

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**AYVA, NAR VE KARA HAVUÇ SULARINA SANTRİFÜJ DESTEKLİ  
DONDURARAK KONSANTRASYON YÖNTEMİ UYGULANMASI VE  
VERİM İLE FENOLİK MADDE İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**Burcu BEKTAŞ**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Safiye Nur DİRİM**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Sunuş Tarihi : 19.10.2017**

**Bornova-İZMİR**

**2017**



Burcu BEKTAŞ tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularına Santrifüj Destekli Dondurarak Konsantrasyon Yöntemi Uygulanması ve Verim ile Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 19 Ekim 2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

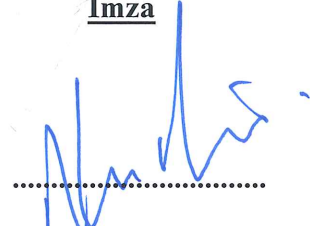
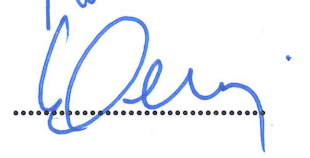
**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı : Doç. Dr. Safiye Nur DİRİM**

**Raportör Üye : Prof. Dr. Şebnem TAVMAN**

**Üye : Prof. Dr. Figen TOKATLI**

  
.....  
  
.....  
  
.....



## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularına Santrifüj Destekli Dondurarak Konsantrasyon Yöntemi Uygulanması ve Verim ile Fenolik Madde İçeriği Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

09/11/ 2017

İmzası



Adı-Soyadı

Burcu BEKTAŞ



**ÖZET****AYVA, NAR VE KARA HAVUÇ SULARINA SANTRİFÜJ DESTEKLİ  
DONDURARAK KONSANTRASYON YÖNTEMİ UYGULANMASI VE  
VERİM İLE FENOLİK MADDE İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

BEKTAŞ, Burcu

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Safiye Nur DİRİM

Ekim, 2017, 91 sayfa

Bu çalışmada santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin ayva, nar ve kara havuç sularına uygulanması ve bu tekniğin konsantre ürünlerin belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu tekniğin kullanılması ile birlikte besleyici değeri ve duyuşsal özellikleri yüksek, fiziksel ve kimyasal kayıpları azaltılmış konsantre meyve ve sebze suyu üretimi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, taze sıkılmış ayva (12.9°Briks), nar (15.1°Briks) ve kara havuç (10.6°Briks) suları santrifüj tüplerine doldurulmuş ve statik dondurucuda dondurulmuştur. Donmuş örnekler 25°C’de, 4500 rpm’de 35 dakika santrifüj edilmiştir. Buz fazdan ayrıldıktan sonra elde edilen konsantre çözelti aynı koşullarda tekrar dondurulmuştur ve aynı işlemler tekrar edilmiştir (döngü). Her döngü için, toplam suda çözünür kuru madde içeriği, pH ve renk değerleri, toplam fenolik madde miktarı, C vitamini içeriği, antioksidan kapasite (DPPH), erime fraksiyonu, konsantrasyon yüzdesi, konsantrasyon verimi ve geri kazanılan sıvı miktarı hesaplanmıştır.

Ayva suyu için birbirini izleyen iki döngü, nar ve kara havuç suları için ise üç döngünün sonuçlarına göre, buz fazdan ayrıldıktan sonra geri kalan çözelti miktarı azalmıştır. Toplam suda çözünür kuru madde içeriğinin artmasına karşılık, konsantrasyon verimi azalmış ve bu aşamadan sonra bir döngü daha yapılması verimli bulunmamıştır. Ayva, nar ve kara havuç suları için konsantrasyon yüzdesi  $54.40 \pm 8.66$ ,  $85.61 \pm 4.16$ ,  $67.34 \pm 4.54$  olarak hesaplanmıştır ve geri kazanılan sıvı miktarı 0.70, 0.63 ve 0.73 kg/kg'e ulaşmıştır. Döngü sayısının artmasıyla, toplam fenolik madde miktarı, C vitamin ve antioksidan kapasite azalmıştır. Döngüler sonunda ayva suyunun toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği sırasıyla 776.11 mg GAE/L ve 1021.45 mg/L, nar suyunun 2834.06 mg GAE/L ve 724.59 mg/L, kara havuç suyunun ise 2171.64 mg GAE/L ve 1174.37 mg/L olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** ayva suyu, nar suyu, kara havuç suyu, dondurarak konsantrasyon, santrifüj, kalite özellikleri

**ABSTRACT****THE INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FREEZE  
CONCENTRATION ASSISTED BY CENTRIFUGATION ON THE YIELD  
AND PHENOLIC CONTENT OF QUINCE, POMEGRANATE AND  
BLACK CARROT JUICES**

BEKTAŞ, Burcu

MSc in Food Engineering

Supervisor: Assos. Prof. Dr. Safiye Nur DİRİM

October, 2017, 91 pages

The aim of this study was to apply “centrifugation assisted by block freeze concentration technique”, as a novel technique of concentration process, on quince, pomegranate and black carrot juices and to investigate the effects of this novel technique on the quality properties of concentrated juices. Moreover, with the use of this technique it was aimed to produce concentrated juices which have higher nutritional and sensory properties, reduced physical and chemical changes, longer storage and easy packaging properties.

For this purpose, fresh squeezed quince (12.9°Bx), pomegranate (15.1°Bx) and black carrot (10.6°Bx) juices were filled in centrifuge tubes and frozen in a static freezer. Frozen samples were centrifuged at 4500 rpm for 35 min at 25°C. The concentrated solution which was obtained after the removal of formed ice by filtration was frozen again at the same conditions and the same processes were repeated (cycle). The total solid soluble content, pH, color values, total phenolic content, vitamin C, antioxidant capacity (DPPH), the thawing fraction, percentage of concentrate, efficiency of concentration and recovered solute values were calculated for each cycle.

According to the results of the successive two cycles for quince juice and three cycles for pomegranate and black carrot juices, the amount of remaining solutions after the removal of ice content decreased and in contrary to increase in total soluble solid content, the concentration efficiency decreased. For this reason the concentration cycles were not repeated anymore. The percentage of concentrate was calculated  $54.40 \pm 8.66\%$ ,  $85.61 \pm 4.16\%$ ,  $67.34 \pm 4.54\%$  and the recovered solute values reached to 0.70, 0.63 and 0.73 kg/kg for quince, pomegranate and black carrot juices. By increasing the number of the cycles, the total phenolic and vitamin C content and antioxidant capacity decreased. After the cycles, total phenolic content and vitamin C content calculated for quince juice 776.11 mg GAE/L and 1021.45 mg/L, for pomegranate juice 2834.06 mg GAE/L and 724.59 mg/L, for black carrot juice 2171.64 mg GAE/L and 1174.37.

**Keywords:** quince juice, pomegranate juice, black carrot juice, freeze concentration, centrifugation, quality properties

## TEŞEKKÜR

Lisans tez çalışmamdan, yüksek lisans öğrenimim süre ve tez çalışmam boyunca değerli fikirlerini, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, araştırmalarımın her aşamasında bilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, hiçbir zaman ilgi ve desteğini esirgemeyen, hayatımda önemli bir yere sahip olan, öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Safiye Nur DİRİM'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini benden esirgemeyen sevgili oda arkadaşım İpek SÖZER'e, yüksek lisans arkadaşlarım Hira YÜKSEL ve Tuğçe TÜRKOĞLU'na, Meryem TALİH'e ve asistan hocam Ar. Gör. Gülşah ÇALIŞKAN KOÇ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında santrifüj cihazının kullanımındaki yardımlarından dolayı sevgili hocam Doç. Dr. İlkin YÜCEL ŞENGÜL'e, teknisyen Figen BECERİK ve Tülay ÜZEL'e çok teşekkür ederim.

Hayatları boyunca maddi ve manevi desteklerini üzerimden esirgemeyen, bu konuma gelmem de en büyük pay sahibi olan, her koşulda yanımda olan canım annem Gülsen BEKTAŞ, canım babam Ertan BEKTAŞ ve canım kardeşim Erhan BEKTAŞ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan Selahattin Can PARLAK'a çok teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                                                         | vii  |
| ABSTRACT .....                                                                     | ix   |
| TEŞEKKÜR .....                                                                     | xi   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                              | xv   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                            | xvii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                                      | xix  |
| 1. GİRİŞ.....                                                                      | 1    |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....                                                           | 4    |
| 2.1 Ayva .....                                                                     | 4    |
| 2.2 Yapılan Çalışmalar .....                                                       | 4    |
| 2.3 Nar .....                                                                      | 6    |
| 2.3.1 Yapılan Çalışmalar .....                                                     | 7    |
| 2.4 Kara Havuç .....                                                               | 9    |
| 2.4.1 Yapılan Çalışmalar .....                                                     | 11   |
| 2.5 Dondurarak Konsantrasyon Tekniği.....                                          | 11   |
| 2.5.1 Süspansiyon Dondurarak Konsantrasyon .....                                   | 14   |
| 2.5.2 Film Dondurarak Konsantrasyon .....                                          | 16   |
| 2.5.3 Blok Dondurarak Konsantrasyon .....                                          | 18   |
| 2.5.3.1 Blok Dondurarak Konsantrasyonu Destekleyici Teknikler .....                | 24   |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....                                                         | 28   |
| 3.1 Materyal.....                                                                  | 28   |
| 3.2 Yöntem.....                                                                    | 28   |
| 3.2.1 Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Uygulaması ..... | 28   |
| 3.2.2 Analiz Yöntemleri.....                                                       | 29   |
| 3.2.2.1 Fiziksel Analizler.....                                                    | 29   |
| 3.2.2.1.1 Suda çözünür kuru madde (°Briks):.....                                   | 29   |
| 3.2.2.1.2 Renk değeri: .....                                                       | 29   |
| 3.2.2.1.3 pH: .....                                                                | 30   |
| 3.2.2.2 Kimyasal Analizler .....                                                   | 30   |
| 3.2.2.2.1 Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi: .....                              | 30   |
| 3.2.2.2.2 C Vitamini Analizi:.....                                                 | 31   |

## İÇİNDEKİLER (devam)

|           |                                                                               |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2.2.3 | Antioksidan Kapasite Analizi (DPPH): .....                                    | 31 |
| 3.2.2.3   | Hesaplamalar.....                                                             | 32 |
| 3.2.2.3.1 | Erime Kesri ( $f$ ): .....                                                    | 32 |
| 3.2.2.3.2 | Konsantrasyon Yüzdesi (PC): .....                                             | 33 |
| 3.2.2.3.3 | Konsantrasyon Verimi ( $\eta$ ): .....                                        | 33 |
| 3.2.2.3.4 | Geri Kazanılan Sıvı Miktarı (Y): .....                                        | 33 |
| 4.        | BULGULAR ve TARTIŞMALAR .....                                                 | 34 |
| 4.1       | Taze Ayva, Nar ve Kara Havuca Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları ..... | 35 |
| 4.2       | Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularının Başlangıç Analiz Sonuçları .....            | 36 |
| 4.3       | Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Değerlendirilmesi | 38 |
| 4.5.1     | Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları.....                                   | 47 |
| 4.5.2     | C Vitamini Analizi Sonuçları .....                                            | 50 |
| 4.5.3     | Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları.....                                    | 53 |
| 5.        | SONUÇLAR.....                                                                 | 65 |
| 6.        | KAYNAKLAR DİZİNİ.....                                                         | 68 |
| 7.        | ÖZGEÇMİŞ.....                                                                 | 82 |
| 8.        | EKLER .....                                                                   | 1  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| ŞEKİLLER |                                                                                                                                                                      | SAYFA |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1      | Dondurarak konsantrasyon teknikleri .....                                                                                                                            | 14    |
| 2.2      | Süspansiyon dondurarak konsantrasyon sistemi .....                                                                                                                   | 15    |
| 2.3      | Tabaka film dondurarak konsantrasyon sistemi .....                                                                                                                   | 17    |
| 2.4      | Dikey aşamalı dondurarak konsantrasyon sistemi.....                                                                                                                  | 17    |
| 2.5      | Boru biçimindeki aşamalı dondurarak konsantrasyon sistemi.....                                                                                                       | 17    |
| 2.6      | Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin sistemi.....                                                                                                                | 19    |
| 3.1      | Konsantre ayva, nar ve kara havuç sularının üretim akış şeması .....                                                                                                 | 29    |
| 4.1      | Ayva suyu (a, d), nar suyu (b, e) ve kara havuç suyunun (c, f) her döngü sonundaki konsantre ve buz faz için suda çözünür kuru madde içerikleri ve ağırlıkları ..... | 39    |
| 4.2      | Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının toplam fenolik madde miktarları .....                                                                                  | 50    |
| 4.3      | Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının C vitamini içerikleri.....                                                                                             | 52    |
| 4.4      | Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının % inhibisyon değerleri .....                                                                                           | 56    |
| 4.5      | Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) değerleri .....                                                           | 57    |

## ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

### ŞEKİLLER

### SAYFA

|     |                                                                                                                                                                                                          |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6 | Ayva suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon<br>.....       | 59 |
| 4.7 | Nar suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon<br>.....        | 61 |
| 4.8 | Kara havuç suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon<br>..... | 63 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

| ÇİZELGELER                                                                                                               | SAYFA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1 Ayvanın kimyasal bileşimi .....                                                                                      | 5     |
| 2.2 Nar sularının bazı bileşim ögeleri ve özellikleri .....                                                              | 8     |
| 2.3 Kara havuç sebzesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....                                                    | 10    |
| 2.4 Süspansiyon dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar .....                                   | 15    |
| 2.5 Film dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılan bazı çalışmalar .....                                     | 18    |
| 2.6 Süt ve süt ürünlerinin blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar....                       | 19    |
| 2.7 Bazı meyve suları ve kahve ekstraktlarının blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar ..... | 22    |
| 2.8 Vakum destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yapılmış çalışmalar .....                                   | 25    |
| 2.9 Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yapılmış çalışmalar .....                               | 26    |
| 4.1 Taze ayva, nar ve kara havucun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....                                           | 36    |
| 4.2 Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç fiziksel analiz sonuçları .....                                          | 37    |
| 4.3 Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç kimyasal analiz sonuçları .....                                          | 38    |

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

| ÇİZELGELER | SAYFA                                                                                                               |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4        | Her döngü için geri kazanılan sıvı miktarı, konsantrasyon yüzdesi, konsantrasyon verimi ve erime fraksiyonu.....    | 42 |
| 4.5        | Ayva, nar ve kara havuç sularının her döngü sonundaki fiziksel özellikleri .....                                    | 46 |
| 4.6        | Antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği arasındaki korelasyon katsayıları ..... | 58 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

## Simge ve Kısaltmalar

## Açıklamalar

 $L^*$ 

Parlaklık

 $a^*$ 

Kırmızılık/Yeşillik

 $b^*$ 

Sarılık/Mavilik

DPPH

1,1-difenil-2-pikrilhidrazil

TEAC

Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite

FRAP

Demir (III) İyonu İndirgenmesine Dayalı  
Antioksidan Gücü

GAE

Gallik Asit Eşdeğeri

 $rpm$ 

Dakikadaki Devir Sayısı

SÇKM

Suda Çözünür Kuru Madde

 $g$ 

Gram

 $mg$ 

Miligram

 $kg$ 

Kilogram

 $ml$ 

Mililitre

 $L$ 

Litre

 $nm$ 

Nanometre

 $\mu mol$ 

Mikromol

 $cm$ 

Santimetre

 $s$ 

Saniye

 $dak$ 

Dakika

 $sa$ 

Saat



## 1. GİRİŞ

Ayva (*Cydonia oblonga*), günümüzde Asya ve Avrupa'nın güneyinde, Afrika, Uzak Doğu, Avusturalya ve Güney Amerika'da yetiştirilmektedir (Brunn, 1963). Buruk tadı ve sert yapısı sebebiyle çiğ olarak tüketimi çok yaygın olmayan ayva meyvesi, daha çok reçel, marmelat, pişirilmiş tatlı gibi işlenmiş olarak tüketilmektedir. Ayva meyvesi, aynı sınıfta bulunan elma ve armut gibi vitamin, mineral, pektin bakımından zengin bir meyvedir (Çiftçi, 1999; Hamauzu et al., 2006; Silva et al., 2002). Silva et al. (2002)'nin yaptığı bir çalışmaya göre ayva meyvesinin fenolik asitler, flavonoidler ve organik asitler yönünden iyi bir kaynak olduğu belirtilmiştir.

Bilinen en eski meyve türlerinden biri olan narın (*Punica granatum*) anavatanı bazı kaynaklara göre Güney ve Güney-Batı Asya, bazı kaynaklara göre ise İran, Afganistan, Anadolu ve Güney Kafkasya'dır (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978; Larue, 1980; Onur, 1982; Elyatem and Kader, 1984; Saxena et al., 1987; Godara and Godara, 1991). Türkiye, dünya nar üretiminde 4. sırada yer almaktadır. Narın yenen kısmında önemli oranda asit, şeker, vitamin, polisakkarit, polifenol ve mineraller bulunmaktadır (Al-Maiman and Ahmad, 2002; Vardin and Fenercioğlu, 2003). Ayrıca fenolik bileşiklerce çok zengin bir meyve olan nara ve bu değerli üründen elde edilen meyve suyu ve konsantrelerine olan ilgi son yıllarda oldukça artmıştır (Turfan, 2008).

Ülkemizde daha çok Çukurova ve Konya yörelerinde yetiştirilmekte olan Kara havuç (*Daucus carota L.*), tüketimi çok fazla olmamakla birlikte yerel bir içeceğimiz olan şalgam suyunun üretiminde kullanılmaktadır. Şalgam suyunun tipik kırmızı-mor rengi kara havuçtan gelen pigmentlerden kaynaklanmaktadır (Özler ve Kılıç, 1995; Uysal, 2000).

Çeşitli meyve ve sebzelerin üretim sezonlarının kısa olması, büyük miktarda işlenmesi ve bunların ambalajlara doldurulması çok büyük dolum ve depolama tesisleri gerektirmektedir. Günümüzde en yaygın ve önemli muhafaza

yöntemlerinden biri meyve ve sebze sularının konsantre edilmesidir. Uygulanacak olan konsantre etme işlemiyle meyve ve sebze suyunda bulunan suda çözünür kuru madde içeriği değişik yöntemlerle yükseltilmekte ve böylece elde edilen konsantre ürünler kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan daha stabil bir yapı göstermekle birlikte aynı zamanda depolama ve taşıma hacmi de azaltılmaktadır. Konsantre etme işlemiyle meyve ve sebze suları sadece mikrobiyolojik stabilite kazanmamakta, ayrıca; ambalajlama, depolama ve taşıma giderleri de önemli ölçüde azaltılmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde sıvı haldeki hammaddelerin ya da ekstraktların konsantre edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Konsantre etme işlemi sayesinde sıvı haldeki gıdalarda çözünür madde konsantrasyonu dolayısıyla da ozmotik basınç artmakta, bu gıdalar bozulmadan uzun süre muhafaza edilebilmekte ve kurutma gibi daha sonraki işlem basamaklarına hazır hale gelmektedir (Dinçer ve Topuz, 2009). Sıvı haldeki gıdaların ve ekstraktlarının konsantre edilmesinde genel olarak evaporasyon, ters osmoz ve dondurarak konsantrasyon olmak üzere üç farklı teknik kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan konsantrasyon işlemi çoğunlukla vakum altında ısı yüklemesiyle gerçekleştirilen evaporasyondur. Ancak evaporasyon özellikle ısıya duyarlı gıdaların konsantrasyonunda önemli sorunlara neden olmaktadır. Dondurarak konsantrasyon işlemi ise düşük sıcaklıklarda gerçekleştirildiği için ürün kalitesinde daha az değişime neden olmakta dolayısıyla aroması zengin, ısıya ve oksidatif bozulmalara hassas gıdaların konsantre edilmesinde avantajlı bir yöntem olarak görülmektedir (Deshpande et al., 1984).

Dondurarak konsantrasyon tekniği, dondurulmuş çözeltiden buz kristallerinin ayrılması ile daha konsantre bir ürün elde edilmesi işlemidir (Petzold et al., 2012). Dondurarak konsantrasyon tekniğinin, besleyici değeri yüksek ve sıcaklığa karşı hassas bileşenler içeren ürünlerin soğuk olarak konsantre edilmesinde avantajlı olduğu düşünülmektedir. Dondurarak konsantrasyon günümüzde meyve suyu, süt ve süt ürünleri, kahve, çay ve aroma ekstraktları, bira ve şarap gibi alkollü içecekler ve sirkenin konsantre edilmesinde kullanılmaktadır (Cemeroğlu, 2004; Zhang and Hartel, 1996; Braddock and Marcy, 1985).

Dondurarak konsantrasyon tekniğinin avantajlarına bakıldığında ise, işlem düşük sıcaklıkta gerçekleştirildiğinden gıdanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal

özellikleri korunmakta ve metallerin oksidasyonundan korozyon riskini azalttığı için bakım maliyetleri de azalmaktadır. Ayrıca mikrobiyal aktivite azalmakta, kapalı sistemler olduğundan oksidasyon ve denatürasyon önlenmektedir (Özkanlı, 2013).

Süspansiyon, film ve blok dondurarak konsantrasyon olmak üzere üç farklı dondurarak konsantrasyon tekniği vardır (Aider and de Halluex, 2009; Sanchez et al., 2011).

Çalışmada kullanılan ve literatürde donma-erime konsantrasyon olarak da tanımlanan blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin temel prensibi, sıvı gıdanın dondurulması daha sonra donmuş örneğin eritilmesi ile konsantre olarak ayrılan faz ile buz olarak ayrılan fazın birbirlerinden ayrılmasıdır (Petzold et al., 2015). Mikroorganizmalar (Widehem and Cochet, 2003; Watanabe and Arai, 1994), ultrason (Zheng and Sun, 2006), vakum ve santrifüj (Petzold and Aguilera, 2013) gibi destekleyici teknikler, blok dondurarak konsantrasyonda buz kristallerinin oluşumundaki homojenliği sağlamak ve etkin bir kristallenme gerçekleştirebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Destekleyici tekniklerden biri olan santrifüj, dondurarak konsantrasyon işleminde buz olarak ayrılan fazın yerçekimi kuvveti ile konsantre fazdan ayrılmasında bir alternatif oluşturmaktadır (Petzold and Aguilera, 2013).

Bu çalışmada, ayva, nar ve kara havuç sularına santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon yönteminin uygulanması ve konsantrasyon işleminin fenolik madde içeriği üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca besleyici ve duyuşal özellikleri korunmuş, kimyasal ve biyokimyasal değişimleri azaltılmış ürün elde edilmesi hedeflenmiştir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Ayva

Yumuşak çekirdekli meyveler grubunda olan ayva (*Cydonia oblonga*), Rosaceae familyasına ait altın sarısı renkte olan bir meyvedir (Özbek, 1978). Asya'nın güneyinde yetismeye başlayan ayva, günümüzde Avrupa'nın güneyi, Afrika, Uzak Doğu, Avusturalya ve Güney Amerika'da da yetiştirilmektedir ve Türkiye de ayva üretiminde önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır ve Marmara Bölgesi ayva yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı bölgedir (Brunn, 1963; Kaya et al., 2006).

Ayva meyvesi, meyve şekline göre elma biçiminde (maliformis) ve armut biçiminde (pyriformis) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Özbek, 1978). Armut biçimli ayva meyvesinin meyve eti yumuşak ve daha az taş hücresi içermektedir. Elma biçimindeki ayva meyvesi, meyveleri kuru, meyve eti sert ve armut biçimindekilere göre daha aromatiktir. Ayva meyvesi Ekim ayının sonunda hasat edilmekte ve uygun koşullarda Şubat ve Mart aylarına kadar depolanabilmektedir. Ekmek ayvası, şeker ayvası, limon ayvası, tekkes ayvası, bardak ayvası ve karaali ayvası bilinen en yaygın ayva çeşitlerindendir (Ağaoğlu vd., 1997).

Ayva meyvesinin etli kısmının sert olması ve karakteristik buruk tadı çiğ olarak tüketimini sınırlandırmaktadır. Ayva meyvesi günümüzde daha çok reçel, marmelat, pişirilmiş tatlı gibi işlenmiş olarak tüketilmektedir (Hamauzu et al., 2006).

### 2.2 Yapılan Çalışmalar

Ayva meyvesinin vitamin, mineral madde ve şeker açısından zengin, besleyici bir meyve olmasının yanı sıra lif, potasyum ve C vitamini açısından iyi bir kaynaktır (Moreira et al., 2008). Ayvanın kimyasal bileşimi Çizelge 2.1'de verilmiştir (Özçağiran vd. 2004).

**Çizelge 2.1.** Ayvanın kimyasal bileşimi (100g yenen kısımda) (Özçağıran vd. 2004)

| <b>Maddeler</b>             | <b>Ortalama değeri</b> | <b>Maddeler</b>         | <b>Ortalama değeri</b> |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Su (g)</b>               | 84.20                  | <b>Çinko (mg)</b>       | 0.50                   |
| <b>Protein (g)</b>          | 0.30                   | <b>Kükürt (mg)</b>      | 5.00                   |
| <b>Yağ (g)</b>              | 0.10                   | <b>Klor (mg)</b>        | 2.00                   |
| <b>Karbonhidrat (g)</b>     | 6.30                   | <b>Tiamin (mg)</b>      | 0.02                   |
| <b>Toplam Azot (g)</b>      | 0.05                   | <b>Riboflavin (mg)</b>  | 0.02                   |
| <b>Sodyum (mg)</b>          | 3.00                   | <b>B6 Vitamini (mg)</b> | 0.04                   |
| <b>Potasyum (mg)</b>        | 200.00                 | <b>C Vitamini (mg)</b>  | 15.00                  |
| <b>Kalsiyum (mg)</b>        | 14.00                  | <b>Toplam şeker (g)</b> | 6.30                   |
| <b>Magnezyum (mg)</b>       | 6.00                   | <b>Glukoz (g)</b>       | 2.30                   |
| <b>Fosfor (mg)</b>          | 19.00                  | <b>Früktöz (g)</b>      | 3.70                   |
| <b>Demir (mg)</b>           | 0.30                   | <b>Sakkaroz (g)</b>     | 0.30                   |
| <b>Bakır (mg)</b>           | 0.13                   | <b>Malik Asit (g)</b>   | 0.80                   |
| <b>Suda Çözünür Lif (g)</b> | 1.41                   |                         |                        |

Suqiyama et al. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli ayvalarda SÇKM içerikleri %12.17-16.13; titrasyon asitlik değerleri %0.60-1.29 ve indirgen şeker miktarları %8.44 olarak belirlenmiştir.

Tekintaş vd. (1991)'nin Van ve yöresindeki ayva meyveleri ile yaptıkları bir çalışmada SÇKM miktarlarını %14.10-14.70 arasında tespit edilmiştir.

Şen vd. (1993)'nin Tirebolu ilçesindeki ayva meyveleri ile yaptıkları çalışmada SÇKM içeriklerinin %12.17-16.13; pH değerlerinin 3.06-3.30 ve titrasyon asitlik değerlerinin %0.81- 1.29 olduğu belirlenmiştir.

Ercişli vd. (1999)'nin Erzurum yöresine ait ayva çeşitleri ile yaptıkları çalışmada; pH değerlerinin 3.79-4.06; titrasyon asitliğinin %0.79-2.06; toplam şeker %10.18-12.08, indirgen şeker %8.15-9.31 ve sakaroz miktarlarının %1.93-2.64; suda çözünür kuru madde miktarlarının (SÇKM (°Briks)) %13.75-15.80 ve C vitamini içeriğinin ise 2.15-16.50 mg/100 g arasında olduğu belirtilmiştir.

Silva et al. (2002) ve Hamauzu et al. (2006) yaptıkları çalışmalarda ayvanın yüksek miktarda fenolik bileşen içerdiği belirtilmiştir. Ayrıca ayva meyvesinin yüksek miktarda pektin içeriği (% 0.82-1.20) ile de önemli bir diyet lif kaynaklarından biridir (Çiftçi, 1999).

Hamauzu et al. (2006)'nin yaptıkları çalışmada ayvanın meyvesinin fenolik madde profili incelenmiş ve yapısındaki fenolik maddelerin, prosiyanidin polimerleri ve hidroxyinnamic türevleri olduğu belirtilmiştir.

