

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

**FARKLI MEMBRAN AYIRMA SINIRLARININ VE  
KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN KAN PORTAKALI SUYUNUN  
ANTOSİYANİN VE ASKORBİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ**

**Ramazan TOKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2010**

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

**FARKLI MEMBRAN AYIRMA SINIRLARININ VE  
KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN KAN PORTAKALI SUYUNUN  
ANTOSİYANİN VE ASKORBİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ**

**Ramazan TOKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 2009.02.0121.020 proje numarasıyla Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

**2010**

**FARKLI MEMBRAN AYIRMA SINIRLARININ VE  
KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN KAN PORTAKALI SUYUNUN  
ANTOSİYANİN VE ASKORBİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ**

**Ramazan TOKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2010**

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

**FARKLI MEMBRAN AYIRMA SINIRLARININ VE**  
**KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN KAN PORTAKALI SUYUNUN**  
**ANTOSİYANİN VE ASKORBİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ**

**Ramazan TOKER**

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

Bu tez 10/12/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (.....) not takdir edilerek Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Mustafa KARHAN (Danışman)

Prof.Dr.Nevzat ARTIK

Prof.Dr.Mustafa ERKAN

## ÖZET

### FARKLI MEMBRAN AYIRMA SINIRLARININ VE KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN KAN PORTAKALI SUYUNUN ANTOSİYANİN VE ASKORBİK ASİT DÜZEYİNE ETKİSİ

**Ramazan TOKER**

**Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Mustafa KARHAN**

**Aralık 2010, 59 sayfa**

Bu araştırma kapsamında, Türkiye’de özellikle Akdeniz Bölgesinde üretim potansiyeli yüksek, askorbik asit ve antosiyanin içeriği bakımından zengin Moro kan portakalının bazı kimyasal özellikleri üzerine, ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla BATEM turuncgil bahçesinden derilen kan portakalı meyvelerinden Enstitü bünyesindeki pilot tesiste meyve suyu elde edilmiş ve ayırma sınırları 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa olan membranlar kullanılarak ultrafiltrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde üretilen 3 farklı berrak kan portakalı suyunun her biri farklı konsantrasyon derecelerine (yaklaşık 45, 55 ve 65°Bx) kadar konsantre edilmiştir. Elde edilen berrak kan portakalı suyunda ve konsantrelerinde önemli kalite kriterlerinin değişimi incelenmiştir.

Araştırmada kullanılan Moro kan portakalı meyvesinin derim zamanındaki toplam antosiyanin, L-askorbik asit ve toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 174.30 mg cyn-3-glu/L, 47.89 mg/100 mL ve 1230.02 mg GAE/L olarak tespit edilmiştir. Ultrafiltrasyon sonucunda berrak kan portakalı suyu üretilmiş bununla birlikte kan portakalı suyundaki toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit konsantrasyonları ultrafiltrasyondan önemli düzeyde etkilenmiştir. Bu etki toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin miktarları için ayırma sınırlarına göre

değişirken, L-askorbik asit konsantrasyonu ise ayırma sınırlarına göre önemli düzeyde farklılık göstermemiştir. Kan portakalı suyunun ultrafiltrasyonunda kullanılan membran ayırma sınırları içerisinde en uygun ayırma sınırının 100 kDa olduğu belirlenmiştir. Bu ayırma sınırında üretilen permeatta; toplam antosiyanin miktarı 150.63 mg cyn-3-glu/L, L-askorbik asit konsantrasyonu 39.97 mg/100 mL ve toplam fenolik madde miktarı ise 1135.17 mg GAE/L olarak belirlenmiştir. Bu değerlere sahip berrak kan portakalı suyundaki bulanıklık düzeyi 0.084 NTU düzeyinde ölçülmüştür. Renk değerleri içinde kan portakalı suyunun karakteristik rengi olan  $a^*$  değerinde ultrafiltrasyon sonunda artış görülmüştür.

Ultrafiltrasyon sonucu elde edilen permeatlar yaklaşık 45, 55 ve 65°Bx olmak üzere üç farklı briks derecesine kadar konsantre edilmiştir. Konsantrasyon sırasında antosiyanin ve L-askorbik asit miktarında azalma görülmüştür. Antosiyanin ve L-askorbik asit miktarındaki bu değişimin konsantrasyon derecesine bağlı olarak reaksiyonun hız sabiti (k değeri) ve yarılanma süreleri ( $t_{1/2}$ ) hesaplanmıştır. 100 kDa ayırma sınırında üretilen berrak kan portakalı suyuna, 50°C ve 160 mbar basınçta uygulanan konsantrasyon neticesinde k ve  $t_{1/2}$  değerleri; toplam antosiyanin için  $1.702 \times 10^{-3}$  (dak<sup>-1</sup>) ve 6.788 (sa), L-askorbik asit için ise  $1.873 \times 10^{-3}$  (dak<sup>-1</sup>) ve 6.165 (sa) olarak hesaplanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Kan portakalı (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ultrafiltrasyon, konsantrasyon, L-askorbik asit, toplam antosiyanin

JÜRİ: Doç.Dr. Mustafa KARHAN (Danışman)

Prof.Dr.Nevzat ARTIK

Prof.Dr.Mustafa ERKAN

## **ABSTRACT**

### **EFFECTS OF DIFFERENT MOLECULAR WEIGHT CUT-OFF MEMBRANES AND CONCENTRATION FACTORS ON ANTHOCYANIN AND ASCORBIC ACID LEVELS OF BLOOD ORANGE JUICE**

**Ramazan TOKER**

**M.Sc. Thesis in Food Engineering**

**Adviser: Assoc.Prof.Dr. Mustafa KARHAN**

**December 2010, 59 pages**

In this research, effects of ultrafiltration and concentration on some chemical properties of Moro blood oranges which are rich in ascorbic acid and anthocyanin contents and have high cultivation potential especially Mediterranean region of Turkey. For this aim, juice of blood orange fruits, taken from BATEM citrus orchard, were obtained at the pilot establishment of Institute and then ultrafiltration process were carried out using three different molecular weight cut-off membranes as 100 kDa, 50 kDa and 30 kDa. Three different clear blood orange juices, produced through ultrafiltration, were concentrated up to different (approximately 45, 55 and 65°Bx) concentrate degrees. Important quality parameters were analyzed at the clear blood orange juices and concentrates.

Total anthocyanin, L-ascorbic acid and total phenolic contents of Moro blood orange at the harvesting time, were found as 174.30 mg cyn-3-glu/L, 47.89 mg/100 mL and 1230.02 mg GAE/L respectively. After ultrafiltration; clear blood orange juices were produced but total anthocyanin, L-ascorbic acid and total phenolic contents were significantly affected through ultrafiltration. Although total anthocyanin and total phenolic contents were affected depending on the membrane cut-off degrees, L-ascorbic

acid concentrations were not affected significantly from different membrane cut-off degrees. For the ultrafiltration of blood orange juice, the most suitable membrane cut-off degree was found as 100 kDa; total anthocyanin, L-ascorbic acid and total phenolic contents of permeate were found as 150.63 mg cyn-3-glu/L, 39.97 mg/100 mL and 1135.17 mg GAE/L respectively. The turbidity level of this clear blood orange juice was found as 0.084 NTU. In color values; after ultrafiltration the level of a\* value, which is characteristic color of blood orange juice, was increased.

After ultrafiltration, permeates were concentrated up to three different brix values approximately 45, 55 and 65°Bx. During concentration, the level of anthocyanin and L-ascorbic acid were decreased. Reaction kinetics, (k value) and half-life times ( $t_{1/2}$ ) were calculated using changes in anthocyanin and L-ascorbic acid content depending on the concentration degrees. After concentration at 50°C and 160 mbar pressure, the calculated k and  $t_{1/2}$  values of clear blood orange juice produced from 100 kDa membrane were  $-1.702 \times 10^{-3}$  ( $\text{min}^{-1}$ ) and 6.788 (h) for total anthocyanin and  $-1.873 \times 10^{-3}$  ( $\text{min}^{-1}$ ) and 6.165 (h) for L-ascorbic acid degradations.

**KEY WORDS:** Blood orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck), ultrafiltration, concentration, L-ascorbic acid, total anthocyanin

**COMMITTEE:** Assoc. Prof.Dr. Mustafa KARHAN (Adviser)

Prof.Dr. Nevzat ARTIK

Prof.Dr. Mustafa ERKAN



## ÖNSÖZ

Günümüzde gerek üretimde gerekse tüketimde gıda maddelerinin fonksiyonel özellikleri ön plana çıkmıştır. Özellikle meyve ve sebzelerdeki çeşitli fonksiyonel bileşiklerin sağlık üzerindeki pozitif etkilerinin tıbbi çalışmalarla kanıtlanması her geçen gün bu konulara olan dikkati artırmaktadır. Üreticiler gıdanın fonksiyonel özelliğini kaybetmemeye tüketiciler ise daha fazla fonksiyonel özelliğe sahip gıda maddesi tüketmeye çalışmaktadır. Antosiyaninler de bu fonksiyonel bileşiklerden birisidir. Özellikle karaciğer hastalıkları üzerine olumlu etkisi, kan basıncını dengelemesi, antimikrobiyal etki göstermesi, kanserli hücrelerin gelişimini engellemesi gibi yararları her geçen gün ortaya konulmuş ve antosiyanin içeren gıdalara olan ilgi de artmıştır. Kan portakalı sağlık açısından birçok faydası bulunan ve kan portakalına özgü kırmızı rengi veren antosiyaninlerce zengin bir meyvedir. Bunun yanında askorbik asit ve fenolik madde açısından da öne çıkan turuncgil çeşitlerindedir.

Ultrafiltrasyon günümüzde meyve suyu üretiminde giderek yaygınlaşan bir filtrasyon tekniğidir. Özellikle tüketici açısından olumsuz bir algıya neden olan bulanıklık bu işlem ile kalıcı olarak giderilebilmektedir. Bu çalışma farklı membran ayırma sınırlarında uygulanan ultrafiltrasyonun ve farklı seviyelerdeki konsantrasyon işlemlerinin kan portakalı suyundaki antosiyanin, askorbik asit ve diğer kalite kriterlerine olan etkisini belirlemeyi hedeflemiştir.

Bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan, her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Mustafa KARHAN'a (Ak. Ün. Müh.Fak.), örneklerimin ultrafiltrasyonu ve analizleri sırasında bana sürekli destek veren Öğr. Gör. Nedim TETİK'e (Ak. Ün. Müh. Fak.), çalışmalarım sırasında bana her konuda destek olan Dr. Muharrem GÖLÜKÇÜ (BATEM) ve Haluk TOKGÖZ'e (BATEM), Enstitü imkanlarıyla bana destek olan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne, tez projesini mali yönden destekleyen Akdeniz Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimine, sabır ve özveriyle bana destek olan eşime teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KURUMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI .....	4
3. MATERYAL ve METOT .....	19
3.1. Materyal .....	19
3.2. Metot .....	19
3.2.1. Kan portakalı suyu üretimi .....	19
3.2.2. Durultma .....	21
3.2.3. Ultrafiltrasyon .....	21
3.2.4. Konsantrasyon .....	22
3.2.5. Analiz yöntemleri .....	23
3.2.5.1. Tanımlayıcı analizler .....	23
3.2.5.2. Toplam fenolik madde analizi .....	24
3.2.5.3. Toplam antosiyanin analizi .....	25
3.2.5.4. L-askorbik asit analizi .....	25
3.2.5.5. Renk tayini .....	26
3.2.5.6. Bulanıklık analizi .....	26
3.2.6. Kinetik parametrelerin belirlenmesi .....	27
3.2.7. İstatistiksel analizler .....	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	28
4.1. Moro Kan Portakalının Bazı Kimyasal Özellikleri .....	28
4.2. Kan Portakalı Suyunun Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonu .....	29
4.3. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun Bulanıklık ve SÇKM Değerlerine Etkisi .....	31

4.4. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerine Etkisi .....	33
4.5. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun CIE L*, a*, b*, C ve h Renk Değerlerine Etkisi .....	34
4.6. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan portakalı Suyunun Toplam Fenolik Madde, Toplam Antosiyanin ve Askorbik Asit Değerlerine Etkisi .....	39
4.6.1. Toplam fenolik madde değişimi .....	41
4.6.2. Toplam antosiyanin değişimi .....	43
4.6.3. L-askorbik asit değişimi .....	47
5. SONUÇ .....	51
6. KAYNAKLAR .....	53
ÖZGEÇMİŞ	

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

°C	Celsius sıcaklık derecesi
%	Yüzde
kDa	Kilodalton
NTU	Bulanıklık birimi (Nephelometric Turbidity Unit)
°Bx	Briks
g	Gram
µL	Mikrolitre
mL	Mililitre
L	Litre
mg/g	Gramda miligram
mg/kg	Kilogramda miligram
g/L	Litrede gram
mg/L	Litrede miligram
mL/L	Litrede mililitre
Å	Angstrom
o-	Orto
p-	Para
N	Normal çözelti
M	Molar çözelti
mM	Milimolar çözelti
nm	Nanometre
L*	Beyazlık-siyahlık göstergesi
a*	Kırmızılık gösteresi
b*	Sarılık göstergesi
C	Kroma değeri
h	Hue değeri
dak	Dakika
sa	Saat

