	5	2.36±0.12	5.07±0.02	2.40±0.12
	10	3.19±0.94	5.06±0.27	2.33±0.10
	15	2.96±0.03	5.29±0.19	2.36±0.00
	20	3.21±0.07	5.12±0.03	2.57±0.15
	25	3.06±0.96	5.00±0.22	2.61±0.29
	30	2.65±0.87	4.84±0.12	2.61±0.19
95	0	7.81±0.67	8.07±0.36	4.16±0.24
	5	2.06±0.65	5.05±0.16	2.70±0.14
	10	1.97±0.83	5.48±0.09	2.63±0.16
	15	2.15±0.37	5.13±0.12	2.54±0.16
	20	2.06±0.74	5.08±0.09	2.51±0.04
	25	1.93±0.91	5.05±0.09	2.43±0.28
	30	2.10±0.92	5.26±0.14	2.56±0.31

Karadut suyunda; 70°C’de uygulanan ısıtıl işlem sonucunda L, a ve b değerinde kontrol örneğine göre belirgin bir azalma gözlenirken, 30 dk’lık bekletme periyotlarında 80, 90 ve 95°C’de uygulanan ısıtıl işlemlerde L, a ve b değerlerinde düzenli bir değişim tespit edilmemiştir. Karadut suyunda ısıtıl işlem süresi ve sıcaklığı arttıkça, ürünün parlaklığında azalma olmuştur. Karadut sularında L, a ve b değerlerindeki önemli azalma 70, 80, 90 ve 95°C’de uygulanan ısıtıl işlemde ilk 5 dakikada gerçekleşmektedir. İlk 5 dakikadan sonra ise çok az düzeyde bir değişim

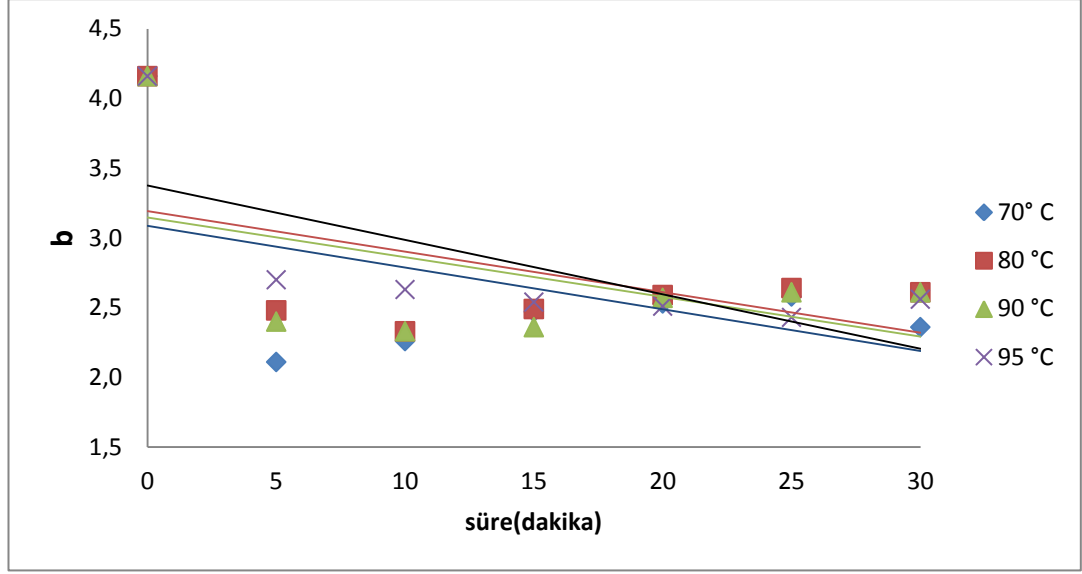
olmaktadır. Karadut sularının farklı sıcaklık ve sürelerdeki L, a ve b değerlerinde meydana gelen değişimler sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısı işleme bağlı olarak L değerlerinde meydana gelen değişim



**Şekil 4.2:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısı işleme bağlı olarak a değerlerinde meydana gelen değişim



**Şekil 4.3:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağlı olarak b değerlerinde meydana gelen değişim

Karadut üzerine yapılan bir çalışmada L değeri 14.4–27.9, a değeri 10.2–25.1 ve b değeri 3.2–11.6 aralığında bulunmuştur (Özgen ve diğ. 2009). Başka bir çalışmada dut suyu için  $L=3.5\pm 0.086$ ,  $a=22.22\pm 0.52$ ,  $b=5.89\pm 0.082$  olarak belirlenmiştir (Özen ve Akbulut 2008). Akbulut ve diğ. (2006) yapmış olduğu bir çalışmada L değerini 10.8, a değerini 0.47 ve b değerini 0.42 olarak bulmuşlardır. Ercişli ve Orhan (2007) yaptıkları karadut üzerine yaptıkları bir çalışmada ise  $L=78.4$ ,  $a=-13.6$  ve  $b=16.2$  olarak belirtmişlerdir. Yukarıda verilen literatür bilgileri ile çalışmamızda elde edilen veriler ışığında karadut meyvesi için renk değerlerinin oldukça değişken olduğu ortaya çıkmaktadır.

#### **4.3 Isıl İşlem Sonrasında Karadut Suyunun Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Madde Miktarının Değerlendirilmesi**

Karadut meyvesini işleyen fabrikalarda ürüne uygulanan sıcaklıklar 95°C'yi geçmediğinden üst sınır olarak bu değer seçilmiştir. Üretilen üründe ısıl işlem sonucunda meydana gelecek kayıpların gözlemlenebilmesi için 70°C, 80°C, 90°C ve 95°C'lerde 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika ısıl işlem uygulanmıştır. Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıl işlem uygulamasına bağlı olarak elde edilen askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde miktarları ile kayıp oranları Tablo 4.3, Tablo 4.4, Tablo 4.5, Tablo 4.6 ve Tablo 4.7'de verilmiştir. Analize başlamadan önce

her bir bileşen için ölçümler yapılmış ve sıfırıncı dakika değerleri olarak kaydedilmiştir. Daha sonra ısı işlem sırasında belirlenen sıcaklık ve sürelerde örnekler alınarak ölçümler yapılmıştır.

**Tablo 4.3:** Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun askorbik asit miktarları

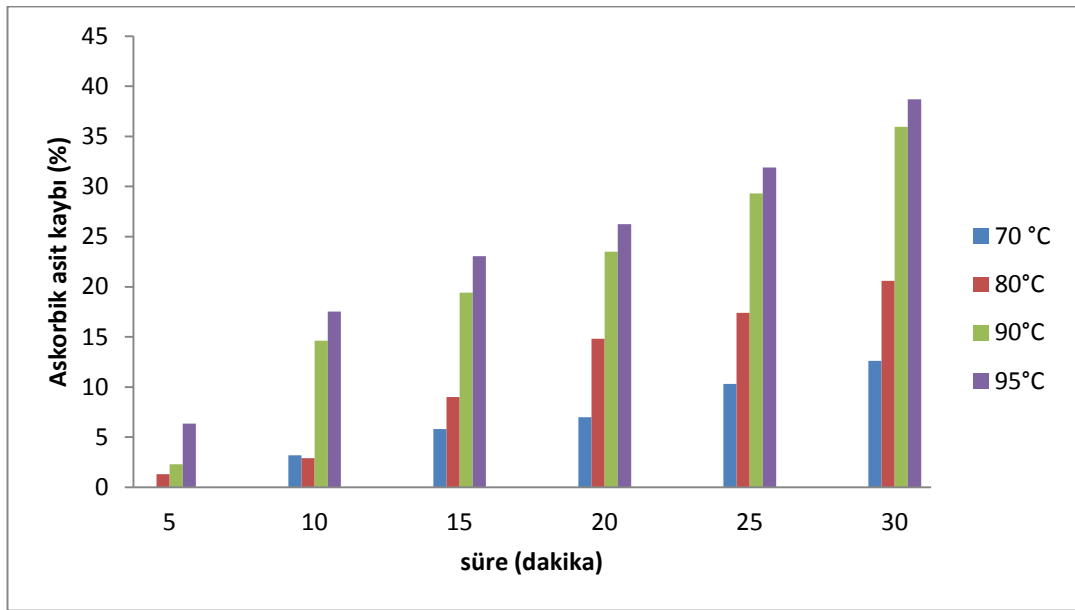
Süre (dakika)	70°C		80°C		90°C		95°C	
	Askorbik asit (mg/L)	Kayıp (%)	Askorbik asit (mg/L)	Kayıp (%)	Askorbik asit (mg/L)	Kayıp (%)	Askorbik asit (mg/L)	Kayıp (%)
0	34.50±0.1	-	34.50±0.1	-	34.50±0.1	-	34.50±0.1	-
5	34.35±0.1	0.43	34.05±0.1	1.30	33.70±0.1	2.31	32.30±0.1	6.37
10	33.40±0.1	3.20	33.50±0.1	2.90	29.45±0.1	14.63	28.80±0.1	17.52
15	32.50±0.1	5.80	31.40±0.1	9.00	27.80±0.2	19.42	26.55±0,3	23.04
20	32.10±0.1	7.00	29.40±0.1	14.80	26.40±0.1	23.50	25.45±0.3	26.23
25	30.95±0.1	10.30	28.50±0.1	17.40	24.40±0.1	29.30	23.50±0,3	31.90
30	30.15±0.1	12.61	27.40±0.1	20.60	22.10±0.1	35.94	21.15±0.3	38.70

Askorbik asit, karadut meyvesinde önemli düzeyde bulunmaktadır. Üretilen karadut suyunun askorbik asit miktarı 34.50 mg/L olarak belirlenmiştir.

Askorbik asidin termal yolla degradasyonunun özellikle 60°C'den sonra başladığı bilinmektedir (Vieira ve diğ. 2000). Bilindiği gibi gıdaların işlenmesi sırasında her türlü olumsuz koşulda sürenin kısa tutulması ve sıcaklığın mümkün olduğunca düşürülmesi temel prensip olarak kabul edilmektedir. Gelişen teknolojiye uygun olarak üretim yapılması durumunda, karadut meyvesinin ve üretilen karadut suyunun yüksek sıcaklıklarda uzun sürelerde tutulması söz konusu değildir. Yıkanmamış karadut meyveleri kapalı bir kaptaki buzdolabında birkaç gün saklanabilmektedir. Dutlar, raf ömürleri kısa olduğundan, pazar için çekici bir meyve olmadığı için genellikle yöresel olarak tüketilmektedir. Karadut meyvesinden günümüzde en çok üretilen ürün marmelattır. Marmelat üretiminde gelişmiş teknolojinin kullanılması durumunda üretimin vakum altında yapılacağı ve sıcaklığın



bu koşullarda 70°C'ye bile çıkmayacağı düşünülmektedir. Tablo 4.3'de görüldüğü gibi sıcaklığın artırılması durumunda askorbik asit miktarındaki kayıp oranı da artmıştır ve bu oranın, askorbik asit gibi yüksek sıcaklığa son derece hassas bir bileşik için kabul edilebilir bir değer olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde endüstriyel üretimde fazla kullanılmayan, genellikle ev ölçekli kullanıldığı bilinen karadut meyvesinden, ařırđ ısııl işlem uygulamasından dolayı yeterince yararlanamadığımız sonucu ortaya çıkmaktadır. Farklı sıcaklık ve süre uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.4:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısııl işleme bağlı olarak askorbik asit miktarındaki % kayıplar

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi eşit ısııtma sürelerinde ısııl işlem sıcaklığının 10°C'lik artışı sonucunda kayıp oranları önemli düzeyde artmaktadır. Askorbik asit kayıpları ilk 5 dakika sonucunda 70°C'de %0.43, 80°C'de %1.30, 90°C'de %2.31 ve 95°C'de %6.37 olarak bulunmuştur. 70°C ve 80°C'deki kayıplar, 90°C ve 95°C'deki kayıplara göre önemsizdir. 30 dakika sonucunda ise 70°C'de %12.61, 80°C'de %20.60, 90°C'de %35.94 ve 95°C'de %38.70 kayıp bulunmuştur. Askorbik asitin sıcaklığa karşı hassas bir bileşik olmasından dolayı, karadutta 80°C'nin üzerinde ısııl işlem uygulanmasının önemli oranda kayıplara neden olabileceğini göstermektedir.