### 2.3 Nar

Nar meyvesi (*Punica granatum L.*), Punicaceae familyasının Punica cinsine ait olan en eski meyve türlerinden biridir (Onur, 1982). Çok yıllık bir bitki olan, genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen nar meyvesinin anavatanı bazı kaynaklara göre Güney ve Güney-Batı Asya iken, bazı kaynaklarda da İran, Afganistan, Anadolu ve Güney Kafkasya olarak belirtilmektedir (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978; Larue, 1980; Onur, 1982; Elyatem and Kader, 1984; Saxena et al., 1987; Godara and Godara, 1991). Nar meyvesi, son yıllarda gıda teknolojisindeki üretim, depolama ve taşıma alanlarında görülen önemli gelişmeler sonucu daha fazla tanınmaya başlayan, üretimi, tüketimi ve ticareti yıldan yıla artan bir meyve olmuştur (Dokuzoğuz ve Mendilcioğlu, 1978; Onur, 1988; Yılmaz ve Çetiner, 1993; Yılmaz, 2000; Vardin, 2000).

Nar meyvenin yaklaşık olarak %52'sini yenebilen kısım oluşturmakta, nar danelerinin de %78'i meyve eti ve %22'si ise çekirdekten oluşmaktadır (Kulkarni and Aradhya, 2005). Nar danelerinin 100 gramında; %79 su, %18 karbonhidrat, %1.1 protein ve %0.9 yağ olduğu ve 70 kcal enerji verdiği bildirilmektedir (Rieger, 2006).

Nar meyvesinin özellikle antosiyanince zengin bir meyve olduğu bilinmektedir. Nar suyunda, siyanidin-3-glikozit (Cy-3-G), delfinidin-3-glikozit (Dp-3-G), pelargonidin- 3-glikozit (Pg-3-G), siyanidin-3-5- diglikozit (Cy-3-5-DG), delfinidin-3-5diglikozit (Dp-3-5-DG) ve pelargonidin-3-5- diglikozit (Pg-3-5-DG) gibi antosiyaninler bulunmaktadır (Du et al., 1975; Gil et al., 1995; Hernandez et al., 1999; Melgarejo et al., 2000).

Nar meyvesinin, çeşide bağı olarak kabuk oranı ve tane oranı değışmekle birlikte, başlıca wonderful, mollar, tendrol, schahvar, robab, beynar, zehri, gabsi ve ülkemizde en fazla yetiştirilen ve ihraç edilen hicaznar gibi 50'ye yakın çeşidi vardır (Tufan, 2008).

Nar meyvesinin yapısında bulunan biyoaktif bileşenlerden dolayı, son yıllarda hem ülkemizde hem de tüm dünyada “nar meyvesine ve bu meyveden elde edilen ürünlere olan ilgi artmıştır. Ülkemizdeki nar yetiştiriciliğinin hızla yayılması ve narın meyve suyuna işlenmesindeki artışlar da bu talebi doğrulamaktadır.

### 2.3.1 Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde Akdeniz Bölgesinde yürütölen bir çalışmada, nar meyvesi tatlı, ekşi ve mayhoş narlar olmak üzere üç farklı pomolojik gruba ayrılmıştır. Tatlı nar meyvesi; meyveleri orta irilikte, titrasyon asitliği %1'den az, meyve kabuğı ince ve zemin yeşil-sarı renkli, meyve daneleri genellikle sarı-beyaz pembe renklidir. Buna karşılık iri, küçük çekirdekli ve suludur. ‘Çekirdeksiz’ olarak tabir edilen çeşitlerin tamamı tatlı nar grubunun içinde yer almaktadır. Ekşi narlar; meyveleri küçük, titrasyon asitliği %2'den yüksek, meyve kabuğı kalın ve rengi sarı zemin üzerinde büyük oranda kırmızıdır. Meyve daneleri küçük ve koyu kırmızı renkli ve çekirdekleri iri ve çok serttir. Mayhoş narlar; çok iri meyveli olmaları dışında genel olarak tatlı ve ekşi narların yukarıda belirtilen özelliklerini orta derecede göstermekte ve titrasyon asitliği %1-2 arasında değışmektedir (Onur, 1988).

Guo et al., (2003) nar kabuklarından elde edilen ekstraktın (249.4 mg/L), pulptan elde edilen ekstrakta (24.4 mg/L) göre yaklaşık 10 kat daha fazla toplam fenolik madde içerdığı saptanmıştır.

Narların kimyasal kompozisyonu; yetiştirme bölgesine, iklime, olgunluğa, kültürel uygulamalara ve depolamaya bağlı olarak değişmektedir. Nar meyvesinin bileşimine yönelik yapılan en kapsamlı araştırma, Cemeroğlu vd. (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, değişik yörelerden temin edilen 120 farklı nar örneğinden, kabukları ile preslenerek elde edilen nar sularında bazı bileşim öğeleri belirlenmiştir (Çizelge 2.2). Bu çalışmada narların bileşim öğelerinin örnekler arasında çok geniş aralıklarda değiştiği saptanmıştır. Örneğin, bazı örneklerde titrasyon asitliği 2 g/L gibi düşük bir değer iken, bazı örneklerde bu değer 55.20 g/L'ye kadar ulaştığı saptanmıştır.

**Çizelge 2.2.** Nar sularının bazı bileşim öğeleri ve özellikleri (Cemeroğlu vd., 2004).

| Bileşen/Özellik          | Ortalama | Maksimum | Minimum |
|--------------------------|----------|----------|---------|
| pH                       | 3.53     | 4.41     | 2.40    |
| Titrasyon asitliği (g/L) | 8.58     | 55.20    | 2.00    |
| Sitrik asit (g/L)        | 5.47     | 32.80    | 0.28    |
| Malik asit               | 0.87     | 2.83     | 0.00    |
| Briks (%)                | 16.30    | 18.70    | 13.20   |
| İndirgen şeker (g/L)     | 153.20   | 194.20   | 110.40  |
| Glukoz (g/L)             | 64.80    | 82.70    | 47.10   |
| Fruktoz (g/L)            | 71.50    | 97.80    | 51.70   |

Karadeniz et al. (2005), farklı meyvelerle (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) yaptıkları çalışmada, meyvelerin toplam fenolik madde ve flavonoid içerikleri değerlendirilmiş ve nar meyvesinin toplam fenolik içeriğinin  $2408 \pm 38.90$  (mg kateşin/ kg) ve toplam flavonoid içeriğinin  $459 \pm 67.00$  (mg kateşin/ kg) olduğunu belirlemişlerdir.

Özgen et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin güney bölgesinde yetiştirilen narların kimyasal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir.

Nar sularının toplam fenolik madde içeriklerinin 1245-2076 mg GAE/L, toplam monomerik antosiyanin içeriğinin ise siyanidin-3-glikozit cinsinden 6.12-219 mg/L arasında olduğunu belirtmişlerdir. Antioksidan aktivite değerlerini ise TEAC metodu ile 4.73–7.70 mmol TE/L; FRAP metodu ile 4.63-10.9 mmol TE/L aralığında tespit etmişlerdir.

Kipri (2010)'nin yapmış olduğu çalışmada Hicaz nar çeşidinin SÇKM içerikleri %15.13-17.20 arasında değişmektedir. Yapılan bu çalışmada, depolama süresince SÇKM içerikleri, titrasyon asitliği ve antosiyanin miktarı azalmakta, pH değerleri artmaktadır.

Tehranifar et al. (2010) İranda yetişen 20 farklı nar çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada narların toplam fenolik içeriğini 295.79-985.37 mg/100g aralığında; toplam antosiyanin içeriğini 5.56-30.11 mg/100g aralığında antioksidan aktivitelerini ise % 15.59-35.6 aralığında bulmuşlardır.

## 2.4 Kara Havuç

Apiaceae familyasından olan havuç sebzesi (*Daucus carota*), koni biçimindeki etli kökü için sebze olarak yetiştirilen iki yıllık otsu bir kültür bitkisidir. A, C, B1, B2 B6 ve B12 vitaminlerince ve  $\beta$  karotene zengin olan havuç, çiğ, pişmiş, konserve, kurutulmuş, meyve suyu olarak tüketilebilmektedir (Kumar et al., 2012; Doymaz, 2013). Havucun anavatanı Afganistan ve Pakistan olmasına rağmen havuç dünyanın her yerinde üretilmekte ve tüketilmektedir (Safadi, 2008). 100 gram havuç ortalama 42 kalori olmakta, 8 g karbonhidrat, 1 g protein, 0.03 g yağ, 35 mg kalsiyum, 0.9 mg demir, 0.06 mg B<sub>1</sub> vitamini, 0.04 mg B<sub>2</sub> vitamini, 0.6 mg niasin ve 5 mg C vitamini içermektedir (Baysal, 1999).

Havuç sebzesi botanik sınıflandırmaya göre; Türkiye, Hindistan, Mısır, Afganistan ve Pakistan'da geleneksel olarak yetiştirilen antosiyanin (doğuya ait) grubu (*Daucus caruta* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) ve dünya genelinde yetiştirilen karoten (batıya ait) grubu (*Daucus caruta* ssp. *sativus* var. *sativus*) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Pistrick, 2001; Kammerer et al., 2004; Tangüler ve Erten, 2009). Antosiyanin grubunda yer alan kara havuç (*Daucus*

*carota L.*), Apiaceae familyasına ait, kökleri yenebilen iki yıllık bir kültür sebzesidir. Yenilebilen etli kökler birinci yıl, çiçek ve tohumları ise ikinci yılda yetişmektedir (Bayraktar, 1970). Kara havucun Türkiye’de en önemli üretim bölgesi İç Anadolu bölgesi olup, Konya’nın Ereğli ve Karapınar ilçeleri en önemli üretim yeridir (İyiçınar, 2007).

Havuçların bileşimi çeşitli yetiştirme koşulları ve iklime göre değişmektedir (Deryaoğlu, 1990). Çizelge 2.3’te kara havuca ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler verilmiştir.

**Çizelge 2.3** Kara havucun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| <b>Fiziksel ve Kimyasal Özellikler</b>                          | <b>Miktar</b>    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>pH</b> (Özkan, 2005)                                         | 6.02             |
| <b>SÇKM</b> (Demir, 2010)                                       | %11.62           |
| <b>Glikoz</b> (Kammerer et al., 2004; Erten ve Tangüler, 2010)  | 1.10-5.60 g/100g |
| <b>Früktöz</b> (Kammerer et al., 2004; Erten ve Tangüler, 2010) | 1.0-4.36 g/100g  |
| <b>Demir</b> (Deryaoğlu, 1990)                                  | 4-5 mg/kg        |
| <b>Potasyum</b> (Deryaoğlu, 1990)                               | 1790-2220 mg/kg  |
| <b>Fosfor</b> (Deryaoğlu, 1990)                                 | 252-310 mg/kg    |
| <b>Kalsiyum</b> (Deryaoğlu, 1990)                               | 478-650 mg/kg    |
| <b>Sodyum</b> (Deryaoğlu, 1990)                                 | 298-447 mg/kg    |

Günümüzde yapay gıda renklendiricilerinin kullanımı kısıtlanması ve doğal gıda renklendiricilerine talep artışı nedeniyle gün geçtikçe kara havuca olan talep de artmaktadır (Kammerer et al., 2004; Erten et al., 2008).

### 2.4.1 Yapılan Çalışmalar

Özdemir (1995)'in yaptığı bir araştırmada havuç suyunun pH değerinin 6.13 ve toplam titrasyon asitliği değerinin sitrik asit cinsinden 0.55 g/L olduğu belirlenmiştir.

Özkan (2005)'nin yapmış olduğu Bilimsel Araştırma Projesi çalışması sonucunda kara havuç suyunun SÇKM içeriğini 10.75°Briks, pH değerini 6.02 ve askorbik asit içeriğini ise 26.40 mg/100 ml olarak belirlenmiştir.

Demir (2010)'in yapmış olduğu tez çalışmasında kullanılan kara havucun SÇKM içeriğinin %11.62, toplam fenolik madde miktarının 1653.3 mg GAE/100 g, L\* değerinin (parlaklık) 13.91, a\* değerinin (kırmızılık/yeşillik) 3.84 ve b\* (sarılık/mavilik) değerinin ise 1.13 olduğunu belirtilmiştir.

Süzme et al., (2014) yılında yaptıkları çalışmada, endüstriyel kara havuç suyu üretiminin fenolik madde profili ve antioksidan kapasiteye etkisi incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, kullanılan taze kara havuç örneği %87.3 nem içeriğine, 2526 mg GAE/100 g kuru baz fenolik madde içeriğine ve 3887 µmol TEAC/100g antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Kara havuç suyu başlangıçta 4095 mg GAE/100 g kuru bazda fenolik madde içeriği ve 4654 µmol TEAC/100g antioksidan kapasiteye olduğu, ancak kara havuç suyunun vakum evaporasyon tekniği ile konsantre edildikten sonra fenolik madde içeriğinin 770 mg GAE/100 g kuru bazda ve antioksidan kapasitenin ise 1267 µmol TEAC/100g olduğu belirtilmiştir.

### 2.5 Dondurarak Konsantrasyon Tekniği

Çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde sıvı haldeki hammaddelerin ya da ekstraktlarının konsantre edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlem sayesinde sıvı haldeki gıdalarda suda çözünür madde konsantrasyonu dolayısıyla ozmotik basınç artmakta ve bu gıdalar bozulmadan uzun süre muhafaza edilebilmekte ve kurutma gibi daha sonraki işlem basamaklarına hazır hale gelmektedir (Dinçer ve Topuz, 2009).

Konsantrasyon tekniği, gıdanın yapısında bulunan suyun miktar olarak azaltılması şeklinde tanımlanabilmektedir (Ramteke et al., 1993). Meyve ve sebze suları fazla miktarda suyu yapılarında bulundurmaktadır ve üretim sezonlarının kısa olması, büyük miktarda işlenmesi ve bunların ambalajlara doldurulmaları çok büyük dolum ve depolama tesisleri gerektirmektedir. Günümüzde en yaygın ve önemli muhafaza yöntemlerinden biri meyve ve sebze sularının konsantre edilmesidir. Uygulanacak olan konsantre etme işlemiyle meyve ve sebze suyunda bulunan suda çözünür kuru madde içeriği yükseltilmekte ve böylece elde edilen konsantre ürünler kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan daha stabil bir yapı göstermekte ve aynı zamanda depolama ve taşıma hacmi azaltılmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

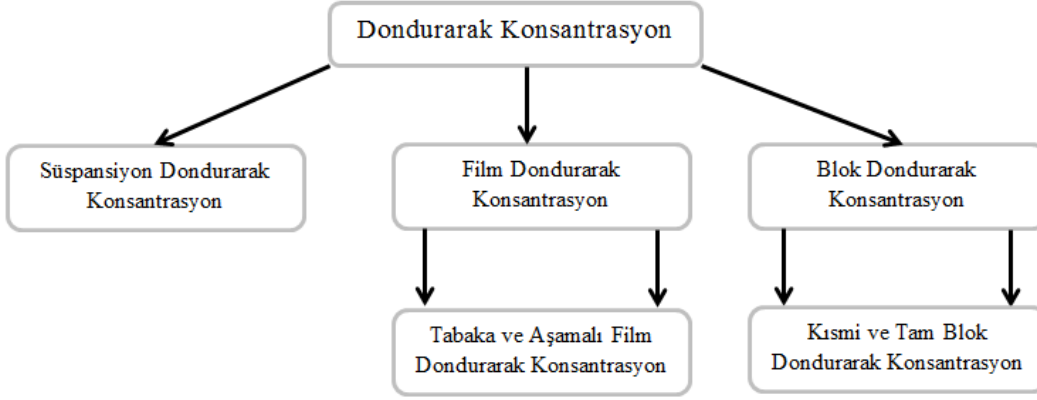
Sıvı haldeki gıdalardan ve ekstraktlardan suyun uzaklaştırılması için evaporasyon, ters osmoz ve dondurarak konsantrasyon gibi farklı konsantrasyon teknikleri kullanılmaktadır (Thijssen, 1975). Günümüzde meyve ve sebze suyu konsantresi üretimi daha çok ısı yüklemesiyle gerçekleştirilen evaporasyon tekniğidir. Ancak bu teknik sıcaklığın etkisine bağlı olarak meyve ve sebze sularında karakteristik taze lezzet ve besinsel özelliklerinde kayıplar, renk bozulması ve pişmiş tat gibi olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu ürünlerde özellikle aroma bileşenlerindeki kayıpların azaltılabilmesi için konsantrasyondan önce aroma maddeleri meyve ve sebze sularından ayrılmakta, konsantre edildikten sonra bu şekilde depolanmakta ve rekonstitüsyon işlemi sırasında tekrar ürüne ilave edilmektedir. Ancak aroma maddelerindeki kayıpların azaltılabilmesi için uygulanan tüm bu işlemler artı bir maliyeti beraberinde getirmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001; Acar vd., 2009; Onsekizoğlu, 2012; Onsekizoglu, 2013). Ayrıca uygulanan bu ısısal teknikler hidroksimetil furfural (HMF) veya furan gibi bir takım olası kanserojen bileşiklerin oluşumuna da neden olabilmektedir. Dolayısıyla meyve ve sebze sularının konsantrasyonunda hem iyi kalitede hem de güvenilir ürün üretimini sağlayan ısıl olmayan alternatif konsantrasyon teknikleri gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Onsekizoğlu, 2012; Onsekizoglu, 2013). Ters osmoz tekniğinde ise, serbest aminoasitler ve suda çözünür vitaminler gibi moleküller membranlardan geçerken zorlanmakta ve birikintilere neden olmaktadır. Bunun sonucunda membranların temizliği için sistem sürekli durdurulmakta ve bu işlem tekniğin seçimini sınırlandırmaktadır (Aider et al.,

2007). Dondurarak konsantrasyon tekniği diğer tekniklerle karşılaştırıldığında düşük sıcaklıklarda gerçekleştirildiği için konsantre ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinde daha az kayıplara neden olmaktadır (Deshpande et al., 1984).

Dondurarak konsantrasyon tekniğinin temel prensibi; dondurulmuş çözeltiden buz kristallerinin ayrılması ile konsantre bir ürün elde edilmesidir (Petzold et al., 2012). Dondurarak konsantrasyon tekniği protein, polifenol, suda çözünür vitaminler ve aromatik bileşenler gibi ısıya duyarlı ürünlerinin konsantre edilmesinde avantaj oluşturmakta ve bu ürünler bozulmadan uzun süre muhafaza edilebilmekte ya da kurutma gibi daha sonraki işlem basamaklarına hazır hale gelmektedir (Deshpande et al., 1982; Muller, 1967; Schwartzberg, 1990; Dinçer ve Topuz, 2009). Bu avantajlar dikkate alındığında birçok araştırmacı dondurarak konsantrasyon tekniğiyle süt, peynir altı suyu (Hartel and Chung, 1993), meyve suları (Aider and de Halleux, 2008a; Petzold et al., 2015; Palma et al., 2017a, b,c) ve tuzlu zeltiiler (Cesare and Maltini., 1993) gibi ürünleri konsantre etmişlerdir.

Dondurarak konsantrasyon tekniğin temel prensibi bilinmeden önce, İtalya’da soğuk kiş günlerinde şarabın dışarıda bırakılarak suyunun bir kısmının dondurularak uzaklaştırıldığı ve böylece şarabın alkol oranının arttırıldığı bilinmektedir (Deshpande et al., 1984; Cemeroğlu, 2004). Dondurarak konsantrasyon tekniği 1950 yılında kimya endüstrisinde p-ksilenin saflaştırılmasında kullanılmıştır. Gıda endüstrisinde ise ticari olarak ilk kez 1959 yılında sirkenin konsantre edilmesinde kullanılmıştır (Englezos, 1994).

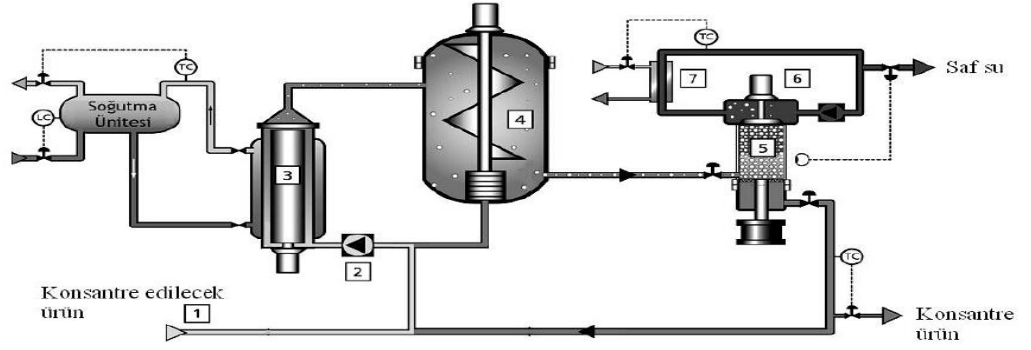
Dondurarak konsantrasyon, süspansiyon, film ve blok dondurarak konsantrasyon olmak üzere üç teknikten oluşmaktadır (Aider and de Halluex, 2009; Sanchez et al., 2011). şekil 2.1’de dondurarak konsantrasyon teknikleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Dondurarak konsantrasyon teknikleri (Aider and de Halluex, 2009; Sanchez et al., 2011).

### 2.5.1 Süspansiyon Dondurarak Konsantrasyon

Süspansiyon dondurarak konsantrasyon tekniği, buz kristallerinin oluşturulduğu bir kristalizatör (yüzey kazıyıcılı ısı değiştirici), buz kristallerinin geliştirildiği olgunlaşma tankı (rekristalizatör) ve buz kristallerinin konsantreden ayrıldığı ayırma birimi olmak üzere üç temel birimden oluşmaktadır (Van Weelden, 1994; Lee and Lee, 1998). Şekil 2.2’de süspansiyon dondurarak konsantrasyon tekniğinin sistemi verilmiştir. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, konsantre edilecek ürün besleme tankından kristalizatöre gönderilmekte, ürün kristalizatör yüzeyinde donmaya başlamakta ve yüzey kazıyıcılı ısı değiştiriciler ile yüzeyden kazınmaktadır. Elde edilen buz kristalleri ile sıvı süspansiyon bir sıvı oluşturmaktadır. Küçük buz kristalleri rekristalizatörde büyük buz kristalleri haline gelmektedir. Süspansiyondaki konsantre sıvı olgunlaşma tankının alt kısmından filtreli bir mekanizmayla ayrılırken buz kristalleri üzerindeki konsantrenin de ayrılması amacıyla ikinci bir ayırma işlemi uygulanmaktadır. Bu ayırma işleminde santrifüj, presli filtre veya yıkama kolonu kullanılmaktadır. Yıkama kolonları kristaller üzerinde kalan konsantrenin ayrılmasında uygulanan en yaygın sistemdir (Dinçer ve Topuz, 2009). Süspansiyon dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılmış olan çalışmalar Çizelge 2.4’de verilmiştir.



**Şekil 2.2.** Süspansiyon dondurarak konsantrasyon sistemi (1. Besleme, 2. Ürün devridaim pompası, 3. Yüzey kazıyıcılı ısı değiştirici, 4. Rekristalizatör, 5. Yıkama kolonu, 6. Buz eritici, 7. Buz kazıyıcı) (Anon, 2009)

**Çizelge 2.4.** Süspansiyon dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılan bazı çalışmalar

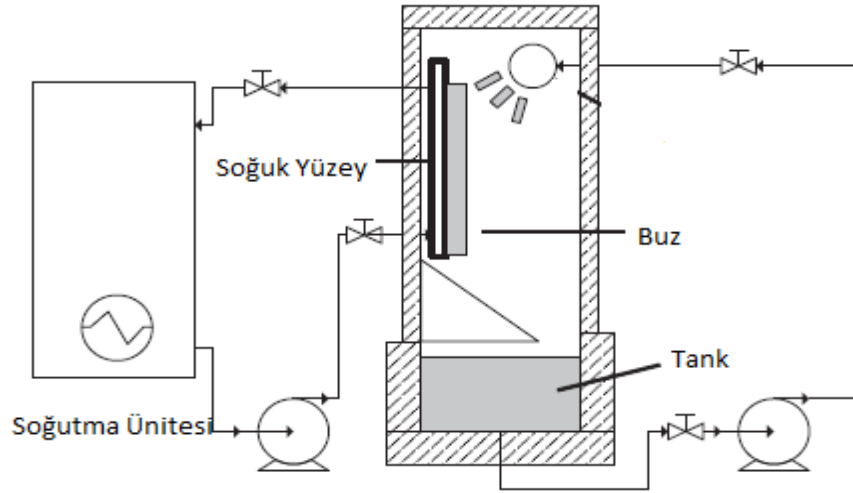
| Materyal      | Çalışmanın Amacı/İşlem Koşulları                                                                                                                      | Sonuçlar                                                                                                                                                                                                                                                      | Referans                 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Ananas Suyu   | Taze ananas suyuna dondurarak konsantrasyon tekniğini uygulanmak, pilot ölçekli işlem parametrelerinin ürün kalitesi üzerine etkilerini incelemektir. | Bu çalışmada, ananas suyu 14 °Briks'ten 40°Briks'e kadar konsantrasyon edilmiştir. Çözünür kuru madde içeriği, asitlik düzeyi, toplam şeker, askorbik asit içeriği, esmerleşme indeksi, renk ve viskozite analizlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. | Braddock and Marcy, 1985 |
| Portakal Suyu | Portakal suyuna dondurarak konsantrasyon tekniğinin uygulanması (-2 °C/30sa) ve tekniğin kalite özellikleri üzere etkisinin                           | Portakal suyu 14 °Briks'ten 45 °Briks'e kadar konsantrasyon edilmiştir. Portakal suyunun organoleptik ve besleyici bileşenlerdeki kayıplar dondurarak konsantrasyon                                                                                           | Braddock and Marcy, 1987 |

|  |                 |                                                                                                                     |  |
|--|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | incelenmesidir. | tekniki ile azaldığı belirtilmiştir. Dondurarak konsantrasyon tekniğı ile C vitamininde %4 kayıp meydana gelmiştir. |  |
|--|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

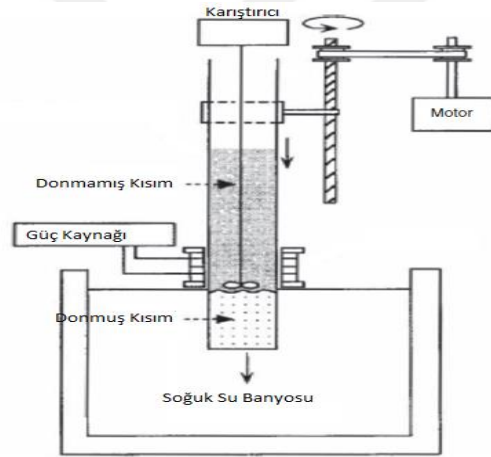
### 2.5.2 Film Dondurarak Konsantrasyon

Film dondurarak konsantrasyon tekniğı, konsantre edilecek üründen tabaka tabaka büyüyen tek bir kristalin oluşumunu içeren film kristalizasyonudur. Bu teknikte konsantre edilecek ürün soğutulmuş bir yüzeyin üzerinden akmakta ve böylece ürün içerisindeki buz kristalleşmektedir. Film dondurarak konsantrasyon tekniğı, tabaka ve aşamalı film dondurarak konsantrasyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tabaka film dondurarak konsantrasyonda, soğutulmuş yüzeyde çözelti içindeki su donarak yapışıp kalırken konsantre çözelti tankta birikmeye başlamaktadır (Şekil 2.3). İstenilen suda çözünür kuru madde içeriğine ulaşana kadar konsantre kısım tekrardan sisteme beslenerek işleme devam edilir. Aşamalı film dondurarak konsantrasyonunda ise, dikey ve boru biçimindeki ekipmanlar kullanılmaktadır.