## Kısaltmalar

HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
UF	Ultrafiltrasyon
Kons	Konsantrasyon
SAS	Statistical Analysis Software
$P<0.01$	Yüzde birlik önem seviyesine göre
$P<0.05$	Yüzde beşlik önem seviyesine göre
MS	Ham meyve suyu
SÇKM	Suda çözünen kuru madde
TKM	Toplam kuru madde
SA	Sitrik asit
TA	Titrasyon asitliği
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
TFM	Toplam fenolik madde
GAE	Gallik asit eşdeğeri
TAN	Toplam antosiyanin
Cyn-3-glu	Siyanidin 3-glikozit
AA	L-askorbik asit
Ak.Ün.Müh.Fak	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
BATEM	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Siyanidin-3-glikozitin kimyasal yapısı .....	9
Şekil 2.2.	Membran uygulamalarındaki ayırma sınırları .....	15
Şekil 3.1.	Moro kan portakalı .....	19
Şekil 3.2.	Brown tipi ekstraksiyon sistemi .....	20
Şekil 3.3.	Kan portakalının kabuk yüzeyinin çizilerek kabuk yağının ayrılması.....	20
Şekil 3.4.	Durultma ön testleri .....	21
Şekil 3.5.	Durultmada tortu oluşumu .....	21
Şekil 3.6.	Laboratuvar tipi ultrafiltrasyon işlemi .....	22
Şekil 4.1.	UF sonrası permeat ve retentattaki SÇKM değişimi .....	32
Şekil 4.2.	UF sonrası permeat ve retentattaki a* değeri değişimi .....	36
Şekil 4.3.	Konsantrasyon sonrası membran ayırma sınırlarına göre a* değeri değişimi.....	36
Şekil 4.4.	UF sonrası permeat ve retentattaki b* değeri değişimi .....	37
Şekil 4.5.	Konsantrasyon sonrası membran ayırma sınırlarına göre b* değeri değişimi .....	38
Şekil 4.6.	UF sonrası permeat ve retentatta TFM miktarındaki değişim .....	42
Şekil 4.7.	Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre TFM miktarındaki değişim .....	43
Şekil 4.8.	UF sonrası permeat ve retentatta TAN miktarındaki değişim .....	44
Şekil 4.9.	Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre TAN miktarındaki değişim .....	45
Şekil 4.10.	UF ayırma sınırı ile TAN konsantrasyonu arasındaki ilişki .....	46
Şekil 4.11.	UF sonrası permeat ve retentatta AA miktarındaki değişim .....	48
Şekil 4.12.	Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre AA miktarındaki değişim .....	49
Şekil 4.13.	UF ayırma sınırı ile AA konsantrasyonu arasındaki ilişki .....	49

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan antosiyanidinlerin yapısal farkları .....	9
Çizelge 4.1.	Moro kan portakalı meyvesinin bazı kimyasal özellikleri .....	28
Çizelge 4.2.	Kan Portakalı sularının farklı uygulamalara göre örnek kodlamaları .....	29
Çizelge 4.3.	Ultrafiltrasyonun kan portakalı suyunun bazı özellikleri üzerine etkisi .....	30
Çizelge 4.4.	Konsantrasyonun kan portakalı suyunun bazı özellikleri üzerine etkisi .....	30
Çizelge 4.5.	Kan portakalı suyunun uygulamaya bağlı olarak bulanıklık ve SÇKM değerleri .....	31
Çizelge 4.6.	Kan portakalı suyunun uygulamaya bağlı olarak pH ve titrasyon asitliği değerleri .....	33
Çizelge 4.7.	Ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulanan kan portakalı suyunun renk değerleri .....	34
Çizelge 4.8.	Ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulanan kan portakalı suyunun TFM, TAN ve AA değerleri .....	39
Çizelge 4.9.	UF sonrası 100 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle balansı .....	40
Çizelge 4.10.	UF sonrası 50 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle balansı .....	40
Çizelge 4.11.	UF sonrası 30 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle balansı .....	41
Çizelge 4.12.	Konsantrasyon sırasında kan portakal suyunda TAN parçalanmasına ilişkin kinetik değerler .....	46
Çizelge 4.13.	Konsantrasyon sırasında kan portakal suyunda AA parçalanmasına ilişkin kinetik değerler .....	50

## 1. GİRİŞ

Portakal (*Citrus sinensis* L.), turunçgiller familyasında yer alan önemli türlerden biridir. Taze olarak tüketiminin yanı sıra başta meyve suyu ve konsantresi olmak üzere, reçel, marmelat gibi ürünlere de işlenebilmektedir. Bunun yanında işlem sonrası artan çekirdek ve kabuklarından elde edilen yağ ve esanslar hem gıda hem de kozmetik sanayinde değerlendirilmektedir. Ancak işleme teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte meyve suyu olarak tüketiminin daha kolay olması ve kendine özgü fonksiyonel özellikleri, portakal suyu üretimini artırmıştır (Cemeroğlu 2004, Karahocagil 2003).

Turunçgiller genel olarak askorbik asit, karotenoidler ve fenolik bileşiklerce zengin meyvelerdir. Doğrudan besleyici özelliklerinin yanında, antioksidan etkiye sahip olmalarından dolayı kanser ve kalp ve damar hastalıkları gibi çeşitli hastalıklara karşı savunma sistemine pozitif yönde destek olmaktadır (Biçgel 2008).

Dünya yaş meyve üretimi 2009 yılı verilerine göre 587 670 477 ton olup, bunun %21.17'si 124 414 078 ton ile turunçgillerden oluşturmaktadır. Dünyada turunçgil üretimi 8.72 milyon hektar alanda tarımı yapılmaktadır. Turunçgil familyasının önde gelen türü olan portakal, 67.6 milyon ton üretimi ile dünya turunçgil üretiminin %54.34'lük kısmını oluşturmaktadır (Anonymous 2009).

Turunçgil üretiminde dünyada ilk 10 ülke içerisinde yer alan Türkiye'de, 2006 yılı itibariyle turunçgil üretiminin %47'sini portakal, %25'ini mandarin, %22'sini limon, %6'sını ise altıntop oluşturmaktadır. Üretimde büyük paya sahip olan Akdeniz Bölgesinde turunçgil üretiminin %70'i Doğu Akdeniz bölgesinde yapılmaktadır. 2009 yılı verilerine göre toplam 3 513 772 ton turunçgil üretiminin yaklaşık %48'i, 1 689 921 ton ile portakaldır. Ülkemizde üretilen portakalların yaklaşık %50'den fazlasını Navel grubu portakallar (Washington Navel, Thompson Navel vb.), %10'unu Yafa çeşidi ve %35-40'ını ise diğer portakal çeşitleri (Valencia, Dört Yol Yerlisi, Kozan Yerlisi, Alanya Yerlisi vs.) oluşturmaktadır. Portakal çeşitleri içerisinde kan portakalı üretimi daha az olduğundan bu konu ile ilgili herhangi bir istatistiksel veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarla kan portakalının insan sağlığı üzerine olumlu



etkilerinin belirlenmesi kan portakalı suyuna olan talebi artırmıştır. Bundan dolayı meyve üretimi gün geçtikçe artış göstermektedir (Altan 1991, Karahocagil 2003, Akgün 2006, Anonim 2009).

Meyve suyu endüstrisi yıllık 10 milyar Amerikan Dolarını aşan ticaret hacmi ile dünya ekonomisinde önemli bir paya sahiptir (Biçgel 2008). Ülkemizde portakal suyu ve benzeri ürünlere işlenen başlıca çeşitler; Valensiya, Washington Navel, Shamouti, Hamlin, kan portakalları ve Dörtüol Yerlisi, Kozan Yerlisi, Alanya Yerlisi gibi yerli çeşitlerdir. Bununla birlikte ülkemizde yetiştirilen portakallar genellikle meyve suyu üretimine uygun nitelik göstermemekte veya üretim miktarı açısından yetersiz kalmaktadır (Cemeroğlu 2004).

Ultrafiltrasyon gıda sanayinde kullanımı gittikçe yaygınlaşan bir filtrasyon yöntemidir. Bu yöntem ile mikroorganizmalar, lipidler, proteinler ve kolloidal yapıların alıkonulduğu, buna karşın küçük yapıda suda çözünebilen vitamin, tuz şeker gibi maddeler ürün içerisinde kalmaktadır. Özellikle sonradan bulanma görülen meyve suyu üretimlerinde bulanmayı önlemesi nedeniyle tercih edilmektedir. Geleneksel filtrasyona göre birim zamanda filtre edilen meyve suyu miktarını artırması, kullanılan enzim, filtrasyon yardımcı madde ihtiyacı ile atık miktarını azaltması, sistemin kesiksiz çalışması ultrafiltrasyon uygulamalarının gelişmesini sağlamaktadır (Cassano vd 2007a).

Bu tez çalışmasında kan portakalı suyu üretiminde farklı ayırma sınırına sahip membranlar kullanılarak kalıcı berraklıkta ve yüksek renk yoğunluğunda ürün elde etmek için uygun membran ayırma sınırı belirlenmiştir. Bilindiği gibi antosiyanin içeren koyu renkli ürünlerin ultrafiltrasyonunda kısmen renk kaybı görülebilmektedir. Ayrıca günümüzde meyve sularının depolanması ve dayanıklı hale getirilmesi amacıyla uygulanan en yaygın metot olan evaporasyon yoluyla konsantrasyonun renk maddeleri ve askorbik asit gibi birçok bileşen üzerine önemli kayıplara neden olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle, elde edilen berrak kan portakalı suyu örnekleri döner buharlaştırıcı kullanılarak 3 farklı suda çözünür kuru madde değerine kadar konsantre edilmiş ve örneklerde toplam antosiyanin miktarı ve askorbik asit değişimi

belirlenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak membran ayırma sınırı ve konsantrasyon faktörü ile toplam antosiyanin ve askorbik asit miktarının ısıl işlemle birlikte azalmasına arasındaki ilişki kinetik modelleme ile değerlendirilmiştir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Turunçgiller, *Rutaceae* familyasından olup birçok türü bulunmaktadır. Pek çok yerde üretimi yapılabilen turunçgillerden, limon (*Citrus limon*), portakal (*Citrus sinensis*), mandarin (*Citrus reticulata*) ve altıntop (*Citrus paradisi*) yetiştiriciliği ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır (Braverman 1949, Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Turunçgiller dünyada üretimi yaygın olarak yapılan meyvelerin başında gelmektedir. 2009 yılı verilerine göre dünyada 124 414 078 ton olan toplam turunçgil üretiminde, Çin (25 064 156 ton), Brezilya (20 457 270 ton) ve Amerika Birleşik Devletleri (10 740 150 ton) ilk üç sırada yer alan ülkelerdir. Türkiye ise 3 513 772 ton üretimi ile 2009 yılı verilerine göre 8. sırada yer almaktadır (Anonymous 2009).

Türkiye, özellikle de Akdeniz ve Ege Bölgeleri, turunçgillerin üretimi açısından son derece elverişli ekolojik koşullara sahiptir (Tuzcu 1999). Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de portakal toplam turunçgil üretimi içerisinde önemli bir orana sahiptir. 2009 yılı verilerine göre; 3 513 772 ton olan Türkiye’nin toplam turunçgil üretiminin 1 689 921 tonu portakal, 846 390 tonu mandarin, 783 587 tonu limon ve 190 973 tonu da altıntoptan oluşmaktadır. Toplam turunçgil üretiminin %48.09’u portakaldır. Portakal üretiminde en büyük pay Akdeniz Bölgesine (%87.84) ait olup bu bölgede yer alan Adana (%26.35), Antalya (%23.76), Mersin (%20.60) ve Hatay (%19.12) illeri portakal üretiminde önemli rol oynamaktadır (Anonim 2009).

Portakal taze tüketiminin yanında meyve suyuna da işlenmektedir. 2000 yılında ülkemizde meyve suyuna işlenen toplam meyve miktarı 433 100 ton iken bu rakam 2004 yılında 510 300 ton 2007 yılında ise 737 200 ton olmuştur. Aynı yıllarda meyve suyuna işlenen portakal miktarı sırasıyla 22 900, 46 200 ve 53 300 tondur. Her ne kadar yıllara göre artış eğilimi olsa da bazı yıllarda bu miktarlarda düşüşler gözlemlenmiştir. 2007 yılında Türkiye’nin meyve suyu ve nektarı üretim miktarı sırasıyla 73.4 ve 525.9 milyon litre olup bunun bir kısmı ihraç edilmektedir. Üretilen meyve suyunun %11.9’u nektarın ise %8.3’ü portakaldan elde edilmektedir. Türkiye’nin dünya meyve suyu ve

konsantresi ihracatı içindeki payı değer olarak %1 dolaylarındadır. Buna rağmen 2006 yılında 4.037 milyon ton portakal suyu ithal edilmiştir (Anonim 2007). Buradan da Türkiye'nin meyve suyu üretiminde turunçgillerden yeterince yararlanamadığı anlaşılmaktadır.

Turunçgiller ülkemizde ihracatı yapılan önemli tarım ürünleri arasında yer almaktadır. 2010 yılı Ocak–Mart döneminde 404 189 ton turunçgil ihracatı gerçekleştirilirken bunun karşılığı 286 908 000 Amerikan Doları gelir elde edilmiştir. Nisan 2009–Mart 2010 yılları arasında ihracatı yapılan turunçgil miktarı 1 114 239 ton olurken bunun karşılığında 794 863 000 Amerikan Doları gelir elde edilmiştir. Kan portakalının bu gelire katkısı Ocak–Mart 2010 döneminde 54 168 000 Amerikan Doları iken Nisan 2009–Mart 2010 arası 1 yıllık dönemde 125 781 Amerikan Doları olmuştur (Anonim 2010).

Ülkemizde Washington Navel, Şeker portakalı, Yafa, Valencia, Hamlin, Alanya Dilimli, Kozan Yerli, Dörttyol Yerli, Trablus Yerli ve Finike Yerli çeşitleri yanında Moro, Sanguinello ve Tarocco kan portakalı çeşitlerinin yetiştirildiği bildirilmiştir (Tuzcu 1990). Moro kan portakalı Malta ve Sicilya orijinli olup birçok Akdeniz ülkesinde tarımı yapılan bir portakal çeşididir. Kabuğu parlak kırmızı olan Moro, koyu kırmızı meyve rengi ile kan portakalları içerisinde renk yoğunluğu en fazla olan erkenci çeşittir (Kelebek vd 2008).