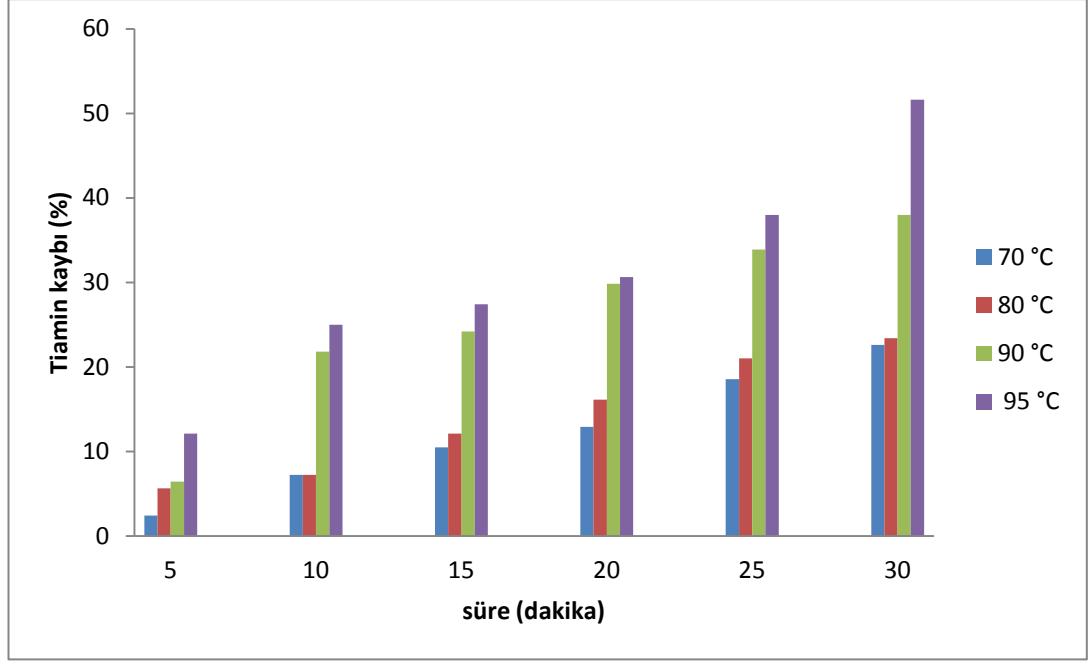
Karadut suyunda en az konsantrasyona sahip vitaminin tiamin olduğu tespit edilmiştir. ısııl işlem görmemiş karadut suyunda tiamin miktarını 0.1235 mg/L olarak

bulunmuştur. Snappyan ve diğ. (1981) karadut üzerine yaptıkları çalışmada tiamin miktarını 0.49 (mg/ml) olarak bulmuşlardır. Hepsağ ve diğ. (2012) karadut meyvesinin besin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada tiamin miktarını 0.05 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz (2007) yaptığı araştırmada tiamin miktarının taze kuşburnuda 120 mg/100g, çilekte 0.024 mg/100g, ahudududa 0.032 mg/100g, böğürtlende 0.020mg/100g ve frenk üzümünde 0.040 mg/100g olduğunu belirtmiştir.

**Tablo 4.4:** Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun tiamin miktarları

Süre (dakika)	70°C		80°C		90°C		95°C	
	Tiamin (mg/L)	Kayıp (%)	Tiamin (mg/L)	Kayıp (%)	Tiamin (mg/L)	Kayıp (%)	Tiamin (mg/L)	Kayıp (%)
0	0.124±0.0	-	0.124±0.0	-	0.124±0.0	-	0.124±0.0	-
5	0.121±0.0	2.42	0.117±0.0	5.65	0.116±0.0	6.45	0.109±0.0	12.10
10	0.115±0.0	7.25	0.115±0.0	7.25	0.097±0.0	21.80	0.093±0.0	25.00
15	0.111±0.0	10.50	0.109±0.0	12.10	0.094±0.0	24.20	0.090±0.0	27.42
20	0.108±0.0	12.90	0.104±0.0	16.13	0.087±0.0	29.83	0.086±0.0	30.65
25	0.101±0.0	18.55	0.098±0.0	21.00	0.082±0.0	33.90	0.077±0.0	38.00
30	0.096±0.0	22.60	0.095±0.0	23.40	0.077±0.0	38.00	0.060±0.0	51.61

Tablo 4.4’de görüldüğü gibi karadut suyuna uygulanan ısı işlem sonucunda tiamin kaybı 70°C’de %22.60, 80°C’de %23.40, 90°C’de %38 ve 95°C’de %51.61 oranında bulunmuştur. Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun tiamin miktarında meydana gelen % kayıplar Şekil 4.5’de verilmiştir.



**Şekil 4.5:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağlı olarak tiamin miktarındaki % kayıplar

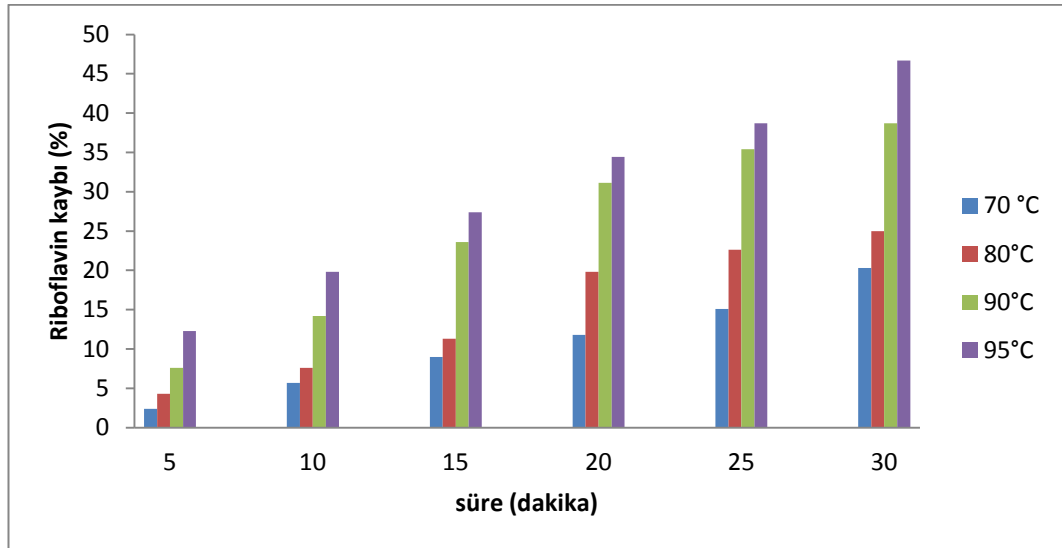
Şekil 4.5’de görüldüğü gibi karadut suyuna uygulanan ısıl işlemde sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak tiamin kayıpları da artış göstermektedir.

Isıl işlem uygulanmamış karadut suyunda riboflavin konsantrasyonu 0.212 mg/L olarak bulunmuştur. Hepsağ ve diğ. (2012) karadut meyvesinin besin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada riboflavin miktarını 0.07 mg/100g olarak belirtmişlerdir. Yılmaz (2007) araştırmasında riboflavin miktarının taze kuşburnuda 7 mg/100g, çilekte 0.022 mg/100g, ahudududa 0.038 mg/100g, böğürtlende 0.026 mg/100g ve frenk üzümünde 0.050 mg/100g olduğunu belirtmiştir.

**Tablo 4.5:** Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun riboflavin miktarları

Süre (dakika)	70°C		80°C		90°C		95°C	
	Riboflavin (mg/L)	Kayıp (%)	Riboflavin (mg/L)	Kayıp (%)	Riboflavin (mg/L)	Kayıp (%)	Riboflavin (mg/L)	Kayıp (%)
0	0.212±0.0	-	0.212±0.0	-	0.212±0.0	-	0.212±0.0	-
5	0.207±0.0	2.40	0.203±0.0	4.30	0.196±0.0	7.60	0.186±0.0	12.30
10	0.200±0.0	5.70	0.196±0.0	7.60	0.182±0.0	14.20	0.170±0.0	19.80
15	0.193±0.0	9.00	0.188±0.0	11.32	0.162±0.0	23.60	0.154±0.0	27.40
20	0.187±0.0	11.80	0.170±0.0	19.81	0.146±0.0	31.13	0.139±0.0	34.41
25	0.180±0.0	15.10	0.164±0.0	22.64	0.137±0.0	35.40	0.130±0.0	38.70
30	0.169±0.0	20.30	0.159±0.0	25.00	0.130±0.0	38.70	0.113±0.0	46.70

Tablo 4.5’de görüldüğü gibi karadut suyunda riboflavin kaybı 70°C’de %20.30, 80°C’de %25, 90°C’de %38.70 ve 95°C’de %46.70 olarak bulunmuştur. Belirli sıcaklık ve sürelerde ısı işlem uygulaması sonucunda karadut suyunun riboflavin içeriğinde meydana gelen % kayıplar Şekil 4.6’da verilmiştir.



**Şekil 4.6:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısı işleme bağlı olarak riboflavin miktarındaki % kayıplar

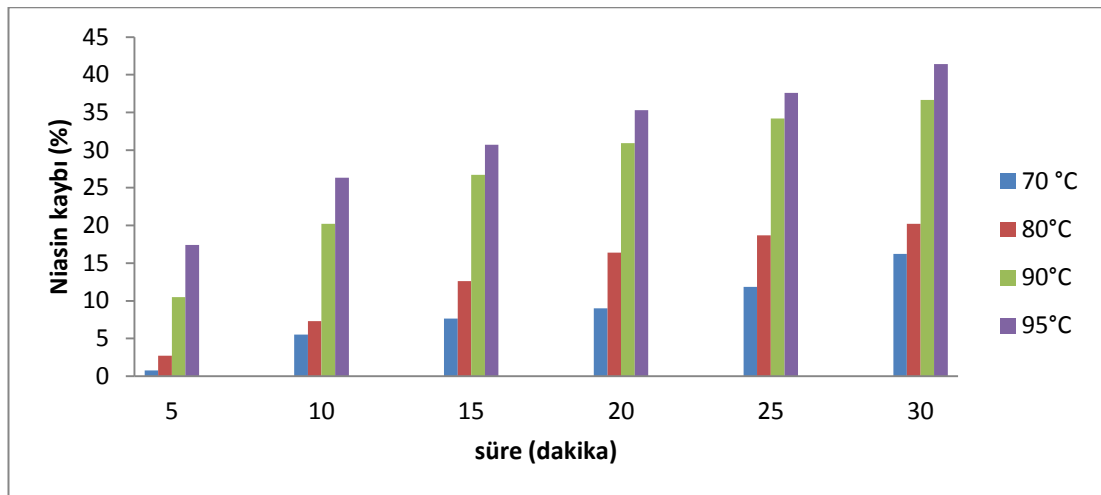
Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 incelendiğinde karadut suyunda ısıtma işlemi uygulaması sırasında tiamin ve riboflavin kayıp oranlarının benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Isıtma işlemi uygulanmamış karadut suyunda niasin konsantrasyonu 0.524 mg/L bulunmuştur. Hepsağ ve diğ. (2012) karadut meyvesinin besin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada niasin miktarını 0.2 mg/100g olarak belirtmişlerdir.