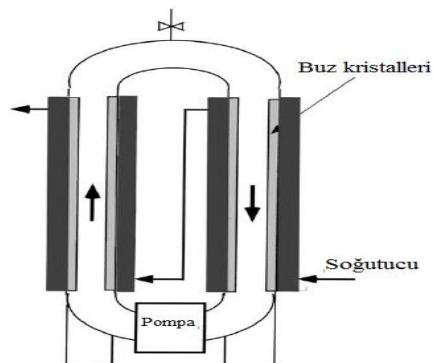
Dikey aşamalı dondurarak konsantrasyon sistemi, silindirik bir tank, soğutma banyosu, tankı soğutma banyosuna batıran bir sistem, karıştırıcı, tankta oluşan buz seviyesini kontrol etmek ve kristallerin oluşumunu düzenleyen bir dış ısıtma sisteminden oluşmaktadır. (Miyawaki et al., 1998) (Şekil 2.4). Boru biçimindeki aşamalı film dondurarak konsantrasyon sistemi ise; buz kristalleri bir soğutucu ile soğutulan borunun iç yüzeyinde büyümektedir (Şekil 2.5) (Shirai et al., 1999).



Şekil 2.3. Tabaka film dondurarak konsantrasyon sistemi (Moreno et al., 2014)



Şekli 2.4. Dikey aşamalı film dondurarak konsantrasyon sistemi (Sanchez et al., 2009)



Şekil 2.5. Boru biçimindeki aşamalı film dondurarak konsantrasyon sistemi (Miyawaki et al., 2005)

Film dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılmış olan bazı çalışmalar Çizelge 2.5'te verilmiştir.

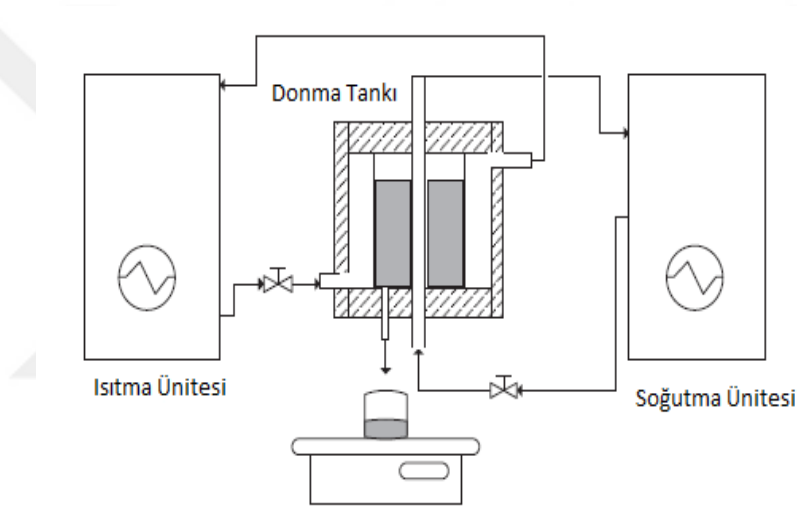
**Çizelge 2.5.** Film dondurarak konsantrasyon tekniği kullanılarak yapılan bazı çalışmalar

| Materyal                                            | Çalışmanın Amacı/İşlem Koşulları                                                                                                                                                                                 | Sonuçlar                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Referans             |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Andes berry<br>( <i>Rubus glaucus Benth</i> ) pulpu | Andes berry pulpunu dikey aşamalı dondurarak konsantrasyon tekniğiyle (-12°C ve 0.5-2.0 cm/sa dönüş hızı) konsantre etmek, tekniğin uçucu bileşenlerin bileşimi ve konsantrasyonu üzerine etkisini incelemektir. | Dikey aşamalı dondurarak konsantrasyon tekniği ile Andes berry 6°Briksten 8.9°Brikse konsantre edilmiştir. Andes berry'nin renk değerleri işlem süresince korunmuştur. Ayrıca kullanılan teknikle ürünün uçucu bileşenleri korunmuş ve aroma bileşenleri konsantrasyonu kuru bazda artmıştır. | Ramos et al., 2005   |
| Portakal Suyu                                       | Portakal suyunu dikey aşamalı dondurarak konsantrasyon tekniğiyle (-30°C ve 1.1 L/s akış hızı) konsantre etmektir.                                                                                               | Portakal suyu (11.1°Briks) 28.8°Brikse konsantre edilmiştir.                                                                                                                                                                                                                                  | Sanchez et al., 2010 |

### 2.5.3 Blok Dondurarak Konsantrasyon

Donma-erime konsantrasyon olarak da tanımlanan blok dondurarak konsantrasyon tekniği, donma, erime ve ayırma olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Moreno et al., 2013). Bu teknikte konsantre edilecek sıvı gıda önce dondurulmakta, daha sonra çeşitli koşullar altında (sıcaklık, basınç, zaman, santrifüj hızı vb.) eritilmekte ve konsantre faz ile buz faz birbirinden ayrılmaktadır (Aider et al., 2007; Aider et al., 2008).

Blok dondurarak konsantrasyon kısmi (partial) ve tam (complete) blok dondurarak konsantrasyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Burdo et al. (2007) tarafından tanımlanan kısmi blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin prensibi, bir soğutma maddesinin dolaştırıldığı kristalleştirici bölme içinde sıvı çözeltinin kısmen dondurulmasıdır. Tam blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin temel prensibi ise, sıvı haldeki çözeltinin donma noktasının oldukça altındaki sıcaklıklarda tamamen dondurulmasına dayanmaktadır. Tamamen dondurulmuş çözelti daha sonra eritilir ve konsantre faz buz fazdan ayrılmaktadır (Aider and de Halleux, 2008a,b). Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin sistemi Şekil 2.6'da verilmiştir.



**Şekil 2.6.** Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin sistemi (Moreno et al., 2014)

Süt, süt ürünleri, kahve, kahve ekstraktları ve bazı meyve sularının blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar Çizelge 2.6 ve 2.7’de verilmiştir.

**Çizelge 2.6.** Süt ve süt ürünlerinin blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar

| Materyal                                    | Çalışmanın Amacı                                               | İşlem Koşulları         | Sonuçlar                                                                   | Referans               |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Tofu (Soya sütünün pıhtılaşması ile edilen) | Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin tofu peynir altı suyu | Donma Sıcaklığı: - 24°C | Başlangıç hacminin %50’si eriyene kadar erime işlemi gerçekleştirilmiştir. | Benedetti et al., 2015 |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                             |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| bir ürün)<br>Peynir Altı<br>Suyu | konsantresinin<br>isoflavon içeriği<br>ve antioksidan<br>aktivitesi üzerine<br>etkisini<br>incelemektir.                                                                                                                                                    | Erime<br>Sıcaklığı:<br>17°C<br><br>Döngü Sayısı:<br>4                                                                                                                                                     | Dört döngü sonunda,<br>suda çözünür kuru<br>madde miktarı (SÇKM)<br>%1.11'den %6.16'ya<br>yükselmiştir. Isoflavon<br>içeriği her döngü<br>sonunda artmış ve<br>219.33 mg/L ulaşmıştır.<br>Antioksidan içeriği<br>başlangıçta 1.17 µmol<br>TEAC (Troloks<br>Eşdeğeri Antioksidan<br>Kapasitesi)/mL iken<br>işlem sonunda 1.99<br>µmol TEAC (Troloks<br>Eşdeğeri Antioksidan<br>Kapasitesi)/mL'ye<br>yükselmiştir. |                             |
| Yağsız Süt                       | Yağsız sütü blok<br>dondurarak<br>konsantrasyon<br>teknikleriyle<br>konsantre etmek,<br>farklı erime<br>tekniklerinin<br>(yerçekimi kuvveti<br>ve mikrodalga<br>destekli) proses<br>verimliliği ve ürün<br>kalitesi üzerine<br>etkisinin<br>incelenmesidir. | Donma<br>Sıcaklığı: -<br>10°C<br><br>Yerçekimi<br>Kuvveti ile<br>Erime<br>Sıcaklığı:<br>25°C<br><br>Mikrodalga<br>Destekli<br>Erime<br>Sıcaklığı:<br>İstenilen<br>hacme (%56)<br>gelene kadar<br>en düşük | Yağsız süt blok<br>dondurarak<br>konsantrasyon tekniği<br>kullanılarak dört döngü<br>sonunda %9.10<br>SÇKM'den %43.72<br>SÇKM'ne konsantre<br>edilmiştir. Döngü<br>sayısının proses<br>verimliliği üzerine<br>etkisinin olduğu ancak<br>farklı erime<br>tekniklerinin etkisinin<br>olmadığı belirtilmiş,<br>ancak mikrodalga<br>destekli erimenin<br>istenilen erime<br>fraksiyonuna (%56)                       | Aider and<br>Ounis,<br>2012 |

|                            |                                                                                                                                                 |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                            |                                                                                                                                                 | <p>mikrodalga gücü</p> <p>Döngü Sayısı: 4</p>                                               | <p>ulaşma zamanı açısından daha etkili olduğu belirtilmiştir. Üçüncü döngüden sonra en yüksek proses verimliliğine ulaşıldığından üç döngünün aslında işlem için yeterli olabileceği yorumu yapılmıştır.</p>                                                                                                                                      |                    |
| Yağsız Peynir Altı Suyu    | <p>Blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yağsız peynir altı suyunu konsantre etmektir.</p>                                                  | <p>Donma Sıcaklığı: -10, -20, -40°C</p> <p>Erime Sıcaklığı: 20°C</p> <p>Döngü Sayısı: 4</p> | <p>Yağsız peynir altı suyu blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile dört döngü olacak şekilde konsantre edilmiştir ve döngüler sonunda SÇKM %6.86'dan %38.54'e yükselmiştir. Farklı donma sıcaklığının işlem üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Döngü sayısının artmasına bağlı olarak protein ve laktoz içeriği artmıştır.</p> | Aider et al., 2009 |
| Tam Yağlı Peynir Altı Suyu | <p>Tam yağlı peynir altı suyunu blok dondurarak konsantrasyon tekniğiyle konsantre etmek, yerçekimi ve mikrodalga destekli erime teknikleri</p> | <p>Donma Sıcaklığı: -20°C</p> <p>Yerçekimi Kuvveti ile Erime Sıcaklığı: 25°C</p>            | <p>Başlangıçta %7.10 SÇKM'deki peynir altı suyu yerçekimiyle erime tekniği kullanılarak %37.72 SÇKM'ye, mikrodalga destekli erime tekniğiyle ise %36.85 SÇKM'ye kadar konsantre edilmiştir.</p>                                                                                                                                                   | Aider et al., 2008 |

|                                  |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                             |                    |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                                  | arasındaki farklılıkları incelemektir.                                                                                                                                                        | Mikrodalga Destekli Erime Sıcaklığı: İstenilen hacme (%57) gelene kadar en düşük mikrodalga gücü<br><br>Döngü Sayısı: 3 | İşlemin döngü sayısı arttıkça konsantre faz ve buz fazdaki laktoz miktarı artmıştır. Erime tekniklerinin konsantre ve buz fazdaki mineral madde içeriğine etkisi olmadığı belirtilmiştir.                                                   |                    |
| Tam Yağlı Çedar Peynir Altı Suyu | Tam yağlı çedar peynir altı suyunu blok dondurarak konsantrasyon tekniğiyle konsantre etmek, tekniğin konsantre ürünün bileşimi ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemektir. | Donma Sıcaklığı: -10, -20, -40°C<br><br>Erime Sıcaklığı: 20°C<br><br>Döngü Sayısı: 5                                    | Çedar peynir altı suyu beş döngüde konsantre edilmiştir, ancak dördüncü döngüden sonra proses verimliliğinde düşüşler görüldüğünden dört döngü proses için uygun bulunmuştur. Dört döngü sonunda SÇKM içeriği %6.94'ten %35'e yükselmiştir. | Aider et al., 2007 |

**Çizelge 2.7.** Bazı meyve suları ve kahve ekstraktlarının blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile ilgili yapılan çalışmalar

| Materyal        | Çalışmanın Amacı                              | İşlem Koşulları                            | Sonuçlar                                                     | Referans            |
|-----------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| Kahve Ekstraktı | Kahvenin başlangıç kütle fraksiyonunun, donma | Kütle Fraksiyonu: %5, 15 (ağırlık/ağırlık) | %5 kütle fraksiyonunda, ters akış donma yönü ve yüksek donma | Moreno et al., 2014 |

|                      |                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                      | sıcaklığının, erime sıcaklığının ve donma yönünün etkisini araştırmaktır.              | Donma Sıcaklığı: -10, -20°C<br>Erime Sıcaklığı: 20, 40°C<br>Donma Yönü: Paralel ve Ters Akış | sıcaklığında en yüksek proses verimliliğine ulaşılmıştır. %5 kütle fraksiyonunda, -10°C donma sıcaklığında ve 20°C erime sıcaklığında kafein miktarı 1.21'den 2.02 mg/ml'ye; antioksidan aktivite ise 24.02'den 58.22'ye yükselmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                |                             |
| Kayısı ve Kiraz Suyu | Blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile kayısı ve kiraz sularını konsantre etmektir. | Donma Sıcaklığı: -10, -20°C<br>Erime Sıcaklığı: 25°C<br>Döngü Sayısı: 3                      | Farklı donma sıcaklığının SÇKM ve fiziko-kimyasal özellikler üzerinde bir etkisi görülmemiştir. Kayısı suyu %14.50 SÇKM içeriğinden %35.50 SÇKM içeriğine konsantre edilmiştir. Kiraz suyu ise %15.50 SÇKM içeriğinden %45.50 SÇKM içeriğine konsantre edilmiştir. Geleneksel yöntemle göre dondurarak konsantre edilmiş meyve sularının aroma sayısının ve askorbik asit içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. İşlem sonunda kayısı suyunun aroma sayısı 3.55'den 8.38'e; kiraz | Aider and de Halleux, 2008a |

|  |  |  |                                                      |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------|--|
|  |  |  | suyunun ise 5.23'ten 15.75'e yükseldiği görülmüştür. |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------|--|

Çizelge 2.6 ve Çizelge 2.7'de görüldüğü üzere, blok dondurarak konsantrasyon tekniğinden sonra suda çözünür kuru madde miktarı artmaktadır. Proses süresince isoflavon, antioksidan aktivite, askorbik asit ve protein miktarı gibi kalite özellikleri korunmuştur.

Süt ve süt ürünlerinde yağ içermeyen peynir altı suyunun konsantre edilmesi sonucunda konsantre fazdaki protein miktarının yüksek olduğu, buz fazında ise laktoz miktarının fazla olduğu görülmüştür.

Tam yağlı peynir altı suyundan buz fazında yağ ve laktoz miktarı yüksektir. Bu durumun nedeni konsantre fazdaki protein/kuru madde oranının buz fazına kıyasla yüksek olmasıdır. Yapılan çalışmalar, yağ fraksiyonunun konsantre faz ve buz faz arasındaki laktoz ve protein dağılımı olayında önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Farklı erime tekniklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, tekniklerin proses verimliliğine etkisinin olmadığı görülmüştür. Ancak mikrodalga destekli erime tekniğiyle birlikte erime işlemi daha hızlı gerçekleştirmiştir ve ayırma işlemi için gerekli olan süre kısalmıştır.

#### 2.5.3.1 Blok Dondurarak Konsantrasyonu Destekleyici Teknikler

Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinde işlem verimliliğini geliştirmek için kullanılan ultrases, buz çekirdeklenme ajanları, vakum ve santrifüj gibi destekleyici teknikler vardır (Petzold and Aguilera, 2013). Ultrases uygulaması, buz çekirdeklerinin oluşmasını ve buz kristallerinin büyümesini sağladığından buz kristallerinin dağılımını kontrol etmekte kullanılabilir. Dondurarak konsantrasyon tekniği, gıda içindeki suyun kristalleşmesini ardından da buzun ayrılmasını içermektedir. Genellikle, dondurarak konsantrasyon tekniğinde buz kristallerinin

ayrılmasını kolaylaştırdığından büyük buz kristalleri tercih edilir. Ultrases gücü, buz kristallerinin boyutunu ve dağılımını kontrol etmede etkili bir yöntem olabilmektedir (Zheng and Sun, 2006).  $-2^{\circ}\text{C}$ 'de suyun kristalleşmesini sağlayan ve membran protein içeren bazı bakteriler dondurarak konsantrasyon tekniğinde kullanılmaktadır. Böylece donma prosesi daha hızlı olmakta ve SÇKM miktarı ve verim daha yüksek olmaktadır (Widehem and Cochet, 2003). Bir diğer destekleyici teknik olan vakum uygulamasında, bir pompa ile birlikte vakum uygulaması konsantrasyonu arttırmakta, verimlilik ve ürünün geri kazanımı gibi proses parametrelerini geliştirmektedir (Palma et al., 2017b). Konsantre fazı buz fazdan ayırmak için kullanılan bir diğer alternatif teknik ise santrifüj uygulamasıdır. Blok dondurarak konsantrasyon tekniğinde buz faz santrifüj uygulamasıyla oluşturulan yerçekimi kuvveti ile birlikte konsantre fazdan ayrılmaktadır (Toledo, 2007; Petzold and Aguilera, 2013). Vakum ve santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon teknikleri ile yapılmış çalışmalar Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'da verilmiştir.

**Çizelge 2.8.** Vakum destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yapılmış çalışmalar

| Materyal           | Çalışmanın Amacı                                                                                                                                                                         | İşlem Koşulları                                                                        | Sonuçlar                                                                                                                                                                                                                                                                          | Referans             |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Yaban Mersini Suyu | Farklı sıcaklıklarda dondurulmuş yaban mersini suyunu vakum destekli dondurarak konsantrasyon tekniğini ile konsantre etmek ve tekniğin polifenol içeriği üzerine etkisini incelemektir. | Donma Sıcaklığı: $-20, -80^{\circ}\text{C}$<br><br>Vakum Uygulaması: 80 kPa/120 dakika | En iyi proses etkinliği $-20^{\circ}\text{C}$ 'de dondurulmuş yaban mersini suyunda görülmüştür. Vakum uygulaması sonunda %63 SÇKM içeriğine ulaşılmış ve polifenol içeriği başlangıca göre 3.8 kat artmıştır. SÇKM miktarı arttıkça örneğin rengine koyulaşma meydana gelmiştir. | Palma et al., 2017b  |
| Kırmızı Şarap      | Vakum destekli blok dondurarak                                                                                                                                                           | Donma Sıcaklığı:                                                                       | Vakum desteği ile birlikte kırmızı şarabın                                                                                                                                                                                                                                        | Petzold et al., 2016 |

|  |                                                                  |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|--|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | konsantrasyon tekniği ile kırmızı şarabın konsantre edilmesidir. | -20°C<br><br>Vakum<br>Uygulaması:<br>40 kPa/40<br>dakika/20°C | SÇKM içeriği %8'den %21'e yükselmiştir. Proses verimliliği yaklaşık olarak %90'a ulaşmıştır. Konsantre edilmiş şarap örneğinin pH değeri, alkol miktarı, asitlik ve polifenol içeriği konsantre edilmemiş şaraba göre arttığı belirtilmiştir. |  |
|--|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

**Çizelge 2.9.** Santifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yapılmış çalışmalar

| Materyal                              | Çalışmanın Amacı                                                                                                                                                   | İşlem Koşulları                                                                                                     | Sonuçlar                                                                                                                                                                                                                                                                      | Referans             |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Dut<br>Pekmezi                        | Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile farklı SÇKM içeriklerine (%20, 25, 30, 35, 40, 45) seyreltilmiş dut pekmezinin konsantre edilmesidir. | Donma<br>Sıcaklığı:<br>-20°C<br><br>Santrifüj<br>Uygulaması:<br>4100 rpm/ 15<br>dakika/ 25°C<br><br>Döngü sayısı: 3 | Buz fazın konsantre fazdan ayrılmasından sonra, SÇKM içeriği arttarken konsantrasyon verimi azalmıştır. Konsantrasyon yüzdesi %79.4 ve %94.8 arasında değişiklik göstermektedir. Konsantrasyon işlemi sonunda geri kazanılan çözelti miktarı 0.80 ve 0.93 kg/kg'a ulaşmıştır. | Bektaş et al., 2016  |
| Yaban<br>Mersini<br>Suyu ve<br>Ananas | Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile yaban                                                                                                 | Donma<br>Sıcaklığı:<br>-20°C                                                                                        | Üç döngü sonunda SÇKM içeriği başlangıca göre yaklaşık olarak 2.5 kat                                                                                                                                                                                                         | Petzold et al., 2015 |

|                  |                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |                            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Suyu             | mersini ve ananas suyunu konsantre etmektir.                                                        | Santrifüj Uygulaması: 4600 rpm/ 15 dakika/ 20°C<br><br>Döngü sayısı: 3                                                                                | artmıştır. İşlem sonunda geri kazanılan çözelti miktarı 0.74 kg/kg'dır.<br><br>Konsantrasyon yüzdesi yaklaşık olarak %60'a ulaşmıştır. |                            |
| Sukroz Çözeltisi | Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile sukroz çözeltisini konsantre etmektir. | Donma Sıcaklığı: -20°C<br><br>Donma Yönü: Radyal, Tek Yönlü<br><br>Santrifüj Uygulaması: 2686, 3799, 4652 rpm/ 15 dakika/ 20°C<br><br>Döngü sayısı: 3 | 3799 rpm santrifüj hızında geri kazanılan sukroz çözeltisi 0.73 kg/kg'a ulaşmıştır.                                                    | Petzold and Aguilera, 2013 |

Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'da görüldüğü üzere son yıllarda çekirdeklenme ajanları, vakum ve santrifüj gibi destekleyici teknikler blok dondurarak konsantrasyon tekniğinde kullanılmaktadır. Bu teknikler proses etkinliğini arttırmaktadır.

Bu çalışmada, C vitamini, toplam fenolik maddesi ve antioksidan kapasite miktarı yüksek olan ayva, nar ve kara havuç sularına santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon yönteminin uygulanması, besleyici ve duyuşal özellikleri korunmuş, kimyasal ve biyokimyasal değişimleri azaltılmış ürün elde edilmesi hedeflenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon işleminde kullanılacak olan ayva, nar ve kara havuçlar İzmir’de yerel bir marketten temin edilmiştir ve kullanıma kadar buzdolabında (+4°C’de) muhafaza edilmiştir.

Ayva meyvesine yıkama, parçalama, nar meyvesine yıkama, parçalama ve ayıklama, kara havuç sebzesine ise yıkama, köklerinin uzaklaştırılması ve parçalama gibi ön işlemler uygulanmıştır. Ön işlem uygulanmış meyve ve sebzelerin suları katı meyve suyu sıkacağı (Moulinex, JU5008) ile sıkılmıştır. Suları sıkılan meyve suları filtre kâğıdından (Whatman No:1) süzülerek meyve ve sebze suları elde edilmiştir ve başlangıç suda çözünür kuru madde içeriği (°Briks değerleri) Hanna (HI 96801, USA) marka dijital refraktometre belirlenmiştir.

#### 3.2 Yöntem

##### 3.2.1 Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Uygulaması

Meyve ve sebze suları yaklaşık 25g olacak şekilde santrifüj tüplerine doldurularak ısı izolasyonunu sağlamak için cam yünü (8 mm) ile sarıldıktan sonra statik dondurucuda dondurulmuştur. Donmuş meyve ve sebze suyu örnekleri 4500 rpm dönüş hızında, 35 dakika, 25°C’de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonunda konsantre ve buz kısım birbirinden ayrılarak konsantre meyve suları elde edilmiştir. Konsantre ayva, nar ve kara havuç sularının detaylı üretim akış şeması Şekil 3.1’de verilmiştir. Elde edilen konsantre meyve ve sebze suları tekrar santrifüj tüplerine doldurularak aynı işlemler ön denemelerde belirlendiği gibi ayva suyu için iki kere, nar ve kara havuç suyu için ise üç kere tekrar edilmiştir (döngü).



Şekil 3.1. Konsantre ayva, nar ve kara havuç sularının üretim akım şeması

### 3.2.2 Analiz Yöntemleri

Çalışmada yapılan analizler aşağıda ayrı başlıklar altında verilmiştir.

#### 3.2.2.1 Fiziksel Analizler

##### 3.2.2.1.1 Suda çözünür kuru madde (°Briks):

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş suların suda çözünür kuru madde içeriği (°Briks) Hanna (HI 96801, USA) marka dijital refraktometre ile belirlenmiştir.

##### 3.2.2.1.2 Renk değeri:

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş suların renk değerleri ( $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (+ kırmızı, - yeşil),  $b^*$  (+ sarı, - mavi )) Konica Minolta Chroma Meter CR- 400, Japonya renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler altı paralel olacak şekilde okunmuş ve değerlerin ortalamaları alınmıştır.

### 3.2.2.1.3 *pH:*

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş suların pH değerleri, pH metre (WTW InfoLab pH720, Almanya) ile ölçülmüştür.

### 3.2.2.2 Kimyasal Analizler

#### 3.2.2.2.1 *Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi:*

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş suların toplam fenolik madde miktarları Cemeroğlu (2010) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemin ilkesi bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Fenolik bileşikler alkali bir ortamda Folin-Ciocalteu ayıracını indirgeyerek, kendileri oksitlenmiş forma dönüşmekte ve oluşan mavi renk, spektrofotometrede 720 nm dalga boyunda şahide karşı okunarak standart eğri yardımıyla fenolik madde miktarı belirlenmektedir. 100 mL'lik ölçü balonuna konulan 75 mL damıtık su üzerine 1 mL örnekler eklenmiştir. Daha sonra, balon içeriği üzerine 5 mL Folin-Ciocalteu ayıracı eklenerek balon iyice çalkalanmış ve 3 dak. kendi haline bırakıldıktan sonra üzerine 10 mL sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) eklenip, balon damıtık su ile işaretine tamamlanmıştır. Balon içeriği bir kez daha çalkalandıktan sonra kendi halinde 1 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede (Varian Cary 50 UV/Vis, Avustralya) aynı şekilde örnek yerine saf su eklenerek hazırlanmış olan kör örneğe karşı 720 nm'de absorbanslar okunmuştur. Hazırlanan kör örnek ile ölçülen absorbans değeri sıfırlanmış, daha sonra okunan değerler absorbans olarak kaydedilmiştir.

Standart eğri oluşturmak için 25 mg gallik asit etil alkol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltiden 1, 2, 4,6 ve 8 ml alınarak etil alkol ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu standart çözeltilere analiz basamakları uygulanarak absorbans değerleri okunmuş ve konsantrasyon-absorbans grafiği çizilerek standart eğri oluşturulmuştur. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları hazırlanan standart eğri [ $y=0.0006x+0.1102$ ] (Bkz. Ek 1) kullanılarak

ve başlangıç SÇKM içeriklerine göre hesaplanmış, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L olarak verilmiştir.

#### **3.2.2.2 C Vitamini Analizi:**

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş sularının C vitamini tayini Hışıl (2004) yöntemine göre yapılmıştır. 4 gram okzalik asit saf su ile 1 litreye tamamlanarak okzalik asit çözeltisi oluşturulmuştur. 0.0125 gram 2,6 dikloroindofenol boya saf su ile 1 litreye tamamlanarak boya çözeltisi hazırlanmıştır. 10 gram örnek 90 ml okzalik asit çözeltisi ile muamele edilmiş ve 1'er ml alınarak iki deney tüpüne konulmuştur. Bir deney tüpüne 9 ml 2,6 dikloroindofenol boya çözeltisi (örnek) ve diğer deney tüpüne 9 ml saf su (kör örnek) üzerine eklenmiştir. Absorbanslar UV/Vis, Avustralya model spektrofotometrede 518 nm'de belirlenmiştir. Öncelikle hazırlanan kör örnek ile ölçülen absorbans değeri sıfırlanmış, daha sonra okunan değerler absorbans olarak kaydedilmiştir.

Standart eğri oluşturmak için 0.1 gram askorbik asit okzalik asit ile 100 ml'ye tamamlanarak stok çözelti oluşturulmuştur. Hazırlanan stok çözeltiden 1, 2, 3, 4 ve 5 ml alınarak okzalik asit ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu standart çözeltilere analiz basamakları uygulanarak absorbans değerleri okunmuş ve konsantrasyon-absorbans grafiği çizilerek standart eğri oluşturulmuştur. Örneklerin C vitamini içerikleri hazırlanan standart eğri [ $y=0.0394x-0.0381$ ] (Bkz. Ek 2) kullanılarak ve başlangıç SÇKM içeriklerine göre hesaplanmış, sonuçlar mg/L olarak verilmiştir.