Turunçgiller beslenme açısından başta askorbik asit, niasin, folik asit, limonoidler, fenolik bileşikler, diyet lif, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi değişik gıda bileşenleri ile önem taşımaktadır (Baker 1994, Rouseff ve Nagy 1994, Farnworth vd 2001, Yılmaz 2002). Portakalda; 11.75 g/100 g karbonhidrat, 9.14 g/100 g toplam şeker, 2.4 g/100 g diyet lif, 0.12 g/100 g yağ, 0.94 g/100 g protein, 53.2 mg/100 g askorbik asit, 0.282 mg/100g niasin, 0.250 mg/100 g pantotenik asit, 0.087mg/100g tiamin, 0.44 g/100g kül, 181 mg/100 g potasyum, 40 mg/100 g kalsiyum, 14 mg/100 g fosfor ve 10 mg/100 g magnezyum bulunmaktadır (Anonymous 2010).

Turunçgil meyvelerinde endokarp olarak bilinen meyve suyu keseciklerinden oluşan meyve eti kısmı, diğer meyvelerden oldukça farklı bir şekilde dilimler halindedir. Meyvedeki kabuk ve meyve eti oranı tür ve çeşitlere göre farklılık göstermekte olup, genellikle %50–75 arasında değişmektedir. (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Turunçgil kabukları flavedo ve albedo denen iki kısımdan oluşmaktadır. Flavedo meyvenin dış kısmındaki sarıdan turuncuya kadar değişen dış tabakadan meydana gelmektedir. Meyvenin bu kısmında karotenoid renk maddeleri ile ekonomik değeri oldukça yüksek olan ve kabuk yağı olarak bilinen eterik yağ içeren hücrelerden oluşmaktadır. Flavedonun hemen altında, meyve etinin dış kısmında ise beyaz renkte kalın bir katman halinde bulunan, ticari pektin üretiminde de kullanılan albedo tabakası bulunmaktadır. Pektince zengin (%15-20) bu kısımda ayrıca besin maddelerini ve suyu taşıyan damarlar bulunmaktadır. Kabuğun yaklaşık %70'ini albedo ve %30'unu da flavedo kısımları oluşturmaktadır (Braverman 1949, Tressler ve Joslyn 1961).

Portakal meyve suyu ve benzeri ürünlere işlendikten sonra geriye kalan kabuk, çekirdek, posa gibi artıklar da pek çok amaçla değerlendirilebilmektedir. Ülkemizde atıkların değerlendirilmesine yönelik yürütülen çalışma ve faaliyetler yeterli düzeyde olmamasına rağmen bu atıklar özellikle Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde başta kozmetik ve ilaç sanayi olmak üzere pek çok alanda kullanılarak, hem atıklar değerlendirilmekte hem de ekonomiye önemli katkı sağlanmaktadır. Buna karşı Türkiye'de her yıl yaklaşık olarak 40 bin ton portakal kabuğu sanayi atığı olarak atılmaktadır. Bu sadece ekonomik kayıp değil aynı zamanda çevresel kirlenme açısından da olumsuz etki olarak karşımıza çıkmaktadır (Biçgel 2008).

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerde az bulunan ancak meyvenin lezzetinin oluşmasında önemli rolü olan maddelerdir (Cemeroğlu 2004). Fenolik bileşikler, bitkilerde aromatik aminoasit metabolizması sırasında sentezlenen ikinci metabolitlerdir. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendine özgü buruk tadını verir, gıdalarda bazı değişimlere neden olur. Bunlar arasında en önemlisi enzimatik esmerleşmelerdir. Enzimatik esmerleşme genellikle kalite kaybı olarak

değerlendirilmektedir. Özellikle meyve ve sebzelerin işlenmeleri sırasında fenolik maddelerin oksidasyonu bu açıdan önem taşımaktadır (Saldamlı 1998).

Valensiya ve Washington Navel portakal çeşitleri kullanılarak üretilen portakal suyunun fenolik bileşikler ve askorbik asit içeriklerine yönelik yapılan araştırmada, Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenolik madde miktarı 488 µg/mL ferulik asit eşdeğeri dolayında belirlenmiştir. Toplam flavanon (hesperidin ve narirutin baskın), toplam hidroksisinamik asit (ferulik, kafeik, sinapik, ve p-kumarik asitler) ve askorbik asit içeriği sırasıyla 244.1 ve 202.3 µg/mL, 56.9 ve 33.4 µg/mL, 576.8 ve 417 µg/mL olarak saptanmıştır (Rapisarda vd 1999).

Kelebek vd (2008) tarafından yapılan çalışmada, Moro ve Sanguinello çeşidi kan portakallardan elde edilen meyve suyunun fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasitesi incelenmiştir. Kan portakallarının diğer portakal çeşitlerinden daha yüksek hidroksisinamik asit ve flavanon konsantrasyonuna; Moro çeşidinin ise Sanguinello çeşidine göre daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Hidroksibenzoik asit, hidroksisinamik asit ve flavanon miktarlarının Moro kan portakalı suyunda sırasıyla 9.25, 74.35 ve 181 mg/L ve Sanguinello portakal suyunda ise 6.74, 57.76 ve 151.26 mg/L olduğu tespit edilmiştir.

Pigmentli (Moro, Tarocco ve Sanguinello) ve pigmentli (Ovale, Valensiya ve Navel) portakal çeşitlerinin fenolik bileşimi, askorbik asit içeriği ve antioksidan kapasitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, pigmentli çeşitlerin hesperidin içeriğinin (174–218 mg/L) pigmentli çeşitlerden (52–122 mg/L) yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu, buna paralel olarak narirutin düzeyinin de, pigmentli çeşitlerde (14–18 mg/L) pigmentli çeşitlerden (5–10 mg/L) yaklaşık 2–3 kat fazla bulunduğu saptanmıştır. Hidroksisinamik asit düzeyinin ise hesperidin ve narirutin kadar belirgin olmasa da daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Proteggente vd 2003).

Antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklerin kendilerine özgü pembe, kırmızı, mavi ve mor tonlarındaki çeşitli renklerini veren, suda çözünebilir nitelikte doğal renk maddeleridir ve birçok gıdanın boyanmasında sentetik boyalara karşı önemli bir

alternatif olarak kabul edilmektedirler (Bridle ve Timberlake 1997, Cemeroğlu vd 2001, Giusti ve Wrolstad 2003). Ayrıca suda çözünebilirlik özellikleri, antosiyaninlerin gıdalara katılımlarını kolaylaştırmaktadır. Antosiyanin ekstraktlarının gıdalara yalnızca çekici renk özellikleri kazandırmadığı, aynı zamanda yüksek antiradikal kapasiteleri nedeniyle eklendikleri gıdaların oksidatif stabilitelerini de artırdığı belirlenmiştir (Espin vd 2000).

Antosiyaninler bitkiler aleminde bulunan en yaygın pigment gruplarından birisidir. Hemen hemen her meyvede az veya çok miktarda antosiyanin bulunmaktadır. Bazı tahıl ve baklagiller ile kök ve yumru sebzeler başta olmak üzere çeşitli sebzelerde de antosiyanin bulunmaktadır. Doğada 400'den fazla antosiyanin bulunduğu tahmin edilmektedir (Kong vd 2003). Başlıca antosiyanin kaynakları arasında siyah üzüm posası, konkord üzümü, tatlı patates, kırmızı turp, kırmızı patates, kırmızı lahana, kırmızı tatlı patates, mor mısır, aronia (*Aronia melanocarpa*), çilek, mürver ve yaban mersini sayılabilir (Kırca 2004).

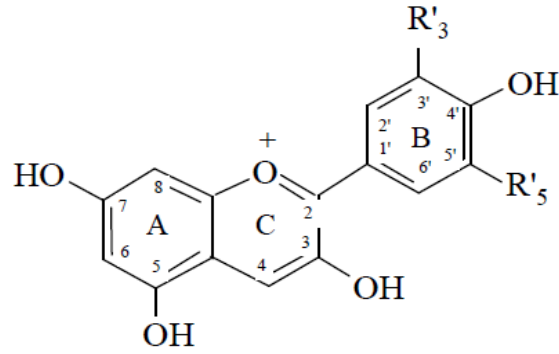
Doğal renk maddesi olmasının yanı sıra farmakolojik özelliklerinden dolayı antosiyaninler ile ilgili çalışmalar son yıllarda giderek artmıştır. Özellikle karaciğer hastalıkları üzerine olumlu etkileri, kan basıncını dengelemesi, antimikrobiyal etki göstermesi, kanserli hücrelerin gelişimini engellemesi gibi insan sağlığına yararlı etkileri tespit edildikçe antosiyanin içerikli gıdalara olan ilgi de artmıştır (Konczak ve Zhang 2005).

Antosiyaninlerin aglikon kısmını oluşturan fenolik bileşiklerin molekülünde -OH grubu sayısı arttıkça renkte mavilik, -OCH<sub>3</sub> grubu sayısı arttıkça kırmızılık artmaktadır (Saldamlı 1998). Antosiyaninler arasındaki farklar, moleküldeki hidroksil gruplarının sayısı, bu hidroksil gruplarının metilasyon derecesi, moleküle bağlanmış şekerlerin türü, sayısı ve bağlanma şekli ve bu şekerlere bağlanmış alifatik ve aromatik asitlerin yapı ve sayısı gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Mazza ve Brouillard 1987). Pelargonidin, siyanidin, delphinidin, peonidin, petunidin ve malvidin doğada en yaygın bulunan antosiyanidinlerdir. Çizelge 2.1'de antosiyanidinlerin yapıları arasındaki farklar ile sahip olduğu renk verilmiştir. En yaygın antosiyanin olarak bilinen siyanidin,

tüketimi yaygın olan pek çok meyvenin yaklaşık %90'ının bileşiminde bulunmaktadır, Şekil 2.1'de siyanidin, siyanidin-3-glikozit olarak molekül yapısı verilmektedir. (Saldamlı 1998, Cabriati vd 2000).

Çizelge 2.1. Meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan antosiyanidinlerin yapısal farkları (Cabrita vd 2000)

Antosiyanidin	R3	R5	Rengi
Siyanidin (Cy)	OH	H	Turuncu-kırmızı
Pelargonidin (Pg)	H	H	Turuncu
Peonidin (Pn)	OCH3	H	Turuncu-kırmızı
Delfinidin (Dp)	OH	OH	Mavi-kırmızı
Petunidin (Pt)	OCH3	OH	Mavi-kırmızı
Malvidin (Mv)	OCH3	OCH3	Mavi-kırmızı



Şekil 2.1. Siyanidin-3-glikozitin kimyasal yapısı (Cabriati vd 2000)

Üzümsü meyvelerden sonra iyi bir antosiyanin kaynağı olarak kabul edilen kan portakalı diğer portakalların aksine kırmızıya daha yakın renktedir (Liu vd 2004). Antosiyanin içeriği Moro kan portakalında 291.3 mg/L olarak tespit edilmişken, bu oran Sanguinello çeşidinde 43.07 mg/L'dir (Kelebek vd 2008). Bu bileşikler, askorbik asit, flavonoidler ve hidrokisisinnamik asitler gibi diğer bazı bileşim öğeleri ile birlikte kan portakalının güçlü bir antioksidan ve antiradikal etkiye sahip olmasını sağlamaktadır (Cassano vd 2007a).

Birçok gıda bileşeninde gözleendiği gibi antosiyaninler çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanarak, kendilerine özgü renklerini kaybetmekte ve hatta bazen istenmeyen renkler oluşturmaktadır. Böylece gıda maddesinin çekiciliğini dolayısı ile ticari değerini



önemli ölçüde kaybetmektedir. Antosiyaninlerin parçalanmasına neden olan en önemli faktör sıcaklık-süre ilişkili etkindir. Bu nedenle hangi süre ile olursa olsun uygulanan her ısıtma, antosiyaninlerde mutlaka parçalanmaya neden olmaktadır. Bu tahribat uygulanan süreye bağlı olarak değişmektedir. Askorbik asit bulunan ortamlarda antosiyaninlerin daha hızlı parçalandığı birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. 16-18°C'de depolanan kan portakalı sularında, parlak kırmızı rengin, askorbik asidin hızlandırdığı reaksiyon sonucu gittikçe esmerleşip matlaştığı ve 4 ay sonunda rengin tamamen tahrip olduğu belirlenmiştir (Kırca 2004).

Kan portakalında çeşit ve derim zamanı antosiyanin miktarını etkilemektedir. Mondello vd (2000) Moro, Tarocco, Sanguinello ve Sanguinello nocellare kan portakalı çeşitleri arasında en yüksek antosiyanin içeriğine Moro çeşidinin sahip olduğu tespit etmiştir. 15'er günlük aralıklarla 7 farklı dönemde derilen kan portakallarında, Moro çeşidinin antosiyanin içeriğinin 135 mg/L olan 1. derim zamanından (23 Ocak 1998) 217 mg/L olan 6. derim zamanına (15 Nisan 1998) doğru artış gösterdiğini, 128 mg/L olan 7. derim döneminde (15 Mayıs 1998) ise en düşük seviyeye indiğini bildirmiştir.

Meyve suları ve konsantrelerinde, uygulanan proseslere bağlı olarak da antosiyanin kayıpları meydana gelmektedir. Örneğin, meyve sularının durultulmasında kullanılan birçok yardımcı maddenin; özellikle jelatinin, önemli miktarda antosiyanin kaybına neden olduğu bilinmektedir. Durultma uygulanmamış veya pektolitik enzimle durultulmuş kan portakalı sularında antosiyanin bozunması bakımından fark gözlenmemişken ( $t_{1/2} = 30$  gün), bentonit ile durultulmuş portakal sularında antosiyanin bozunmasının hızlandığı ( $t_{1/2} = 20$  gün) belirtilmektedir. Bununla beraber ortamda bulunan bazı maddeler, antosiyaninlerin bozunmasını hızlandırdığı gibi bazı maddeler de antosiyaninleri stabilize edici etki göstermektedirler. Nitekim kan portakalı sularında rengin stabilizasyonunda, antioksidan olarak glutation ve tartarik asit eklenmesi, rengin stabilitesini artırmaktadır (Maccarone vd 1985).