**Tablo 4.6:** Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun niasin vitamini miktarları

Süre (dakika)	70°C		80°C		90°C		95°C	
	Niasin (mg/L)	Kayıp (%)	Niasin (mg/L)	Kayıp (%)	Niasin (mg/L)	Kayıp (%)	Niasin (mg/L)	Kayıp (%)
0	0.524±0.0	-	0.524±0.0	-	0.524±0.0	-	0.524±0.0	-
5	0.520±0.0	0.76	0.510±0.0	2.70	0.469±0.0	10.50	0.433±0.0	17.40
10	0.495±0.0	5.53	0.486±0.0	7.30	0.418±0.0	20.23	0.386±0.0	26.34
15	0.484±0.0	7.63	0.458±0.0	12.60	0.384±0.0	26.71	0.363±0.0	30.73
20	0.477±0.0	9.00	0.438±0.0	16.41	0.362±0.0	30.92	0.339±0.0	35.30
25	0.462±0.0	11.83	0.426±0.0	18.70	0.345±0.0	34.20	0.327±0.0	37.60
30	0.439±0.0	16.22	0.418±0.0	20.22	0.332±0.0	36.64	0.307±0.0	41.41

Farklı sıcaklık ve sürelerde ısıtma işlemi uygulaması sonucunda karadut suyunun niasin miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.7’de verilmiştir.



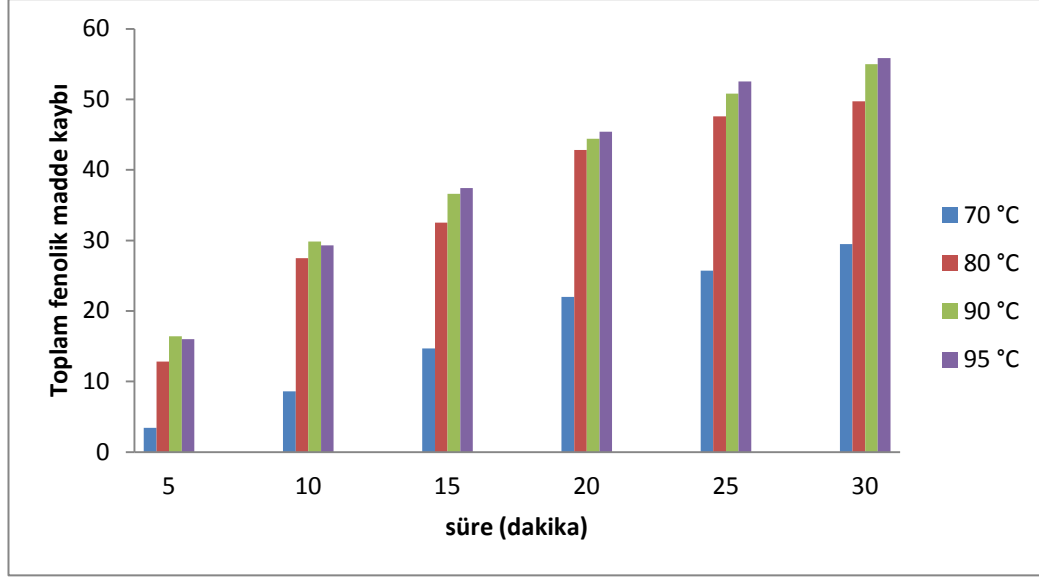
**Şekil 4.7:** Karadut sularına farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıtma işlemine bağlı olarak niasin miktarındaki % kayıplar

Karadut suyunda 70, 80, 90 ve 95°C’de 30 dakikalık ısıl işlem uygulaması sonucu niasin vitamini kaybı sırasıyla %16.22, %20.22, %36.64 ve %41.41 olarak tespit edilmiştir. Karadut suyunda niasin kayıp oranları askorbik asit kayıp oranlarıyla benzerlik göstermektedir. Analiz sonuçlarında da görüldüğü gibi 80°C’den sonra niasin kayıp oranlarında önemli miktarda artış olmaktadır. Dolayısıyla 80°C’nin üzerinde ısıl işlem uygulanması durumunda ürünün niasin değerlerinde önemli kayıplar olacağı açıktır.

**Tablo 4.7:** Farklı süre ve sıcaklık uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun toplam fenolik madde miktarları

Süre (dakika)	70°C		80°C		90°C		95°C	
	Toplam fenolik madde (mg/L)	Kayıp (%)	Toplam fenolik madde (mg/L)	Kayıp (%)	Toplam fenolik madde (mg/L)	Kayıp (%)	Toplam fenolik madde (mg/L)	Kayıp (%)
0	1430.6±1.5	-	1430.6±1.8	-	1430.6±1.6	-	1430.6±1.4	-
5	1381.5±1.6	3.43	1247.0±2.2	12.83	1196.6±2.3	16.40	1201.4±0.8	16.02
10	1307.4±0.6	8.61	1037.9±1.1	27.50	1003.7±0.1	29.84	1012.0±0.8	29.30
15	1220.4±0.6	14.70	965.8±0.2	32.50	907.7±1.5	36.60	895.1±1.1	37.43
20	1115.7±2.7	22.01	818.8±0.9	42.80	795.8±0.7	44.40	781.3±0.4	45.40
25	1063.6±2.6	25.70	749.9±0.6	47.60	703.6±1.5	50.82	679.1±0.4	52.53
30	1008.6±1.1	29.50	720.3±0.7	49.70	645.2±0.9	55.00	631.9±0.4	55.83

Karadut suyunda ısıl işlem öncesinde toplam fenolik madde miktarı 1430.6 mg/L olarak bulunmuştur. Isıl işlem sonucunda toplam fenolik maddedeki kayıplar 70°C’de %29.50, 80°C’de %49.70, 90°C’de %55 ve 95°C’de %6.95 oranında bulunmuştur. Belirli sıcaklık ve süre uygulamasına bağlı olarak karadut suyunun toplam fenolik madde içeriğinde meydana gelen değişimler Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.8:** Karadut suyuna farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıl işleme bağlı olarak toplam fenolik madde miktarındaki % kayıplar

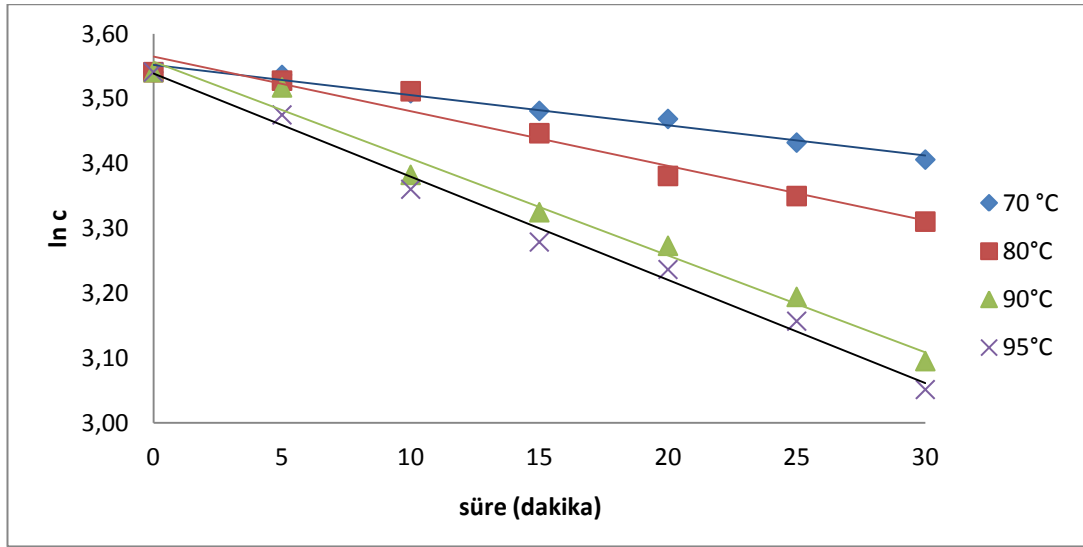
Karadut suyunda toplam fenolik madde kayıplarının gösterildiği Şekil 4.8 incelendiğinde, 70°C'den sonra ki kayıpların önemli oranda arttığı, bununla birlikte 80°C'den sonra ki değerlerin ise birbirine benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Karadut suyuna 70°C'de 30 dakika ısıl işlem uygulanması sonucu, askorbik asit kaybı %12.61, tiamin kaybı %22.60, riboflavin kaybı %20.30, niasin kaybı %16.22 ve toplam fenolik madde kaybı %29.50 olarak bulunmuştur. Isıl işlem sıcaklığı arttırıldıkça kayıp oranları arasındaki farklar da artmaktadır. Bu kayıplar birbirleriyle kıyaslandığında tiamin, riboflavin ve özellikle toplam fenolik madde degradasyonunun yüksek olduğu düşünülmektedir. Sonuçlarda da görüldüğü gibi, ürünün yüksek sıcaklık koşullarında işlenmesi sonucunda önemli kayıpların ortaya çıkabileceği açıktır.

#### **4.4 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğine Ait Reaksiyon Derecesinin Belirlenmesi**

Birçok araştırmada materyal olarak kullanılan askorbik asidin termal degradasyonunun, birinci dereceden kinetiğe göre geliştiği bildirilmiştir (Vieira ve diğ. 2000). Reaksiyon derecesinin belirlenmesi için her bir sıcaklık derecesinde belli

sürelerde alınan örneklerde saptanan askorbik asit miktarları, süreye karşı aritmetik koordinatlara işlenmiş ve doğrusal bir eğri elde edilememiştir. Dolayısıyla, karadut suyundaki askorbik asidin termal degradasyonunun sıfırncı derece kinetiğe uymadığı sonucuna ulaşılmıştır. Reaksiyon derecesinin belirlenmesi için askorbik asit miktarlarının logaritmaları alınarak süreye karşı grafikleri çizildiğinde ise, doğrusal bir eğri elde edilmiş ve reaksiyonun birinci dereceden kinetiğe göre geliştiği belirlenmiştir. Karadut suyunda askorbik asit degradasyonunun birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre geliştiğine ait grafik Şekil 4.9’da verilmiştir.



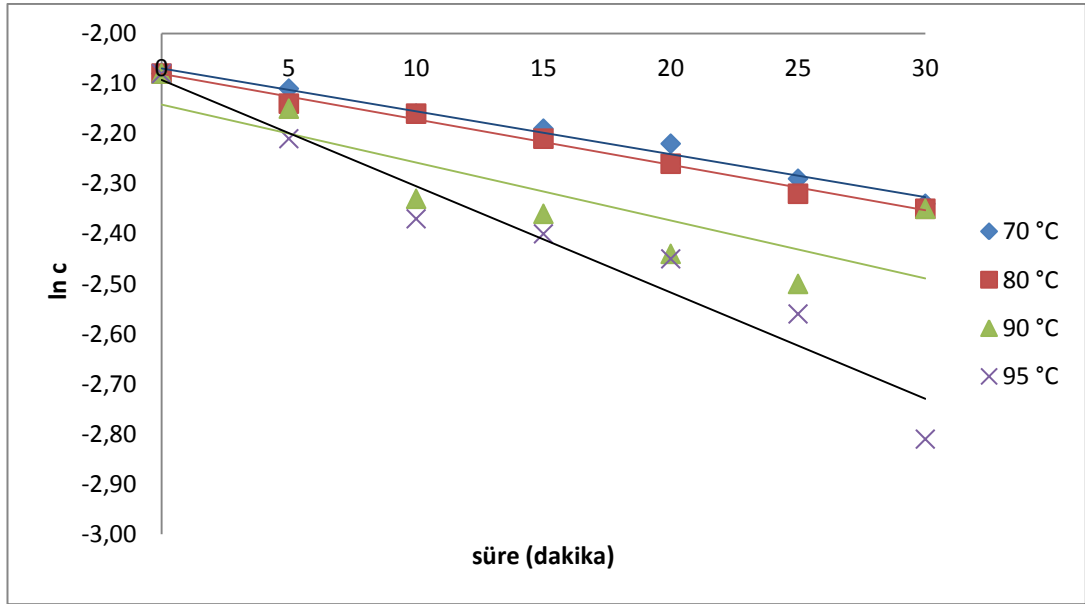
**Şekil 4.9:** Karadut suyunda askorbik asidin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Şekil 4.9’da verilen grafiklerin denklemleri; 70°C’de  $y=-0.004x+3.552$ , 80°C’de  $y=-0.008x+3.564$ , 90°C’de  $y=-0.014x+3.556$  ve 95°C’de  $y=-0.015x+3.538$ ; korelasyon katsayıları ise, 70°C’de 0.977, 80°C’de 0.963, 90°C’de 0.983 ve 95°C’de 0.990 olarak bulunmuştur.