#### **3.2.2.3 Antioksidan Kapasite Analizi (DPPH):**

Taze ayva, nar, kara havuç örneklerinin, sularının ve her döngüden sonra konsantre edilmiş sularının antioksidan aktivitesi Cemeroğlu (2010) metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı miktarlardaki (20, 40, 60, 80, 100 µl) örnekler üzerine metanolde hazırlanmış konsantrasyonu 1mM olan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) çözeltisinden 600µl ilave edilmiştir ve örnek hacimleri toplamda 6 ml olacak şekilde metanolle tamamlanmıştır. Oda sıcaklığında 40

dakikalık bekleme süresinin ardından örneklerin absorbansları spektrofotometrede (Varian Cary 50 UV/Vis, Avustralya) 517 nm’de ölçülmüştür. Öncelikle metanol çözeltisi kör örnek olarak okunarak absorbans sıfırlanmış, daha sonra DPPH çözeltisinin ve örnek absorbansları okunarak kaydedilmiştir.

Sonuçlar örnek çözeltileri için absorbans değerindeki düşüş olarak tanımlanan yüzde inhibisyon oranları (Eşitlik 1) ve Troloks eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) miktarı olarak verilmiştir. Troloks standartına ait % inhibisyonu oluşturmak için, analiz basamaklarından örnek yerine troloks standartı eklenmiş, absorbans değerleri ölçülmüş ve Eşitlik 1’deki formül ile % inhibisyon hesaplanmıştır. TEAC değeri, örneğe ait çizilen % inhibisyon eğrisinden elde edilen eğiminin, troloks standartına ait çizilen % inhibisyon eğrisinden (Bkz. Ek 3) elde edilen eğimine oranlanmasıyla elde edilmiştir (Eşitlik 2). Elde edilen eğim değeri, seyreltme faktörü ile de çarpılarak örneklerin antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

$$\% \text{ Antioksidan Aktivitesi (\% İnhibisyon)} = \frac{A_{\text{Kontrol}} - A_{\text{Örnek}}}{A_{\text{Kontrol}}} * 100 \quad (1)$$

$A_{\text{kontrol}}$ : Kontrolün absorbansı (DPPH)

$A_{\text{örnek}}$ : Örneğin absorbansı

$$TEAC = \frac{\text{Örnek \% inhibisyon eğimi}}{\text{Troloks \% inhibisyon eğimi}} \quad (2)$$

### 3.2.2.3 Hesaplamalar

#### 3.2.2.3.1 Erime Kesri (f):

Santrifüj ile dondurarak konsantre etme işlemi uygulanan meyve ve sebze sularının erime kesri her döngü için Nakagawa et al. (2010) ve Miyawaki et al. (2012)’ye göre hesaplanmıştır (Eşitlik 3).

$$f = \frac{\text{Konsantre ürün ağırlığı (g)}}{\text{Başlangıç ürün ağırlığı (g)}} \quad (3)$$

### 3.2.2.3.2 *Konsantrasyon Yüzdesi (PC):*

Santrifüj ile dondurarak konsantre etme işlemi uygulanan meyve ve sebze sularının konsantrasyon yüzdesi her döngü için Petzold and Aguilera (2013)'ya göre hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$K Y ( \% ) = \frac{\text{Başlangıç ürün ağırlığı ( g )} - \text{Buz ağırlığı ( g )}}{\text{Başlangıç ürün ağırlığı ( g )}} * 100 \quad (4)$$

### 3.2.2.3.3 *Konsantrasyon Verimi (η):*

Santrifüj ile dondurarak konsantre etme işlemi uygulanan meyve ve sebze sularının konsantrasyon verimi her döngü için Petzold and Aguilera. (2013)'ya göre hesaplanmıştır (Eşitlik 5).

$$\eta = \frac{\left( \frac{\text{Konsantre edilmiş ürünün toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}}{\text{Konsantre edilmiş ürünün toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}} \right) - \left( \frac{\text{Ayrılan buz kısmın toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}}{\text{Konsantre edilmiş ürünün toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}} \right)}{\left( \frac{\text{Konsantre edilmiş ürünün toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}}{\text{Konsantre edilmiş ürünün toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}} \right)} * 100 \quad (5)$$

### 3.2.2.3.4 *Geri Kazanılan Sıvı Miktarı (Y):*

Konsantre edilmiş meyve ve sebze sularının geri kazanılan sıvı miktarı her döngü için Petzold and Aguilera. (2013)'ya göre hesaplanmıştır (Eşitlik 6).

$$Y = \frac{\text{Konsantre ağırlığı ( g )} * \text{toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}}{\text{Başlangıç ağırlık ( g )} * \text{toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Bx)}} \quad (6)$$

Konsantre etme denemeleri ve analizler üç tekrar, üç paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **İstatistiksel Analiz:**

DeneySEL sonuçlar ortalama ± standart sapma olacak şekilde kaydedilerek SPSS 20.0 paket programı (SPSS Inc., USA) ile %95 güven aralığında bağımsız t testi ile test edilmiştir.

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMALAR

Dondurarak konsantrasyon tekniği, dondurulmuş çözültiden buz kristallerinin ayrılması ile konsantre bir ürün elde edilmesi işlemidir. Dondurarak konsantrasyon tekniği diğer konsantrasyon teknikleri ile karşılaştırıldığında soğuk koşullarda gerçekleştirildiği için meyve ve sebze sularının kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerinin korunmasında daha etkili bir tekniktir. Bu çalışmada tercih edilen ve konsantrasyon tekniğinin verimliliği arttırmak için kullanılan santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği, donma, erime ve ayırma olmak üzere üç basamakta gerçekleşmektedir. Çalışmada, C vitamini, fenolik madde ve antioksidan kapasitesi yüksek olan, ayrıca farklı meyve ve sebze olacak şekilde gruplandırılmış ayva, nar ve kara havuç hammaddeler olarak seçilmiştir. Bu çalışmada, ayva, nar ve kara havuç sularına santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon yönteminin uygulanması, besleyici ve duyuşal özellikleri korunmuş, kimyasal ve biyokimyasal değışimleri azaltılmış ürün elde edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere elde edilen meyve ve sebze suları santrifüj tüplerinde dondurularak belirlenen santrifüj hızı, sıcaklığı ve süresinde santrifüj edilmiş ve işlem sonunda konsantre olarak ayrılan faz ve buz olarak ayrılan faz birbirinden ayrılmıştır. Konsantre olarak ayrılan faz tekrardan santrifüj tüplerine doldurulup, dondurulduktan sonra aynı işlemler döngü şeklinde tekrar edilmiştir. Çalışmada her döngü sonunda fiziksel (suda çözünür kuru madde miktarı, renk değeri, pH), kimyasal analizler (toplam fenolik madde miktarı, C vitamini içeriği, antioksidan kapasitenin belirlenmesi) ve hesaplamalar (erime kesri, konsantrasyon yüzdesi, konsantrasyon verimi, geri kazanılan sıvı miktarı) yapılmıştır. Ayva, nar ve kara havuç sularında santrifüj etme işleminden sonra konsantre olarak ayrılan faz tekrar döngüye sokulmaktadır. Her döngü sonunda konsantre edilmiş üründen tekrar konsantre olan faz ve buz faz birbirinden ayrıldığından dolayı bu miktarlar azalmaktadır. Çalışmada farklı meyve ve sebze gruplarından seçilen hammaddelerden biri olan ayva diğer meyve ve sebzelere göre daha lifli ve partiküllü bir yapıya sahip olduğu için bu azalma miktarı ayva suyunda daha fazla olmuştur. Bu nedenle yapılan çalışmalar sonucunda ayva suyu için iki döngü konsantre etme için uygun bulunurken, nar ve kara havuç suları için üç döngü konsantre etme için uygun bulunmuştur. Yapılan ön denemelerde daha fazla döngü sayısına ulaşabilmek için başlangıçta santrifüj tüplerine doldurulan

örnek miktarlarının artırılması denenmiş, ancak sonucun değişmediği görülmüştür. Çünkü, meyve ve sebze sularının örnek miktarlarının artırılması durumunda da içerdiği kuru madde miktarlarının oranı değişmediği için her döngüde ayrılan buz fazın miktarı da aynı olmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda, ayva, nar ve kara havuç sularının her döngü sonundaki konsantre fazın ve buz olarak ayrılan fazın SÇKM içerikleri artmıştır. Meyve ve sebze sularının L\* (parlaklık) değerleri döngü sayısı arttığından ürünlerin renklerinde açılmalar meydana gelmiştir. Böylece kullanılan bu teknik ile ısı etkisiyle ortaya çıkan renk kararmalarının önüne geçildiği görülmüştür. Taze meyve ve sebze suları ile konsantre meyve ve sebze sularının kimyasal özellikleri karşılaştırıldığında, işlem sonunda ürünlerin özelliklerinde ısı etkisiyle meydana gelen kayıpların azaltıldığı belirlenmiştir.

#### **4.1 Taze Ayva, Nar ve Kara Havuca Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz**

##### **Sonuçları**

Taze ayva, nar ve kara havucun püre haline getirilmiş örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’e göre ayva meyvesinin nem içeriği ve pH değerleri sırasıyla %81.93, 4.08, nar meyvesinin %78.63, 3.54 ve kara havucun ise %85.85 ve 4.27 olarak bulunmuştur. Zor (2007) ve Ercişli vd. (1999) ayva meyvesiyle yaptıkları çalışmalarda nem içeriğini %82.89, pH değerini ise 3.79-4.06 ve C vitamini içeriğini 2.15-16.50 mg/100g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Cemeroğlu vd. (2004) ve Tehranifar et al. (2010) tarafından yapılan çalışmalarda nar meyvesinin pH değerinin 2.40-4.41 ve toplam fenolik madde içeriğinin 295.79-985.37 mg GAE/100 g arasında olduğu belirtilmiştir. Özkan (2005) ve Demir (2010) tarafından yapılan çalışmalarda ise kara havuç sebzесinin nem içeriği %88.38, pH değeri 6.02 ve toplam fenolik madde içeriği ise 2526 mg GAE/100 g olarak belirtilmiştir. Baysal (1999) tarafından yapılan çalışmada ise kara havuç sebzесinin C vitamini içeriği 5 mg/100g olarak belirtilmiştir. Bu sonuçlar elde edilen sonuçların literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Taze ayva, nar ve kara havucun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Fiziksel ve Kimyasal Özellikler    | Ayva         |        |        | Nar          |        |        | Kara Havuç   |        |        |
|------------------------------------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| Nem (%)                            | 81.93±0.32   |        |        | 78.63±0.94   |        |        | 85.85±0.35   |        |        |
| Su Aktivitesi (a <sub>w</sub> )    | 0.982        |        |        | 0.955        |        |        | 0.955        |        |        |
| pH                                 | 4.08±0.27    |        |        | 3.54±0.54    |        |        | 4.27±0.37    |        |        |
| Renk                               | L*           | a*     | b*     | L*           | a*     | b*     | L*           | a*     | b*     |
|                                    | 76.95        | -1.56  | 36.36  | 30.59        | 22.72  | 5.62   | 29.39        | 12.50  | -2.91  |
|                                    | ± 0.34       | ± 0.83 | ± 2.07 | ± 3.20       | ± 1.73 | ± 1.29 | ± 0.57       | ± 1.52 | ± 0.15 |
| C Vitamini (mg/100g)               | 7.73±1.56    |        |        | 7.37±2.43    |        |        | 9.57±2.12    |        |        |
| Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100g) | 223.35±23.32 |        |        | 221.94±31.98 |        |        | 261.81±33.87 |        |        |
| Antioksidan Kapasite (%)           | 32.71±5.39   |        |        | 30.54±6.73   |        |        | 23.41±2.63   |        |        |
| İnhibisyon                         |              |        |        |              |        |        |              |        |        |

#### 4.2 Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularının Başlangıç Analiz Sonuçları

Ayva, nar ve kara havuç sularının fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda, ayva suyunun SÇKM içeriği %12.17-16.73, pH değeri 3.06-3.30; nar suyunun SÇKM içeriği %15.13-17.20, pH değeri 2.40-4.41; kara havuç suyunun SÇKM içeriği %10.75 ve pH değeri 6.02 olarak belirtilmiştir (Suqiyama et al., 1991; Şen vd., 1993; Cemeroğlu vd., 2004; Özkan, 2005; Kipri, 2010).

**Çizelge 4.2.** Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç fiziksel analiz sonuçları

| Örnek                  | SÇKM<br>(°Briks) | pH       | Renk       |            |            |
|------------------------|------------------|----------|------------|------------|------------|
|                        |                  |          | L*         | a*         | b*         |
| <b>Ayva Suyu</b>       | 12.9±0.1         | 3.49±0.3 | 40.66±2.83 | 0.99±0.02  | 23.29±0.84 |
| <b>Nar Suyu</b>        | 15.1±0.1         | 3.23±0.2 | 26.37±0.68 | 31.21±2.16 | 12.75±1.27 |
| <b>Kara Havuç Suyu</b> | 10.6±0.2         | 6.40±0.3 | 4.87±2.53  | 2.43±0.32  | 1.56±0.25  |

Ayva, nar ve kara havuç sularının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Kara havuç suyunun toplam fenolik madde miktarı 749.37 mg/L olarak bulunmuştur. Alaşalvar et al., (2001) yaptıkları çalışmada kara havuç suyunun toplam fenolik madde miktarını 746 mg/kg olarak bulunduğundan sonuç literatürle uyum göstermektedir. Vardin ve Fenercioğlu (2003) toplam fenolik madde miktarının, çeşide ve presleme yöntemlerine göre değişmekle birlikte 550 ve 3200 mg/L arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Nar suyunun askorbik asit içeriği ortalama 135.8 mg/L olabildiği gibi 7 mg/L gibi düşük düzeylerde de görülmektedir (El-Nemr et al., 1992). Orak (2008) tarafından yapılan çalışmada nar suyunun ve nar suyu konsantresinin antioksidan aktivitesi, renk ve bazı besin özelliklerini incelenmiştir ve nar suyunun antioksidan aktivitesi %79.06 olarak bulunmuştur.

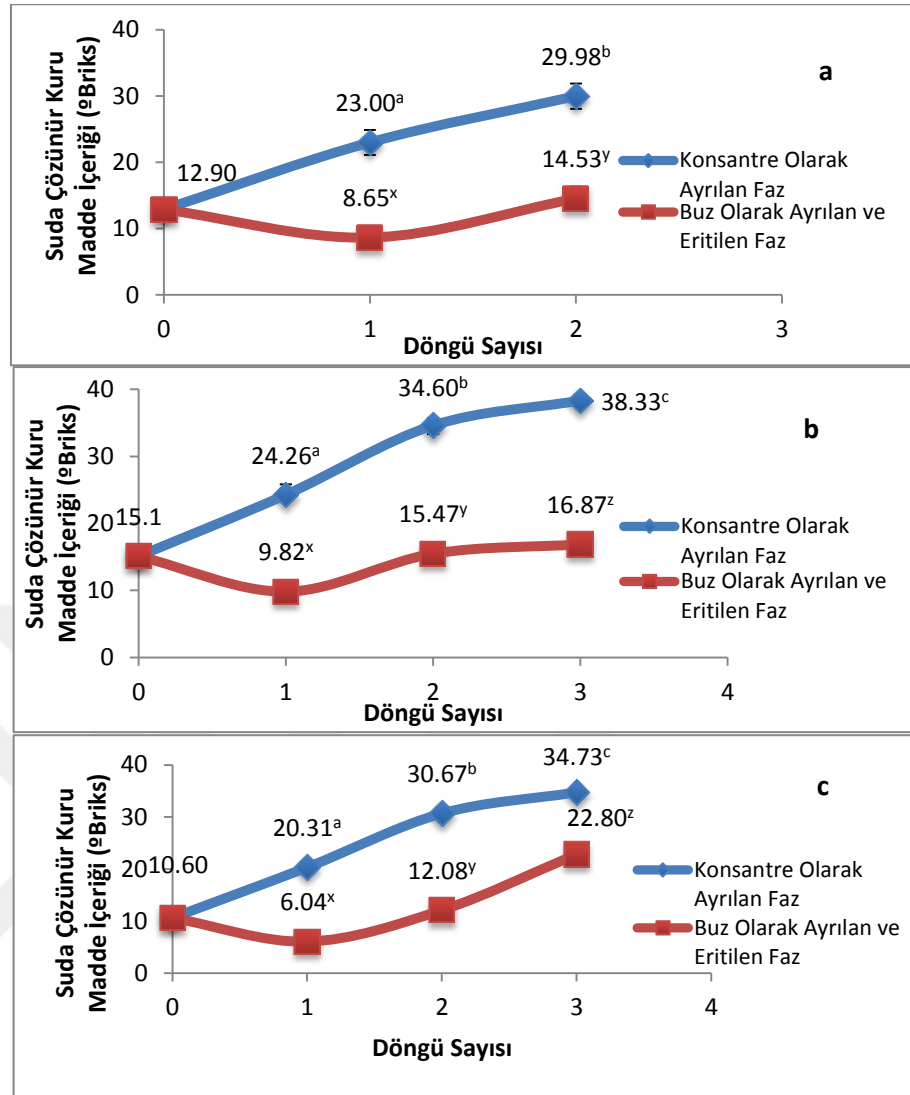
Ayva, nar ve kara havucun meyve ve sularının C vitamini değerleri karşılaştırıldığında, meyve ve sebzelerin C vitamini değerlerinin meyve ve sebze sularından daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun meyve ve sebzelerin C vitamini analizi yapılırken önce ekstraksiyon işleminin uygulanması sırasında meydana gelen kayıplardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

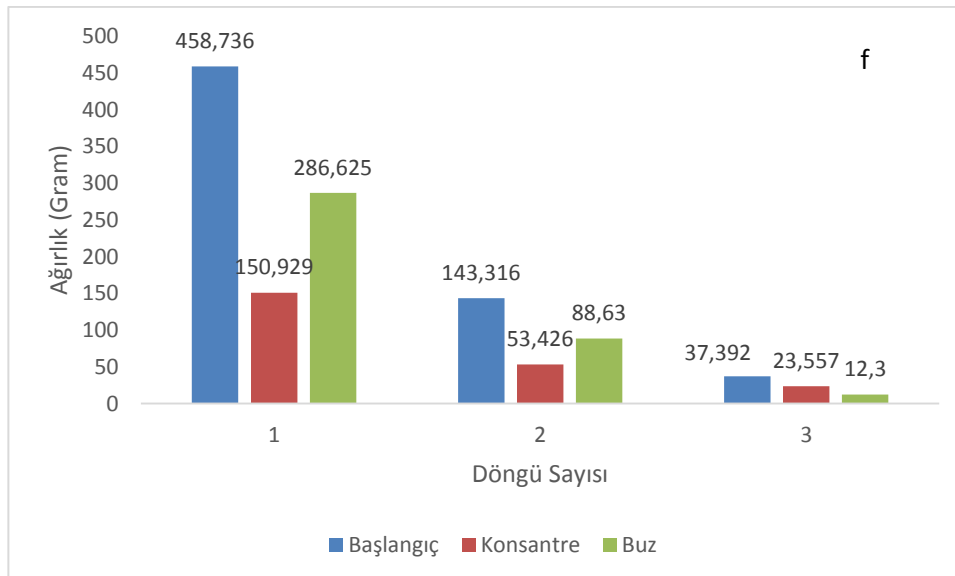
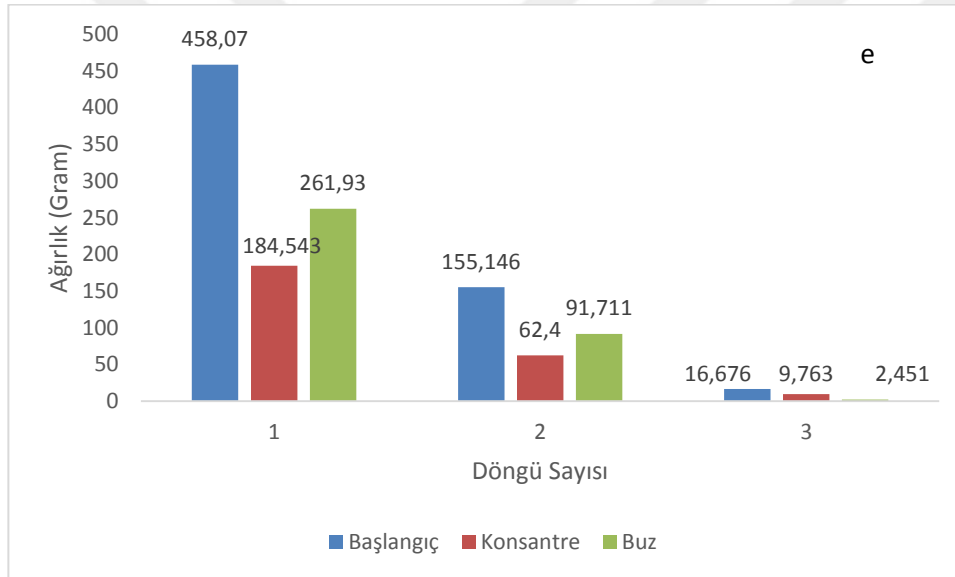
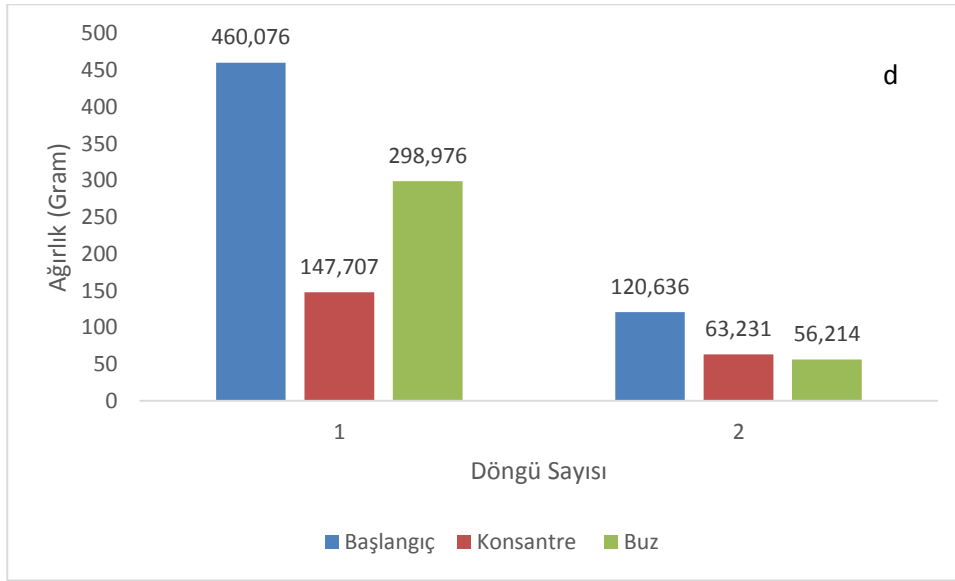
**Çizelge 4.3.** Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç kimyasal analiz sonuçları

| Örnek           | Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/L) | C Vitamini İçeriği (mg/L) | Antioksidan Kapasite |                     |
|-----------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
|                 |                                         |                           | % İnhibisyon         | TEAC (mM troloks/L) |
| Ayva Suyu       | 358.72±5.94                             | 167.25±21.42              | 32.71±6.23           | 0.105±0.02          |
| Nar Suyu        | 612.83±33.51                            | 122.25±8.75               | 68.16±3.45           | 0.057±0.01          |
| Kara Havuç Suyu | 749.37±29.44                            | 231.42±42.42              | 35.34±1.54           | 0.239±0.01          |

#### 4.3 Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Değerlendirilmesi

Ayva suyu (a), nar suyu (b) ve kara havuç suyunun (c) her döngü sonundaki konsantre olarak ayrılan faz ve buz olarak ayrılan ve eritilen faz için suda çözünür kuru madde (SÇKM) içerikleri ve ağırlıkları Şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.1a’ya göre, ayva suyunun santrifüj destekli blok konsantrasyon edilmesi ile ilk döngü sonunda SÇKM içeriği 12.9°Briks’ten 23.00°Brikse, ikinci döngü sonunda ise 29.98 °Brikse ulaşmıştır. Nar ve kara havuç suları döngü sayısı bakımından benzer davranış göstermiştir ve dondurarak konsantrasyon işlemi üç döngüde başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Nar suyu üçüncü döngü sonunda 38.33°Brikse konsantre edilirken, kara havuç suyu 34.73°Brikse konsantre edilmiştir. Buz olarak ayrılan ve eritilen fazın SÇKM içerikleri ise konsantre fazda olduğu gibi döngü sayısı arttıkça artmıştır. Döngüler sonunda, ayva suyunun SÇKM içeriğinin başlangıca göre 2.32 kat, nar suyunun 1.54 kat ve kara havuç suyunun ise 2.27 kat arttığı belirlenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, meyve ve sebze sularının konsantre fazları arasında ve buz olarak ayrılan ve eritilen fazları arasında anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). Petzold et al. (2015)’in yaban mersini ve ananas sularının santrifüj destekli blok dondurarak konsantre edildiği çalışmada; yaban mersini suyu 13°Briks’ten 32.00°Brikse ve ananas suyu 14°Briks’ten 33.00°Brikse konsantre edildiği belirtildiğinden literatürle benzer sonuçlar elde edilmiştir.





**Şekil 4.1.** Ayva suyu (a, d), nar suyu (b, e) ve kara havuç suyunun (c, f) her döngü sonundaki konsantre ve buz faz için suda çözünür kuru madde içerikleri ve ağırlıkları

<sup>a,b,c</sup> Meyve ve sebze sularının konsantre olarak ayrılan fazın döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir ( $P<0.05$ ).

<sup>x,y,z</sup> Meyve ve sebze sularının buz olarak ayrılan ve eritilen fazın döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir ( $P<0.05$ ).

Meyve ve sebze sularına her döngü sonunda konsantre olarak ayrılan faza fiziksel ve kimyasal analizler uygulanmıştır. Bu analizler sırasında konsantre olan fazdan da bir miktar kayıplar meydana geldiğinden ve ayırma işlemi sırasında da buz olarak ayrılan fazda da bir miktar konsantre ürün kaldığından dolayı, bir döngü sonra santrifüj tüplerinde doldurulan konsantre miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. Örneğin, ayva suyu başlangıçta yaklaşık olarak 460.076 gr alınmış ve birinci döngü sonunda bu miktardan 147.707 gr'ı konsantre olarak ayrılmıştır. Ancak bu konsantre olarak ayrılan faz tekrardan döngüye sokulurken 120.636 gr başlangıç miktarı olmuştur. Aradaki 27.071 gr'lık azalma analizlerde kullanılan örnek miktarından ve ayırma sırasında buz olarak ayrılan fazda kalan miktardan kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada kayıpların etkisi de dikkate alınarak yapılan verim hesabında, 460.076 gr ayva suyu ikinci döngü sonunda 225.069 gr'ı konsantre ayva suyu olarak ayrılmıştır. 458.07 gr nar suyunun üçüncü döngü sonunda 295.235 gr'ı konsantre olarak ayrılırken, 458.736 gr kara havuç suyunun 240.851 gr'ı konsantre olarak ayrılmıştır. Bu veriler değerlendirildiğinde ayva suyunda başlangıç miktarına göre %48.92 verimle ((konsantre ürün ağırlığı/başlangıç ürün ağırlığı)\*100) konsantre ürün elde edilirken, nar suyunda %64.45 ve kara havuç suyunda %52.50 verimle ürün elde edilmiştir. Nar suyunun verimi fazla olmasına karşılık SÇKM'ı en az artışı göstermiştir. Ayva suyu ise en düşük verim değerine sahipken SÇKM içeriğinde en fazla artışı göstermiştir. Bir başka deyişle, meyve ve sebze sularının verim sonuçları SÇKM içerikleri ile ters davranış göstermektedir.

Ayva, nar ve kara havuç sularının santrifüj destekli blok dondurarak konsantre edilmesinde her döngü için geri kazanılan sıvı miktarı, konsantrasyon

yüzdesi, konsantrasyon verimi ve erime fraksiyonu hesaplamaları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Geri kazanılan sıvı miktarı (kg konsantre faz/kg başlangıç) konsantre olarak ayrılan faz miktarı ve SÇKM içeriği ile başlangıçtaki ağırlık ve SÇKM içeriği arasındaki oranı temsil etmektedir. Her döngü sonunda meyve ve sebze sularının SÇKM içeriği arttığından dolayı geri kazanılan sıvı miktarları ayva suyu için iki döngü sonunda, nar ve kara havuç suları için ise üç döngü sonunda artmıştır.