Hillebrand vd (2004) kan portakalının karakteristik özelliğini ortaya koymak amacıyla antosiyanin bileşimini inceledikleri bir çalışmada, kan portakalı antosiyaninlerin önemli bir kısmının siyanidin 3-glikozit ve siyanidin

3-(6"-malonilglikozit) bileşenlerinden oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu bileşenlere ilave olarak miktarca az da olsa siyanidin 3,5-diglikozit, delfinidin 3-glikozit, siyanidin 3-sofrozyd, delfinidin 3-(6"-malonilglikozit), peonidin 3-(6"-malonilglikozit) ve siyanidin 3-(6"-dioksalilglikozit) antosiyaninlerinin de bulunduğu da tespit edilmiştir.

Kırca ve Cemeroğlu (2003) Moro çeşidinden elde edilen kan portakalı suyu ve konsantresindeki antosiyaninlerinin parçalanması üzerine sıcaklığın etkisini araştırmışlardır. Araştırmada kan portakalı antosiyaninlerinin parçalanması birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu saptanmış ve antosiyaninlerinin yüksek sıcaklığa karşı oldukça hassas olduğunu bildirmişlerdir.

Cabrita vd (2000) farklı tamponlarla pH'sı ayarlanmış sıvı ortamlarda altı farklı antosiyanidin-3-glikozitin stabilitesininin 10° ve 23°C de 60 gün depolama ile değişimini incelemişlerdir. Araştırmada, pelargonidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit ve delfinidin-3-glikozit antosiyaninlerinin miktarlarının ortam pH'sı, sıcaklığı ve depolama sürecinde azaldığını tespit etmişlerdir. pH 2.4'de  $1.28 \times 10^{-4}$  M olan pelargonidin-3-glikozit miktarının pH 4.0'da %75 oranında azaldığı, diğer antosiyaninlerde de benzer sonuçların görüldüğü tespit edilmiştir. Sıcaklığın etkisinin de yine oldukça belirgin düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Ortam sıcaklığının 10°C olduğu durumda 60 günlük depolama periyodu sonunda pelargonidin-3-glikozit, siyanidin-3-glikozit ve delfinidin-3-glikozit kayıplarının sırasıyla %15, %11, %13 olduğu, 23°C de ise kayıpların artarak %37, %45 ve %78 oranında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Shi vd (1992) antosiyanin stabilitesini sağlamada  $\alpha$ -hidroksi ksanton glikozit ve tannik asitin başarılı sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Bu da polifenolik maddelerle antosiyanin stabilitesi arasında bir ilişki bulunabileceğini göstermiştir.

Askorbik asit, beslenme için önemli bir bileşiktir ve antioksidan kapasitesi nedeniyle çoğu gıdada katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Askorbik asit için önerilen günlük tüketim oranı 100–120 mg olarak önerilmiştir. Portakal suyunun askorbik asit içeriği 150–450 mg/L arasında değişir; bu nedenle bir bardak portakal

suyu ( $\approx 200$  mL) askorbik asidin günlük alınması gereken miktarının çoğunu karşılamaktadır. Askorbik asit suda znebilir en önemli antioksidandır. Çoğu biyolojik sistemlerde hücre içinde ve dışındaki boşluklardaki bileşikleri korumaktadır ve tokoferol radikalleri hücre membranlarındaki aktif oluşumlarına geri indirgemektedir. Ayrıca, askorbik asit superoksit radikal, tekli oksijen, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri doğrudan temizleyebilmektedir (Klimczak vd 2007).

Portakal suyunun raf ömrünü belirleyen önemli kalite göstergelerinden birisi de askorbik asittir (Polydera vd 2005). Portakal suyuyla ilgili önemli bir sorun ısıl işlem ya da depolama süresince askorbik asitte meydana gelen kayıptır. Portakal suyunun depolanması süresince askorbik asit depolama koşullarına bağlı olarak farklı oranlarda parçalanmaktadır (Polydera vd 2003).

Arena vd (2001) taze preslenip işlenmiş portakal ve kan portakalı sularının antioksidan aktivitelerini analiz etmişlerdir. Kan portakalı suyunun antioksidan aktivitesinin portakal suyuna oranla daha yüksek olduğu; bunun yanında taze sıkılmış portakal suyunun antioksidan aktivitesinin işlenmiş olana oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca depolama sıcaklığının örneklerin antioksidan aktivitesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmiştir.

Askorbik asit de antosiyaninler gibi stabilitesi düşük bir bileşiktir ve parçalanması hem aerobik hem de anaerobik yollarla, oksijen, ışık, depolama sıcaklığı ve depolama süresi gibi birçok faktöre bağlı olmaktadır. Bazı bozunma reaktif ürünleri askorbik asidin parçalanması yoluyla oluşmakta ve bu bileşikler aminoasitlerle kompleks oluşturabilmektedir. Böylece esmer pigmentlerin oluşumuna da neden olmaktadır (Burdurlu vd 2006).

Scalzo vd (2004) ısıl işlem uygulamasının kan portakalının antioksidan özellik gösteren bazı bileşenler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında portakal segmentlerine meyve suyuna işlemeden önce ısıl işlem uygulanmıştır. Araştırmada ısıl işlem uygulamasının örneklerin antosiyanin miktarında artışa, askorbik asit miktarında ise azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Dhuique-Mayer vd (2005), Akdeniz’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan portakal çeşitlerine (Salustiana, Hamlin, Shamouti, Pera, Valencia, Maltaise, Sanguinello ve Cara-cara) ait meyve sularının genotipik değişimini göstermek için, karotenoid, flavonoid ve askorbik asit içeriklerini incelemişlerdir. Bu sekiz portakal çeşidinin askorbik asit içeriklerinin 45.8 ile 62 mg/100 mL arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Proteggente vd (2003) ise, pigmentsiz üç portakal çeşidinden elde edilen meyve sularının askorbik asit içeriğinin 3.49–5.83 mM arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Pigmentli portakalların askorbik asit içeriğinin pigmentsizlere göre daha yüksek olduğu, en düşük askorbik asit içeriğinin pigmentsiz Navel çeşidi portakal suyunda, en yüksek askorbik asit içeriğinin ise Moro çeşidinin kan portakalı suyunda olduğunu bildirmişlerdir.

Choi vd (2002) farklı askorbik asit seviyelerinin depolama periyodunca kan portakalı suyunun CIE L, a, b renk değerleri ile toplam antosiyanin, karotenoid ve siyanidin-3-glikozit, askorbik asit ve esmerleşme indeksi kalite kriterleri üzerine olan etkisini takip etmişlerdir. Araştırmada örneklerin askorbik asit parçalanma hızı ile antosiyanin parçalanması ve kırmızı renk göstergesi olan CIE a değeri arasında bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları depolama periyodu sonunda (7 hafta) askorbik asit içeriği artırılmış örneklerin CIE a renk değerinin askorbik asit eklenmemiş örneklere oranla daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Jesus vd (2007) ters ozmos yöntemi ile yapmış oldukları konsantrasyon çalışmasında; SÇKM değeri 8.2°Bx olan portakal suyunu 16.0°, 28.5° ve 35.7°Bx’e konsantre etmiş, başlangıçtaki 29.3 mg/100 g olan askorbik asit miktarının sırasıyla 53.9, 82.7 ve 101.1 mg/100 g’a çıktığını belirtmiştir. Bununla birlikte konsantrasyon sırasında askorbik asit kayıplarının olduğunu, membran filtreler yardımıyla uzaklaştırılan permeattaki askorbik asit miktarını sırasıyla 5.18, 3.35 ve 3.07 mg/100 g düzeyinde olduğunu ifade etmiştir.

Moufida ve Marzouk (2003) kan portakalı, tatlı ve acı portakal, limon ve bergamutun biyokimyasal karakterizasyonları üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırma kapsamında örneklerin meyve suyu verimi, asitlik ve toplam şeker içeriği

yanında aroma bileşikleri ve yağ asidi bileşimleri de analiz edilmiştir. Araştırmada kan portakalının diğer örneklerle oranla daha yüksek oranda meyve suyu verimine ve toplam şeker içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları kan portakalının aroma bileşenleri içerisinde miktarca en yüksek oranda limonen bulunduğunu bunu sırasıyla monotermen hidrokarbanlor, p-simen, valensin,  $\alpha$ -pinen, isopropanol ve metanol bileşenlerinin takip ettiği saptanmıştır. Araştırmacıların bildirdiğine göre kan portakalı suyunun karakterizasyonunda kullanılabilecek bir diğer parametre yağ asidi kompozisyonudur. Araştırma bulguları, kan portakalı suyunun yağ asidi bileşiminde %29.14 ile en yüksek oranda linoleik asit bulunduğunu, bunu %20.11, %12.86 ve %12.79 ile sırasıyla oleik, linolenik ve palmitik asidin takip ettiğini bildirmiştir.

Lee ve Coates (2003) portakal suyu rengi üzerine pastörizasyon uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında portakal sularına 90°C'de 30 saniye süreli ısıl işlem uygulanmış ve elde edilen örneklerin karotenoid bileşenleri ve CIE renk değerleri analiz edilmiştir. Isıl işlem uygulaması örneklerin violaksantin ve anteraksantin miktarında oldukça önemli kayıplara neden olduğu bildirilmiştir.

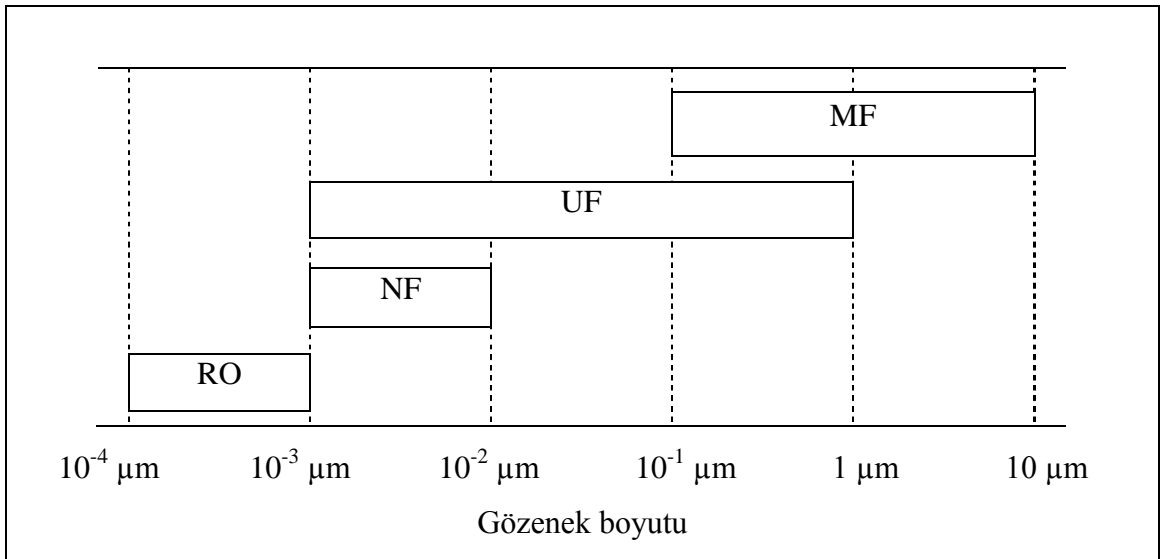
Ülkemizde yetiştirilen Sanguinello ve Moro çeşidi kan portakalından üretilen meyve suyunun toplam asitliği sırasıyla 13.4 ve 11.3 g sitrik asit/L, pH değeri 3.05 ve 3.35, SÇKM 12.6 ve 12.0°B toplam şeker 109.5 ve 103.7 g/L, ve askorbik asit miktarı ise 534.2 ve 506.5 g/L olarak belirtilmiştir (Kelebek vd 2008).

Renk, gıdaların en önemli kalite kriterlerinden biridir. Tüketici değerlendirmesi ve kabul edilebilirliğinde önemli etkiye sahip olmaktadır. Renk ayrıca taze gıdanın depolanması ve işlem görmesi süresince oluşan değişimlerinin önemli bir göstergesidir (Esteve vd 2005). Portakal sularının görünüşüne etki eden faktör portakal suyunun doğal bulanıklığı ve stabilitesidir. Portakal suyunun bulanıklığı; hücre duvarı parçacıkları, yağ damlacıkları, kromoplastlar ve hesperidin kristalleri gibi farklı parçacıkların oluşturduğu heterojen bir karışımdır. Portakal sularına bulanıklık veren bu parçacıkların bir kısmı, çökerek tabanda tortu yapma eğilimindedirler. Portakallarda doğal olarak bulunan ve meyvenin sıkılması ile portakal suyuna geçen pektik maddeler, bu ürünlere belli bir yoğunluk veren kolloidal stabilizatörler olup, bulanık görünüm

oluşturan parçacıkların süspansiyon halinde kalmalarını sağlamaktadır. Bunlar ayrıca portakal suyunun aroma ve rengi açısından da çok önemlidir (Crandall vd 1983, Altan 1991, Altan 1995).

Membran teknolojileri, ürün kalitesi, enerji tüketimi ve çevreye olan etkiler açısından bilinen en iyi uygulamalardan biridir. Bu uygulama ile birlikte ısıl işlem sonucu ortaya çıkabilecek aroma kayıpları ve renk açılması görülmemektedir. Bunun yanında perlit ve kizelgur gibi filtrasyon yardımcı maddelerinin neden olduğu atık sorunu da yaşanmamaktadır (Cassano vd 2007a).

Membran uygulamaları, ayırdıkları maddenin partikül büyüklüklerine göre ters ozmos, nanofiltrasyon, ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon olmak üzere 4 kategoriye ayrılmaktadır (Şekil 2.2). Ultrafiltrasyon  $10^{-3}$  ile  $10^{-6}$  arası büyüklükteki partiküllerin ayrılmasında kullanılır. Ters ozmos en gelişmiş uygulama yöntemi olmasına rağmen ultrafiltrasyon başta süt ürünleri olmak üzere, diğer gıdalarda özellikle protein ayrılmasında uygulanan en etkili ve en yaygın işlem olarak kabul edilmektedir. Bunun yanında biyoteknoloji uygulamalarında değerli mikroorganizmaların geri kazanımlarında ve matbaacılık sektöründe mürekkeplerin geri kazanımlarında yine ultrafiltrasyondan yaygın olarak yararlandığı belirtilmektedir (Vaughan 1998).