Gıdalarda meydana gelen reaksiyonların çoğu, birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre gelişmektedir (Villota ve Hawkes 1992). Bu bilginin paralelinde tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin reaksiyon derecesinin belirlenmesi için her bir sıcaklık derecesinde belli sürelerde alınan örneklerde saptanan değerlerin süreye karşı sıfırncı, birinci ve ikinci dereceden grafikleri çizilmiştir. Çizilen grafikler sonucunda tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin parçalanma kinetiğinin, askorbik asit gibi birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre geliştiği saptanmıştır. Tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik

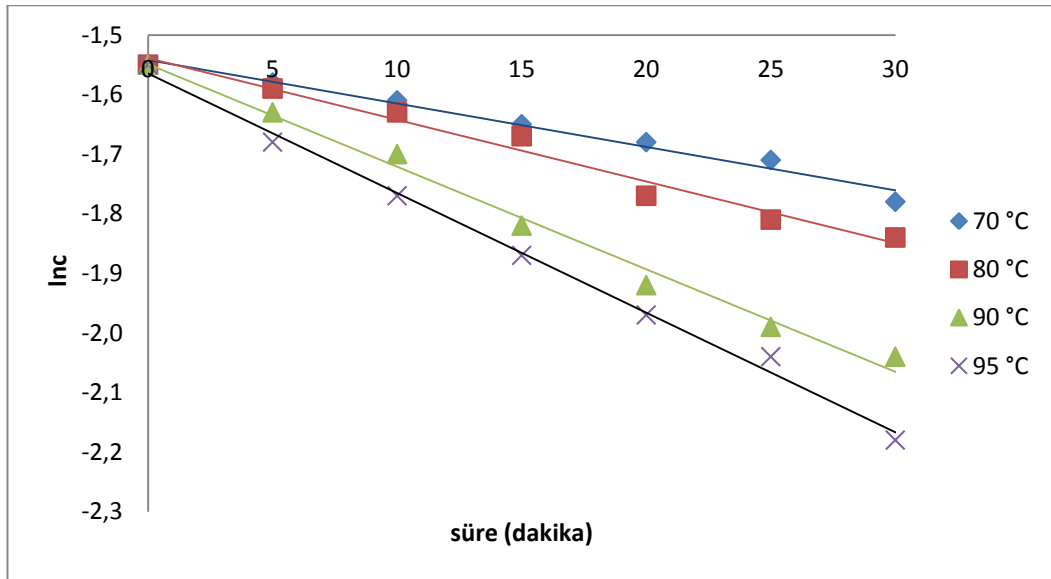


maddenin birinci dereceden parçalanma kinetiklerinin grafikleri sırasıyla Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de verilmiştir.



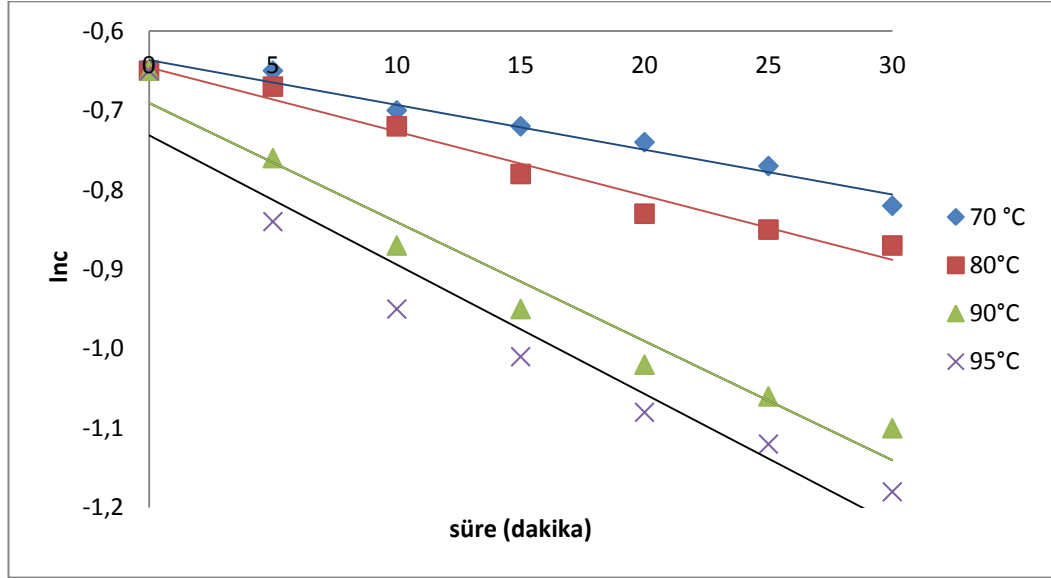
**Şekil 4.10:** Karadut sularındaki tiaminin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Şekil 4.10’da verilen grafiklerin denklemleri; 70°C’de  $y=0.008x+2.075$ , 80°C’de  $y=0.009x+2.087$ , 90°C’de  $y=0.015x+2.110$ , ve 95°C’de  $y=0.021x+2.100$ ; korelasyon katsayıları ise, 70°C’de 0.984, 80°C’de 0.990, 90°C’de 0.962 ve 95°C’de 0.940 olarak bulunmuştur.



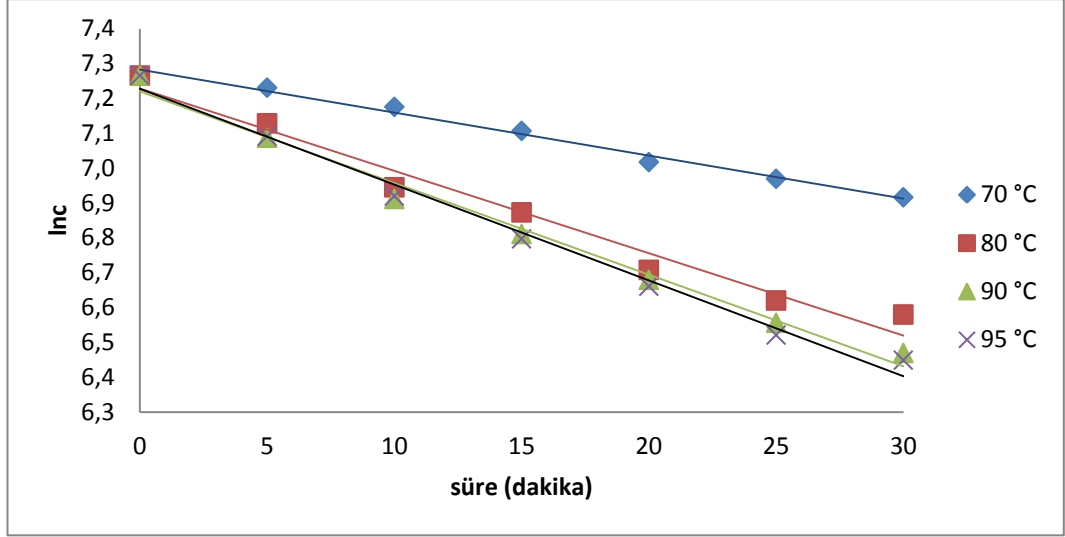
**Şekil 4.11:** Karadut sularındaki riboflavinin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Şekil 4.11’de verilen grafiklerin denklemleri, 70°C’de  $y=0.007x+1.539$ , 80°C’de  $y=0.010x+1.541$ , 90°C’de  $y=0.017x+1.550$  ve 95°C’de  $y=0.020x+1.566$ ; korelasyon katsayıları ise 70°C’de 0.982, 80°C’de 0.989, 90°C’de 0.977 ve 95°C’de 0.994 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.12:** Karadut suyundaki niasinin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Şekil 4.12’de verilen grafiklerin denklemleri; 70°C’de  $y=0.005x+0.637$ , 80°C’de  $y=0.008x+0.645$ , 90°C’de  $y=0.015x+0.688$  ve 95°C’de  $y=0.016x+0.729$ ; korelasyon katsayıları ise 70, 80, 90 ve 95°C’de sırasıyla; 0.970, 0.979, 0.959 ve 0.925 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.13:** Karadut suyundaki toplam fenolik maddenin farklı sıcaklıklardaki parçalanma kinetiğinin birinci dereceden grafiği

Şekil 4.13’de verilen grafiklerin denklemleri, 70°C’de  $y=-0.012x+7.282$ , 80°C’de  $y=-0.023x+7.229$ , 90°C’de  $y=-0.026x+7.220$  ve 95°C’de  $y=-0.027x+7.227$ ; korelasyon katsayıları ise 70°C’de 0.989, 80°C’de 0.974, 90°C’de 0.987 ve 95°C’de 0.989 bulunmuştur. Bu denklemlere ait korelasyon katsayılarının yüksek olması dikkate değer bulunmuştur

#### **4.5 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Lineer Regresyon Denkleminin Belirlenmesi**

Karadut suyunun ısıl işlem testi sonunda içerdiği vitamin ve toplam fenolik madde miktarlarının ln değerlerinin süreye karşı grafiğinin çizilmesi yoluyla Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13’de görüldüğü gibi degradasyon eğrileri elde edilmiştir. Bu eğrileri tanımlayan denklemler, farklı ısıl işlem sıcaklıklarında  $y=kx+b$  şeklinde ifade edilmiştir.