**Çizelge 4.4.** Her döngü için geri kazanılan sıvı miktarı, konsantrasyon yüzdesi, konsantrasyon verimi ve erime fraksiyonu

| Örnek           | Döngü Sayısı | Geri Kazanılan Sıvı Miktarı (kg konsantre faz/kg başlangıç) | Konsantrasyon Yüzdesi (%) | Konsantrasyon Verimi (%) | Erime Fraksiyonu       |
|-----------------|--------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| Ayva Suyu       | 1            | 0.56±0.09 <sup>a</sup>                                      | 35.03±6.91 <sup>x</sup>   | 62.30±3.39 <sup>k</sup>  | 0.32±0.07 <sup>p</sup> |
|                 | 2            | 0.70±0.06 <sup>a</sup>                                      | 54.40±8.66 <sup>y</sup>   | 51.47±5.79 <sup>k</sup>  | 0.53±0.09 <sup>p</sup> |
| Nar Suyu        | 1            | 0.62±0.04 <sup>a</sup>                                      | 42.82±5.15 <sup>x</sup>   | 59.26±4.99 <sup>k</sup>  | 0.40±0.05 <sup>p</sup> |
|                 | 2            | 0.58±0.06 <sup>a</sup>                                      | 42.15±3.92 <sup>x</sup>   | 55.32±3.25 <sup>k</sup>  | 0.40±0.05 <sup>p</sup> |
|                 | 3            | 0.63±0.02 <sup>a</sup>                                      | 85.61±4.16 <sup>y</sup>   | 57.73±1.48 <sup>k</sup>  | 0.59±0.02 <sup>r</sup> |
| Kara Havuç Suyu | 1            | 0.63±0.06 <sup>a</sup>                                      | 37.51±5.70 <sup>x</sup>   | 70.17±3.25 <sup>k</sup>  | 0.33±0.04 <sup>p</sup> |
|                 | 2            | 0.60±0.05 <sup>a</sup>                                      | 39.03±5.63 <sup>x</sup>   | 60.51±4.54 <sup>l</sup>  | 0.38±0.07 <sup>p</sup> |
|                 | 3            | 0.73±0.08 <sup>a</sup>                                      | 67.34±4.54 <sup>y</sup>   | 34.26±3.24 <sup>m</sup>  | 0.63±0.06 <sup>r</sup> |

<sup>a,b</sup> Meyve ve sebze sularında geri kazanılan sıvı miktarının döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>x,y</sup> Meyve ve sebze sularında konsantrasyon yüzdesinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>k,l,m</sup> Meyve ve sebze sularında konsantrasyon veriminin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>p,r</sup> Meyve ve sebze sularında erime fraksiyonunun döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

Geri kazanılan sıvı miktarına bakıldığında sırasıyla en fazla kara havuç suyunda sonrasında ayva suyunda ve nar suyunda olduğu görülmüştür. Ayva, nar ve kara havuç sularının konsantre olarak ayrılan fazının ağırlıkları genel olarak birbirine yakın değerler olduklarından geri kazanılan sıvı miktarı sonucunu, meyve ve sebze sularının başlangıç SÇKM (sırasıyla en fazla nar suyunda, ayva

suyunda ve kara havuç suyunda) içerikleri ters orantılı olacak şekilde etkilemiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, meyve ve sebze sularının geri kazanılan sıvı miktarları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p<0.05$ ). Petzold et al., (2015) yaban mersini ve ananas suyu ile yapmış oldukları çalışmada geri kazanılan sıvı madde miktarı yaban mersini suyu için 0.67, ananas suyu için ise 0.73'e ulaşıldığını belirttiklerinden çalışma sonuçları literatürle uygunluk göstermektedir.

Konsantrasyon yüzdesi (%), başlangıç ağırlığı ile döngü sonunda buz olarak ayrılan ve eritilen faz ağırlıkları arasındaki farkın başlangıç ağırlığına oranı olarak tanımlanmaktadır. Her döngü için santrifüj tüpüne doldurulan miktar (25 gr) aynı olduğu için başlangıç ağırlıkları döngüden etkilenmemekte ve her döngü sayısının artması ile buz olarak ayrılan ve eritilen fazın ağırlığı azalmaktadır. Bu nedenle konsantrasyon yüzdesinin formülü incelendiğinde, döngü sayısının artması ile konsantrasyon yüzdesinin arttığı görülmüştür. Dondurarak konsantrasyon işlemi sonunda ayva, nar ve kara havuç suları için konsantrasyon yüzdesi sırasıyla %54.40, %85.61 ve %67.34 olarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva suyunun konsantrasyon yüzdelерinin 1. ve 2. döngüleri arasında anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). Nar ve kara havuç sularının 1. ve 2. döngüleri arasında anlamlı bir fark görülmezken, 3. döngüde anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ). Petzold et al. (2015)'nin yaptıkları çalışmada konsantrasyon yüzdesi döngü sayısı arttıkça artmıştır ve yaklaşık olarak %60 olarak ifade edilmiştir.

Konsantre olarak ayrılan fazın SÇKM içeriği ile buz olarak ayrılan ve eritilen fazın SÇKM içeriği arasındaki farkın konsantre olarak ayrılan fazın SÇKM içeriğine oranı olarak tanımlanan konsantrasyon verimi, Petzold and Aguilera (2013) ve Petzold et al. (2015) tarafından yapılan çalışmalarla benzer şekilde konsantrasyon yüzdesi ile ters davranış göstermektedir. Welti-Chanes et al. (2004) dondurarak konsantrasyon prosesinde konsantre ürünün SÇKM içeriğinin vizkoziteye bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bundan dolayı bu davranışı, her döngü sonundaki SÇKM içeriğinin artması ve daha yüksek vizkoziteye sahip olmasıyla açıklamaktadırlar. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva ve nar sularının konsantrasyon verimi ile döngü sayısı arasında anlamlı bir fark

görülmemiştir ( $p<0.05$ ). Kara havuç suyunda ise konsantrasyon verimi ve döngü sayısı arasında anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Erime fraksiyonu, konsantre olarak ayrılan faz ağırlığının başlangıç ağırlığına oranı olarak tanımlanmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde meyve ve sebze sularının başlangıç ağırlıkları sabit olduğundan konsantre olarak ayrılan faz ağırlığındaki artma ve azalmaya bağlı gösterdiği davranış, erime fraksiyonunu etkilemektedir. Döngü sayısı arttıkça, konsantre olarak ayrılan fazın ağırlığına bağlı olarak erime fraksiyonunda artış meydana gelmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva suyunun erime fraksiyonun 1. ve 2. döngüleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p<0.05$ ). Nar ve kara havuç sularının erime fraksiyonlarında 1. ve 2. döngüleri arasında anlamlı bir fark görülmezken, 3. döngüde anlamlı bir fark görülmüştür ( $p<0.05$ ).

#### **4.4 Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi**

Ayva, nar ve kara havuç sularının her döngü sonundaki fiziksel özellikleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Döngü sayısının konsantre meyve ve sebze sularının pH değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, döngü sayısı arttıkça pH değerlerinin azaldığı (asitliğin arttığı) görülmüştür. Ayva suyunda döngüler sonunda pH değerinde ilk döngüye göre %0.56 azalış görülürken, nar suyunda %2.81 ve kara havuç suyunda %5.40 azalma görülmüştür. Meyve ve sebze sularının işlem sonundaki pH değerleri karşılaştırıldığında sırasıyla en yüksek kara havuç suyu, ayva suyu ve nar suyunda olduğu görülmüştür. Gıdaların su tutma kapasitesi pH değerlerinden etkilenmektedir. pH değeri ne kadar yüksek ise gıdaların su tutma kapasitesi o kadar yüksek olmaktadır (Ergezer ve Gökçe, 2004). Bu bağlamda kara havuç suyu en yüksek pH değerine sahip olduğundan en düşük ayrılma görülmesi beklenmektedir. Meyve ve sebze sularının konsantrasyon verimi hesaplamaları karşılaştırıldığında kara havuç suyunun veriminin en düşük olduğu görülmektedir. Aider and de Halleux (2008a) kayısı ve kiraz sularının blok dondurarak konsantrasyonu ile yaptıkları çalışmada döngü sayısının artması ile pH değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında pH değerlerinin benzer şekilde azaldığı görülmüştür. Yapılan

istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva suyunun pH değerleri ve döngü sayısı arasında anlamlı bir fark görülmezken, nar suyu için 2. ve 3. döngüde, kara havuç suyu ise 1. ve 2. döngüde fark görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Gıdaların renk değerleri en önemli kalite kriterlerinden biridir. Çizelge 4.5’de tanımlanan  $L^*$  değeri parlaklığı,  $a^*$  değeri kırmızılık/yeşilliği,  $b^*$  değeri ise sarılık/maviliği ifade etmektedir. Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde meyve ve sebze sularının SÇKM içerikleri arttıkça genel olarak renk değerlerinde ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) artış olduğu gözlenmiştir. Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç renk değerlerine bakıldığında (Bkz. Çizelge 4.2)  $L^*$  değeri sırasıyla ayva, nar ve kara havuç suyu yüksek olduğu görülmüştür. Ayva suyu için iki döngü sonunda, nar ve kara havuç suları için ise üç döngü sonunda da  $L^*$  değerlerinin sıralamasının yine aynı şekilde olduğu görülmüştür. Aynı durum  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri içinde aynı şekildedir. Yapılan bu çalışma sonucunda santrifüj destekli blok dondurarak konsantre tekniğiyle konsantre edilen meyve ve sebze sularının parlaklık değerlerindeki ( $L^*$ ) artış sonucu renklerinde açılmaların meydana geldiği yorumu yapılmaktadır. Beklendiği şekilde konsantre edilmiş nar suyu kırmızılık olarak tanımlanan  $a^*$  değeri daha yüksek iken, sarılık olarak tanımlanan  $b^*$  değeri ayva suyu daha yüksektir. Kullanılan bu teknik ile birlikte, ısı etkisiyle konsantre edilen ürünlerde meydana gelen renk koyulaşması ve pişmiş renk gibi olumsuz kalite özelliklerinin önüne geçilebileceği görülmüştür. Petzold et al. 2016 yılında yaptıkları çalışmada kırmızı şarabı vakum destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile konsantre etmişler ve SÇKM içeriği arttıkça renk değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva suyunun  $L^*$  değerleri ve döngü sayısı arasında anlamlı bir fark görülürken  $b^*$  değerlerinde anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p<0.05$ ). Meyve ve sebze sularının toplam renk değişim ( $\Delta E$ ) değerlerinin son döngü sonunda arttığı görülmüştür. Son döngü sonunda toplam renk değişimi ayva suyu başlangıca göre 3.40 kat, nar suyu 4.65 kat ve kara havuç suyu 6.20 kat arttığı belirlenmiştir. Renk tonunu ifade eden Hue açısı  $0^\circ$ ’den  $360^\circ$ ’ye doğru arttıkça kırmızılık değerinde azalma olduğunu göstermektedir.  $90^\circ$  sarı rengi,  $180^\circ$  mavimsi yeşil rengi,  $270^\circ$  ise mavi rengi temsil etmektedir. Ayva, nar ve kara havuç sularının Hue açısı değerleri  $0-90^\circ$  (kırmızı-sarı) arasında değiştiği

görülmüştür. Ayva suyunun Hue açısı değerinde azalma meydana geldiğinden sarılık değerinde azalma meydana geldiği yorumu yapılabilmektedir. Kara havuç suyunun ilk ve son döngüdeki Hue değerlerine bakıldığında, açının artmasına bağlı olarak kırmızılık değerinde azalma sarılık değerinde artma olduğu gözlenmiştir. Renksel parlaklık (doymunluk indeksi) olarak tanımlanan Chroma değerinin yüksek olması daha parlak/canlı rengi temsil etmektedir (Rentfrow et al., 2004). Genel olarak döngü sayısının artmasına bağlı olarak arttığı yani parlaklık/canlılığının arttığı görülmüştür.

**Çizelge 4.5.** Ayva, nar ve kara havuç sularının her döngü sonundaki fiziksel özellikleri

| Örnek           | Döngü Sayısı | pH Değeri              | Renk Değerleri          |                         |                         |            |           |            |
|-----------------|--------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------|------------|
|                 |              |                        | L*                      | a*                      | b*                      | ΔE         | Hue Açısı | Chroma     |
| Ayva Suyu       | 1            | 3.59±0.04 <sup>a</sup> | 44.91±2.83 <sup>x</sup> | 5.43±1.78 <sup>k</sup>  | 26.97±3.52 <sup>p</sup> | 7.16±2.65  | 1.37±0.01 | 27.51±3.45 |
|                 | 2            | 3.57±0.01 <sup>a</sup> | 56.32±3.84 <sup>y</sup> | 11.85±3.27 <sup>k</sup> | 47.51±4.89 <sup>p</sup> | 24.36±2.12 | 1.33±0.01 | 48.97±2.97 |
| Nar Suyu        | 1            | 3.20±0.01 <sup>a</sup> | 12.28±2.47 <sup>x</sup> | 46.29±3.38 <sup>k</sup> | 15.35±3.41 <sup>p</sup> | 10.37±3.01 | 0.32±0.02 | 48.77±3.65 |
|                 | 2            | 3.19±3.19 <sup>a</sup> | 19.29±1.79 <sup>y</sup> | 39.81±4.18 <sup>l</sup> | 11.28±3.28 <sup>p</sup> | 4.78±2.86  | 0.28±0.01 | 41.38±2.76 |
|                 | 3            | 3.11±3.11 <sup>b</sup> | 23.62±5.58 <sup>y</sup> | 39.87±5.78 <sup>l</sup> | 13.32±3.44 <sup>p</sup> | 48.22±2.56 | 0.32±0.02 | 42.04±3.63 |
| Kara Havuç Suyu | 1            | 6.30±0.04 <sup>a</sup> | 14.95±0.87 <sup>x</sup> | 5.99±0.99 <sup>k</sup>  | 1.84±1.14 <sup>p</sup>  | 7.01±1.67  | 0.29±0.01 | 6.27±2.67  |
|                 | 2            | 6.03±0.03 <sup>b</sup> | 17.95±1.49 <sup>y</sup> | 12.32±0.41 <sup>l</sup> | 2.12±0.35 <sup>p</sup>  | 22.16±1.99 | 0.17±0.02 | 12.50±2.54 |
|                 | 3            | 5.96±0.06 <sup>b</sup> | 36.32±6.32 <sup>z</sup> | 21.54±4.00 <sup>l</sup> | 10.48±3.94 <sup>f</sup> | 43.48±2.21 | 0.45±0.02 | 23.95±2.76 |

<sup>a,b</sup> Meyve ve sebze sularında pH değerlerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>x,y,z</sup> Meyve ve sebze sularında L\* değerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>k,l,m</sup> Meyve ve sebze sularında a\* değerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

<sup>p,r</sup> Meyve ve sebze sularında b\* değerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

## 4.5 Santrifüj Destekli Blok Dondurarak Konsantrasyon Tekniğinin Ayva, Nar ve Kara Havuç Sularının Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

### 4.5.1 Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları

Fenolik bileşikler tat, koku ve renk oluşumuna etkileri, antioksidatif özellikleri ve değişimine olan etkileri, antimikrobiyel ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları ve değişik gıdalarda saflığın kontrol edilmesinde kullanımı gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar (Saldamlı, 2005). Ayva, nar ve kara havuç sularının toplam fenolik madde miktarları, Folin-Ciocalteu (FC) yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. FC yöntemi spektroskopik bir yöntemdir ve analiz sonuçları 720 nm dalga boyundaki absorbanlar okunarak hesaplanmaktadır. Ayva suyu (a), nar suyu (b) ve kara havuç suyu (c) için belirlenmiş olan toplam fenolik madde miktarları Şekil 4.2’de verilmiştir. Konsantre edilmiş meyve ve sebze sularının toplam fenolik madde içeriği, konsantre edilmemiş meyve ve sebze suları ile karşılaştırıldığında (Bkz. Çizelge 4.3) artış olduğu görülmüştür. Fenolik maddeler, hidrojen bağlarından dolayı çok sayıdaki su moleküllerini bağlayabilme yeteneğine sahiptirler ve bunun sonucunda dokular arasında bulunan su donma işlemi sırasında daha az kullanılabilir hale gelmektedir. Donan su miktarı hem azaldığı için hem de fenolik maddeler suda kaldığı için konsantre fazdaki fenolik madde miktarı da artmaktadır. Aider et al. (2007) bu etkinin işlem verimliliğinin azalmasından kaynaklandığı savunmaktadırlar.

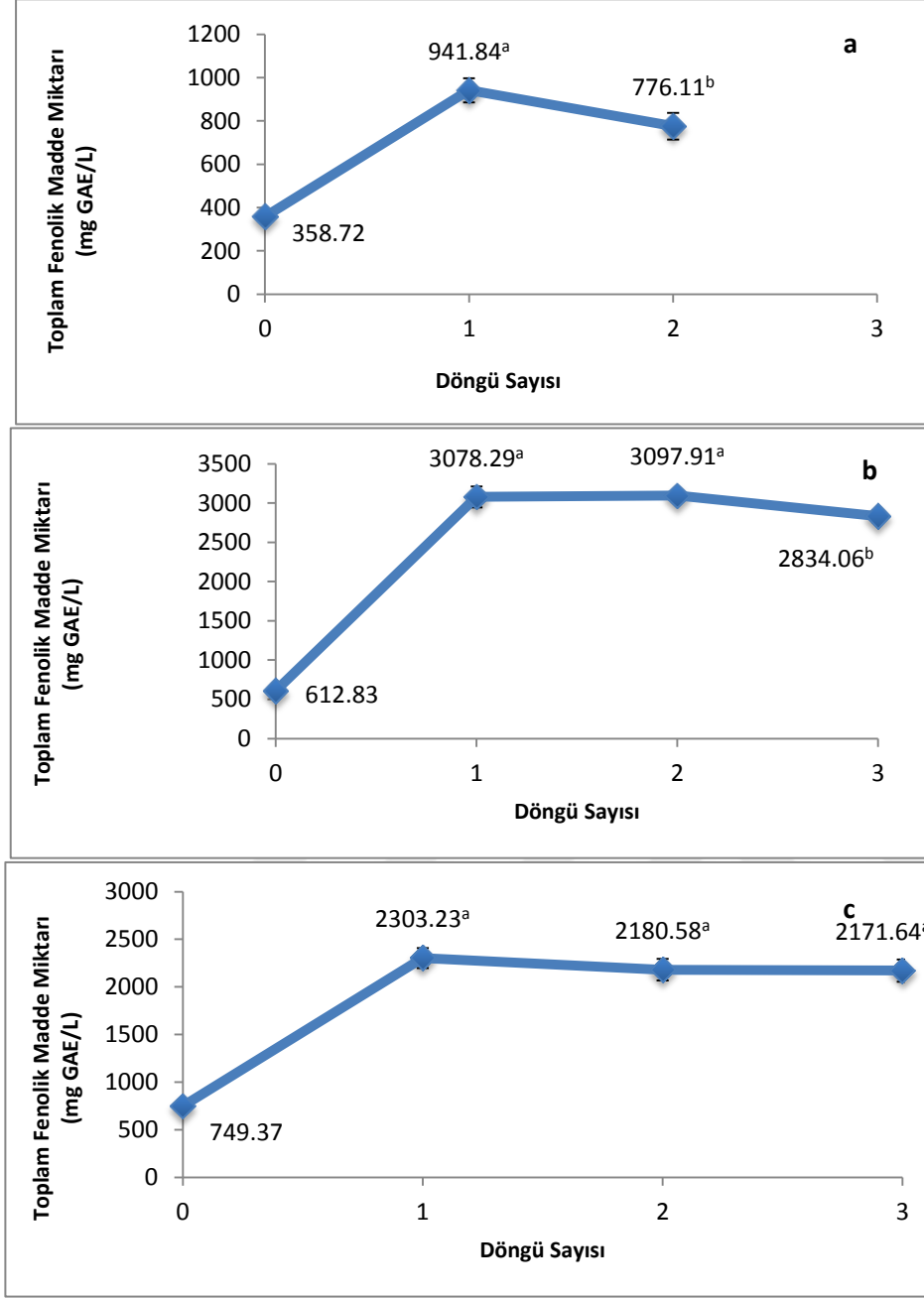
Ayva, nar ve kara havuç sularının başlangıç toplam fenolik madde miktarları, sırasıyla yaklaşık olarak 358, 612 ve 749 mg GAE/L’dir. Konsantrasyon döngüleri sonunda ise başlangıç SÇKM içeriğine göre toplam fenolik madde miktarları ayva suyu için 776 mg GAE/L, kara havuç suyu için 2171 mg GAE/L ve nar suyu için ise 2834 mg GAE/L olarak bulunmuştur. Meyve ve sebze sularının başlangıç toplam fenolik madde içerikleri (ayva, nar ve kara havuç suları için sırasıyla 358, 612 ve 749 mg GAE/L) santrifüj döngüleri sonundaki değerler (ayva, nar ve kara havuç suları için sırasıyla 776, 2834 ve 2171 mg GAE/L) ile karşılaştırıldığında; nar suyunun toplam fenolik madde içeriği başlangıca göre 4.63 kat, kara havuç suyunun 2.89 ve ayva suyunun 2.17

kat arttığı görülmüştür. İşlem sonunda meyve ve sebze sularının verimlilikleri ((konsantre ürün ağırlığı/başlangıç ürün ağırlığı)\*100) değerlendirildiğinde ise sırasıyla nar suyu (%64.45), kara havuç (%52.50) ve ayva suyu (%48.92) olarak artma göstermektedir. Bu sonuçlar Aider et al. (2007) işlem verimliliği ile fenolik madde miktarı arasındaki ilişkiyi desteklemektedir.

Yapılan bu çalışmada tercih edilen santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği sonucunda, ilk döngü ve son döngüye göre kara havuç suyunda %5.71, nar suyunda %7.93 ve ayva suyunda ise %17.53 toplam fenolik madde miktarında kayıp ((ilk döngüdeki toplam fenolik madde miktarı-son döngüdeki toplam fenolik madde miktarı)\*100/(ilk döngüdeki toplam fenolik madde miktarı)) meydana gelmiştir. Fenolik maddelerin hidrojen bağlarının su moleküllerini bağlama özelliğinden dolayı ayrılan buz faza da bir miktar fenolik maddelerin geçebileceği düşünüldüğünden bu kayıpların meydana geldiği öngörülmektedir. Ayrıca analiz sırasında ortam ışığı ve sıcaklığı da fenolik madde miktarında azalmalara neden olmuş olabilir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva ve nar sularında ilk ve son döngü sayısı sonrasında anlamlı bir fark görülürken, kara havuç suyunun toplam fenolik madde miktarı ve döngüler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p<0.05$ ).

Ayva, nar ve kara havuç sularının santrifüj destekli blok dondurarak konsantre edilmesinde her döngü için 35 dakika işlem süresi uygulanmıştır ve döngüler sonunda ayva suyu 70 dakika, nar ve kara havuç suları için ise işlem süresi 105 dakikadır. Yaban mersini suyunun vakum destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile konsantre edildiği bir çalışmada 120 dakika vakum uygulaması yapılmıştır (Palma et al., 2017b). Uygulanan vakum süresi arttığında toplam fenolik madde miktarında azalma meydana geldiği görülmüş ve 120 dakika sonunda başlangıca göre %65.96 kayıp meydana geldiği belirtilmiştir. Ayva, nar ve kara havuç suyu ile yapılan bu çalışmayı kıyaslamak için yaban mersini suyunun 100 dakika sonundaki toplam fenolik madde miktarına göre kayıp hesaplandığında %37 kayıp olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre santrifüj desteğinin vakum desteğine göre daha az kayıplara yol açtığı düşünülmektedir. Çilek suyunun blok dondurarak konsantrasyon ile dört döngüde konsantre edildiği çalışmada, dördüncü döngü sonunda toplam fenolik madde miktarında (başlangıç

SÇKM içeriğine göre) ilk döngüye göre %28 kayıp meydana geldiği görülmüştür. Çilek suyunun konsantre edilmesinde döngü sayısı arttıkça buz olarak ayrılan fazın SÇKM içeriğinin ve buz fazda kalan toplam fenolik madde miktarının arttığı belirtilmiştir (Adorno et al., 2017). Süzme et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada endüstriyel konsantre işleminin kara havuç suyundaki fenolik madde ve antioksidan aktivite üzerine etkisini incelemişler ve toplam fenolik madde miktarında %77.84 kayıp meydana geldiğini belirtmişlerdir. Cassano et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise nar suyu ters osmoz tekniği ile konsantre edildiğinde toplam fenolik madde miktarındaki kaybın %22.29 olduğu görülmüştür. Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyonun kullanıldığı bu çalışma değerlendirildiğinde, meyve ve sebze sularının konsantre edilmesinde daha az kayıplara neden olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının toplam fenolik madde miktarları

<sup>a,b</sup> Meyve ve sebze sularında toplam fenolik madde miktarının döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

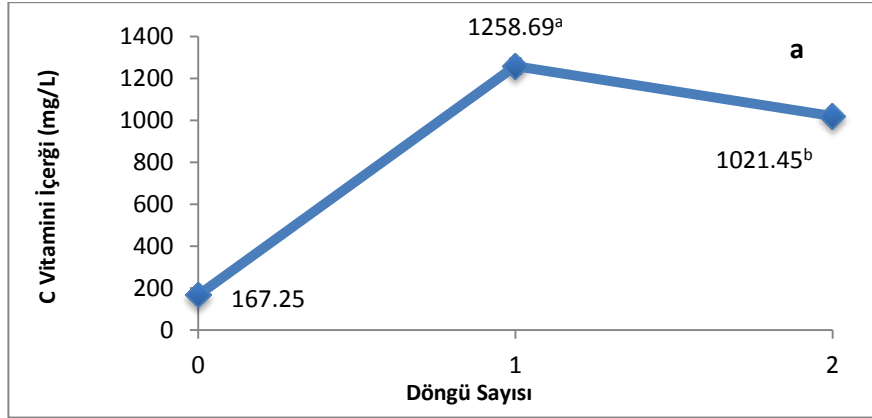
#### 4.5.2 C Vitamini Analizi Sonuçları

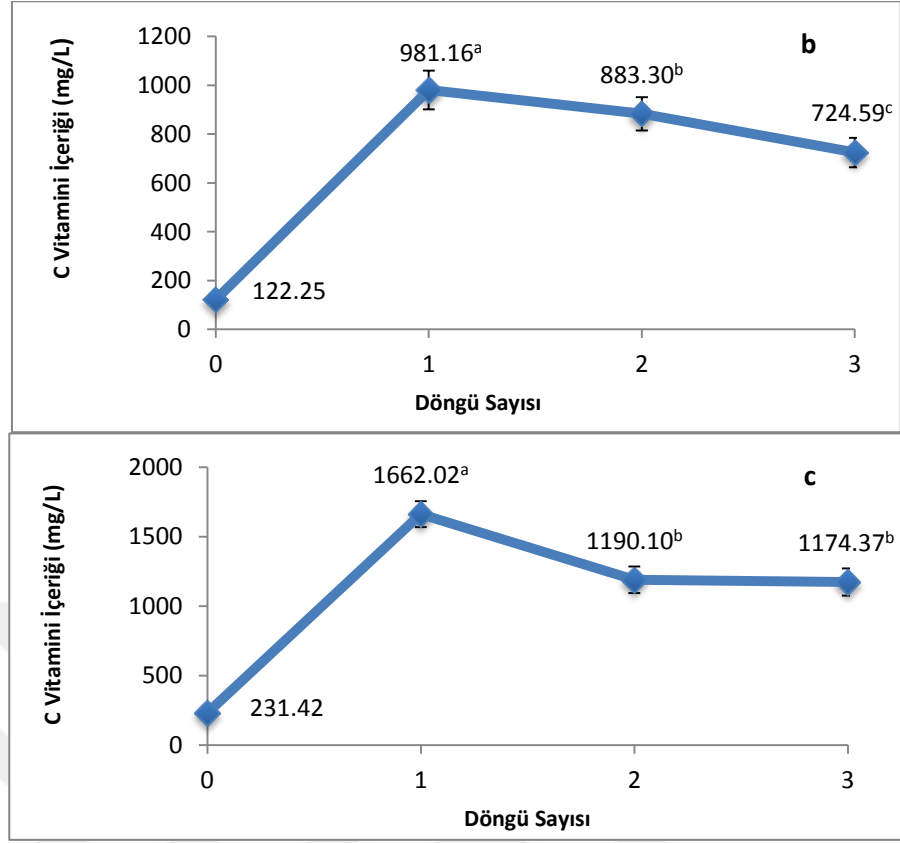
Ayva suyu (a), nar suyu (b) ve kara havuç suyu (c) için C vitamini içerikleri Şekil 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3’de belirtildiği üzere nar suyunun C vitamini içeriği başlangıç SÇKM içeriğine göre yaklaşık olarak 122 mg/L, ayva

suyunun 167 mg/L ve kara havuç suyunun ise 231 mg/L'dir. İlk döngü sonunda ayva suyunun C vitamini içeriği başlangıca göre 7.53 kat, nar suyu 8.04 kat ve kara havuç suyu 7.19 kat artmıştır. C vitamini içeriğin başlangıç miktarına göre artmasının nedeni; C vitaminindeki hidrojen bağlarının çok sayıdaki su moleküllerini bağlayabilme yeteneğine sahip ve bunun sonucunda dokular arasında bulunan su donma işlemi sırasında daha az kullanılabilir hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Donan su miktarı hem azaldığı için hem de C vitamini suda kaldığı için konsantre fazdaki C vitamini içeriği artmaktadır.