Şekil 2.2. Membran uygulamalarındaki ayırma sınırları (Vaughan 1998)

Ultrafiltrasyon uygulamasında, membran filtreler mikroorganizmaları ve büyük moleküllü yağları, proteinleri ve kolloidleri tutarken, küçük moleküllü vitaminler, tuzlar, şekerler gibi çözünebilir maddeler su ile birlikte membrandan geçer. Sonunda ultrafiltrasyon süspansiyon içerisindeki katı maddeleri ayırarak düşük viskoziteye ve ihmal edilebilecek düzeyde bulanıklığa sahip berrak bir meyve suyu üretimini sağlar (Galaverna vd 2008).

Günümüzde ultrafiltrasyon sistemleri birçok meyve suyu üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Berrak mandarin suyu üzerine yapılan bir çalışmada ultrafiltrasyon uygulanan mandarinlerde asitlik, pH ve çözünebilir madde miktarında bir değişiklik gözlenmezken, renk ve parlaklığın arttığı, ayrıca fenolik maddeler gibi antioksidan bileşiklerinin yüksek oranda meyve suyunda kaldığı gözlenmiştir (Cassano vd 2009).

Galaverna vd (2008) konsantre kan portakalı suyu üretiminde farklı membran uygulamalarının kan portakalı suyunun biyoaktif madde ve antioksidan aktivitesi üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, ultrafiltrasyon ile birlikte ters ozmos ve ozmotik distilasyonun askorbik asit ve antosiyanin üzerine etkisini araştırmıştır. Meyve suyunda 701 g/L olarak belirlenen askorbik asit miktarı, ultrafiltrasyon uygulaması sonucunda permeatta 642.2 g/L, retentatta ise 640.4 g/L olarak saptanmıştır. Aynı şekilde toplam antosiyanin miktarı meyve suyunda, permeatta ve retentatta sırasıyla 60.4, 54.7 ve 60.6 mg/L olarak analiz edilmiştir.

Cassano vd (2007a) yapmış oldukları çalışmada, geleneksel üretim yöntemlerine alternatif olarak portakal ve limon suyu ile havuç suyu üretiminde membran uygulamaları ve bu meyvelerin antioksidan özelliklerine karşı uygulanan işlemlerin etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla portakal, limon ve havuç suları önce ultrafiltrasyon daha sonra ters ozmos veya ozmotik distilasyona tabi tutulmuştur. İşlem, 0–55°C sıcaklığındaki meyve sularının, 15 kDa ayırma sınırında 0.23 m<sup>2</sup> yüzey alanına ve 59 Å gözenek büyüklüğünde porlara sahip polivinilden floridenden yapılmış membranların 0.8-5.5 bar basınçtaki ultrafiltrasyon sisteminden geçirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda 8.61 mM (trolox) antioksidan özelliğe sahip meyve suyunun

ultrafiltrasyondan sonra permeatta retentatta sırasıyla 8.48 ve 8.52 mM olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda geleneksel üretimde ısıl işlem sonucunda toplam antioksidan aktivitedeki azalmaya rağmen bu yöntemle yapılan üretimde çok düşük miktarda bir azalma görüldüğü ve besleyici özellikleri yüksek daha kaliteli meyve suyu üretildiği ifade edilmiştir.

Onsekizoğlu vd (2010), elma suyunun polietersülfon membranlar kullanarak 10 kDa ve 100 kDa ayırma sınırlarında yapılan ultrafiltrasyon çalışmasında, elma suyunda berraklaşmadan önce, 10 kDa ve 100 kDa membranlardan geçirilmesinden sonra sırasıyla L\* renk değerleri 41.49, 41.86 ve 41.56, a\* renk değerleri -2.65, -2.68 ve -2.64 ve b\* renk değerleri ise 11.14, 9.99 ve 11.20 olarak bulmuştur. Parlaklık (L\*) ve sarılık (b\*) değerleri incelendiğinde 10 kDa ayırma sınırı ile üretilen meyve suyunun 100 kDa ayırma sınır ile üretilen meyve suyundan daha berrak olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada toplam fenolik miktarını ise ultrafiltrasyon uygulamadan önce 116.55 mg/L, 10 kDa ve 100 kDa ayırma sınırı kullanılan ultrafiltrasyondan sonra ise sırasıyla 83.39 ve 112.93 mg/L olarak belirtmiştir. 100 kDa ayırma sınırı uygulanan çalışmada, toplam fenolik maddelerin %4'ü, 10 kDa ayırma sınırındakinde ise %28 oranında bir kayıp yaşandığı ifade edilmiştir.

Antosiyaninlerin parçalanması birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleşmektedir. Siyah havuç suyunda 70°, 80° ve 90°C de antosiyaninlerin ısıl parçalanmasına ilişkin birinci derece hız sabitleri sırasıyla,  $0.691 \times 10^{-3}$ ,  $1.152 \times 10^{-3}$  ve  $2.303 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  olarak hesaplamıştır (Kırca 2004).

Kırca ve Cemeroğlu (2003) kan portakalı suyunun antosiyaninlerinin ısıl parçalanmasına ilişkin birinci derece hız sabitlerini 70°, 80° ve 90°C de sırasıyla  $1.84 \times 10^{-3}$ ,  $3.22 \times 10^{-3}$  ve  $7.60 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  olarak belirlemiştir. Falcao vd (2008) ise Cabernet çeşidi üzümler ile yaptığı çalışmada; üzümleri farklı pH derecelerinde, 4° ve 29°C'de ışık alan (L) ve karanlık (D) ortamlarda depolamış ve bu koşullardaki antosiyanin parçalanmasına ilişkin birinci derece hız sabitini 4°C için;  $0.01 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 3–D),  $0.9 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 3–L),  $0.3 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 4–D) ve  $0.9 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 4–L),



29°C için;  $0.5 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 3–D),  $3.6 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 3–L),  $0.5 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 4–D),  $3.4 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  (pH 4–L) olarak belirtmiştir.

Askorbik asit parçalanmasının birinci derece reaksiyon kinetiğine uyduğu daha önce birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Karhan vd 2004, Burdurlu vd 2006, Al-Zubaidy ve Khalil 2007). Karhan vd (2004) kuşburnu pulpunda askorbik asidin ısı parçalanmasına ilişkin birinci derece hız sabitleri 70°, 80°, 90° ve 95°C’de sırasıyla  $7.62 \times 10^{-3}$ ,  $8.75 \times 10^{-3}$ ,  $11.98 \times 10^{-3}$  ve  $13.13 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  olarak belirlemiştir. Matei vd (2008) ticari olarak satılan askorbik asitlerin 30° ve 40°C parçalanması ile ilgili çalışmasında k değerini sırasıyla standart askorbik asit çözeltisi (Merck) için  $0.25 \times 10^{-5}$  ve  $0.4 \times 10^{-5} \text{ dak}^{-1}$  ve 200 mg askorbik asit tableti için  $1.4 \times 10^{-5}$  ve  $1.9 \times 10^{-5} \text{ dak}^{-1}$  olarak tespit etmiştir.

Bu tez çalışmasında berrak kan portakalı suyu üretmek amacıyla 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa olmak üzere 3 farklı ayırma sınırında ultrafiltrasyon uygulanmış ve elde edilen permeatlar 3 farklı briks derecesine kadar konsantre edilmiştir. Ayırma sınırlarının ve konsantrasyon faktörlerinin kan portakalı suyundaki toplam antosiyanin ve L-askorbik asit başta olmak üzere bazı kimyasal özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde üretilen Moro kan portakalı (*Citrus sinensis* L. Osbeck) çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1). Meyveler derim olgunluğuna geldiği dönemde (15–26 Şubat 2010) alınmış ve bekletilmeden meyve suyuna işlenmiştir.



Şekil 3.1. Moro kan portakalı.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Kan portakalı suyu üretimi

Meyve suyu üretiminde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesindeki pilot üretim tesisinde bulunan Brown tipi turunçgil ekstraktörü kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Brown tipi ekstraksiyon sistemi

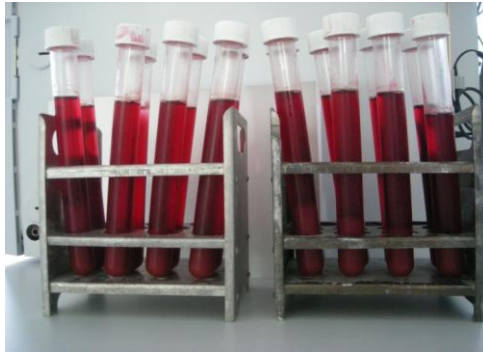
Kan portakalları yıkandıktan sonra kabuktaki acılık veren maddelerin (kabuk yağının) meyve suyuna geçmemesi amacıyla kabukların yüzeyi otomatik olarak çizilmiş ve daha sonra tekrar yıkanmıştır (Şekil 3.3). Kabuk yağı ayrılan kan portakalları elle ekstraktöre yerleştirilmiş, burada otomatik bıçaklar yardımıyla ikiye bölünen portakalların preslenerek suyunun çıkarılması sağlanmıştır. Presleme işleminden sonra ham meyve suyu, pulp ayırmak amacıyla finişerden geçirilmiştir. Bu şekilde elde edilen kan portakalı suyu durultma işlemine tabi tutulmuştur. Durultmadan önce meyve suyunun bozulmasını önlemek amacıyla koruyucu olarak 1 g/L potasyum sorbat kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Kan portakalının kabuk yüzeyinin çizilerek kabuk yağının ayrılması

### 3.2.2. Durultma

Durultma işlemi depektinizasyon enzimi (Novoferm 61), jelatin, kiselzol ve bentonit kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan enzim, jelatin, kiselzol ve bentonit miktarları ön denemeler ile bulunmuştur (Şekil 3.4). Yapılan ön denemeler sonucunda 0.2 mL/L oranında enzim, 13.35 mL/L %5 jelatin çözeltisi, 0.66 mL/L %15 kiselzol çözeltisi ve 13.35 mL/L %5 bentonit çözeltisi miktarları uygun bulunmuş ve durultma işlemine geçilmiştir. Durultma 48°C’de gerçekleştirilmiş; önce istenilen sıcaklığa getirilen kan portakalı suyuna 0.2 mL/L enzim ilave edilerek 30 dakika beklemeye bırakılmıştır. Daha sonra 15’er dakika aralıklarla yukarıda belirtilen miktarlarda jelatin, kiselzol ve bentonit ilave edilmiş ve önce aynı sıcaklıkta 2.5 saat daha sonra da +4°C’de 1 gün bekletilmiştir (Şekil 3.5). Berrak kısım tortudan ayrılarak ultrafiltrasyon denemelerinde kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Durultma ön testleri



Şekil 3.5. Durultmada tortu oluşumu

### 3.2.3. Ultrafiltrasyon

Durultulmuş kan portakalı suyunun berrak kısmı ultrafiltrasyon öncesi kaba filtreden geçirilmiştir. UF işlemi laboratuvar tipi ultrafiltrasyon sistemi (Sartorius Stedim-17525 Slice 200) ile oda sıcaklığında, peristaltik pompa yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Uygulamalarda 200 cm<sup>2</sup> alana sahip plaka şeklinde polietersülfondan yapılmış, 30 kDa, 50 kDa ve 100 kDa ayırma sınırlarına sahip membranlar kullanılmıştır. UF, beslemenin %90’ı permeat, %10’u retentat olarak ayrılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Membranlar ultrafiltrasyon haricinde %20 etanol çözeltisinde +4°C’de bekletilmiştir.



Şekil 3.6. Laboratuvar tipi ultrafiltrasyon sistemi

Her UF işlemi öncesinde membran filtrelerden 2 L saf su geçirilmiş, bunun ilk 1 L'si permeat olarak atılmıştır. 1 L su geçtikten sonra 1 dakika süreyle sistemden geçen su hacmi ölçülerek akış oranı kaydedilmiştir. Daha sonra permeat çıkışı kapatılarak 15 dakika daha saf su ile sistem yıkanmıştır. Başlangıçta yapılan bu uygulamadan sonra örnekler 30 kDa, 50 kDa ve 100 kDa ayırma sınırlarında UF uygulanmıştır. Bu işlem süresince meyve suyunun akış koşulları, ultrafiltrasyona giriş basıncı 2–2.5 bar, retentat çıkış basıncı ise 0.5 bar olacak şekilde ayarlanmıştır.

#### 3.2.4. Konsantrasyon

Ultrafiltrasyon uygulanan meyve suları konsantrasyona kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Konsantrasyon (IKA RV-10) vakumlu döner buharlaştırıcı ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle döner buharlaştırıcının ısıtıcı haznesine saf su konarak sıcaklığı 50°C'ye, soğutmalı sirkülasyonlu su banyosunun sıcaklığı ise 8°C'ye ayarlanmıştır. Konsantre edilecek meyve suyu örnek balonuna yerleştirildikten sonra cihazın diğer kısımları sızıntı yapmayacak şekilde kapatılmıştır. Konsantrasyon işlemi 50±2°C'de 160 mbar basınç altında, 100 devir/dak hızında gerçekleştirilmiştir. Konsantrasyon koşullarının her ultrafiltrasyon ayırma sınırındaki kan portakalı suyu açısından eşit olması amacıyla döner buharlaştırıcının mutlak basıncı, devir sayısı, su banyosu sıcaklığı ve buharlaştırma bölümüne başlangıçta konan örnek miktarı sabit tutulmuştur. Farklı konsantrasyonlarda kan portakalı konsantresi üretebilmek amacıyla kullanılan örnek miktarı ve buharlaşma süresi değiştirilmiştir.