**Tablo 4.8:** Karadut suyunda ısıtım işlem uygulamasına bağlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin kaybına ait denklemler

Parametre	Sıcaklık	Denklem	R <sup>2</sup> (Korelasyon katsayısı)
Askorbik asit	70	$\ln c = -0.004x + 3.552$	0.977
	80	$\ln c = -0.008x + 3.564$	0.963
	90	$\ln c = -0.14x + 3.556$	0.983
	95	$\ln c = -0.015x + 3.538$	0.990
Tiamin	70	$\ln c = 0.008x + 2.075$	0.984
	80	$\ln c = 0.009x + 2.087$	0.990
	90	$\ln c = 0.015x + 2.110$	0.962
	95	$\ln c = 0.021x + 2.100$	0.940
Riboflavin	70	$\ln c = 0.017x + 1.539$	0.982
	80	$\ln c = 0.010x + 1.541$	0.989
	90	$\ln c = 0.017x + 1.550$	0.977
	95	$\ln c = 0.020x + 1.566$	0.994
Niasin	70	$\ln c = 0.005x + 0.637$	0.970
	80	$\ln c = 0.008x + 0.645$	0.979
	90	$\ln c = 0.015x + 0.688$	0.959
	95	$\ln c = 0.016x + 0.729$	0.925
Toplam fenolik madde	70	$\ln c = -0.012x + 7.282$	0.989
	80	$\ln c = -0.023x + 7.229$	0.974
	90	$\ln c = -0.026x + 7.220$	0.987
	95	$\ln c = -0.027x + 7.227$	0.989

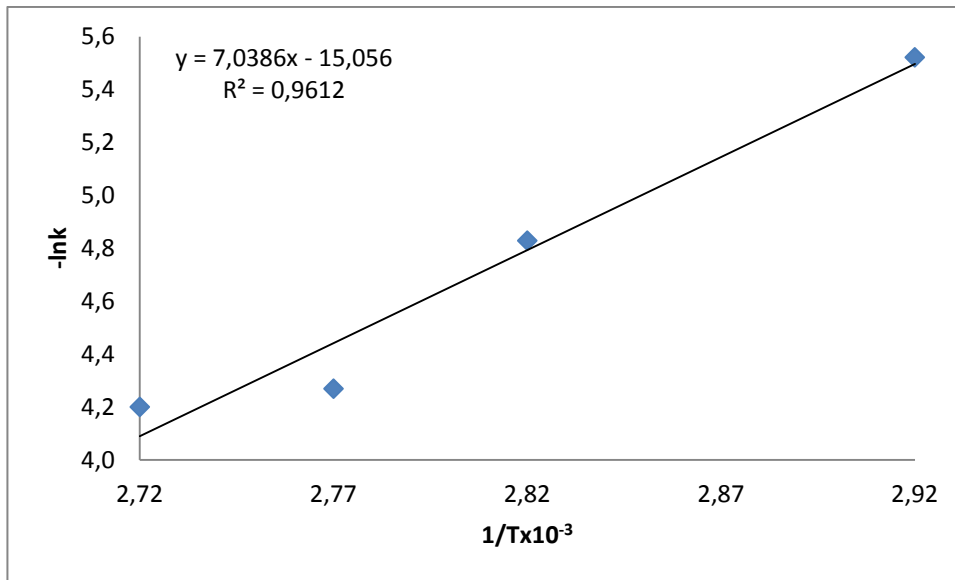
Isıtım işlem sonucunda belirlenen askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde değerlerinin ln değerlerinin süreye karşı çizilen grafikleriyle kinetik parçalanma eğrileri elde edilmiştir. Bu grafiklere ait denklemler Tablo 4.8’de verilmiştir. Bu denklemlerden yararlanılarak söz konusu sıcaklık derecelerinde

herhangi bir süre sonunda ulaşılacak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde konsantrasyonu önceden belirlenebilmektedir.

Bu denklemlerde  $\ln c$  ifadesi denklemin geçerli olduğu sıcaklık derecesinde herhangi bir “t” süresi (dakika) sonunda ulaşılacak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde konsantrasyonunun  $\ln$  değerini vermektedir.

#### 4.6 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Aktivasyon Enerjisi Değerlerinin Belirlenmesi

Karadut suyunda askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin parçalanma kinetiğinin aktivasyon enerjisi değerlerini belirlemek için  $1/T$  (K) değerlerine karşı  $\ln k$  değerlerinin grafikleri Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de ki gibi çizilmiştir. Aktivasyon enerjisinin değerlerinin hesaplanması için eğrinin eğiminden yararlanılmıştır. Hesaplanan aktivasyon enerjileri Tablo 4.10’da verilmiştir.



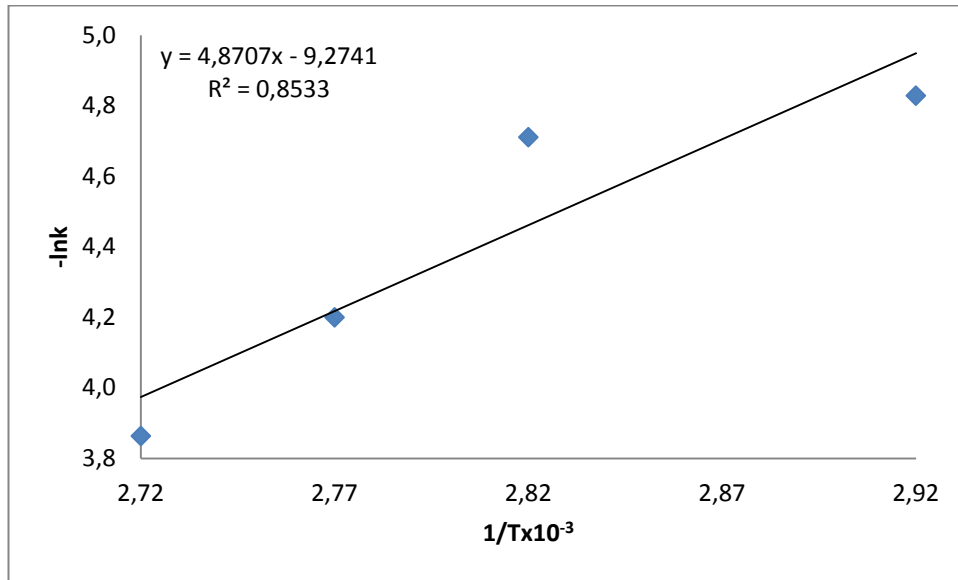
Şekil 4.14: Karadut suyunda askorbik asit degradasyonunun Arrhenius grafiği

Şekil 4.14’de lnk değerlerine karşılık 1/T değerleri grafiğe işlenerek askorbik asit degradasyonunun Arrhenius grafiği çizilmiştir. Bu grafik yardımıyla aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

$$E_a = (7,038 \times 10^3 \text{K}) \times (1.987 \text{ cal/mol.K}) = (7,038 \times 10^3 \text{K}) \times (8.314 \text{ J/mol.K})$$

$$E_a = 13.98 \text{ kcal/mol} = 58.51 \text{ KJ/mol}$$

Gıdalarda meydana gelen askorbik asit degradasyonlarına ait aktivasyon enerjisi değerlerinin 5-40 kcal/mol aralığında değiştiği belirtilmiştir (Labuza 1984). Çalışmamızda hesaplanan karadut suyundaki askorbik asit degradasyonunun aktivasyon enerjisi bu aralıkta (13.98 kcal/mol) tespit edilmiştir.

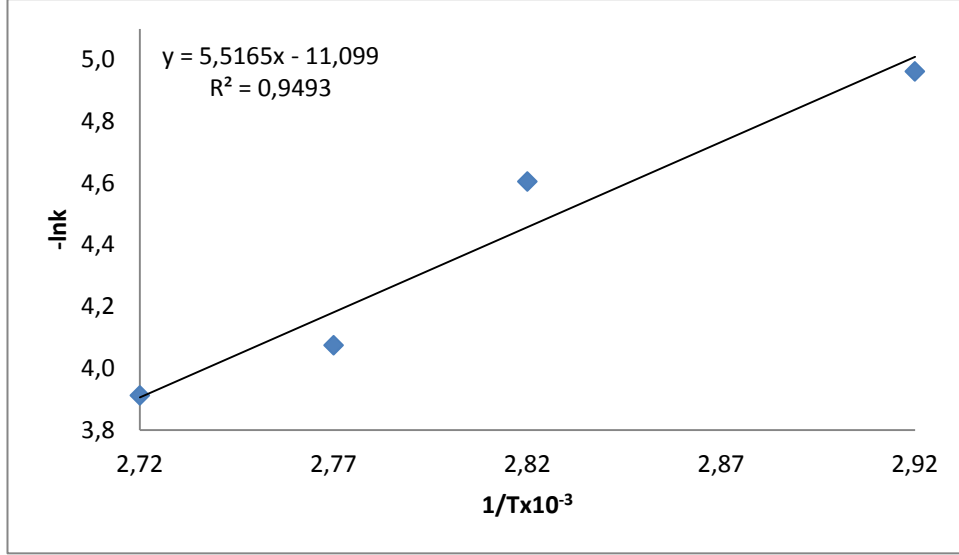


**Şekil 4.15:** Karadut suyunda tiamin degradasyonuna ait Arrhenius grafiği

Şekil 4.15’de verilen tiamin degradasyonunun Arrhenius grafiği kullanılarak tiamin degradasyonunun aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

$$E_a = (4,870 \times 10^3 \text{K}) \times (1.987 \text{ cal/mol.K}) = (4,870 \times 10^3 \text{K}) \times (8.314 \text{ J/mol.K})$$

$$E_a = 9.68 \text{ kcal/mol} = 40.49 \text{ KJ/mol}$$

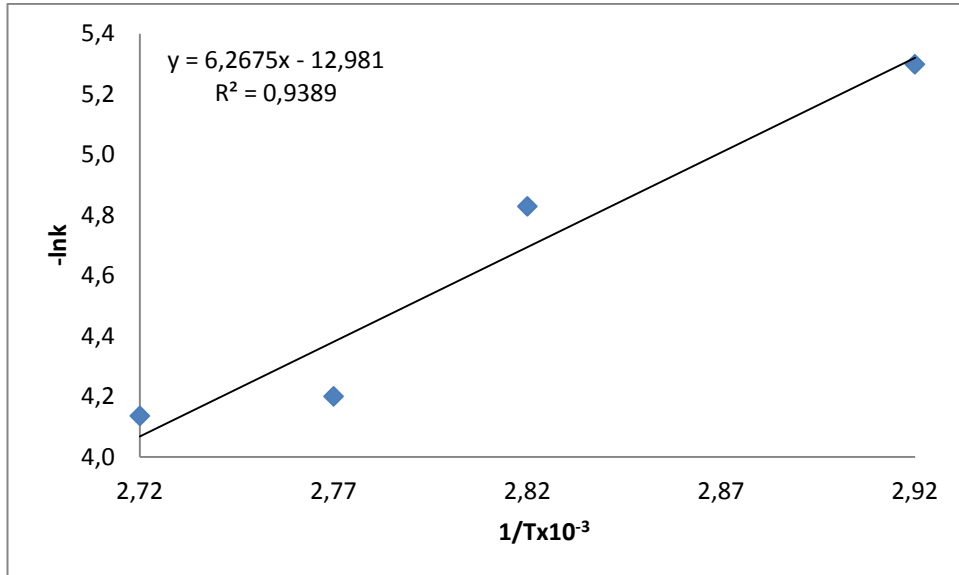


**Şekil 4.16:** Karadut suyunda riboflavin degradasyonunun Arrhenius grafiği

Şekil 4.16’da verilen riboflavin degradasyonunun Arrhenius grafiğinin denklemi  $y=5,516x-11,09$  bulunmuştur. Bu denklem değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

$$E_a=(5,516 \times 10^3 \text{K}) \times (1,987 \text{ cal/mol.K})=(5,516 \times 10^3 \text{K}) \times (8,314 \text{ J/mol.K})$$

$$E_a=10,96 \text{ kcal/mol}=45,86 \text{ KJ/mol}$$

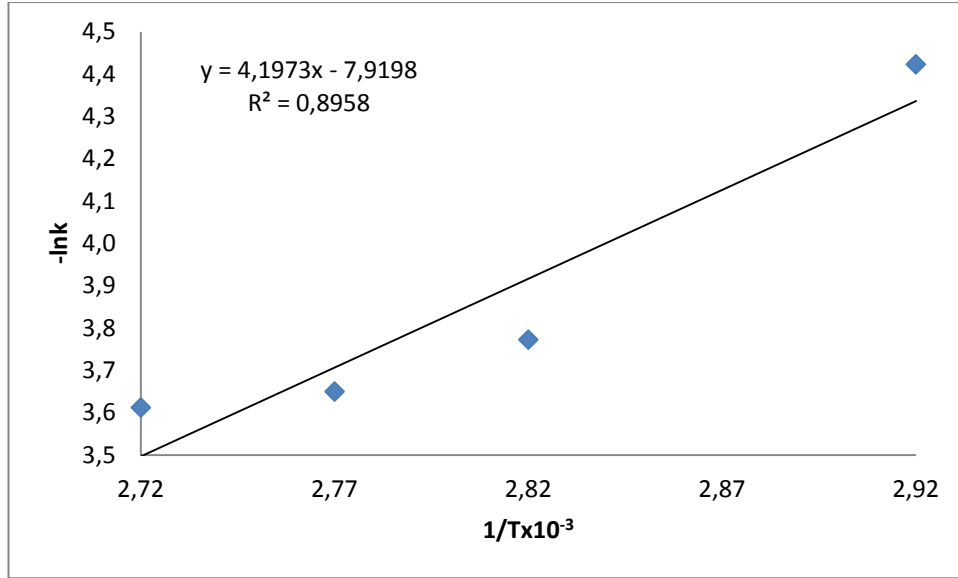


**Şekil 4.17:** Karadut suyunda niacin degradasyonunun Arrhenius grafiği

Şekil 4.17’de verilen niasin degradasyonunun Arrhenius grafiği kullanılarak aktivasyon enerjisine ait sonuçlar elde edilmiştir;