Konsantrasyon döngüleri sonundaki C vitamini içerikleri ise nar suyunun 724 mg/L, ayva suyunun 1021 mg/L ve kara havuç suyunun ise 1174 mg/L olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada tercih edilen santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği sonucunda, ilk döngü (ayva, nar ve kara havuç suyu için sırasıyla 1258, 981 ve 1662 mg/L) ve son döngüdeki (ayva, nar ve kara havuç suyu için sırasıyla 1021, 724 ve 1174 mg/L) C vitamini içeriği sonuçlarına göre ayva, nar ve kara havuç sularında sırasıyla %18.84, %26.20 ve %29.36 kayıp  $((\text{ilk döngüdeki C vitamini içeriği} - \text{son döngüdeki C vitamini içeriği}) * 100 / (\text{ilk döngüdeki C vitamini içeriği}))$  meydana gelmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, ayva ve nar sularında ilk ve son döngü sayısı sonrasında anlamlı bir fark görülürken, meyve ve sebze sularının C vitamini içeriği ve döngüler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p < 0.05$ ). Toplam fenolik madde miktarında olduğunda gibi, C vitamini de yapısında bulunan hidrojen bağlarından dolayı su moleküllerini yapısında tutabilmektedir. Konsantrasyon döngüleri sonunda buz olarak ayrılan fazda C vitamini kalmış olabileceğinden ve konsantre fazda miktar olarak kayıplar meydana geldiği için konsantrasyon döngüleri sonunda da C vitamini içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Ayrıca C vitamini ısı ve ışığa karşı duyarlı bir madde olduğundan analiz kaynaklı kayıplarda meydana geldiği düşünülmektedir. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde balonjelerin etrafı alüminyum folyo ile sarıldığından ışığın analize olan etkisi azaltılmış olabilir. Ancak C vitamini içeriğinde deney tüplerinin etrafı sarılmadığından analiz sırasında daha fazla kaybın meydana geldiği düşünülmektedir.

Palma et al. (2017a) tarafından yapılan portakal suyunun santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon çalışmasında, döngü sayısı arttıkça C vitamini içeriğinin azaldığını ve bu azalmanın her döngü sonunda ayrılan buz fazında C vitaminin kalmasından dolayı kaynaklandığını belirtmişlerdir. Portakal suyunun 120 dakika vakum uygulaması ile blok dondurarak konsantre edildiği bir başka çalışmada (Palma et al., 2017c), uygulanan vakum süresi arttıkça C vitamini içeriğinin azaldığını belirtilmiştir. 120 dakika sonundaki vakum uygulaması sonucunda C vitamini içeriğinde %65.20 kayıp meydana geldiği görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarında olduğu gibi vakum ve santrifüj desteğini karşılaştırmak için 100 dakika sonundaki (santrifüj desteğinde işlem süresi ayva suyu için 70, nar ve kara havuç suyu için 105 dakika olduğundan) C vitamini değerlerine göre kayıp %60.94 olarak hesaplanmıştır ve santrifüj desteğinin C vitamini içeriği içinde daha iyi sonuçlar verdiği yorumu yapılabilir. Cassano et al. (2011) tarafından yapılan ve nar suyunun ters osmoz tekniği ile konsantre edildiği çalışmada konsantre nar suyunun C vitamini içeriğinde %35.29 kayıp meydana gelmiştir. Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyonun kullanıldığı bu çalışma değerlendirildiğinde, meyve ve sebze sularının konsantre edilmesinde daha az kayıplara neden olduğu görülmektedir.





Şekil 4.3. Ayva (a), nar (b) ve kara havuç (c) sularının C vitamini içerikleri

<sup>a,b,c</sup> Meyve ve sebze sularında C vitamini içeriklerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

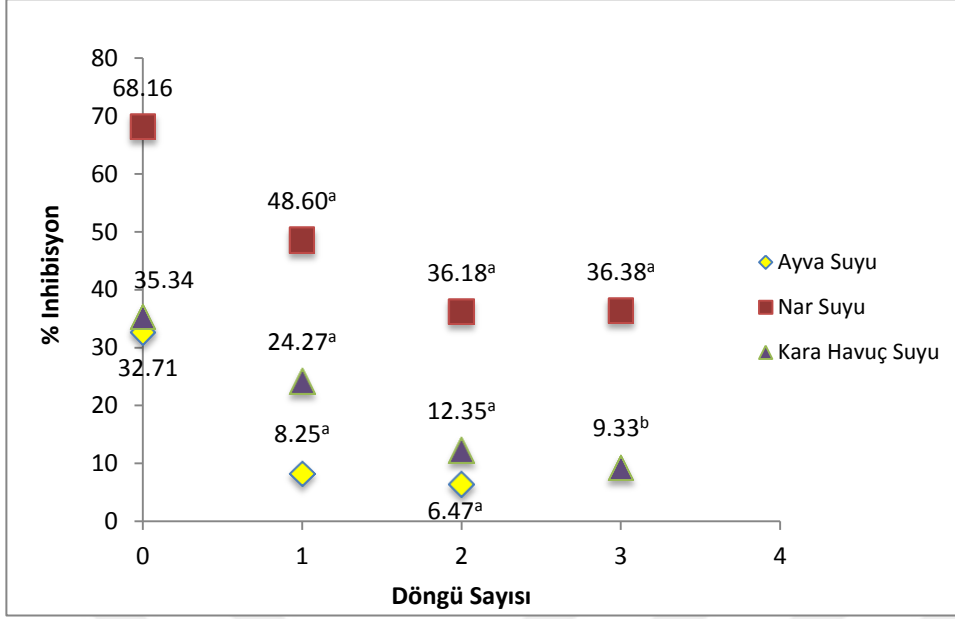
#### 4.5.3 Antioksidan Kapasite Analiz Sonuçları

DPPH, gıda ekstraktları ve biyoaktif bileşenlerin anti-radikal aktivitelerini değerlendirmek için en çok kullanılan sentetik radikallerden birisidir (Contini et al., 2008). Doğal radikallerden çok daha stabildir ve metal-iyon şelatlama ve enzim inhibisyonu gibi yan reaksiyonlardan etkilenmez (Locatelli et al., 2010). DPPH radikali sadece alkollü ortamda çözülerek hazırlanır. Molekülde bir serbest elektronun yer değiştirmesi menekşe renginin oluşmasına neden olur. DPPH solüsyonu hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile karıştırıldığında zaman koyu menekşe rengin kaybı ile indirgenmiş form oluşur. Bu yöntem; antioksidanların kararlı bir serbest radikal olan DPPH (1,1- difenil-2-pikrilhidrazil) radikalini süpürücü etkilerini ölçmeye dayalı bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan DPPH radikali 517 nm'de maksimum dalga boyuna sahip

olup, antioksidan etkili maddelerle etkileşerek daha kararlı diamagnetik bir moleküle dönüşür. Antioksidanların varlığıyla radikal rengi kırmızıdan sarıya döner. Bu yöntem antioksidanların radikal süpürme kabiliyetlerini süpürme kabiliyetlerini değerlendiren kolay ve geçerli bir yöntem olarak bilinmektedir (Akış, 2010; Ardağ, 2008; Kar, 2008). Antioksidan aktivitenin belirlenmesi analiz sonuçları örnek çözeltileri için absorbans değerindeki düşüş olarak tanımlanan yüzde inhibisyon ve Troloks eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) miktarı olarak verilmektedir. TEAC değeri, örneğe ait çizilen % inhibisyon eğrisinden ((DPPH absorbansı-örnek absorbansı)\*100/(DPPH absorbansı) formülünden hesaplanan % inhibisyon değerleri ve konsantrasyon grafiğinden elde edilen eğrinin) elde edilen eğiminin, troloks standartına ait çizilen % inhibisyon eğrisinden ((DPPH absorbansı-Troloks absorbansı)\*100/(DPPH absorbansı) formülünden hesaplanan % inhibisyon değerleri ve konsantrasyon grafiğinden elde edilen eğrinin) elde edilen eğimine oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Ayva, nar ve kara havuç sularının % inhibisyon miktarları Şekil 4.4’de verilmiştir. Ayva suyunun % inhibisyon değeri ilk döngüde %8.25 iken son döngüde %6.47, nar suyunun %48.60 iken son döngüde %36.38 ve kara havuç suyunun %24.27 iken son döngüde %9.33 olmuştur. Döngü sayısı arttıkça ayva, nar ve kara havuç sularının % inhibisyon miktarlarında azalma görülmüştür. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre, meyve ve sebze sularının % inhibisyon değerleri ve döngü sayısı arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p < 0.05$ ). İlk döngü (ayva, nar ve kara havuç suyu için sırasıyla %8.25, %48.60 ve %24.27) ve son döngüdeki (ayva, nar ve kara havuç suyu için sırasıyla %6.47, % 36.38 ve %9.33) % inhibisyon sonuçlarına göre ayva, nar ve kara havuç sularında sırasıyla %21.58, %25.14 ve %65.86 kayıp ((ilk döngüdeki %inhibisyon-son döngüdeki %inhibisyon)\*100/(ilk döngüdeki %inhibisyon)) meydana gelmiştir. DPPH çözeltisi çok hassas bir radikal olduğu için analiz sırasında absorbans değeri çok hızlı bir şekilde değişebilmektedir. Analiz sonunda absorbans değerlerinin okunması sırasında bazı örnekler analiz süresinden daha fazla beklemiş olduğundan analiz kaynaklı hatalardan bu kayıplar meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. DPPH yöntemi, katı ve sıvı maddelerde kullanılabilir, fakat belirgin bir antioksidan grubu için spesifik sonuçlar veren bir yöntem değildir. Bundan dolayı toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesini sağlamaktadır.

Antioksidanlar suda ve yağda çözünebilen özellikteki bileşenler olabilmektedir (Çalışkan, 2011; Wajdylo et al., 2007). Kosar et al. (2007) tarafından sumak meyvesi ile yapılan çalışmada, toplam fenolik madde miktarının yüksek olduğu fraksiyonlarda antioksidan aktivite değerlerinin yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Sumak ekstraktları ile yapılan bir diğer çalışmada ise, antioksidan kapasitenin azalmasının nedeni olarak fenolik bileşiklerin azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Özcan, 2003). Yapılan bu çalışma da toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriğinde konsantrasyon döngülerinin artmasına bağlı olarak miktarlarda azalma meydana geldiği görülmüştür. Ayrılan buz faza da fenolik bileşenler, C vitamini gibi diğer bileşenlerinde geçtiği düşünülmektedir, bu nedenle yine aynı şekilde antioksidan maddelerin ayrılan bu fazda kalarak kayıplara neden olabileceği düşünülmektedir. % inhibisyon formülü incelendiğinde (Bkz. Eşitlik 1) analizler eş zamanlı yapıldığından kullanılan DPPH çözeltisinin absorbansı aynı olduğundan meyve ve sebze sularının absorbansı düşük olanın % inhibisyonu yüksek olduğu yorumu yapılmaktadır. Absorbansın düşük olması demek, meyve ve sebze sularının DPPH çözeltisini daha çok indirgeyerek menekşe renginden sarı rengin oluşmasını sağlamasıdır. Yani antioksidan aktivitenin daha yüksek olması demektir. Bundan dolayı yapılan bu çalışmada, antioksidan kapasitesinin sırasıyla nar suyu, kara havuç suyu ve ayva suyunda yüksek olduğu görülmüştür.



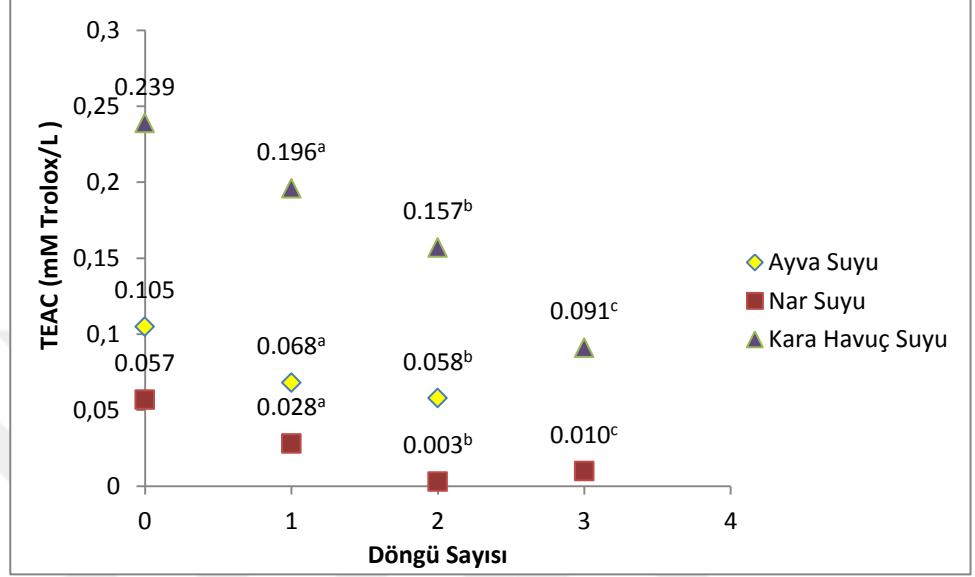
Şekil 4.4. Ayva, nar ve kara havuç suyunun % inhibisyon değerleri

<sup>a,b,c</sup> Meyve ve sebze sularının % inhibisyon değerlerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

Antioksidan aktivite analiz sonuçları % inhibisyon olarak ifade edilebildiği gibi, bir başka şekilde troloks eşdeğeri cinsinden (TEAC) de ifade edilebilmektedir. TEAC değeri, örneklere ait çizilen % inhibisyon eğrisinden ( $((\text{DPPH absorbanısı} - \text{örnek absorbanısı}) * 100 / (\text{DPPH absorbanısı}))$  formülünden hesaplanan % inhibisyon değerleri ve konsantrasyon grafiğinden elde edilen eğrinin) elde edilen eğiminin, troloks standartına ait çizilen % inhibisyon eğrisinden ( $((\text{DPPH absorbanısı} - \text{Troloks absorbanısı}) * 100 / (\text{DPPH absorbanısı}))$  formülünden hesaplanan % inhibisyon değerleri ve konsantrasyon grafiğinden elde edilen eğrinin) elde edilen eğimine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Ayva, nar ve kara havuç sularının troloks eşdeğeri antioksidan kapasite değerleri Şekil 4.5’de verilmiştir.

Şekil 4.5’ye baktığımızda % inhibisyon grafiğinde olduğu gibi döngü sayısı arttıkça TEAC değerinde azalış meydana gelmiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre meyve ve sebze sularının TEAC değerleri ve döngü sayısı arasında anlamlı bir fark görülmüştür ( $p < 0.05$ ). İlk döngü (ayva, nar ve kara havuç suyu için sırasıyla 0.068, 0.028 ve 0.196) ve son döngüdeki (ayva, nar ve

kara havuç suyu için sırasıyla 0.058, 0.010 ve 0.091) TEAC sonuçlarına göre ayva, nar ve kara havuç sularında sırasıyla %14.71, %64.29 ve %53.57 kayıp ((ilk döngüdeki TEAC değeri-son döngüdeki TEAC değeri)\*100/(ilk döngüdeki TEAC değeri)) meydana gelmiştir.



Şekil 4.5. Ayva, nar ve kara havuç suyunun Trolox Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) değerleri

<sup>a,b,c</sup> Meyve ve sebze sularının TEAC değerlerinin döngü sayısına göre istatistiksel farkını göstermektedir (P<0.05).

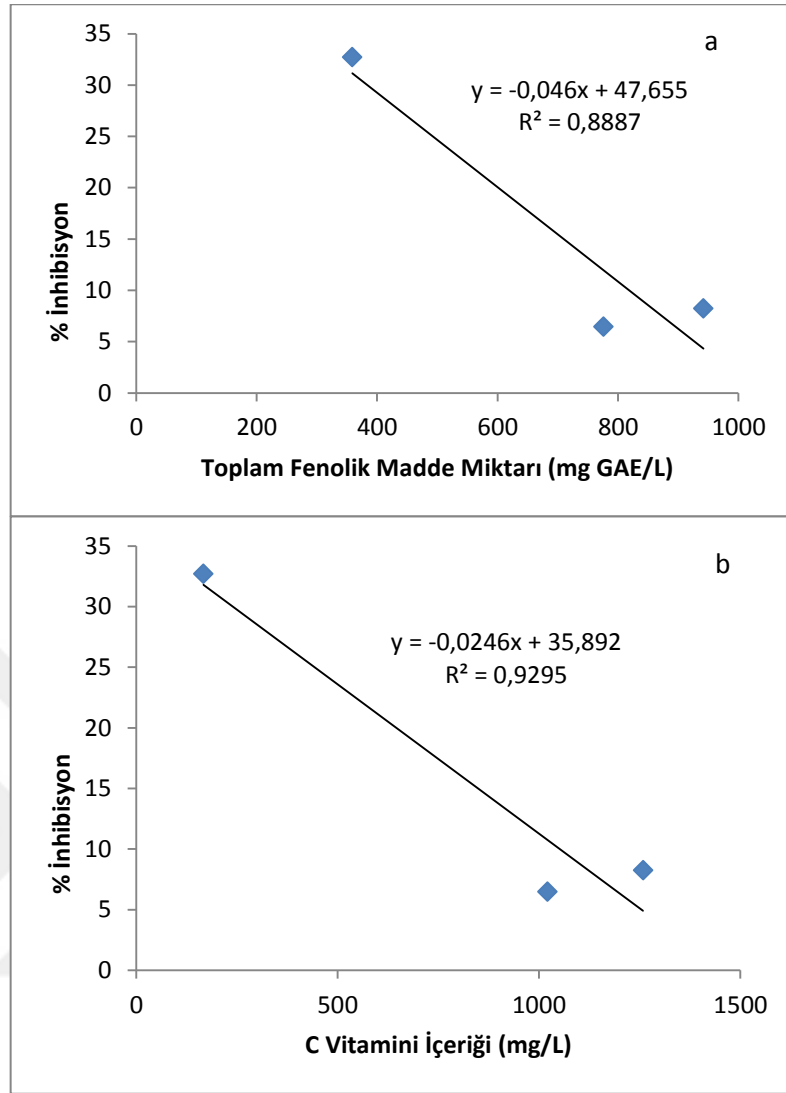
Antioksidan kapasite, C vitamini, karotenoid ve fenolik bileşikler gibi antioksidan bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Javanmardi et al., 2003). Yapılan çalışma sonucunda toplam fenolik madde miktarları ve C vitamini içeriğinin antioksidan kapasiteyle (% inhibisyon ve TEAC) olan ilişkilerini belirlemek için korelasyon grafikleri çizilmiştir (Thaipong et al., 2006). Ayva suyunun toplam fenolik madde ve C vitamini içeriği arasındaki % inhibisyon ve TEAC korelasyon grafiği Şekil 4.6 (a,b,c,d)'da, nar suyunun Şekil 4.7(a,b,c,d)'da ve kara havuç suyunun Şekil 4.8(a,b,c,d)'de verilmiştir.

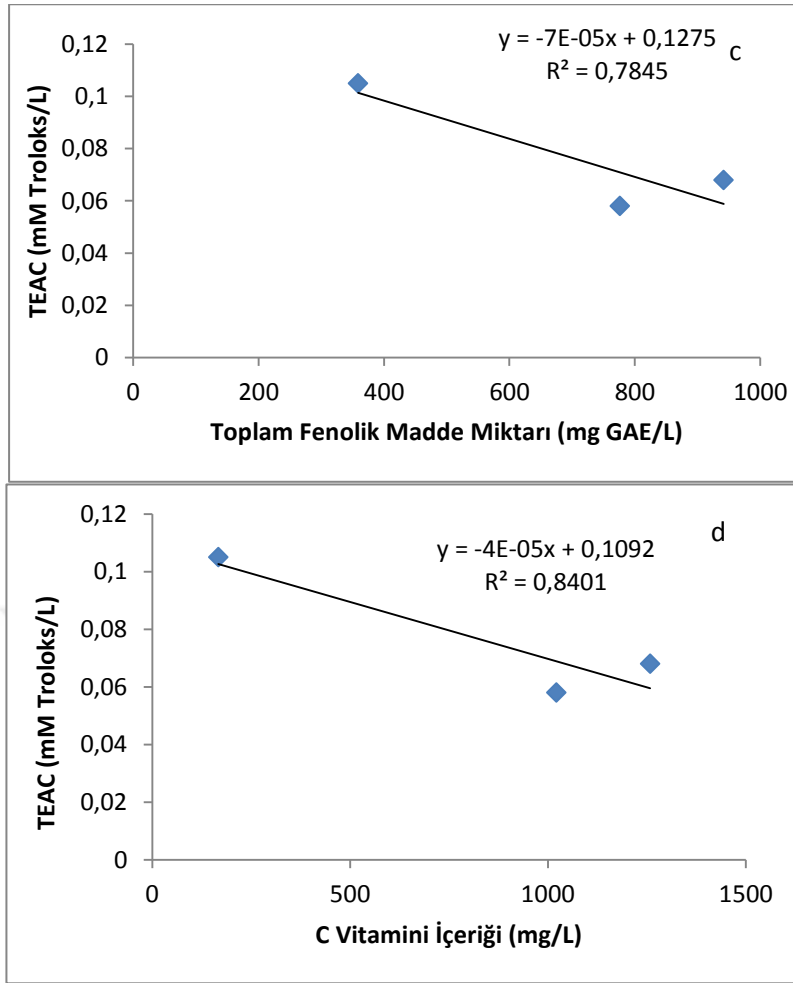
Bu grafikler incelendiğinde hem toplam fenolik madde miktarı hem de C vitamini içeriği meyve ve sebze suları için doğrusal bir davranış göstermiştir. Çizelge 4.6'da antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde ve C vitamini

arasındaki ilişkiyi belirleyen korelasyon katsayıları verilmiştir. Şekil 4.6 (a,b)'da verilen sonuçlar değerlendirildiğinde ayva suyu için antioksidan kapasite (% inhibisyon) ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği korelasyon eşitliği  $y=-0.046x+47.655$  ( $R^2=0.89$ ) ve  $y=-0.0246x+35.892$  ( $R^2=0.93$ ) olarak bulunmuştur. Çizelge 4.6'ya göre, ayva suyu için korelasyon katsayıları incelendiğinde C vitamini içeriğinin  $R^2$  değeri toplam fenolik madde miktarından daha yüksek olduğu için ayva suyunun antioksidan kapasitesi daha çok C vitamini içeriğinden oluşmaktadır.

**Çizelge 4.6** Antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği arasındaki korelasyon katsayıları

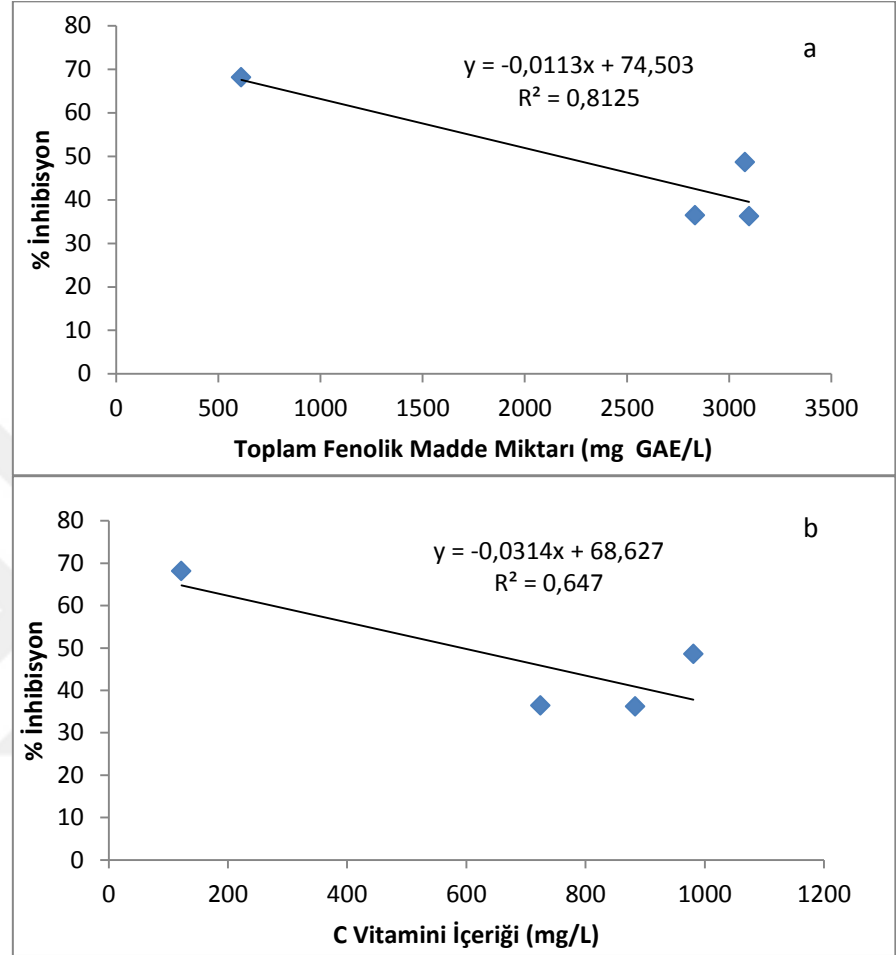
| Örnekler        | Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/L) |      | C Vitamini İçeriği (mg/L) |      |
|-----------------|-------------------------------------|------|---------------------------|------|
|                 | $R^2$                               |      | $R^2$                     |      |
|                 | % İnhibisyon                        | TEAC | % İnhibisyon              | TEAC |
| Ayva Suyu       | 0.89                                | 0.78 | 0.93                      | 0.84 |
| Nar Suyu        | 0.81                                | 0.79 | 0.65                      | 0.63 |
| Kara Havuç Suyu | 0.63                                | 0.46 | 0.33                      | 0.21 |