Bu amaçla 30 kDa, 50 kDa ve 100 kDa ayırma sınırında ultrafiltrasyon uygulanan bütün örnekler, 250, 300 ve 350 mL olacak şekilde örnek balonuna konulmuş ve son ürün olarak yaklaşık 50 mL konsantre meyve suyu elde edilmiştir. Örnek balonuna konulan meyve suyundan buharlaştırılan su, yoğunlaştırılarak döner buharlaştırıcı cam balonunda toplanmış ve burada toplanan hacmin ölçülmesiyle örnek balonunda 50 mL konsantre ürün kalması sağlanmıştır. Örnekler 2 tekerrürlü olarak aynı şartlar altında konsantre edilmiştir. Konsantre edilen örnekler tüplere konulup soğutmalı sirkülasyonlu su banyosunda soğutularak analiz edilinceye kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.5. Analiz yöntemleri**

Kan portakalı suyunda yapılan analizler, her bir işlemin etkisini belirlemek için uygulanan işlemin yanında kontrol grupları da oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ultrafiltrasyonun etkisini belirlemek için ultrafiltre edilmemiş meyve suyu, konsantrasyonun etkisini belirlemek için ise ultrafiltrasyon uygulanan meyve suları konsantre edilmeden analiz edilmiştir. Konsantre ürünlerde yapılan analizler, örneklerin orijinal SÇKM değerine getirildikten sonra gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.5.1. Tanımlayıcı analizler**

Örneklerde meyve suyu verimi meyvenin el tipi pres kullanılarak preslenmesi yoluyla belirlenmiştir.

Örneklerin kuru madde miktarını belirlemek için kurutulduktan sonra darası alınmış kurutma kaplarına  $5 \pm 0.001$  g örnek tartılmış ve kurutma dolabında  $70 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutma sonrası ağırlığı belirlenen örneğin ilk ağırlığına oranlanması ile belirlenmiştir (Cemeroğlu 1992).

Kan portakalı suyundaki suda çözünür kuru madde miktarı, dijital abbe refraktometresi ile  $20^\circ\text{C}$ 'de ölçülerek sonuçlar °Bx olarak elde edilmiştir (Cemeroğlu 1992).

Kan portakalı suyu örneklerinde pH değeri, 20 mL meyve suyu alınarak dijital pH metre (WTW 720) ile ölçülmesiyle belirlenmiştir (Cemeroğlu 2007).

Titrasyon asitliği değeri; 20 mL kan portakalı suyunun 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilmesi yoluyla belirlenmiş ve sonuçlar susuz sitrik asit cinsinden aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%Sitrik Asit)} = \frac{V \times E \times F \times 100}{M}$$

Burada;

V: Harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL

F: 0.1 N NaOH'ın faktörü, 1

E: 1 mL 0.1 N NaOH'ın eşdeğer olan sitrik asit miktarı (0.006404 )

M: Titrasyona alınan örnek miktarı, mL

### 3.2.5.2. Toplam fenolik madde analizi

Fenolik maddelerin kolorimetrik tayininde Spanos ve Wrolstad (1990) tarafından tanımlanan spektrofotometrik metot kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde içeriğini belirlemek amacıyla meyve suyu örnekleri 12,000 d/dak'da 5 dakika santrifüj edildikten sonra 0.45 µm filtreden süzölmüştür. Elde edilen filtrattan 100 µl alınıp üzerine 900 µl saf su, 5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteau reaktifi ve 4 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>4</sub> çözeltisi (75 g/L) ilave edilip vorteks ile homojenize edildikten sonra 2 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda karışımın absorbans değerlerinin spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis 160A) 765 nm dalga boyunda okunmasıyla toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Ölçümlerden önce gallik asitten 0, 50, 100 ve 200 mg/100 mL'lik çözeltiler hazırlanarak standart kurve oluşturulmuş ve bu kurve yardımıyla örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri/L olarak hesaplanmıştır. Okumalarda kontrol olarak saf su kullanılmıştır.

### 3.2.5.3. Toplam antosiyanin analizi

Toplam antosiyanin miktarı pH diferansiyel metoduna göre analiz edilmiştir. Kan portakalı suyu örnekleri, pH değeri sırasıyla 1.0 (0.025 M potasyum klorid)\* ve 4.5 (0.4 M sodyum asetat)\*\* olan tampon çözeltiler ile karıştırılmıştır. 1 mL örnek deney tüpüne aktarılarak üzerine 24 mL pH 1.0'lik tampon çözeltisi eklenmiştir. Yine aynı şekilde diğer bir tüpe de aynı örnekten 1 mL alınarak, üzerine 24 mL pH 4.5'lik tampon çözeltisi eklenmiştir. Elde edilen karışımların absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis 160A) çoklu dalga boyunda 520 ve 700 nm'de saptanmıştır. Okumalarda kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Elde edilen bu örneklerin 520 nm ve 700 nm ölçülen değerleri aşağıdaki formül kullanılarak toplam antosiyanin miktarı siyanidin-3-glikozit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC 2005).

$$\text{Toplam antosiyanin (siyanidin-3-glikozit, mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Burada;

A (absorbans değeri) = (A<sub>520nm</sub> - A<sub>700nm</sub>) pH 1.0 - (A<sub>520nm</sub> - A<sub>700nm</sub>) pH 4.5

MW ( siyanidin-3-glikozitin molekül ağırlığı) = 449.2 g/mol

DF; seyreltme faktörü =1/25

$\epsilon$  ; molar ekstinsiyon katsayısı = 26.900 (siyanidin-3-glikozit için)

\* pH 1.0 tampon çözeltisi (0.025 M Potasyum klorid); 1.86 g KCl tartılarak kaba konur ve üzerine 980 mL distile su eklenir, pH ölçülür ve HCl ile pH 1.0 ( $\pm 0.05$ ) ayarlanır.

\*\* pH 4.5 tampon çözeltisi (0.4 M sodyum asetat); 54.43 g CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>Na.3H<sub>2</sub>O (Sodyum asetat 3 su) tartılarak kaba konur ve üzerine 980 mL distile su eklenir, pH ölçülür ve HCl ile pH 4.5 ( $\pm 0.05$ ) ayarlanır.

### 3.2.5.4. L-askorbik asit analizi

Kan portakalı suyu örneklerinden 5 mL alınıp test tüpüne aktarılarak üzerine 5 mL %6'lık meta-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım 4°C' de 6500 d/dak hızda



10 dakika santrifüjlendikten sonra santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınarak %6'lık meta-fosforik asit çözeltisi ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm'lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC cihazına (Shimadzu 20 AD Serisi) enjekte edilmiştir (Karhan vd 2004).

#### HPLC Koşulları:

Kolon: C 18 kolon (5 µM 4.6X250)

Kolon sıcaklığı: 25°C

Hareketli faz: %2 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 2.4), izokratik akış

Hareketli faz akışı: 0.5 mL/dak

Enjeksiyon hacmi: 10 µl

Elüsyon Süresi: 15 dakika

Dalga Boyu: 254 nm

Çıkış Zamanı: 11 dak

#### **3.2.5.5. Renk tayini**

Örneklerin renk ölçümü Minolta CR 400 cihazı ile CIE renk değerlerinin ölçülmesi ile belirlenmiştir. Örneklerde ölçüm üç farklı noktadan D<sub>65</sub> ışık kaynağı kullanılarak okunan renk değerlerinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ölçümler yapılmadan önce cihaz beyaz seramik kalibrasyon plakası (CR-A43) ile kalibre edilmiş ve tüm ölçümler beyaz bir zemin üzerinde sıvı ölçüm kabı (CR-A502) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Özdemir 2001). Araştırmada ayrıca örneklere ait renk yoğunluğu ( $C=(a^2+b^2)^{1/2}$ ) ve renk tonu açısı ( $h= \arctan (b^*/a^*)$ ) değerleri de hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.6. Bulanıklık analizi**

Örneklerdeki bulanıklık türbidimetre (Hach 2100N) ile NTU değeri olarak belirlenmiştir. Bu amaçla kan portakalı suyu türbidimetrenin örnek hücrelerine yerleştirilerek ve hücre kapağı kapatılmıştır. Daha sonra ölçüm yapılarak okunan değer bulanıklık değeri (NTU) olarak kaydedilmiştir (Tajchakavit vd 2001).

### 3.2.6. Kinetik parametrelerin belirlenmesi

Örneklerdeki toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarlarındaki değişimlere ait kinetik parametreler grafik yardımıyla bulunmuştur. Her bir ayırma sınırında üretilen kan portakalı suları üç farklı SÇKM değerine kadar konsantre edilmiş ve toplam antosiyanin ile askorbik asit konsantrasyonlarının doğal logaritmalarının konsantrasyon sürelerine (saat) karşı grafikleri çizilmiştir. Elde edilen eğrinin eğimi reaksiyon hız sabitini (k) vermektedir.

### 3.2.7. İstatistiksel analizler

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninin faktöriyel düzenlemesi şeklinde yürütülmüştür (Düzgüneş vd 1987). Üretimler iki tekerrürlü, analizler ise paralelli olarak yürütülmüş ve elde edilen sonuçlar SAS paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre gruplandırılmıştır. Faktör sayısının ikiyi aşmaması durumunda, faktör ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olup olmadığını bulmak için varyans analizi yöntemine başvurulmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi, faktör ortalamaları arasındaki farkı ifade etmek için kullanılmıştır. Varyans analizlerinde güven sınırı asgari %95 ve %99; olarak, Duncan Çoklu Karşılaştırma testlerinde ise %95 olarak alınmıştır.

Sonuçlar SAS Institute, Inc., (1996) tarafından yazılan SAS İstatistik Programı kullanılarak elde edilmiş olup, tartışmalar çizelgeler ve grafikler üzerinden yapılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Moro Kan Portakalının Bazı Kimyasal Özellikleri

Araştırmada kullanılan Moro çeşidi kan portakalı meyvesinin, meyve suyu verimi, pH değeri, titrasyon asitliği, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarlarına ilişkin değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Moro kan portakalı meyvesinin bazı kimyasal özellikleri

Özellik	Değer
Meyve Suyu Verimi (%)	37.00±2.00
pH	3.55±0.14
Titrasyon Asitliği (%SA)	1.01±0.03
Toplam Kuru Madde (%)	12.00±0.18
Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx)	11.65±0.12
L-askorbik Asit (mg/100 mL)	47.89±3.42
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/L)	1230.02±43.17
Toplam Antosiyanin (mg cyn-3-glu/L)	174.30±13.94

Çizelge 4.1’de verilen değerler, işlenmemiş kan portakalı suyuna ait bulguların literatür ile uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir. Kelebek vd (2008) Moro çeşidi kan portakalında meyve suyu verimi, pH, toplam asitlik, SÇKM ve AA değerlerini sırasıyla %35.1, 3.35, %1.13, 12.0 °Bx ve 50.65 mg/100 mL olarak tespit etmiştir. Spagna vd (2003) ise Tarocco çeşidi kan portakalı suyunda pH, SÇKM, asitlik ve TKM değerlerini sırasıyla 3.48, 13.50, %1.44 ve %11.58 olarak belirlemiştir.

Ayrıca diğer meyve ve sebze ürünlerinde olduğu gibi kan portakalının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde de; çeşit, yetiştirildiği bölgenin toprak yapısı, iklimi ile derim zamanı gibi pek çok faktöre göre bağlı farklılıklar görülebilmektedir. Nitekim Mondello vd (2000) çeşit ve derim zamanına göre kan portakalı bileşiminin önemli oranda değiştiğini tespit etmişlerdir. Barbagallo vd (2007) farklı derim zamanlarına göre kan portakalı suyunun pH değerinin 3.41-3.48, titrasyon asitliğinin %1.02-%1.35, askorbik asit miktarının 48.46-68.09 mg/100 mL ve toplam antosiyanin miktarının ise 75.01-156.00 mg/L arasında değiştiğini belirlemiştir.

## 4.2. Kan Portakalı Suyunun Ultrafiltrasyonu ve Konsantrasyonu

Kan portakalı suyunun ultrafiltrasyon süreleri ayırma sınırları ile ters orantılı olarak değişmiştir. Çizelge 4.2’de çalışmada uygulanan işlemlere göre elde edilen örneklere ait kodlamalar verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kan portakalı sularının farklı uygulamalara göre örnek kodlamaları

Örnek Kodu	Uygulama
MS	Ham meyve suyu
100 P	100 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen permeat
100 R	100 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen retentat
100 PK1	100 kDa permeat konsantrasyonu – 44.1°Bx
100 PK2	100 kDa permeat konsantrasyonu – 54.9°Bx
100 PK3	100 kDa permeat konsantrasyonu – 64.2°Bx
50 P	50 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen permeat
50 R	50 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen retentat
50 PK1	50 kDa permeat konsantrasyonu – 46.0°Bx
50 PK2	50 kDa permeat konsantrasyonu – 56.1°Bx
50 PK3	50 kDa permeat konsantrasyonu – 65.7°Bx
30 P	30 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen permeat
30 R	30 kDa membranla ultrafiltrasyon sonrası elde edilen retentat
30 PK1	30 kDa permeat konsantrasyonu – 44.6°Bx
30 PK2	30 kDa permeat konsantrasyonu – 55.1°Bx
30 PK3	30 kDa permeat konsantrasyonu – 64.9°Bx

Farklı işlemler uygulanan kan portakalı suları analiz edildikten sonra elde edilen sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Ultrafiltrasyon ve konsantrasyon işleminin kan portakalının bazı özelliklerine etkisini gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Ultrafiltrasyon ayırma sınırına bağlı olarak kan portakalı suyunun toplam antosiyanin miktarının önemli düzeyde değiştiği ( $P<0.05$ ) görülmektedir. Ürünü diğer portakal çeşitlerinden ayıran en önemli kriter olan antosiyanin içeriği, çalışmada kullanılan en yüksek ayırma sınırı olan 100 kDa UF uygulamasında, en yüksek düzeyde korunmuştur. Genel olarak meyve sularında kalıcı berraklığın sağlanmasında 100 kDa ve 50 kDa ayırma sınırındaki membranlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla kalıcı

berraklığın sağlanması durumunda 100 kDa ayırma sınırı uygulanması daha olumlu görünmektedir. Bununla birlikte sonradan bulanmanın en önemli nedenlerinden birisi olan toplam fenolik madde miktarında 30 kDa ayırma sınırında önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) bir azalma görülmüştür. L-askorbik asit düzeyi UF ile birlikte azalmış olup ayırma sınırları arasında önemli bir fark ( $P>0.05$ ) bulunmamaktadır. Benzer şekilde titrasyon asitliği de UF'den etkilenmiş ancak bu değer ayırma sınırları arasında önemli düzeyde ( $P>0.05$ ) olmadığı belirlenmiştir. UF için pH ve SÇKM kriterlerinin belirleyici bir özellik olmadığı, renk kriterleri içerisinde L değerinin ayırma sınırı ile doğru orantılı olduğu buna karşı  $a^*$  değerinin ise ayırma sınırları ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Ultrafiltrasyonun kan portakalı suyunun bazı özellikleri üzerine etkisi