$$E_a = (6,267 \times 10^3 \text{ K}) \times (1.987 \text{ cal/mol.K}) = (6,267 \times 10^3 \text{ K}) \times (8.314 \text{ J/mol.K})$$

$$E_a = 12.45 \text{ kcal/mol} = 52.10 \text{ KJ/mol}$$



**Şekil 4.18:** Karadut suyunda toplam fenolik madde degradasyonunun Arrhenius grafiği

Şekil 4.18’de çizilen toplam fenolik madde degradasyonunun Arrhenius grafiğinin denkleminde yararlanılarak toplam fenolik madde degradasyonunun aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

$$E_a = (4,197 \times 10^3 \text{ K}) \times (1.987 \text{ cal/mol.K}) = (4,197 \times 10^3 \text{ K}) \times (8.314 \text{ J/mol.K})$$

$$E_a = 8.34 \text{ kcal/mol} = 34.89 \text{ KJ/mol}$$

Bu değerlendirme sonrasında aktivasyon enerji değerleri askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde için sırasıyla 58.51 KJ/mol, 40.49 KJ/mol, 45.86 KJ/mol, 52.10 KJ/mol ve 34.89 KJ/mol şeklinde bulunmuştur. Elde edilen aktivasyon enerjilerinden; tiamin ve riboflavin değerleri mandarin suyu (44.6 KJ/mol) ve limon suyu (46.5 KJ/mol) değerleriyle, askorbik asitin ise greyfurt suyu (56.9 KJ/mol) ile benzer değerde olduğu belirlenmiştir (Vieira ve diğ. 2000). Bununla birlikte tüm bileşenlerin, tropik bir meyve olan cupuaçu (74 KJ/mol) ve



portakal suyundan (128.3 KJ/mol) daha düşük bir aktivasyon enerjisine sahip olduğu görülmüştür (Vieira ve diğ. 2001). Askorbik asidin termal yolla parçalanma konusunda hassas olduğu bilinirken; karadut suyunda riboflavin, tiamin, niasin ve toplam fenolik maddenin askorbik asite göre daha hassas olduğu belirlenmiştir.

#### **4.7 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğinin Farklı Sıcaklık Derecelerindeki Reaksiyon Hız Sabitleri**

Reaksiyon hız sabitleri, tepkimeye giren maddenin bozunma hızını göstermektedir. Reaksiyonun k değerlerinin artması, ürünlerin daha hızlı bozunmasına neden olmaktadır. Karadut suyunda farklı sıcaklıklarda askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin parçalanma kinetiğinin reaksiyon hız sabitleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9'dan da anlaşılabilceği gibi bileşikler arasında en hızlı reaksiyon toplam fenolik maddede gerçekleşmiştir. Askorbik asitle ilgili bu konuda yapılan çalışmalarda cupuaçu meyvesinde 80°C'de hız sabiti  $1.7 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup> (Vieira ve diğ. 2001) ve aynı sıcaklıkta portakal suyuna ait hız sabiti değeri  $0.3 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup> olarak verilmiştir (Jonhson ve diğ. 1995). Bu değerler karadut suyu için saptanan değerlerle karşılaştırıldığı zaman düşük olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.9:** Karadut suyunda farklı sıcaklıklarda askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin degradasyonunun reaksiyon hız sabitleri

Parametre	Sıcaklık (°C)	$k \times 10^{-3}$ (dakika <sup>-1</sup> )
Askorbik Asit	70	4
	80	8
	90	14
	95	15
Tiamin	70	8
	80	9
	90	15
	95	21
Riboflavin	70	7
	80	10
	90	17
	95	20
Niasin	70	5
	80	8
	90	15
	95	16
Toplam fenolik madde	70	12
	80	23
	90	26
	95	27

#### **4.8 Karadut Suyunda Askorbik Asit, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Toplam Fenolik Maddenin Parçalanma Kinetiğine İlişkin D, Q<sub>10</sub> ve t<sub>1/2</sub> Değerleri**

Birinci derece reaksiyonlarda reaksiyona giren bileşiklerin %90'ının kaybı için gerekli süre D değeri ile ifade edilmektedir. Ayrıca her 10°C'lik sıcaklık değişiminde reaksiyonun hızlanma veya yavaşlama katsayısı Q<sub>10</sub> ve bunun dışında bir reaksiyona giren bileşiğin yarılanma süresi t<sub>1/2</sub> değeri ile ifade edilmektedir.

Karadut suyunda ısıl yolla meydana gelen askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde parçalanma kinetiğine ilişkin D, Q<sub>10</sub>, t<sub>1/2</sub> değerleri 70-95°C arasında hesaplanarak Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi 70, 80, 90 ve 95°C'de bileşen miktarlarının %50 azalması için geçen süre (t<sub>1/2</sub>) sırasıyla; askorbik asit için 173.25, 86.63, 49.50 ve 46.20 dakika; tiamin için 86.63, 77, 46.20 ve 33 dakika; riboflavin için 99, 69.30, 40.76 ve 34.65 dakika; niasin için 138.60, 86.63, 46.20 ve 43.31 dakika; toplam fenolik madde için ise 57.75, 30.13, 26.65 ve 25.66 dakika olarak bulunmuştur. Karadut suyunda 70, 80, 90 ve 95°C'de uygulanan ısıl işlem sırasında D değerleri sırasıyla, askorbik asit için 250, 125, 71.42 ve 66.67 dakika; tiamin için 125, 111.11, 66.67 ve 46.62 dakika; riboflavin için 142.86, 100, 58.82 ve 50 dakika; niasin için 200, 125, 66.67 ve 62.50 dakika; toplam fenolik madde için ise 83.33, 43.48, 38.46 ve 37.01 dakika olarak tespit edilmiştir. Karadut suyuna uygulanan ısıl işlemde sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak bileşenlerin yarılanma süreleri ve D değerleri azalmaktadır.

Deneme sıcaklıklarında Q<sub>10</sub> değerleri askorbik asitte 1.63, tiaminde 1.59, riboflavinde 1.51, niasinde 1.55 ve toplam fenolik maddede 1.38 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan da reaksiyon sıcaklık derecesinin her 10°C'lik değişiminde; askorbik asit reaksiyonunun 1.63, tiamin reaksiyonunun 1.59, riboflavin reaksiyonunun 1.51, niasin reaksiyonunun 1.55 ve toplam fenolik madde reaksiyonunun 1.38 kat etkileneceği anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.10:** Karadut suyunda ısı̇l işlem uygulamasına baēlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin kaybına ilişkin kinetik parametreler

Parametre	Sıcaklık(°C)	$t_{1/2}$ (dakika)	D (dakika)	$Q_{10}$ 70-95°C	$\frac{E_a}{kcal\ mol^{-1}}$	$KJmol^{-1}$
Askorbik Asit	70	173.25	250.00			
	80	86.63	125.00	1.63	13.98	58.51
	90	49.50	71.42			
	95	46.20	66.67			
70	86.63	125.00				
Tiamin	80	77.00	111.11	1.59	9.68	40.49
	90	46.20	66.67			
	95	33.00	46.62			
	70	99.00	142.86			
Riboflavin	80	69.30	100.00	1.51	10.96	45.86
	90	40.76	58.82			
	95	34.65	50.00			
	70	138.60	200.00			
Niasin	80	86.63	125.00	1.55	12.45	52.10
	90	46.20	66.67			
	95	43.31	62.50			
	70	57.75	83.33			
Toplam fenolik madde	80	30.13	43.48	1.38	8.34	34.89
	90	26.65	38.46			
	95	25.66	37.03			
	70	57.75	83.33			

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarıma dayalı ekonomiler, ülkeler için her zaman büyük bir önem taşımaktadır. Bu ekonomik olguyu iyi değerlendiren ülkeler her zaman bir adım önde olmuşlardır. Nitekim, dünyada belirli bir endüstrileşme düzeyini yakalamış ülkeler, bu endüstrileşme düzeyine ulaşabilmek için gerekli kapitali tarımdan sağlamışlardır. Gelişmiş ülkelerin hepsinde durum böyle iken ülkemizde de bugünkü endüstri düzeyine tarım ürünlerinden sağlanan kaynaklarla ulaşılabilmektedir. Ülkemiz coğrafi koşullar ve iklim bakımından önemli tarım alanlarına sahiptir. Bu koşullara paralel olarak ülkemizde doğal şartlarda yetişen birçok bitkisel ürün vardır. Bu ürünlerden birisi de karadut meyvesidir. Tüm dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de insan sağlığı açısından büyük öneme sahip fenolik bileşikler bakımından zengin meyvelere ve bu meyvelerden üretilen ürünlere olan ilgi gittikçe artmaktadır. Organik ürünlere rağbetin arttığı günümüzde taze tüketimin yanında işlenmiş ürünlerinin de besleyici özelliği sayesinde fenolik madde ve suda çözünür vitamin bakımından önemli bir meyve olan karadut, ilgi toplayacak potansiyele sahiptir. Bu yüzden hiçbir koruyucu içermeyen bu ürünün gün geçtikçe popülaritesi artmaktadır. Ülkemizde tüm bu özelliklerine rağmen kağıt sanayi, mobilya, bazı müzik aletlerinin yapımında dut ağacından yararlanılmaktadır. Bazı dut türleri süs bitkisi olarak bahçe mimarisinde önem kazanmakla beraber, bazı türleri de çit bitkisi olarak kullanılmaktadır. Meyvesi, taze ve kuru tüketildiği gibi pekmez, reçel, pestil, sirke, ispirto da yapılmaktadır. Bununla birlikte gıda alanında değeri yeterince anlaşılabilen karadut meyvesi ile ilgili yapılan çalışmalar, oldukça sınırlıdır. Ancak ısıtma işlemine karşı hassas olan fenolik madde, vitaminler ve diğer bileşenler geleneksel metotlarla işlenirken oldukça yüksek oranlarda kayıplara uğramaktadırlar. Bununla birlikte gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı koşullarda bile, karadut üretim sürecinde ısıtma işlem parametrelerinin doğru belirlenemediği durumlarda, karadut meyvesinden elde edilen ürünlerin kalitesinde önemli kayıplar ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışma, farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan ısıtma işlemine bağlı olarak karadut suyunun askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde miktarında meydana gelen kayıplar hakkında veriler ortaya koymaktadır. Isıtma işlemi görmemiş karadut suyunda askorbik asit miktarı 34.50 mg/L, tiamin miktarı 0.124 mg/L, riboflavin miktarı 0.212 mg/L, niasin miktarı 0.524 mg/L ve toplam fenolik

madde miktarı 1430.6 mg/L olarak bulunmuştur. Karadut suyuna 70, 80, 90 ve 95°C'de ısıl işlem uygulaması sonucunda meydana gelen kayıp oranları sırasıyla, askorbik asit için %12.61, %20.60, %35.94 ve %38.70; tiamin için %22.60, %23.40, %38 ve %52; riboflavin için %20.30, %25, %38.70 ve %46.70; niasin %16.22, %20.22, %36.64 ve %41.41; toplam fenolik madde için ise %29.50, %49.70, %55 ve %55.83 olarak tespit edilmiştir.