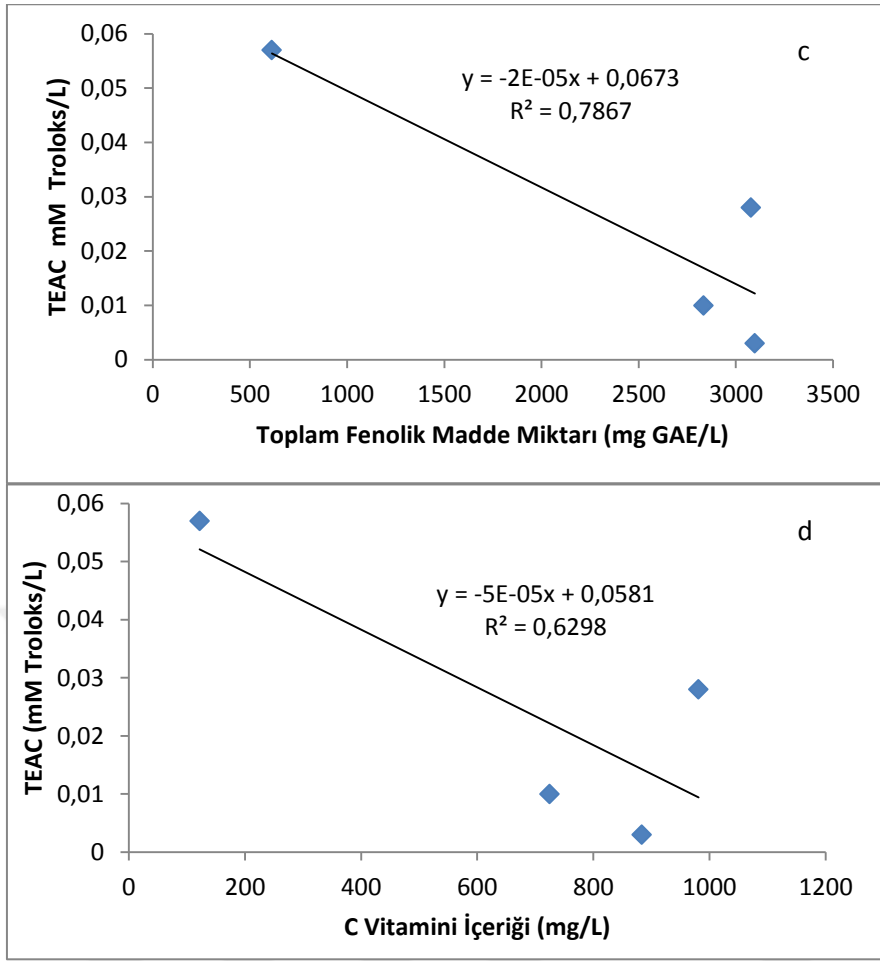




**Şekil 4.6.** Ayva suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon

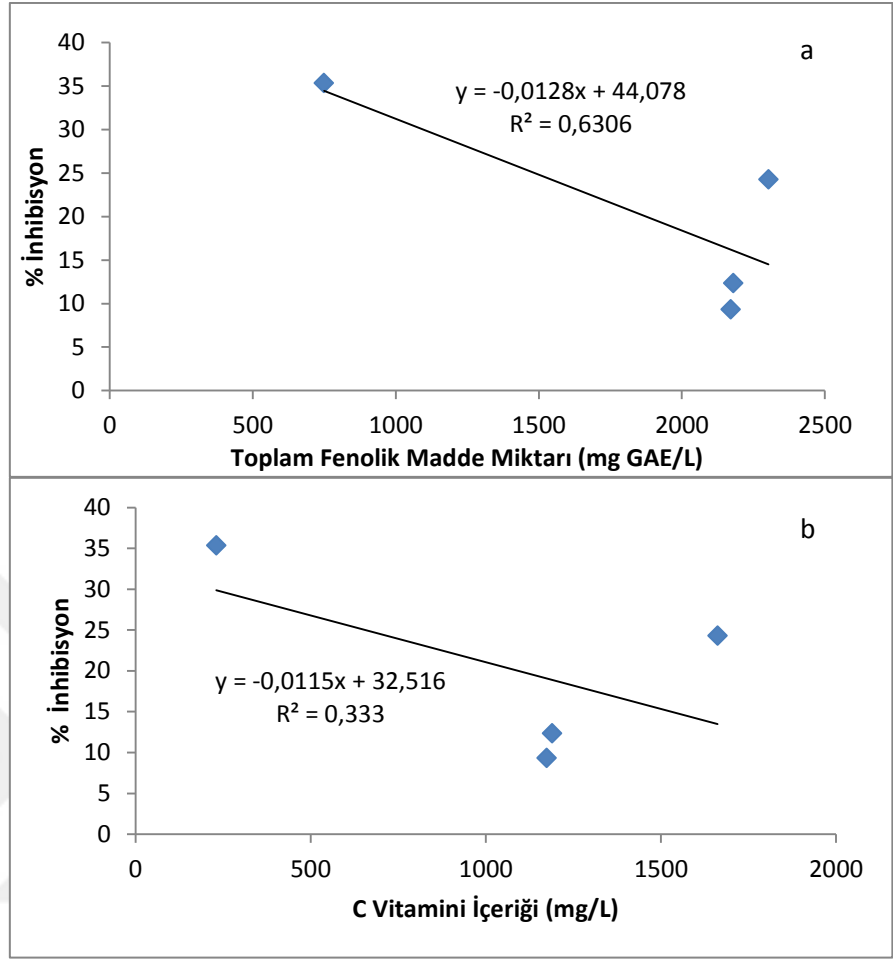
Şekil 4.7 (a,b)'da verilen sonuçlar değerlendirildiğinde nar suyu için antioksidan kapasite (% inhibisyon) ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği korelasyon eşitliği  $y = -0.0113x + 74.503$  ( $R^2 = 0.81$ ) ve  $y = -0.0314x + 68.627$  ( $R^2 = 0.65$ ) olarak bulunmuştur. Çizelge 4.6'ya göre, nar suyunun korelasyon katsayıları incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının  $R^2$  değeri C vitamini içeriğinden daha yüksek olduğu için nar suyunun antioksidan kapasitesi daha çok toplam fenolik madde miktarından oluşmaktadır.

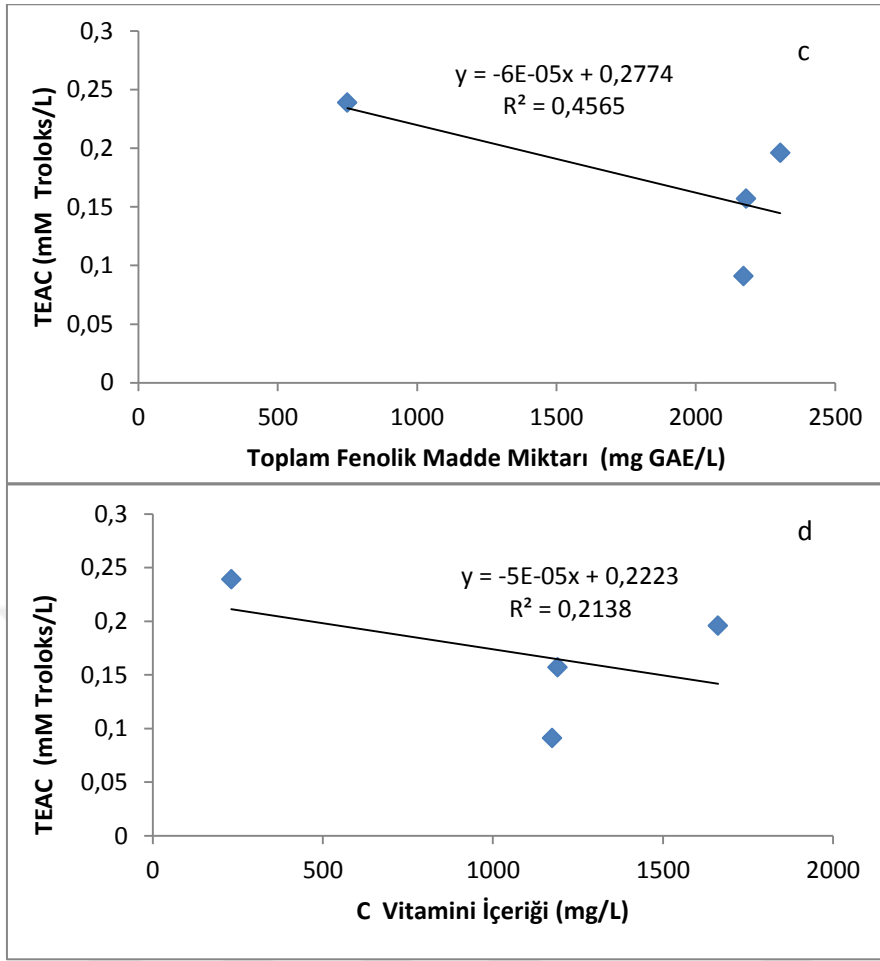




Şekil 4.7. Nar suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon

Şekil 4.8 (a,b)'da verilen sonuçlar değerlendirildiğinde kara havuç suyu için antioksidan kapasite (% inhibisyon) ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği korelasyon eşitliği  $y = -0.0128x + 44.078$  ( $R^2 = 0.63$ ) ve  $y = -0.0115x + 32.516$  ( $R^2 = 0.33$ ) olarak bulunmuştur. Çizelge 4.6'ya göre, kara havuç suyunun korelasyon katsayıları incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının  $R^2$  değeri C vitamini içeriğinden daha yüksek olduğu için nar suyunun antioksidan kapasitesi daha çok toplam fenolik madde miktarından oluşmaktadır.





**Şekil 4.8.** Kara havuç suyunun % inhibisyon ile toplam fenolik madde miktarı (a) ve C vitamini içeriğinin (b), TEAC ile toplam fenolik madde miktarı (c) ve C vitamini içeriğinin (d) arasındaki korelasyon

Aynı şekilde Çizelge 4.6'ya göre meyve ve sebze sularının TEAC ile toplam fenolik madde miktarı ve C vitamini içeriği arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde ayva suyunun antioksidan kapasitesinin daha çok C vitamini içeriğinden kaynaklanırken, nar ve kara havuç sularının toplam fenolik madde miktarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ayva, nar ve kara havuç sularına santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon tekniğinin uygulanması ve konsantrasyon işleminin verim ile fenolik madde miktarı, C vitamini içeriği ve antioksidan kapasite üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, dondurarak konsantrasyon tekniği soğuk koşullarda gerçekleştirilen bir konsantre etme tekniği olduğu için yüksek kalitede konsantre meyve ve sebze sularının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Ayva suyunun başlangıç SÇKM miktarı 12.9°Briks, nar suyunun 15.1°Briks ve kara havuç suyunun ise 10.6°Briks olarak ölçülmüştür. Suları sıkılan meyve ve sebze suları santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniği ile konsantre edildikten sonra ayva suyunun SÇKM içeriği 29.98°Brikse, nar suyunun 38.33°Brikse ve kara havuç suyunun 35.73°Brikse ulaşmıştır. Ayrıca döngü sayısı arttıkça konsantre meyve ve sebzelerin SÇKM içeriği ve buz faz olarak ayrılan ve eritilen kısmın da SÇKM içeriği artmıştır. Yapılan çalışma sonunda, 460.076 gr ayva suyu ikinci döngü sonunda 225.069 gr'ı konsantre edilmiştir. 458.07 gr nar suyunun üçüncü döngü sonunda 295.235 gr'ı konsantre olarak ayrılırken, 458.736 gr kara havuç suyunun 240.851 gr'ı konsantre olarak ayrılmıştır. Bu veriler değerlendirildiğinde ayva suyunda %48.92 verim elde edilirken, nar suyunda %64.45 ve kara havuç suyunda %52.50 verim elde edilmiştir.

Santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin değerlendirmesinde kullanılan hesaplamalara bakıldığında; döngü sayısının artmasıyla geri kazanılan sıvı miktarı, konsantrasyon yüzdesi ve erime fraksiyonu artarken, konsantrasyon verimi bunlara ters davranış göstermiş ve azalma olduğu görülmüştür. Konsantrasyon verimi %50'nin üzerindeki değerlere ulaştığından dolayı da tekniğin başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği düşünülmektedir.

Meyve ve sebze sularının pH ve renk değerleri gibi fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde; döngü sayısı arttıkça pH değerinde azalma meydana gelmiştir. Döngü sayısının artmasına bağlı olarak parlaklık olarak tanımlanan L\* değeri meyve ve sebze sularında artmıştır. Ayva ve kara havuç sularının SÇKM

içeriği arttıkça kırmızılık ( $a^*$ ) değerinde artış görülmüş, nar suyunun kırmızılık değerinde ise azalış görülmüştür.

Bu çalışmada toplam fenolik madde miktarı, C vitamini içeriği ve antioksidan kapasitenin belirlenmesi için analizler yapılmıştır. Döngü sonunda konsantre edilen kara havuç suyunun toplam fenolik madde miktarında %5.73, nar suyunda %7.93 ve ayva suyunda %17.53 kayıp meydana gelmiştir. Aynı şekilde C vitamini içerikleri değerlendirildiğinde ayva suyunda %18.85, nar suyunda %26.20 ve kara havuç suyunda %29.36 kayıp meydana gelmiştir. Fenolik maddeler, C vitamini, karotenoidler vb. bileşenler meyve ve sebzelerde antioksidan kapasite oluşturmaktadır. Konsantre edilmiş ayva, nar ve kara havuç sularının antioksidan kapasitesi ile C vitamini içerikleri ve toplam fenolik madde miktarları arasındaki ilişki incelenmiştir. Ayva suyunun antioksidan kapasitesinin daha çok C vitamini içeriğinden kaynaklanırken, nar ve kara havuç sularının toplam fenolik madde miktarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada yüksek kalitede ürün elde etmek amaçlandığından ve sonuçlarda görüldüğü üzere ürünlerin konsantre edilmesindeki kayıplar geleneksel yöntemlere göre azaltıldığından dolayı ayva, nar ve kara havuç sularının santrifüj destekli dondurarak konsantrasyon tekniği ile konsantre edilmesinin başarılı bir sonuç ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

Ayva, nar ve kara havuç sularının SÇKM içerikleri tekniğin uygulanmasından sonra yaklaşık olarak 30-40°Briks olduğu görülmüştür. Ulaşılan bu SÇKM içeriği ısı uygulaması ile elde edilen konsantre ürünlerde ulaşılan SÇKM içeriğinden daha düşük bir değere sahiptir. Bu yüzden gelecek çalışmalarda santrifüj destekli blok dondurarak konsantrasyon tekniğinin diğer tekniklerle kombine bir şekilde kullanılması ile bu sorunun önünü geçilebileceği düşünülmektedir. Bu şekilde diğer tekniklerdeki kalite kayıplarının da azaltılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan meyve ve sebze sularına durultma işlemi uygulanmadığı için aynı tekniğin durultulmuş meyve ve sebze sularına uygulanması da üzerinde çalışılmaya değer bir araştırma alanıdır. Büyük çaplı santrifüjlerin ya da hem donma hem santrifüjleme işleminin aynı

anda yapıldığı cihazların tasarımıyla endüstriyel anlamda da kullanımının olacağı düşünülmektedir.

Sistemin en büyük dezavantajı, ayrılan buz fazda konsantre fazın kalmasıdır. Bundan dolayı yapılan çalışmada bu kaybın geri kazanılması için konsantreden ayrılan ve eritilen buz fazda kalan konsantre fazı ayırmak için ise tekrardan santrifüj tüplerine doldurulup, dondurulduktan sonra santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda ise ayva suyunun eritilen buz fazının %20'si ( $23.35^{\circ}\text{Briks}$ ), nar suyunun %26'sı ( $28.21^{\circ}\text{Briks}$ ) ve kara havuç suyunun ise %19'u ( $21.2^{\circ}\text{Briks}$ ) konsantre edilerek geri kazanılmıştır.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, M.J., Onsekizoğlu, P. ve Bahçeci, K.S.**, 2009, Ozmotik distilasyon ve membran distilasyon yöntemleri ile yüksek kalitede elma suyu konsantresi. TÜBİTAK-TOVAG 107O096 nolu proje sonuç raporu.
- Adorno, W.T, Rezzadori, K., Arend, G.D, Chaves, V.C, Reginatto, F.H., Luccio, M.D. and Petrus J.C.C.**, 2017, Enhancement of phenolic compounds content and antioxidant activity of strawberry (*Fragaria x ananassa*) juice by block freze concentration technology, *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 781-787 pp.
- Ağaoğlu, S.Y., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülsen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal A.D. ve Yanmaz R.**, 1997, Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Arastırma ve Gelistirme Vakfı Yayınları No: 4, Ankara.
- Aider, M., de Halleux, D. and Akbache, A.**, 2007, Whey cryoconcentration and impact on its composition, *Journal of Food Engineering*, 82(1):92–102 pp.
- Aider, M. and de Halleux, D.**, 2008a, Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology, *LWT – Food Science and Technology*, 41(10):1768–1775 pp.
- Aider, M. and de Halleux, D.**, 2008b, Passive and microwave-assisted thawing in maple sap cryoconcentration technology. *Journal of Food Engineering*, 85(1): 65–72 pp.
- Aider, M., de Halleux, D. and Melnikova, I.**, 2008, Gravitational and microwave-assisted thawing during milk whey cryoconcentration, *Journal of Food Engineering*, 88(3):373–380 pp.
- Aider, M. and de Halleux, D.**, 2009, Review: cryoconcentration technology in the bio-food industry: principles and applications, *Food Science Technology*, 42, 679–685 pp.
- Aider, M., de Halleux, D. and Melnikova, I.**, 2009, Skim milk whey cryoconcentration and impact on the composition of the concentrated and ice fractions, *Food Bioprocess Technology*, 2:80–88 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Aider, M. and Ounis, W.B.**, 2012, Skim milk cryoconcentration as affected by the thawing mode: gravitational vs. microwave-assisted, *International Journal of Food Science and Technology*, 47:195–202 pp.
- Akış, T.**, 2010, Piyasada Çay Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Fenolik Yapılarının İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 227s.
- Ardağ, A.**, 2008, Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, 70s.
- Alaşalvar, C., Grigor, J.M., Zhang, D., Quantick, P.C. and Shahidi, F.**, 2001, Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different colored carrot varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1410–1416 pp.
- Al-maiman, S.A. and Ahmad, D.**, 2002, Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation, *Food Chemistry*, 76:437-441 pp.
- Anon, 2009**, <http://www.gea-crystallization.com> (Accessed 19 June 2009).
- Bayraktar, K.**, 1970, Sebze yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 245 s.
- Baysal, A.**, 1999, Beslenme, *Hatiboğlu Yayınevi*, Ankara, 496 s.
- Bektaş, B., Çalışkan, G. and Dirim, S.N.**, 2016, A survey on the centrifugal freeze concentration method for mulberry molasses, *Journal of Food Physics*, 28-29: 57-69 pp.
- Benedetti, S., Prudencio, E.S., Nunes, G.L., Guizoni, K., Fogaça, L.A. and Petrus, J.C.C.**, 2015, Antioxidant properties of tofu whey concentrate by freeze concentration and nanofiltration processes, *Journal of Food Engineering*, 160, 49–55 pp.
- Braddock R.J. and Marcy J.E.**, 1985, Freeze concentration of pineapple juice, *Journal of Food Science*, 50: 1636-1639 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Braddock R.J. and Marcy J.E.**, 1987, Quality of freeze concentrated orange juice, *Journal of Food Science*, 52:159-162 pp.
- Brunn, S. D.**, 1963, A cultural plant geography of the quince, *The Professional Geographer*, 15(5):16-18 pp.
- Burdo, O. G., Kovalenko, E. A. and Kharenko, D. A.**, 2007, Development of freeze concentration device, *Communication of the Odessa state academy of food technologies*, Odessa, Ukraine. [www.osaft.odessa.ua](http://www.osaft.odessa.ua).
- Cassano, A., Conidi, C. and Drioli, E.**, 2011, Clarification and concentration of pomegranate juice (*Punica granatum L.*) using membrane processes, *Journal of Food Engineering* 107: 366–373 pp.
- Cemeroğlu, B. ve Karadeniz, F.**, 2001, Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M.**, 2004, Meyve Ve Sebzelerin Bileşimi, Meyve ve Sebze işleme teknolojisi, Cilt I, Cemeroğlu, B. (ed.), Bizim Büro Basımevi, 1- 188 s.
- Cemeroğlu, B.**, 2004, Meyve Ve Sebzelerin Dondurularak Muhafaza Edilmesi, Gıda Analizler, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- Cemeroğlu, B.**, 2010, Gıda Analizler, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.
- Cesare, C. and Maltini, E.**, 1993, Studies on the concentration of model solutions and fruit distillates by freezing out, *Fruit Processing*, 3(12):442–445 pp.
- Contini, M., Baccelloni, S., Massantini, R. and Anelli, G.**, 2008, Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana L.*) shell and skin wastes by long maceration at room temperature, *Food Chemistry*, 110:659–669 pp.
- Çalışkan, G.**, 2011, Sumak Ekstraktı Tozu Eldesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 117s.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Çiftçi, Ü.**, 1999, Ayva Pektinin Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demir, D.**, 2010. Kurutma İşlemi Ve Öncesinde Uygulanan Farklı Haşlama Tekniklerinin Siyah Havucun Antioksidan Etkili Bileşikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57 s.
- Deshpande, S. S., Bolin, H. R. and Salunkhe, D. K.**, 1982, Freeze concentration of fruit juices, *Food Technology*, 36(5): 68 pp.
- Deshpande, S. S., Cheryan, M., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K.**, 1984, Freeze concentration of fruit juices, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 20(3):173–248 pp.
- Deryaoğlu, A.**, 1990, Şalgam Suyu Üretimi ve Bileşimi Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57 s.
- Dinçer, Ç. ve Topuz, A.**, 2009, Dondurarak konsantrasyon işlemi ve gıda endüstrisindeki uygulamaları, *Akademik Gıda*, 7: 47-51 s.
- Dokuzoğuz, M. And Mendilcioğlu, K.**, 1978, Ege Bölgesi nar çeşitleri üzerinde pomolojik çalışmalar, *Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2):133-157 s.
- Doymaz I.**, 2013. Determination of Infrared Drying Characteristics and Modelling of Drying Behaviour of Carrot Pomace, *Journal of Agricultural Sciences*, 19:44-53.
- Du, C. T., Wang, P. L. and Francis, F. J.**, 1975, Anthocyanins of pomegranate. (*Punica granatum*), *Journal of Food Science*, 40(2): 417-418 pp.
- El-Nemr, S.E., İsmail, I.A., Ragab, M.**, 1992, The chemical composition of the juice and seeds of pomegranate fruits, *Fluessiges Obst*, 59 (11); 162-164 pp.
- Elyatem, S.M. and Kader, A.**, 1984, Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits, *Scientia Horticulturae*, 24:287-298 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Ergezer, H. Ve Gökçe, R.,** 2004, Kanatlı etlerinin marinasyon tekniği ile işlenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10:2, 227-233 ss.
- Englezos, P.,** 1994, The freeze concentration process and its applications, *Developments in Chemical Engineering and Mineral Processing*, 2(1):3-15 pp.
- Ercisli, S., Güler, M. ve Eşitken, A.,** 1999, Oltu ilçesinde yetiştirilen ayva çeşitlerinin meyve özellikleri üzerinde bir araştırma, *Anadolu*, 9(2): 32-40 s.
- Erten, H., Tangüler, H. ve Canbaş, A.,** 2008, A Traditional Turkish Lactic Acid Fermented Beverage: Shalgam (Salgam), *Food Reviews International*.
- Erten, H. ve Tangüler, H.,** 2010, Fermente Bitkisel Ürünler, İçinde: Gıda Biyoteknolojisi, (N. Aran, editör), Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 241-277 s.
- Gil, M. I., Garcia-Viguera, C., Artes, F. and Tomas-Barberan, F.A.,** 1995, Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 68(1):77-81 pp.
- Godara, N.R. and Godara, R.K.,** 1991, Assesment of New Germplast of Pomegranate at Hisar., *Haryana J.Hort.Sci.*, 20(3-4): 197-202 pp.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. and Jiang, Y.,** 2003, Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay, *Nutrition Research*, 23:1719-1726 pp.
- Hartel, R.W. and Chung, M. S.,** 1993, Contact nucleation of ice in fluid dairy products, *Journal of Food Engineering*, 18(3): 281–296 pp.
- Hamazu, Y., Inno, T., Kume, C., Irie, M. and Hiramats, K.,** 2006, Antioxidant and antiulcerative properties of phenolics from chinese quince, quince, and apple fruits, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54:765-772 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Hernandez, F., Melgarejo, P., Tomas-Barberan, F.A., and Artes, A.,** 1999, Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones, *European Food Research and Technology*, 210: 39-42 pp.
- Hışıl, Y.,** 2004, Instrumental analysis of Food, Ege University. Engineering Faculty Edition Number: 45, Izmir-Turkey. Pp 205-235.
- İyiçınar, H.,** 2007, Kontrollü şartlarda şalgam Suyu Üretimi Üzerine Farklı Formülasyonların Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 57 s.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J.M.,** 2003, Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions, *Food Chemistry*, 83; 547-550 pp.
- Kammerer, D., Carle, R. and Schieber, A.,** 2004, Characterization of phenolic acids in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by highperformance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry, *Rapid Communication in Mass Spectrometry*, 18(12):1331-1340 pp.
- Kar, Y.,** 2008, Çörekotu (*Nigella Sativa L.*) Tohumunun Doğal Antioksidan Ve Alternatif Enerji Kaynağı Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 226 s.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N. and Soyer, Y.,** 2005, Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey, *Turkish J. Agric.Forest.* 29:297-303 pp.
- Kaya, A., Aydın, O., Demirtaş, C. and Akgün, M.,** 2006, An experimental study on the drying kinetics of quince, *Desalination*, 212: 328–343 pp.
- Kipri, N.,** 2010, Derim Sonrası Sıcak Su Uygulamasının Hicaznar Çeşidinde Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kosar, M., Bozan B., Temelli, F. and Baser, K.H.C.**, 2007, Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria L.*) extracts, *Food Chemistry*, 103:952-959.
- Kulkarni, A. P. and Aradhya, S. M.**, 2005, Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development, *Food Chemistry*, 93 (2): 319-324 pp.
- Kumar N., Sarkar B.C. and Sharma H.K.**, 2012, Mathematical modelling of thin layer hot air drying of carrot pomace, *Journal of Food Science and Technology*, 17(1):33-41 pp.
- Larue, J. H.**, 1980, Growing pomegranates in California. Univ.California Leaflet, No.2459.
- Lee Y.C. and Lee S.W.**, 1998, Quality changes during storage in Korean cloudy pear juice concentrated by different methods. *Food Sciences and Biotechnology*, 7: 127-130 pp.
- Locatelli, M., Travaglia, F., Coisson, J. D., Martelli, A., Stevigny, C. and Arlorio, M.**, 2010, Total antioxidant activity of hazelnut skin (Nocciola Piemonte PGI): Impact of different roasting conditions, *Food Chemistry*, 119:1647–1655 pp.
- Melgarejo, P., Hernadez, F., Martinez, J., Tomas-Barberan, F.A. and Artes, F.**, 2000, Evolution of pomegranate juice anthocyanins during the ripening of fruit of three clones: ME16, VA1, BA1. Zaragoza.CIHEAMIAMZ, 253:123-127 pp.
- Miyawaki O., Liu L. and Nakamura K.**, 1998, Effective partition constant of solute between ice and liquid phases in progressive freeze-concentration, *Journal of Food Science*, 63: 756-758 pp.
- Miyawaki O., Liu L., Shirai Y., Sakashita S. and Kagitani K.**, 2005, Tubular ice system for scale-up of progressive freezeconcentration, *Journal of Food Engineering*, 69: 107-113 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Miyawaki, O., Kato, S. And Watabe, K.,** 2012, Yield improvement in progressive freeze-concentration by partial Melting of ice, *Journal of Food Engineering*, 108: 377-382 pp.
- Moreira, R., Chenlo, F., Torres, M.D. and Vallejo, N.,** 2008, Thermodynamic analysis of experimental sorption isotherms of loquat and quince fruit, *Journal of Food Engineering.*, 88: 514-521 pp.
- Moreno, F.L., Raventos, M., Hernandez, E. and Ruiz, Y.,** 2014, Block freeze-concentration of coffee extract: Effect of freezing and thawing stages on solute recovery and bioactive compounds, *Journal of Food Engineering*, 120: 158–166 pp.
- Moreno F. L, Robles C. M, Sarmiento Z., Ruiz Y. and Pardo J. M.,** 2013, Effect of separation and thawing mode on block freeze-concentration of coffee brews, *Food and Bioproducts Processing*, 91: 396-402 pp.
- Muller, J. G.,** 1967, Freeze concentration of food liquids: theory, practice and economics. *Food Technology*, 21(1): 49 pp.
- Nakagawa, M., Kosiba, A. and Larsen, R.,** 2010, Usefulness of solute evaluation from frozen matrix for freeze-concentration technique, *Chemical Engineering Research and Design*, 88: 718-724.
- Onsekizoğlu, P.,** 2012, Membran distilasyon ve ozmotik distilasyon ile meyve suyu konsantrasyonu, *Gıda*, 37 (2): 103-110 s.
- Onsekizoglu, P.,** 2013, Potential of membrane distillation for production of high quality fruit juice concentrate- A comprehensive review. *Crit Rev Food Sci.* (Accepted manuscript)  
<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2012.685116>
- Onur, C.,** 1982, Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayını, No: 121.
- Onur, C.,** 1988, Nar. Derim, özel sayı, 5(4): 176-178 s.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Orak, H.**, 2008, Evaluation of antioxidant activity, colour and some nutritional characteristics of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice and its sour concentrate processed by conventional evaporation, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(1):1-11pp.
- Özbek, S.**, 1978, Özel Meyvecilik, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:128, 485 s.
- Özcan, M.**, 2003, Effect of sumac (*Rhus coriaria L.*) extracts on the oxidative stability peanut oil, *Journal of Medicinal Food*, 6:63:66 pp.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyoğlu, M.**, 2004, Ilıman İklim Meyve Türleri. Cilt 2, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:556, İzmir, 200 s. Shaidi, F. and Naczki, M., 2003. Phenolics in Food and Nutraceuticals, p. 170, CRC Press, USA.
- Özdemir, N.**, 1995, Laktoferment Yöntemi Uygulanan Havuç Suyu Üretiminde Total Sıvılaştırma ile Verimliliğin Artırılması Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 63 s.
- Özgen, M., Durgaç, C., Serçe, S. and Kaya, C.**, 2008, Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey, *Food Chemistry*, 111:703–706 pp.
- Özkan, M.**, 2005, Berrak Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Antosiyaninlerin Isıl Stabilitesi, BAP projesi, Ankara Üniversitesi.
- Özkanlı, G.**, 2013, Production Of Sumac, Apple, Carrot And Grape Concentrates By Freeze Concentration, M.Sc. Thesis, University Of Gaziantep Graduate School Of Natural and Applied Sciences, 71 pp.
- Özler, N. ve Kılıç, O.**, 1995, Şalgam Suyu Üretimi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi.
- Palma, P.O, Petzold, G., Andana, I., Torres, N. and Cuevas, C.**, 2017a, Retention of ascorbic acid and solid concentration via centrifugal freeze concentration of orange juice, *Journal of Food Quality*, DOI: 10.1155/2017/5214909.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Palma, P.O., Petzold, G., Pierre, L. and Pensaben, J.M.,** 2017b, Protection of polyphenols in blueberry juice by vacuum-assisted block freeze concentration, *Food and Chemical Toxicology*, 1-10 pp.
- Palma, P.O., Petzold, G., Torres, N. and Aguilera, M.,** 2017c, Elaboration of orange juice concentrate by vacuum-assisted block freeze concentration, *Journal of Food Processing and Preservation*, DOI: 10.1111/jfpp.13438.
- Petzold, G. and Aguilera, J.M.,** 2013, Centrifugal freeze concentration, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20: 253-258 pp.
- Petzold, G., Moreno, J., Lastra, P., Rojas, K. and Orellana, P.,** 2015, Block freeze concentration assisted by centrifugation applied to blueberry and pineapple juices, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 30: 92-197 pp.
- Petzold, G., Niranjana, K. and Aguilera, J.M.,** 2012, Vacuum-assisted freeze concentration of sucrose solutions, *Journal of Food Engineering*, 115, 357-361 pp.
- Petzold, G., Orellana, P., Moreno, J., Cerda, E. and Parra, P.,** 2016, Vacuum-assisted block freeze concentration applied to wine, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 36: 330–335 pp.
- Pistrick, K.,** 2001, Umbelliferae (Apiaceae). (Harelt, P. editor), Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops, 1st edn., Springer, Berlin, Heidelberg, 1259-1267 pp.
- Ramos F.A., Delgado J.L., Bautista E., Morales A.L. and Duque C.,** 2005, Changes in volatiles with the application of progressive freeze-concentration to Andes berry (*Rubus glaucus Benth*), *Journal of Food Engineering*, 69: 291-297 pp.
- Ramteke, R.S., Singh, N.I., Rekhaand, M. N., and Eipeson, W. E.,** 1993, Methods for concentration of fruit juices: A critical evaluation, *Journal of Food Science and Technology*, 30: 391-402 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Rentfrow., G., Linville., M. L., Stahl, C. A., Olson., K. C., and Berg., E. P.,** 2004, The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time, *Journal of Animal Science*, 82, 3034-3037.
- Rieger, M.,** 2006, Mark's fruit crops, <http://www.uga.edu/fruit/pomegran.html>.
- Safadi, B.,** 2008, Characterization and distribution of *Daucus* species in Syria, *Biologia*, 63(2):177-182 pp.
- Saldamlı, İ.,** 2005, Gıda Kimyası, Hacettepe Yayınları, Ankara.
- Sanchez J., Ruiz Y., Auleda J.M., Hernandez E. and Raventos M.,** 2009, Review: Freeze concentration in the fruit juices industry, *Food Science and Technology International*, 15: 303-315 pp.
- Sanchez J., Ruiz Y., Raventos M., Auleda J.M. and Hernandez E.,** 2010, Progressive freeze concentration of orange juice in a pilot plant falling film, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11:644–651 pp.
- Sanchez, J., Hernandez, E., Auleda, J.M. and Raventos, M.,** 2011, Freeze concentration of whey in a falling-film based pilot plant: process and characterization, *Journal of Food Engineering*, 103:147-155 pp.
- Saxena, A.K., Manan, J.K., Berry, S.K.,** 1987, Pomegranates; Postharvest Technology, Chemistry and Processing, *Indian Food Packer*, 41(4): 43-60 pp.
- Schwartzberg, H.G.,** 1990, Food Freeze Concentration. In H. G. Schwartzberg, and M. A. Rao (Eds.), *Biotechnology and Food Process Engineering*, NY: Marcel Dekker, 127-202 pp.
- Shirai Y., Wakisaka M., Miyawaki O. and Sakashita S.,** 1999, Effect of seed on formation of tube ice whit high purity for a freze wastewater treatment system with a bubble-flow circulator, *Water Research*, 33:1325-1329 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Silva, B.M., Andrade, P.B., Ferreres, F., Domingues, A.L., Seabra, R.M. and Ferreira, M.A.**, 2002, Phenolic profile of quince fruit (*cydonia oblonga* miller) (pulp and peel), *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50:4615-4618 pp.
- Suqiyama, N., Roemer, K. and Bünemen, G.**, 1991, Sugar patterns of exotic fruits from the Honnover market, Germany, *Gartenbauwissenschaft*, 56(3): 126-129 pp.
- Süzme, S., Boyacıoğlu, D., Toydemir, G., and Çapanoğlu, E.**, 2014, Effect of industrial juice concentrate processing on phenolic profile and antioxidant capacity of black carrots, *International Journal of Food Science and Technology*, 49:819–829 pp.
- Şen, S.M., Karadeniz, T. ve Balta, F.**, 1993, Tirebolu (Harkköyü) yöresinde yetiştirilen önemli mahalli ayva çeşitlerinin morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3:205-219 s.
- Tangüler, H. ve Erten, H.**, 2009, Geleneksel Laktik Asit Fermantasyonu Ürünü Şalgam Suyu ve Üretim Yöntemleri, II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, Van, 650-654 s.
- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. and Vasifeshenas, M.R.**, 2010, Investigation of physico chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Sci. Hortic*, 126:180–185 pp.
- Tekintas, F.E., Cangi, R. ve Koyuncu, M.A.**, 1991, Van ve yöresinde yetistirilen mahalli ayva çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2): 56-67 s.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Cisneros-Zevallos, L., and Byrne, D.H.**, 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assay for estimating of antioxidant activity from guava fruit extract. *Journal of Food Comp. Analysis*, 19, 669-675.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Thijssen, H.A.C.**, 1975, Current developments in the freeze concentration of liquid foods. In Goldblith, S.A., Rey L. and Rothmayr, W. W. (Ed.), Freeze Drying and Advanced Food Technology, New York: Academic Press, 481-501 pp.
- Tolede, R.**, 2007, Fundamentals Of Food Process Engineering (3rd ed.). New York: Springer.
- Turfan, Ö.**, 2008, Nar Suyu Konsantresi Üretim Ve Depolama Sürecinde Antosiyaninlerdeki Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 140 s.
- Uysal, V.**, 2000, Kara havuçtaki renk madeelerinin (antosiyaninlerin) ekstraksiyonu ve özelliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71 s.
- Van Weelden.**, 1994, Freeze concentration: the alternative for single strength juices, *Fruit Processing*, 4:140-143 pp.
- Vardin, H. and Fenercioglu, H.**, 2003, Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice, *Nahrung/Food*, 47:300-303 pp.
- Vardin, H.**, 2000, Harran Ovasında Yetişen Değişik Nar Çeşitlerinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Çalışma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 117 s.
- Wajdylo, A., Oszmian'ski, J. and Czemerys, C.**, 2007, Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, *Food Chemistry*, 105:940-949 pp.
- Watanabe, M. and Arai, S.**, 1994, Bacterial ice nucleation activity and its application to freeze concentration of fresh foods for modification of their properties, *Journal of Food Engineering*, 22:453-473 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Welti-Chanes, J., Bermudez, D., Valdez-Fragoso, A., Mujica-Paz, H., and Alzamora, S.M.,** 2004, Principles of freeze-concentration and freeze drying. In Y.H.Hui, P. Cornillon, I.G Legaretta, M. H. Lim, K. D. Murrell and W.K. Nip (Eds.), Handbook of Frozen Foods, New York: Marcel Dekker, 13-17 pp.
- Widehem, P. and Cochet, N.,** 2003, *Pseudomonas syringae* as an ice nucleator, application to freeze concentration, *Process Biochemistry*, 39(2003), 405-410 pp.
- Winter, F., Janssen, H., Kennel, W., Link, H. and Silbereisen, R.,** 1974, Lucas' Anleitung, Zum Obstbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Yılmaz, C.,** 2000, Pomegranate Growing in Turkey. I. Int. Symp. on Pomegranate, 15-17 October, Orihuela (Alicante) Spain, 41-48 pp.
- Yılmaz, M. ve Çetiner, S.,** 1993, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Değişik Nar Çeşitlerinin Adaptasyonu, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:57, Adana, 22 s.
- Zhang, Z. and Hartel, R.W.,** 1996, A multilayer freezer for freeze concentration of liquid milk, *Journal of Food Engineering*, 29(1):23–38 pp.
- Zheng, L. and Sun, D.W.,** 2006, Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes-a review, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 16–23 pp.
- Zor, M.,** 2007. Depolamanın ayva reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan aktivite üzerine etkisi, Yüksek lisans tezi, Atatürk üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 63 s.

## ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Zonguldak'ta doğmuş, ilk ve orta öğretimini Zonguldak'ta tamamlamıştır. 2010-2015 yılları arasında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2015 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.



## **EKLER**

**EK 1** Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesinde Kullanılan Standart Eğri

**EK 2** C Vitamini İçeriğinin Belirlenmesinde Kullanılan Standart Eğri

**EK 3** % Troloks İnhibisyon Eğrisi

**EK 4** Ayva Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel Analiz Sonuçları

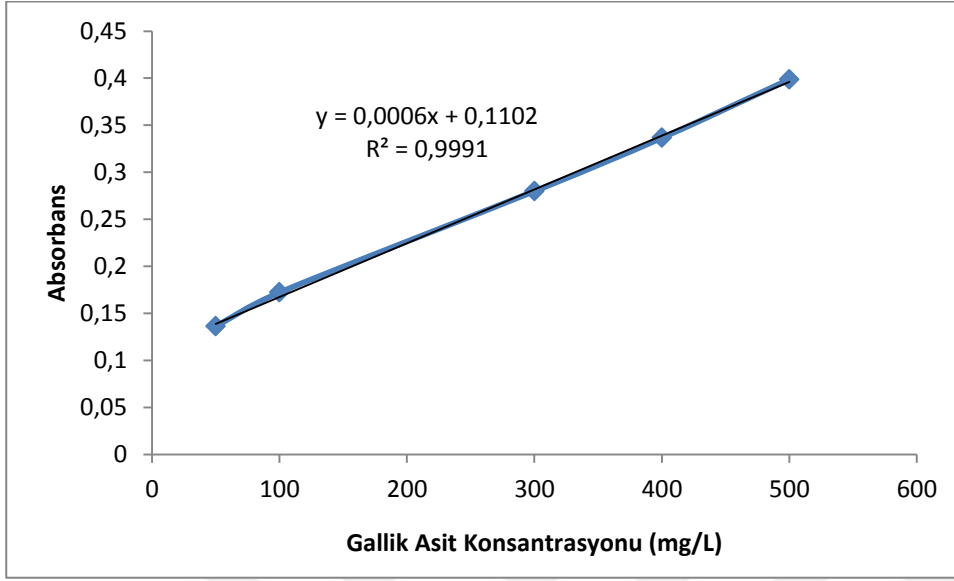
**EK 5** Nar Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel Analiz Sonuçları

**EK 6** Kara Havuç Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel Analiz Sonuçları

**EK 7** Ayva, nar ve kara havuç sularının görünümleri

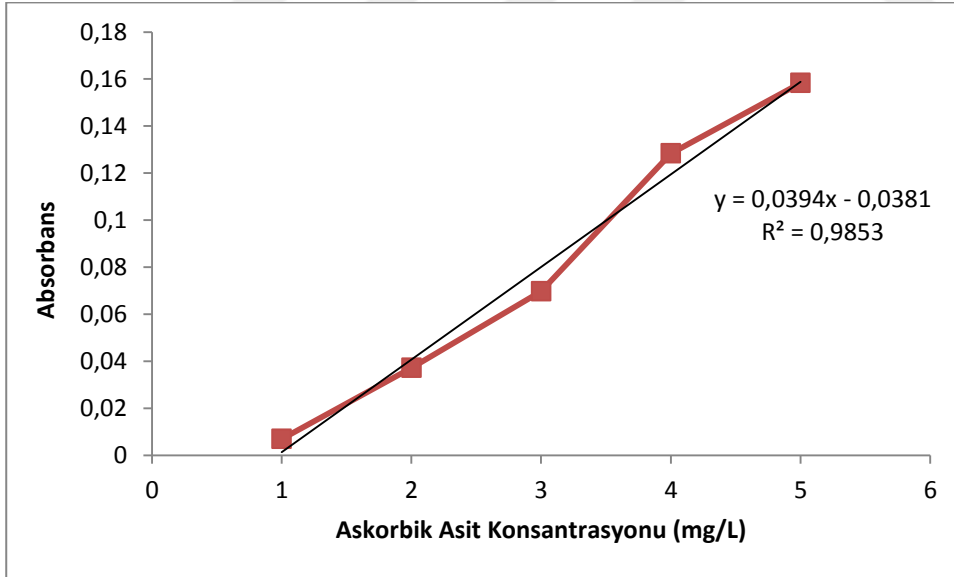
**EK 8** Ayva, nar ve kara havuç sularının konsantre ve buz fazlarının ayrılması

## EK 1 Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri



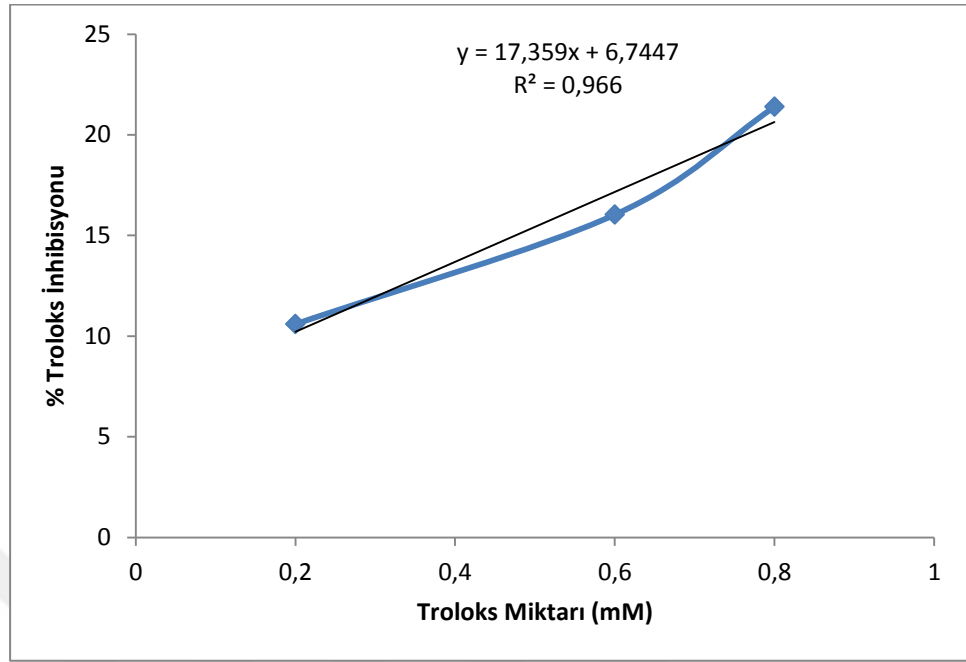
Ek Şekil 1. Toplam fenolik madde miktarı standart eğrisi

## EK 2 C vitamini içeriğinin belirlenmesinde kullanılan standart eğri



Ek Şekil 2. C Vitamini içeriği standart eğrisi

### EK 3 %Troloks kalibrasyon eğrisi



Ek Şekil 3. Troloks standart eğrisi

#### EK 4 Ayva Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel Analiz Sonuçları

Ek Çizelge 4. Ayva suyunun fiziksel, kimyasal analiz sonuçlarının ve hesaplamalarının istatistiksel analiz sonuçları

| Independent Samples Test |                                         |       |                              |    |                 |          |
|--------------------------|-----------------------------------------|-------|------------------------------|----|-----------------|----------|
|                          | Levene's Test for Equality of Variances |       | T Test for Equality of Means |    |                 |          |
|                          | F                                       | Sig.  | t                            | df | Sig. (2-tailed) | Döngüler |
| Konsantre Briks          | 0.023                                   | 0.086 | -4.586                       | 4  | 0.010           | 1/2      |
| Buz Briks                | 4.717                                   | 0.096 | -4.626                       | 4  | 0.010           | 1/2      |
| pH                       | 8.145                                   | 0.046 | 0.456                        | 4  | 0.672           | 1/2      |
| L*                       | 2.614                                   | 0.181 | -3.780                       | 4  | 0.019           | 1/2      |
| a*                       | 0.587                                   | 0.486 | -2.687                       | 4  | 0.055           | 1/2      |
| b*                       | 0.045                                   | 0.843 | -5.003                       | 4  | 0.007           | 1/2      |

|                             |       |       |        |    |       |     |
|-----------------------------|-------|-------|--------|----|-------|-----|
| Toplam Fenolik Madde        | 0.016 | 0.905 | 5.698  | 4  | 0.005 | 1/2 |
| C Vitamini İçeriği          | 4.436 | 0.103 | 5.382  | 4  | 0.006 | 1/2 |
| % İnhibisyon                | 0.003 | 0.959 | 0.498  | 10 | 0.629 | 1/2 |
| TEAC                        | 4.000 | 0.116 | 63.687 | 4  | 0.000 | 1/2 |
| Geri Kazanılan Sıvı Miktarı | 0.978 | 0.379 | -2.172 | 4  | 0.096 | 1/2 |
| Konsantrasyon Yüzdesi       | 0.001 | 0.975 | -3.688 | 4  | 0.021 | 1/2 |
| Konsantrasyon Verimi        | 9.314 | 0.038 | 2.616  | 4  | 0.059 | 1/2 |
| Erime Fraksiyonu            | 0.043 | 0.847 | -4.315 | 4  | 0.012 | 1/2 |

EK 5 Nar Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel

Ek Çizelge 5. Nar suyunun fiziksel, kimyasal analiz sonuçlarının ve hesaplamalarının istatistiksel analiz sonuçları

| Independent Samples Test |                   |       |                              |    |          |          |
|--------------------------|-------------------|-------|------------------------------|----|----------|----------|
|                          | Levene's Test for |       | T Test for Equality of Means |    |          |          |
|                          | F                 | Sig.  | t                            | df | Sig. (2- | Döngüler |
| Konsantre Briks          | 1.141             | 0.346 | -12.816                      | 4  | 0.000    | 1/2      |
|                          | 0.972             | 0.380 | -7.203                       | 4  | 0.002    | 2/3      |
| Buz Briks                | 1.859             | 0.244 | -6.403                       | 4  | 0.003    | 1/2      |
|                          | 2.785             | 0.170 | -0.861                       | 4  | 0.438    | 2/3      |
| pH                       | 4.500             | 0.101 | 0.463                        | 4  | 0.667    | 1/2      |
|                          | 2.579             | 0.184 | 3.244                        | 4  | 0.032    | 2/3      |
| L*                       | 3.829             | 0.122 | -5.555                       | 4  | 0.005    | 1/2      |
|                          | 5.064             | 0.088 | -1.809                       | 4  | 0.145    | 2/3      |
| a*                       | 0.089             | 0.780 | 4.641                        | 4  | 0.010    | 1/2      |
|                          | 1.359             | 0.309 | -0.227                       | 4  | 0.831    | 2/3      |
| b*                       | 0.047             | 0.840 | 1.859                        | 4  | 0.137    | 1/2      |
|                          | 6.420             | 0.064 | -1.609                       | 4  | 0.183    | 2/3      |
| Toplam Fenolik Madde     | 3.140             | 0.151 | -0.884                       | 4  | 0.427    | 1/2      |
|                          | 9.666             | 0.036 | 5.481                        | 4  | 0.005    | 2/3      |
| C Vitamini İçeriği       | 10.707            | 0.031 | 32.127                       | 4  | 0.000    | 1/2      |
|                          | 7.874             | 0.031 | 32.127                       | 4  | 0.010    | 2/3      |
| % İnhibisyon             | 1.368             | 0.280 | 1.444                        | 7  | 0.192    | 1/2      |

|                             |       |       |         |   |       |     |
|-----------------------------|-------|-------|---------|---|-------|-----|
|                             | 3.169 | 0.125 | -0.060  | 6 | 0.954 | 2/3 |
| TEAC                        | 0.727 | 0.442 | 234.01  | 4 | 0.000 | 1/2 |
|                             | 5.587 | 0.077 | -21.909 | 4 | 0.000 | 2/3 |
| Geri Kazanılan Sıvı Miktarı | 1.980 | 0.232 | -0.444  | 4 | 0.680 | 1/2 |
|                             | 1.399 | 0.302 | -1.491  | 4 | 0.210 | 2/3 |
| Konsantrasyon Yüzdesi       | 2.279 | 0.206 | 0.407   | 4 | 0.705 | 1/2 |
|                             | 0.315 | 0.605 | -12.417 | 4 | 0.000 | 2/3 |
| Konsantrasyon Verimi        | 1.823 | 0.248 | 1.090   | 4 | 0.337 | 1/2 |
|                             | 0.760 | 0.433 | -1.148  | 4 | 0.315 | 2/3 |
| Erime Fraksiyonu            | 8.000 | 0.047 | 0.000   | 4 | 1.000 | 1/2 |
|                             | 1.600 | 0.275 | -6.454  | 4 | 0.002 | 2/3 |

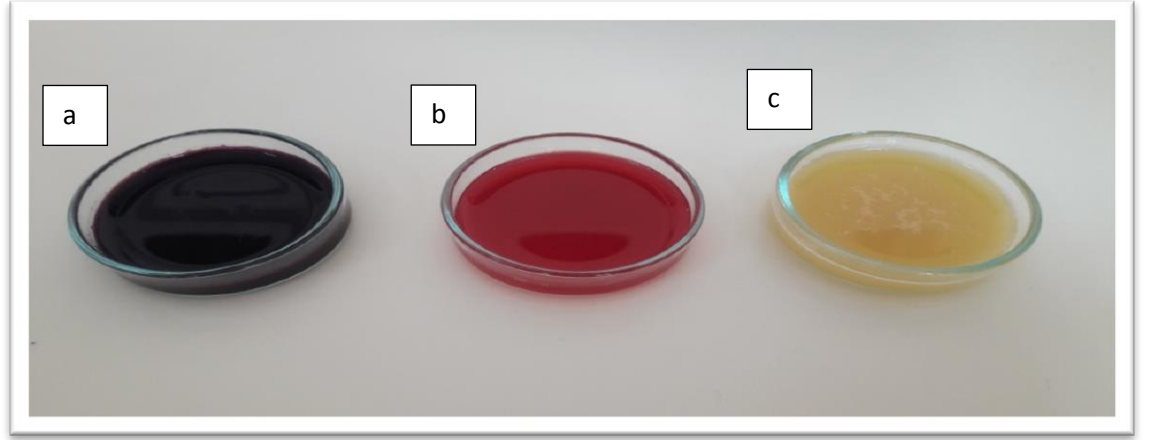
## EK 6 Kara Havuç Suyunun Fiziksel, Kimyasal Analiz Sonuçlarının ve Hesaplamalarının İstatistiksel Analiz Sonuçları

Ek Çizelge 6. Kara havuç suyunun fiziksel, kimyasal analiz sonuçlarının ve hesaplamalarının istatistiksel analiz sonuçları

| Independent Samples Test |                   |       |                              |    |          |          |
|--------------------------|-------------------|-------|------------------------------|----|----------|----------|
|                          | Levene's Test for |       | T Test for Equality of Means |    |          |          |
|                          | F                 | Sig.  | t                            | df | Sig. (2- | Döngüler |
| Konsantre Briks          | 0.860             | 0.406 | -17.978                      | 4  | 0.000    | 1/2      |
|                          | 0.453             | 0.538 | -4.710                       | 4  | 0.009    | 2/3      |
| Buz Briks                | 0.884             | 0.400 | -9.277                       | 4  | 0.001    | 1/2      |
| L*                       | 4.139             | 0.112 | -6.329                       | 4  | 0.003    | 1/2      |

|                             |        |       |          |       |       |     |
|-----------------------------|--------|-------|----------|-------|-------|-----|
|                             | 3.434  | 0.138 | -40.709  | 4     | 0.000 | 2/3 |
| a*                          | 13.858 | 0.020 | -165.517 | 2.018 | 0.004 | 1/2 |
|                             | 15.106 | 0.018 | -9.426   | 2.003 | 0.011 | 2/3 |
| b*                          | 5.728  | 0.075 | -0.943   | 4     | 0.399 | 1/2 |
|                             | 0.867  | 0.404 | -75.244  | 4     | 0.000 | 2/3 |
| Toplam Fenolik Madde        | 3.140  | 0.151 | -0.884   | 4     | 0.427 | 1/2 |
|                             | 9.666  | 0.036 | 5.481    | 4     | 0.005 | 2/3 |
| C Vitamini İçeriği          | 5.616  | 0.077 | 11.827   | 4     | 0.000 | 1/2 |
|                             | 2.996  | 0.159 | 0.416    | 4     | 0.699 | 2/3 |
| % İnhibisyon                | 0.238  | 0.643 | 1.626    | 6     | 0.155 | 1/2 |
|                             | 1.867  | 0.230 | 0.634    | 5     | 0.554 | 2/3 |
| TEAC                        | 0.013  | 0.916 | 25.443   | 4     | 0.000 | 1/2 |
|                             | 4.510  | 0.101 | 58.944   | 4     | 0.000 | 2/3 |
| Geri Kazanılan Sıvı Miktarı | 0.160  | 0.710 | 1.039    | 4     | 0.357 | 1/2 |
|                             | 3.648  | 0.129 | -2.272   | 4     | 0.086 | 2/3 |
| Konsantrasyon Yüzdesi       | 0.016  | 0.906 | -0.327   | 4     | 0.760 | 1/2 |
|                             | 0.001  | 0.982 | -5.986   | 4     | 0.004 | 2/3 |
| Konsantrasyon Verimi        | 1.015  | 0.371 | 3.420    | 4     | 0.027 | 1/2 |
|                             | 0.048  | 0.837 | 7.770    | 4     | 0.001 | 2/3 |
| Erime Fraksiyonu            | 0.800  | 0.422 | -1.291   | 4     | 0.266 | 1/2 |
|                             | 0.024  | 0.884 | -4.958   | 4     | 0.008 | 2/3 |

EK 7 Ayva, nar ve kara havuç sularının görünümleri



Ek Şekil 7. Çalışmada kullanılan kara havuç (a), nar (b) ve ayva (c) suları

Ek 8 Ayva, nar ve kara havuç sularının konsantre ve buz fazlarının ayrılması



Ek Şekil 8. Ayva, nar ve kara havuç sularının konsantre ve buz fazlarının ayrılması