Parametre	MS	100 kDa	50 kDa	30 kDa
TFM	1161.52 <sup>a</sup> ±0.96	1135.17 <sup>b</sup> ±1.68	1099.65 <sup>c</sup> ±8.83	1056.03 <sup>d</sup> ±2.39
TAN	158.69 <sup>a</sup> ± 3.07	150.63 <sup>b</sup> ±0.01	135.22 <sup>c</sup> ±0.36	127.16 <sup>d</sup> ±0.14
AA	44.03 <sup>a</sup> ±0.22	39.97 <sup>b</sup> ±0.09	39.34 <sup>bc</sup> ±0.22	38.93 <sup>c</sup> ±0.09
SÇKM	11.50 <sup>a</sup> ±0.05	11.45 <sup>a</sup> ±0.05	11.35 <sup>ab</sup> ±0.05	11.20 <sup>b</sup> ±0.10
TA	0.99 <sup>a</sup> ±0.01	0.94 <sup>b</sup> ±0.01	0.96 <sup>ab</sup> ±0.02	0.98 <sup>a</sup> ±0.01
pH	3.55 <sup>b</sup> ±0.01	3.61 <sup>a</sup> ±0.01	3.45 <sup>c</sup> ±0.01	3.45 <sup>c</sup> ±0.01
L*	19.12 <sup>a</sup> ±0.10	18.73 <sup>a</sup> ±0.13	18.87 <sup>a</sup> ±0.20	18.96 <sup>a</sup> ±0.08
$a^*$	5.00 <sup>b</sup> ±0.14	5.08 <sup>b</sup> ±0.03	5.25 <sup>b</sup> ±0.10	6.19 <sup>a</sup> ±0.06
$b^*$	1.99 <sup>c</sup> ±0.13	2.22 <sup>b</sup> ±0.04	2.24 <sup>b</sup> ±0.03	2.82 <sup>a</sup> ±0.02
C	5.38 <sup>b</sup> ±0.18	5.55 <sup>b</sup> ±0.04	5.71 <sup>b</sup> ±0.10	6.79 <sup>a</sup> ±0.07
h	21.68 <sup>c</sup> ±0.79	23.57 <sup>ab</sup> ±0.35	23.02 <sup>bc</sup> ±0.23	24.52 <sup>a</sup> ±0.07

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasında farklılık önemlidir ( $P<0.05$ ).

Çizelge 4.4. Konsantrasyon faktörünün kan portakalı suyunun bazı özellikleri üzerine etkisi

Parametre	Permeat	Kons I (44°Bx)	Kons II (55°Bx)	Kons III (65°Bx)
TFM	1113.09 <sup>b</sup> ±15.09	1052.23 <sup>d</sup> ±17.52	1104.84 <sup>c</sup> ±19.50	1137.25 <sup>a</sup> ±11.87
TAN	142.92 <sup>a</sup> ±4.73	112.06 <sup>b</sup> ±4.82	106.83 <sup>c</sup> ±5.90	101.80 <sup>d</sup> ±6.95
AA	40.57 <sup>a</sup> ±0.77	33.58 <sup>b</sup> ±2.65	31.74 <sup>c</sup> ±1.83	29.60 <sup>d</sup> ±1.40
TA	0.97 <sup>b</sup> ±0.01	1.19 <sup>a</sup> ±0.01	1.20 <sup>a</sup> ±0.04	1.17 <sup>a</sup> ±0.02
pH	3.52 <sup>d</sup> ±0.03	3.64 <sup>c</sup> ±0.01	3.66 <sup>b</sup> ±0.01	3.68 <sup>a</sup> ±0.01
L*	18.92 <sup>ab</sup> ±0.07	18.75 <sup>b</sup> ±0.07	18.98 <sup>a</sup> ±0.06	18.99 <sup>a</sup> ±0.08
$a^*$	5.39 <sup>c</sup> ±0.13	5.49 <sup>bc</sup> ±0.27	5.70 <sup>ab</sup> ±0.22	5.88 <sup>a</sup> ±0.19
$b^*$	2.31 <sup>c</sup> ±0.08	2.59 <sup>b</sup> ±0.15	2.64 <sup>ab</sup> ±0.13	2.76 <sup>a</sup> ±0.13
C	5.86 <sup>c</sup> ±0.15	6.07 <sup>bc</sup> ±0.30	6.29 <sup>ab</sup> ±0.26	6.49 <sup>a</sup> ±0.23
h	23.19 <sup>b</sup> ±0.33	25.16 <sup>a</sup> ±0.31	24.94 <sup>a</sup> ±0.29	25.08 <sup>a</sup> ±0.31

Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasında farklılık önemlidir ( $P<0.05$ ).

Konsantrasyon süresi arttıkça toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve L-askorbik asit miktarlarında önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) değişiklik görülmüştür. Antosiyanin ve L-askorbik asit içeriğinde konsantrasyon faktörüne bağlı olarak azalma görülürken, fenolik madde bileşiminde artış meydana gelmiştir. Kan portakalı suyunun titrasyon asitliği ve renk parametrelerinin de konsantrasyondan etkilendiği ancak bu etkinin önemli düzeyde ( $P>0.05$ ) olmadığı tespit edilmiştir.

#### 4.3. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun Bulanıklık ve SÇKM Değerlerine Etkisi

Ultrafiltrasyon sonucu elde edilen örneklere ait bulanıklık ve SÇKM değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Ultrafiltrasyon öncesi “çok bulanık” olan meyve suyu, ultrafiltrasyondan sonra elde edilen permeat ise “parlak berrak” meyve suyu kategorisine girmiştir. Çözünmeyen proteinler, protein-tanen kompleksleri, aktif enzimler canlı ve ölmüş mikroorganizmalar gibi meyve suyuna bulanıklık veren maddeler ultrafiltrasyon sonunda elde edilen meyve suyundan (permeattan) ayrılarak retentatta yoğunlaşmış; bu maddeler düşük hacimli retentatın bulanıklık değerini oldukça fazla yükseltmiştir. Şekil 4.1’de permeatların bulanıklık dereceleri grafik olarak verilmiştir.

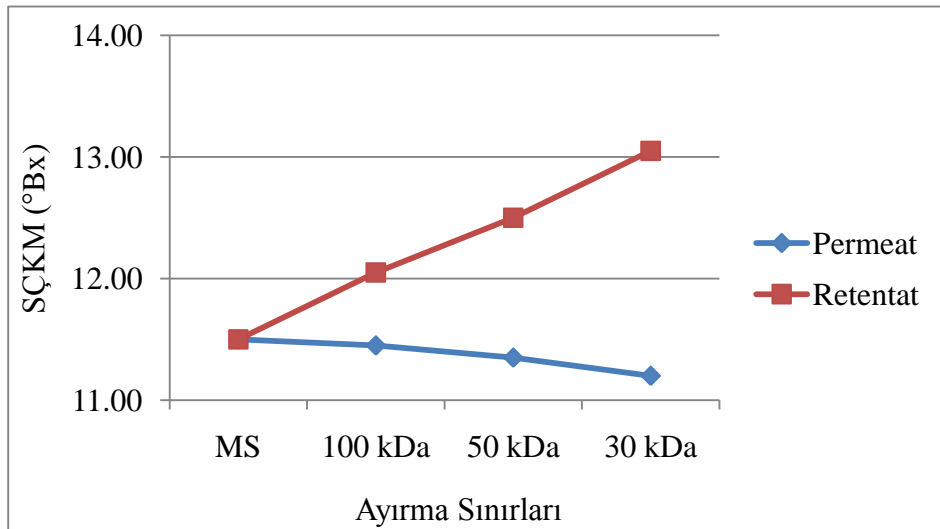
Çizelge 4.5. Kan portakalı suyunun uygulamaya bağlı olarak bulanıklık ve SÇKM değerleri

Örnek Adı	Bulanıklık (NTU)	SÇKM (°Bx)
MS	17.47	11.50
100 kDa Permeat	0.084	11.45
50 kDa Permeat	0.118	11.35
30 kDa Permeat	0.208	11.20
100 kDa Retentat	142.75	12.05
50 kDa Retentat	159.00	12.50
30 kDa Retentat	177.00	13.05

Çalışmada kullanılan kan portakalı suyunun SÇKM değeri 11.50°Bx olarak ölçülmüş olup bu değer literatür ile uyumlu olmuştur. Nitekim kan portakalı ile ilgili çalışmalarda SÇKM değerini, Scalzo vd (2004) 10.96°Bx, Kırca ve Cemeroglu (2003) 11.20°Bx ve Cassano vd ise (2007a) 12.0°Bx olarak belirlemiştir. Bununla birlikte

derim zamanı SÇKM için önemli bir etken olup erken veya geç derimde SÇKM miktarı değişim görülebilmektedir. Ayrıca ürünün yetiştiği bölgenin de SÇKM miktarına etkisi bulunmaktadır. Barbagallo vd (2007) yaklaşık 4 ay süren çalışmasında farklı tarihlerde derilen kan portakalı sularının SÇKM değerini 11.13 ile 12.35°Bx arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Ultrafiltrasyon ile birlikte kan portakalı sularındaki SÇKM miktarında azalma görülmüştür. SÇKM miktarındaki bu azalma membran ayırma sınırı ile doğru orantılı bulunmuştur. Bununla birlikte SÇKM miktarlarındaki bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bölüm 4.2’de verilen Çizelge 4.3’te yer alan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Cassano vd (2007a) 15 kDa ayırma sınırı uyguladıkları kan portakalı suyunun SÇKM miktarı, meyve suyunda 12.0°Bx, permeatta 11.2°Bx ve retentatta 13.5°Bx olarak ölçmüştür. Yine Cassano vd (2009) mandarin suyunda yapmış oldukları çalışmada SÇKM değerlerinin meyve suyunda permeatta ve retentatta sırasıyla 11.2, 10.6 ve 11.0°Bx olarak bulmuşlardır. Turunçgillerden farklı olarak Cassano vd (2007b) kivi suyunda uyguladıkları ultrafiltrasyon sonucu SÇKM değerini meyve suyu, permeat ve retentatta sırasıyla 12.6, 11.2 ve 12.4°Bx olarak ölçmüşlerdir. Şekil 4.1’de UF uygulamasının permeat ve retentattaki SÇKM değerine etkisi grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. UF sonrası permeat ve retentattaki SÇKM (°Bx) değişimi

#### 4.4. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun pH ve Titrasyon Asitliği Değerlerine Etkisi

Kan portakalı suyunun pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.6'da, bu değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise daha önce verilen Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de yer almaktadır. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri turunçgil sularında hâkim organik asit olan sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Ultrafiltrasyon öncesi işlenmemiş kan portakalı suyunun pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 3.55 ile %0.99 olarak belirlenmiştir. Spagna vd (2003) yapmış oldukları çalışmada kan portakalı suyunun pH değerini 3.48, titrasyon asitliğini ise sitrik asit cinsinden %1.44, Kırca ve Cemeroglu (2003) ise aynı özellikleri sırasıyla 3.44 ve %1.08 olarak tespit etmişlerdir. pH ve titrasyon asitliği değerlerinin SÇKM gibi meyvenin yetiştirildiği bölgeye ve derim zamanına göre değişim gösterdiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. Kan portakalı suyunun uygulamaya bağlı olarak pH ve TA değerleri

Örnek Adı	pH değeri	Titrasyon Asitliği (%SA )
MS	3.55±0.01	0.99±0.01
100 P	3.61±0.01	0.94±0.01
100 R	3.55±0.01	1.01±0.01
100 PK1	3.65±0.01	1.18±0.01
100 PK2	3.67±0.00	1.21±0.01
100 PK3	3.67±0.01	1.14±0.05
50 P	3.45±0.00	0.96±0.02
50 R	3.46±0.00	1.05±0.03
50 PK1	3.66±0.00	1.19±0.03
50 PK2	3.66±0.00	1.18±0.05
50 PK3	3.68±0.00	1.18±0.01
30 P	3.45±0.00	0.98±0.01
30 R	3.44±0.01	1.06±0.00
30 PK1	3.63±0.01	1.18±0.02
30 PK2	3.65±0.01	1.19±0.06
30 PK3	3.66±0.01	1.19±0.05

UF sonucunda titrasyon asitliğinde bir düşüş gözlenmiş ancak bu değişimin ayırma sınırlarına göre farklılık göstermediği belirlenmiştir. Retentatın titrasyon asitliği değerlerinin permeatlara göre daha yüksek çıkması, kan portakalı suyundaki sitrik asidin membranlar tarafından alıkonulduğunu göstermektedir. UF sonucunda pH



değerinde de değişim görülmüştür. UF uygulaması etkisi, hem titrasyon asitliği hem de pH değerleri için önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Loarko vd (2010) kan portakalı suyu üzerine yapmış olduğu çalışmada UF ile birlikte titrasyon asitliğinde bir azalış olduğu ancak membran ayırma sınırlarına göre bir farklılık olmadığını belirlemiştir. Konsantrasyon uygulaması sonucunda hem titrasyon asitliği hem de pH değerlerinde artış görülmüş olup bu değişim önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).

#### 4.5. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan Portakalı Suyunun CIE L\*, a\*, b\*, C ve h Renk Değerlerine Etkisi

Moro çeşidi kan portakalından elde edilen meyve sularına ait ortalama CIE L\*, a\*, b\*, C ve h değerlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.7’de, bu değerlere ilişkin ultrafiltrasyon ve konsantrasyonun etkisini gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de yer almaktadır (Bkz. sayfa 30).