Gıdalarla ilgili yapılan çalışmalarda meydana gelen ısıl işleme bağlı parçalanma kinetiği reaksiyonlarının büyük bir kısmı, birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre geliştiği belirtilmiştir. Çalışmamızda karadut suyuna uygulanan ısıl işleme bağlı olarak askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik madde kayıplarının birinci dereceden reaksiyona göre gerçekleştiği tespit edilmiştir. Karadut suyunda 70, 80, 90 ve 95°C'de uygulanan ısıl işlem sonucunda meydana gelen reaksiyonların hız sabitleri sırasıyla;  $4 \times 10^{-3}$ ,  $8 \times 10^{-3}$ ,  $14 \times 10^{-3}$  ve  $15 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; tiamin için  $8 \times 10^{-3}$ ,  $9 \times 10^{-3}$ ,  $15 \times 10^{-3}$  ve  $21 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; riboflavin için  $7 \times 10^{-3}$ ,  $10 \times 10^{-3}$ ,  $17 \times 10^{-3}$  ve  $20 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; niasin için  $5 \times 10^{-3}$ ,  $8 \times 10^{-3}$ ,  $15 \times 10^{-3}$  ve  $16 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup>; toplam fenolik madde için ise  $12 \times 10^{-3}$ ,  $23 \times 10^{-3}$ ,  $26 \times 10^{-3}$  ve  $27 \times 10^{-3}$  dakika<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Karadut suyunda 70, 80, 90 ve 95°C'de uygulanan ısıl işlem sırasında, birinci derece reaksiyonlarda reaksiyona giren bileşenlerin %90'ının bozunması için geçen süre olarak tanımlanan D değerleri sırasıyla, askorbik asit için 250, 125, 71.42 ve 66.67 dakika; tiamin için 125, 111.11, 66.67 ve 46.62 dakika; riboflavin için 142.86, 100, 58.82 ve 50 dakika; niasin için 200, 125, 66.67 ve 62.50 dakika; toplam fenolik madde için ise 83.33, 43.48, 38.46 ve 37.03 dakika olarak hesaplanmıştır. Karadut suyuna uygulanan ısıl işlem süresi ve sıcaklığı arttıkça, reaksiyon hız sabitlerinde artış, bununla birlikte D değerlerinde azalma belirlenmiştir. Meydana gelen reaksiyonlardaki k değerleri arttıkça, ürünün %90'ının bozunması için gereken süre azalmaktadır.

70°C-95°C aralığındaki sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanan karadut suyunda askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddenin azalmasına ilişkin aktivasyon enerji değerleri sırasıyla 13.98, 9.68, 10.96, 12.45 ve 8.34 kcal/mol;  $Q_{10}$  değerleri ise sırasıyla 1.63, 1.59, 1.51, 1.55 ve 1.38 olarak bulunmuştur. Sonuçlardan görüldüğü gibi askorbik aside ait aktivasyon enerjisi en yüksek, toplam fenolik maddeye ait aktivasyon enerjisi ise en düşük düzeydedir. Farklı gıdalar

üzerinde yapılan çalışmalarda, askorbik asidin ısıl parçalanma kinetiğinin aktivasyon enerjisinin 5 ile 40 kcal.mol<sup>-1</sup> arasında olduğu belirtilmektedir.

Bir reaksiyonun gerçekleşmesi için moleküllere yüklenmesi gereken enerji seviyesinin düşük olması, reaksiyonun hızlı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Nitekim 70°C’de gerçekleştirilen uygulamalarda bile askorbik asit, tiamin, riboflavin, niasin ve toplam fenolik maddeye ait yarılanma süreleri sırasıyla 173, 87, 99, 139 ve 69 dakika olarak tespit edilmiştir.

Karadut suyunda kontrol L değeri 7.81, a değeri 8.07 ve b değeri 4.16 olarak tespit edilmiştir. Karadut suyuna uygulanan ısıl işlemin süresi ve sıcaklığı arttıkça, L, a ve b değerlerinde azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Araştırma bulguları ışığında, karadut suyunda ısıl işlem sıcaklığı ve süresi arttıkça incelenen bileşenlerde meydana gelen kayıpların arttığı gözlemlenmiştir. Ancak mikrobiyolojik açıdan ayrıca bir çalışma yapılmak suretiyle yeniden değerlendirme yapılmasının daha doğru ve sağlıklı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; askorbik asit, tiamin, riboflavin ve niasin açısından karadut suyunda kabul edilebilir ısıl işlem değerinin 80°C olduğu düşünülmektedir. Karadut suyunda pastörizasyon sıcaklığının 80°C’yi geçmemesi durumunda askorbik asitin, tiaminin, riboflavinin ve niasinin önemli ölçüde korunacağı açıktır. Karadut suyunda toplam fenolik madde açısından kabul edilebilir ısıl işlem değerinin, suda çözünen vitaminlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Karadut suyundaki toplam fenolik maddeler için uygun pastörizasyon sıcaklığının 70°C olduğu düşünülmektedir. Uygulanan ısıl işlem süresinin düşürülmesinin de, bileşenlerde meydana gelen kayıpların azalmasında etkili olacağı açıktır.

## 6. KAYNAKLAR

Akbulut, M., Çekiç, Ç., Çoklar, H., “Farklı Dut Çeşitlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi”, *Gıda Teknolojisi, Detay Yayıncılık*, Ankara, s. 20-24,(2006).

Akbulut, M., Çekiç, Ç., Çoklar, H., “Farklı dut çeşitlerinin bazı kimyasal özellikleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi”, 2. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, *Bildiriler Kitabı*, 176-180, Tokat,(2007).

Anonim, “TC. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü”, (17Mayıs2014) <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (2010).

Arabshahi, A. And Lund, D. B., “Considerations in calculating kinetic parameters from experimental data”, *J. Food Process Engineering*, 7: 239-251, (1985).

Aramwit, P., Bang, N., Srichana, T., “The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruits”, *Food Research International* 43, 1093–1097, (2010).

Armutak, Y. Ve Bayındırlı, A., “Gıdalarda raf ömrü belirleme yöntemleri”, *Gıda*, 20: (4) 205-208, (1995).

Aruoma, O.I. And Halliwell, B., “Molecular Biology Of Free Radicals İn Human”, (1998).

Baytop, A., “Farmasötik Botanik”, *İstanbul Üniv. Yay. No:3637, Eczacılık Fak. Yay. No:58, İstanbul*, 315 s, (1996).

Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P., “Food Chemistry”, 4th revised and extended Edition, *Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-540-69933-0, (2009).

Bilişli, A., “Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi”, *Tav Yayınları*, Yalova, (1998).

Bingöl, Ş., “Meyve İşleme Sanayinde Girdi Sorunları Ve Verimlilik”, *Milli Produktivite Yayınları No: 485, Ankara*, (1993).

Cadenas, E., Packer, L., “Handbook of Antioxidants”, *Marcel Dekker*, New York-Basel, 0-8247-0547-5, (2002).



Cao, G., Prior, R.L., “The measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples”, *Methods in Enzymology*, 299, 50-62, (1999).

Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M., Páez-Hernández, M., Rodríguez, J.A. ve Galán-Vidal, C.A., “Chemical studies of anthocyanins: A review”, *Food Chemistry*, 113, 859–871, (2009).

Cavalcanti, R.N., Santos, D.T. ve Meireles, M.A.A., “Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview”, *Food Research International*, 44, 499–509, (2011).

Cemeli, E., Baumgartner, A. And Anderson, D., “Antioxidants and the Comet assay”, *Mutat Res*, 681: 51–67, (2009).

Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., “Meyve Ve Sebzelerin Bileşimi, Soğukta Depolanmaları”, (1). *Gıda*, 24 (3), 21-25 (2001).

Cemeroğlu, B., “Gıda Analizleri”, *Gıda Teknolojisi Yayınları* No:34. Ankara, (2007).

Cemeroğlu, B., “Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları”, *Biltav Yayınları*, Ankara, 381s, (1992).

Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., “Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi”, 3. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 28, 690 s, Ankara, (2005).

Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M., “Meyve Ve Sebze İşleme”, (2003).

Chen, P.N., Chu. S.C., Chipu, H.L., Kuo, W.H., Chiang, C.L., Hsieh, Y.S., “Mulberry anthocynins, cynidin-3-rutinoside, cynidin-3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line”, *Cancer Letters*, 235(2), 248-59, (2006).

Cornelli, U., “Antioxidant use in nutraceuticals”, *Clin Dermatol*, 27: 175–94, (2009).

Datta, R. K., “Mulberry cultivation and utilization in India. Mulberry for Animal Production”, *FAO Animal Production and Healt Paper* 147: 45-62 (2002).

Davidson, GP., Decker, TR., “Chemopreventive Role of Fruits and Vegetables in Oropharyngeal Cancer”, *Nutr Clin Pract*, 24: 250–60, (2009).

Davis, P.H., "Flora of Turkey and the east aegean island", *Edinburgh*, volume 7, (1982).

De Candolle, A., "Origin of Cultivated Plants", New York and London, p.149-153, (1967).

De, A.K., Chaudhuri, B., Bhattacharjee, S., "A kinetic study of the oxidation of phenol. o-chlorophenol and catechol by hydrogen peroxide between 298 oK and 333 oK: the effect of pH, temperature and ratio of oxidant to substrate", *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 74(2), 162–168, (1999).

Elmacı, Y. and Altuğ, T., "Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data", *J. Sci. Food Agric.*, 82, 632–635, (2002).

Ercisli, E. and Orhan, E., "Some physico–chemical characteristic of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia region of Turkey", *Scientia Horticulturae*, 116 41–46, (2008).

Ercisli, S., and Orhan, E., "Natural Mulberry (*Morus* spp.) Production in Erzurum Region in Turkey", In Proceedings of The International Scientific Conference, *Environmentally Friendly Fruit Growing*, Tartu-Esnonia, 129-136, (2005).

Ercişli, E. ve Orhan, E., "Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits", *J. Agric. Food Chem.*, 103 1380–1384, (2007).

Ercişli, S., "A short review of the fruit germplasm resources of Turkey", *Genetic Resources and Crop Evaluation*, 51 419–435, (2004).

Erdoğan, Ü. Ve Pırlak, L., "Ükemizde Dut (*Morus* Spp.) Üretimi Ve Değerlendirilmesi", *Alatarım*, 4 (2): 38-43,(2005).

Eriş, A. ve Yanmaz, R., "Sağlık ve Beslenme Açısından Sebzelerin Önemi", *GIDA* 4(1): 25-40, (1979).

Erkut, A., "Taze Meyve ve Sebzelerin İnsan Beslenmesindeki önemi ve Besin Değerleri", *T.B.T.A.K. Besin Sempozyumu*, 55-64, (1969),

Ersoy, E. Ve Ertürk, K., "Biyokimya", *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları*, 286:248-249, (1972).

Espin, J.C., Soler-Rivas, C., Wichers, H.J., Garcia-Viguera, C., "Anthocyaninbased natural colorants: a New source of antiradical activity for foodstuff", *J. Agric. Food. Chem*, 48; 1588–1592, (2000).

Garcia-Alonso, M., Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. Ve Rivas-Gonzalo, J.C., "Evaluation of the antioxidant properties of fruits", *Food Chemistry*, 84: 13-18, (2004).

Gerasopoulos, D. and Stavroulakis G., "Quality Characteristics of Four Mulberry (*Morus sp*) Cultivars in the Area of Chania, Greece", *J Sci Food Agric.*, 73, 261–264, (1997).

Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A., "Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4581-4589, (2000).

Giusti, MM., Wrolstad, R.E., "Acyated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems", *Biochem. Eng. J.*, 14; 217–225, (2003).

Gök, V. ve Serteser, A., "Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı", 3. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, Ankara, (2003).

Güneş, M. ve Çekiç, Ç., "Tokat Yöresinde Yetiştirilen Farklı Dut Türlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi". *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Ordu, 413-417, (2004).

Güven, S. ve Başaran, M., "Çanakkale Yöresinde Üretilen Karadut (*Morus nigra L.*) Meyvesinin Besin Teknolojisi Yönünden Değerlendirilmesi", *Tarımsal Araştırma Dergisi*, 1 (2): 108-117, (1979).

Halliwell, B. Guttridge, J. M. C., "Free Radicals In Biology And Medicine", (1989).

Hepsağ, F., Hayoğlu, İ. ve Hepsağ, B., "Karadut meyvesinin antosiyanin içeriği ve antosiyaninlerin gıda sanayinde renk maddesi olarak kullanım olanakları", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 9-19, (2012).

Huo, Y., “Mulberry Cultivation and Utilization in China”, Mulberry for Animal Production FAO, *Animal Production and Health Paper*, 147, 11-14, (2002).

Imran M., Khan H., Shah M., “Chemical composition and antioxidant activity of certain Morus species”, *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)* ISSN 1673-1581, (2010).

İslam, A., H. Kurt, A. Turan ve T., Şişman, “Şebinkarahisar’da Yetiştirilen Mahalli Dut Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri”, *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Ordu, sy. 409-412, (2004).

Jia, Z.S., Tang, M.C., Wu, J.M., “The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals”, *Food Chemistry*, 64, 555–9, (1999).

Johnson, J.R., Braddock, R.J. and Chen, C.S., “Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants”, *Journal of Food Science*, 60: (3) 502-505, (1995).

Kadakal, Ç., “Domates mamullerinde ergosterolün düzeyi ve prosteşe değişiminin kinetiği”, *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 122s, (2003).

Kalt, W., McDonald, J.E., Donner, H., “Anthocynins, phenolics and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products”, *Journal of Food Science*, 65, 390-393, (2000).

Kapoor, V.K., Dureja, Chadha, R., “Herbals in the control of ageing”, *Drug Discov Today* 14(19–20): 992–8, (2009).

Karadeniz, F., “Elma suyunda fenolik madde dağılımı konsantreye işleme sonunda değişimi”, *Doktora tezi*, 80s., Ankara, (1994).

Kaur, C. and Kapoor, H.C., “Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables”, *Inter. J. Food Sci. and Tech.*, 37, 153-161, (2002).

Koyuncu, F., “Morphological And Agronomical Characterization Of Native Black Mulberry (Morus Nigra L.) In Sutculer, Turkey”, *Plant Genet. Res. Newsl.*, 138: 32-35, (2004a).

Koyuncu, F., “Organic Acid Composition Of Native Black Mulberry Fruit”, *Chem Nat. Comp.* 40: 367-369, (2004b).

Koyuncu, F., Vural, E., “Karadut (*Morus Nigra* L.) Ağacının Bazı Organ ve Dokularının Morfolojik Özellikleri”, *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Ordu, 418-423, (2003).

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

Labuza, T. P., “Application of chemical kinetics to deterioration of foods”, *J. Chemical Education*, 61: 348-358, (1984).

Labuza, T.P. and Schmidl, M.K., “Accelerated shelf-life testing of foods”, *Food Technology*, 39:(9) 57-62,64, (1985).

Lale, H., ve Özçağiran, R., “A study on pomological, phenologic and fruit quality characteristic of mulberry (*Morus* spp) species Derim”, *Food Technol. Biotechnol.* 13 177–182, (1996).

Lanska, D., “Jadalne rosliny dzika rosnace”, *Polska Oficyna Wydawnictwa “Delta W-Z”*, Warszawa, p. 126-127, (1992).

Lin, J.Y., Tang, C.Y., “Determination Of Total Phenolic And Flavonoid Contents in Selected Fruits And Vegetables, As Well As Their Stimulatory Effects On Mouse Splenocyte Proliferation”, *Food Chem*, 101 (1),140–147 (2007).

Liu, X., Xiao, G., Chen, W., Xu, Y. And Wu, J., “Quantification And Purification Of Mulberry Anthocyanins With Macroporous Resins”, *Journal Of Biomedicine And Biotechnology*, 5:326-331, (2004).

Middleton, E., Kandas, C., “The impact of plant flavonoids on mammalian biology implications for immunity inflammation and cancer”, *Food Chem, Toxicol.*, 86 619–652, (1994).

Moreno, P., Salvado, V., “Determination of eight water- and fat-soluble vitamins in multi-vitamin pharmaceutical formulations by high-performance liquid chromatography”, *journal of chromatography*, 870, 207-215, (2000).

Oğuz, A., “Bazı Çerez Gıdaların Antioksidan Kapasiteleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Tokat, (2008).

Ötleş, S., Karaibrahimoğlu, Y., “Analysis of Vitamins for the Health, Pharmaceutical, and Food Sciences”, *Methods of Analysis of Food*

Components and Additives, Ötleş, S. (Ed.) *CRC Press*, Florida, pp. 159-178, (2005).

Özboy, Ö. ve Şahbaz, F., “Gıda bileşenlerinin bozunma hızına etki eden faktörler”, *Gıda*, 21: (3) 153-157, (1996).

Özdemir, F. ve Topuz, A., “Antalya Yöresinde Yetiştirilen Farklı Dutların Bazı Kimyasal Özellikleri”, *Derim*, 15(1):30-35, (1998).

Özgen, M., Serçe, S. and Kaya, C., “Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits”, *Scien. Horticult.*, 119, 275–279, (2009).

Özgen, M., ve Scheerens, J.C., “Bazı Kırmızı Ve Siyah Ahududu Çeşitlerinin Antioksidan Kapasitelerinin Modifiye Edilmiş Teac Yöntemi İle Saptanması Ve Antikanser Özelliklerinin Tartışılması”, *1. Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Tokat, (2006).

Özgen, M., ve Tokbaş, H., “Işıklanma ve Meyve Dokusunun Amasya Ve Fuji Elmalarında Antioksidan Kapasitesine Etkisi”, *Gopü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1-5, (2007).

Özkan, M., “Kuru kayıslardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerinde araştırma”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 113 s, (2001).

Pellegrina, C. D., Padovani, G., Mainente, F., Zoccatelli, G., Bissoli, G., Mosconi, S., et al., “Anti-tumour potential of a gallicacid-containing phenolic fraction from *Oenothera biennis*”, *Cancer Letters*, 226, 17–25, (2005).

Pellegrini, N., Miglio, C., Del Rio, D., et al. “Effect of domestic cooking methods on the total antioxidant capacity of vegetables”, *Int J Food Sci Nutr* 60 (Suppl 2): 12–22, (2009).

Pliszka, B., Wazbinska, J., Huszcza-Ciolkowska, G., Ploszaj, B., “Content of polyphenolic compounds and their antioxidative properties in harvested black mulberry (*Morus Nigra* L.) fruit at different ripeness phases”, *Scientific works of Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture Sodinkystė ir Daržinkystė*, 26(3), 16-22, (2007).

Polat, A., “Determination of Mulberry Fruit Characteristics Grown in the Antakya District of Hatay Province”, *Bahçe* 33 (1-2) 67 – 73 (2004).

Rice-ivens, C.A., Miller, N.J., Papanga, G., “Antioxidant properties of phenolic compounds”, *Trends in Plant Science*, 2, 152-159, (1997).

Sa, M.M. and Sereno, A.M., “The kinetics of browning measured during the storage of onion and strawberry”, *International Journal of Food Science and Technology*, 34: 343-349, (1999).

Sağlam, S., “Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Konya, (2007).

Scheerens, J.C., “Phytochemicals And The Consumers: Factors Affecting Fruit And Vegetable Consumption And The Potential For Increasing Small Fruit In The Diet”, *Horttech* 11:547-556, (2001).

Silva, F.M. and Silva, C.L.M., “Colour changes in thermally processed cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) puree: critical times and kinetics modelling”, *International Journal of Food Science and Technology*, 34: 87-94, (1999).

Simopoulos, A.P. and Salem, N., “Fatty Acids and Lipids From Cell Biology to Human Disease”, *Lipids*, 31 (suppl), SI, (1996).

Sivritepe, N., “Asma, Üzüm ve Şaraptaki Antioksidanlar”, *Gıda Dünya Yayınları*, 12: 73-78, (2000).

Snappyan, G.G., Minasyan, S.M., Astabasyan, G.A., Checenko, Z.A., Khachatryan G.V., Khodzumyan G.A., Akopyan, A.A., Gevorkyan, V.G., “Biochemical indices and technological properties of mulberries”, *Konsevnaya-i Ovoshchesushil'naya Promyshlennost*, 6:35-36, (1981).

Stahl, W., Berg, H., Arthur J. et al., “Bioavailability and metabolism”, *Mol Aspects Med* 23: 39–100, (2002).

Tanner, H. and Brunner, H.R., “Gentranke-Analytik, Germany: Verlag Heller Chemie und Verwaltungsgesellschaft GmbH, 206 p (1979).

Uzun, H.İ. ve Bayır, A., “Farklı Dut Genotiplerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Antiradikal Aktiviteleri”, III. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyum*, Kahramanmaraş, 128-138, (2010).

Vieira, M. C., Teixeira, A. A. and Silva, C.L.M., “Kinetic paramaters estimation for ascorbic acid degradation in fruit nectar using the partial

equivalent isothermal exposures (PEIE) under non-isothermal continuous heating conditions”, *Biotechnol.Prog.*, 17: 175-181, (2001).

Vieira, M.C., Teixeira, A.A. and Silva, C.L.M., “Mathematical modelling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in Cupuaçu (*Theobroma grandifolium*) nectar”, *Journal of Food Engineering*, 43: 1-7, (2000).

Vijayan, K., Chauhan, S., Das, K.N., Chakrakarti, P.S., Ray, N.B., “Leaf yield component combining abilities in mulberry”, *Central Sericultural Research*, 98 47–52, (1997).

Villota, R. And Hawkes, D.R., “Reaction kinetics in food systems”, *Handbook of Food Engineering*, (Heldman, D.R. and Lund, D.B., Eds.), *Marcel Dekker*, Newyork, s 39-144, (1992).

Von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J., “Colorants”, In *Food Chemistry*, Owen R. Fennema (Ed.), *Marcel Dekker*, New York, pp. 651–722 (1996).

Yaltık, F., Davis, P.H., (Ed) “*Morus* flora of Turkey”, UK.Edinburgh: *Edinburgh University Pres*, Vol 7 641–642, (1982).

Yamankaradeniz, R., “Erzurum yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnunun bileşimi ve değerlendirme olanakları üzerine araştırmalar”, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Erzurum, 120s, (1982).

Yang, X.L., “Anti-senescence activity of mulberry fruit”, In: Harold Corke *Proceedings of the 1st International Conference, Asian food product development*, Beijing, *Science Press*, New York, p 388-392, (1998).

Yang, C.S.T., Atallah, W.A., “Effect of Four Drying Methods on the Quality of Intermediate Moisture Lowbush, blubberies”, *Journal of Food Science*, 50: 1233-1237, (1985).

Yılmaz, H., “Üzümsü meyveler”, *Metro Gastro*, 40: 54, (2007).

Zor, M., “Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Erzurum, (2007).



## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cemre SERNİKLİ

Doğum Yeri ve Tarihi : AMASYA / 03.07.1987

Lisans Üniversite : Pamukkale ÜNİVERSİTESİ  
Mühendislik Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Bölümü

Elektronik posta : cernikli06@pau.edu.tr

İletişim Adresi : Bağlarbaşı Mahallesi Palmiye Sokak  
Mahsen Sitesi A Blok No:6  
Merzifon / AMASYA