Çizelge 4.7. Ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulanan kan portakalı suyunun renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*	C	h
MS	19.12±0.10	5.00±0.14	1.99 ±0.13	5.38±0.18	21.68±0.79
100 P	18.73±0.13	5.08±0.03	2.22 ±0.04	5.55±0.04	23.57 ±0.35
100 R	19.03±0.12	4.02±0.01	1.40±0.03	4.26±0.02	19.19±0.34
100 PK1	18.82 ±0.16	4.93±0.24	2.02±0.08	4.96±0.24	24.08±0.56
100 PK2	19.16±0.09	5.06±0.05	2.23±0.01	5.53±0.05	24.25±0.58
100 PK3	18.93±0.21	5.25±0.13	2.34±0.05	5.75±0.13	23.98±0.26
50 P	18.87±0.20	5.25±0.10	2.24±0.03	5.71±0.10	23.02±0.24
50 R	18.81±0.28	3.41±0.04	1.18±0.08	3.61±0.06	19.06±0.94
50 PK1	18.55±0.08	5.44±0.23	2.58±0.10	6.02 ±0.25	25.34±0.17
50 PK2	18.79±0.08	5.44±0.29	2.50±0.13	5.99±0.32	24.65±0.23
50 PK3	18.91±0.14	5.80±0.21	2.70±0.10	6.40±0.23	24.96±0.19
30 P	18.96±0.08	6.19±0.06	2.82±0.02	6.79±0.07	24.52±0.07
30 R	18.31±0.07	2.63±0.01	1.18±0.01	2.89±0.01	24.13±0.29
30 PK1	18.89±0.06	6.49±0.18	3.17±0.08	7.22±0.19	26.08±0.24
30 PK2	19.00±0.04	6.61±0.15	3.21±0.09	7.35±0.18	25.91±0.17
30 PK3	19.13±0.06	6.58±0.22	3.25±0.13	7.33±0.26	26.31±0.16

Araştırma kapsamında örneklerin renk değerleri genel olarak incelendiğinde; a\* ve b\* renk değerlerinin hem filtrasyon hem de konsantrasyon işlemlerinden önemli derecede etkilendiği görülmüştür ( $P<0.01$ ). C ve h renk değerleri a\* ve b\* değerleri ile

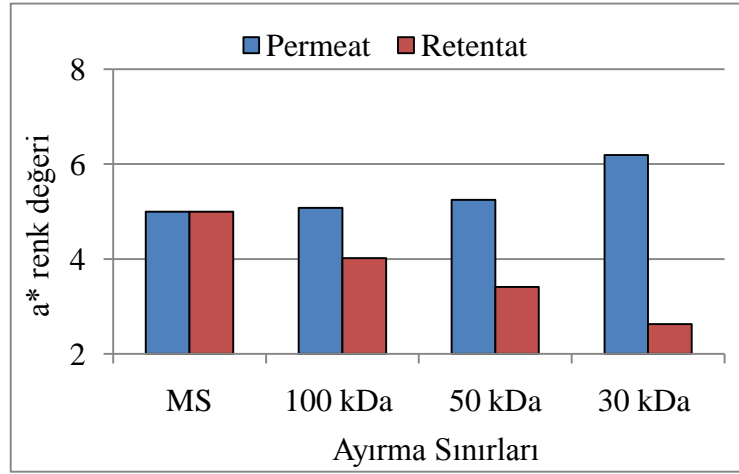
ilişkili olduğundan dolayı filtrasyon, konsantrasyon ve bunların interaksyonundan önemli derecede ( $P<0.01$ ) etkilenmiştir. Bu işlemlerin  $L^*$  değerine etkisi ise istatistiksel olarak  $P<0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur.

Membran ayırma sınırı düştükçe karakteristik renk değerinde artış görülmüştür. Nitekim UF sonrası kan portakalı suyunun karakteristik özelliği olan  $a^*$  değerinde membran ayırma sınırı ile ters orantılı bir artış görülmüştür. Gökmen vd (1998) de UF uygulamalarında membran ayırma sınırı düştükçe renk değerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada sadece polietersülfondan yapılmış membranlar kullanılmış olup farklı maddelerden yapılmış membranların renk değerlerine etkisi incelenememiştir. Ancak Cassano vd (2009) mandarin suyu ile yapmış olduğu çalışmasında, polieterketon ve polisülfondan yapılmış farklı membranların kullanıldığı çalışmasında membranlardan elde edilen permeatların renk değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

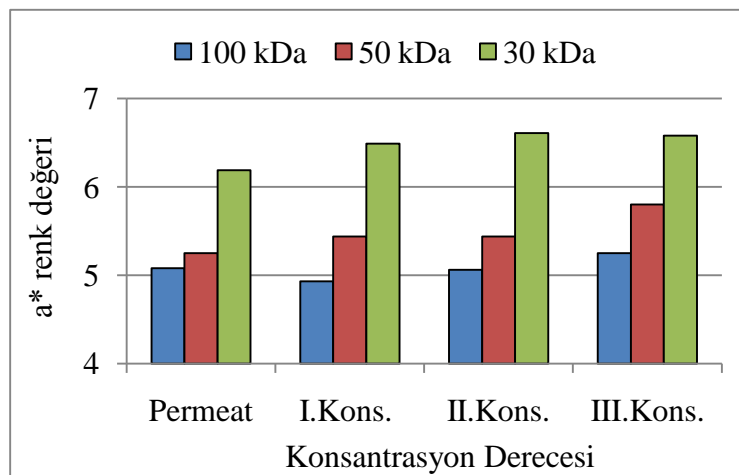
İşlenmemiş kan portakalı suyunda  $L^*$  değeri 19.12 olarak belirlenmiştir. Ultrafiltrasyonun  $L^*$  değeri üzerine etkisi tespit edilirken bu etki ayırma sınırlarına göre değişim göstermemektedir. Ultrafiltrasyon sonrası  $L^*$  değerinde azalma meydana gelirken konsantrasyon sırasında ise artış olduğu belirlenmiştir. Evaporasyon sonrası renk maddelerinin konsantrasyonu da doğal olarak artmıştır. Bunun yanında membran ayırma sınırı düştükçe  $L^*$  değeri de düştüğü ancak bunun önemsiz olduğu ( $P>0.05$ ) saptanmıştır.

Örneklerin  $a^*$  değeri de  $L^*$  değeri gibi ultrafiltrasyon ve konsantrasyondan etkilenmiştir. İşlenmemiş kan portakalı suyunda  $a^*$  değeri 5.00 olarak ölçülmüştür, ancak ultrafiltrasyon ve konsantrasyon sırasında bu değerinde artış görülmüştür. Diğer bir ifadeyle ultrafiltrasyona tabi tutulan kan portakalı suyunda membran ayırma sınırı düştükçe kırmızılık değerinin arttığı tespit edilmiştir. Aynı durumun konsantrasyon için de geçerli olduğu konsantrasyon derecesine bağlı olarak kırmızılık oranında artış olduğu saptanmıştır. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de bu artışlar grafik şeklinde gösterilmiştir. Ultrafiltrasyon, konsantrasyon veya bunların interaksyonlarının kan portakalı suyunda  $a^*$  değerine etkisi istatistiksel olarak ( $P<0.01$ ) önemli bulunmuştur.

Ultrafiltrasyon ile birlikte kan portakalı suyunun kendine özgü rengi yani kırmızılık değeri artış tespit edilmiş olup (Çizelge 4.7), bulguların bu açıdan literatür ile uyum içinde olduğu görülmektedir. Nitekim Onsekizoğlu vd (2010) elma suyunda ultrafiltrasyon ile birlikte parlaklık ( $L^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerlerinde artış olduğunu saptamıştır. Choi vd (2002) depolama periyodunca kan portakalı suyunun  $L$ ,  $a$ ,  $b$  renk değerleri ile toplam antosiyanin ve askorbik asit miktarı üzerine olan etkisini saptamışlar, örneklerin askorbik asit parçalanma hızı ile antosiyanin parçalanması ve kırmızı renk göstergesi olan  $a$  değeri arasında bir korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir.



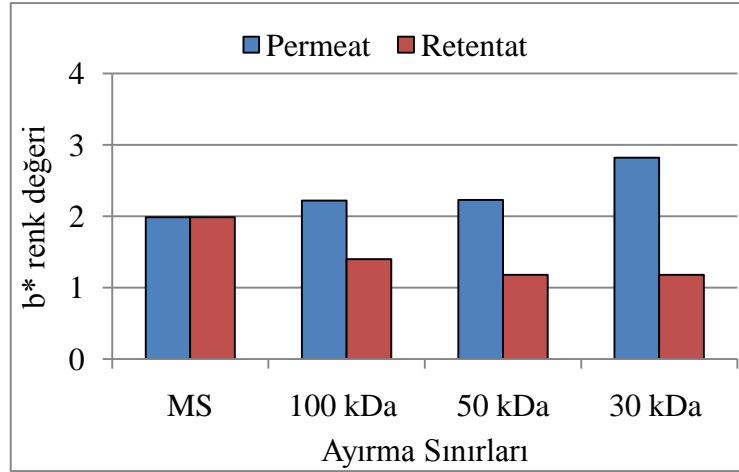
Şekil 4.2. UF sonrası permeat ve retentattaki  $a^*$  değeri değişimi



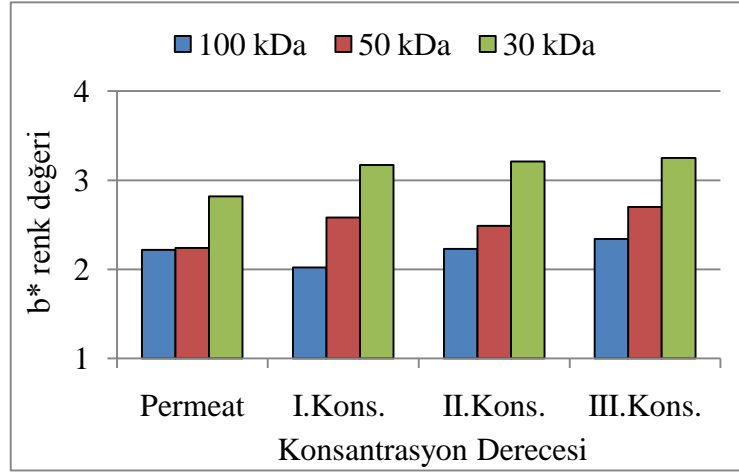
Şekil 4.3. Konsantrasyon sonrası membran ayırma sınırlarına göre  $a^*$  değeri değişimi

Örneklerin a\* değerinde olduğu gibi b\* değerinde de ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulamaları sonrasında önemli değişimler olmuştur ( $P<0.01$ ). Ham meyve suyunda 1.99 olarak ölçülen b\* değeri 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa ayırma sınırlarında sırasıyla ortalama 2.22, 2.23 ve 2.82 olarak ölçülmüştür. Bulanık portakal sularında karotenoidlerden meydana gelen b\* değeri sarılık göstergesidir. Nitekim bulanık portakal sularında b\* değeri üzerine yapılan çalışmalarda; Biçgel (2008) Valensiya ve Kozan Misket portakal sularında b\* değerini sırasıyla ortalama 36.71 ve 31.74, Işık (2008) ise Hamlin ve Kozan Yerlisi portakal sularında b\* değerini sırasıyla ortalama 30.26 ve 37.50 olarak tespit etmişlerdir. Berrak kan portakalı suyunda karotenoid madde bulunmayacağı için, bu değer diğer sarı renk veren pigmentlerden kaynaklanmaktadır.

Ultrafiltrasyon ve konsantrasyonun ayrı ayrı veya birlikte uygulamasının, b\* değeri için istatistiksel olarak ( $P<0.01$ ) önemli olduğu görülmektedir. Ancak uygulamalar sonucunda b\* değerindeki değişimler, a\* değerine göre daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de sırasıyla ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulanmış kan portakalı suyundaki b\* değerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.4. UF sonrası permeat ve retentattaki b\* değeri değişimi



Şekil 4.5. Konsantrasyon sonrası membran ayırma sınırlarına göre b\* değeri değişimi

Örneklerde doğrudan ölçümü yapılan bir diğer renk değeri de renk yoğunluğu olarak da ifade edilen C (kroma) değeridir. Ultrafiltrasyon uygulamasında membran ayırma sınırları azaldıkça C değerinde artış görülmüştür. C değerindeki değişim permeatlara göre retentatlarda daha fazla olmuştur. Kan portakalı suyunda ultrafiltrasyon sonucunda elde edilen permeatlar için C değerlerindeki artış 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa ayırma sınırları için sırasıyla 0.17, 0.33 ve 1.41 olarak; retentatlardaki azalış ise yine sırasıyla 1.12, 1.77 ve 2.49 olarak bulunmuştur. Ultrafiltrasyon, konsantrasyon veya bunların interaksiyonlarının kan portakalı suyunda C değerine etkisi istatistiksel olarak ( $P<0.01$ ) önemli bulunmuştur.

Çalışma kapsamında “renk tonu açısı” olarak da ifade edilen h değeri de ölçülmüştür. Analiz sonucunda elde edilen değerlerin tamamı birinci bölgede (0-90) yer almış olup, h renk değeri de ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulamasından önemli derecede etkilenmiştir. Ultrafiltrasyon uygulamalarında membran ayırma sınırı azaldıkça h değerinde artış tespit edilmiştir. Ultrafiltrasyon, konsantrasyon ve bu iki işlemin interaksiyonları h değeri için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

#### 4.6. Ultrafiltrasyon ve Konsantrasyonun Kan portakalı Suyunun Toplam Fenolik Madde, Toplam Antosiyanin ve L-askorbik Asit Değerlerine Etkisi

Kan portakalı suyu örneklerinin ortalama toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarları Çizelge 4.8’de, bu değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de yer almaktadır (Bkz. Sayfa 30).

Ultrafiltrasyon uygulamaları sonucunda kan portakalı suyundaki toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarlarında azalma görülmüştür. Toplam fenolik madde ve antosiyanin konsantrasyonundaki azalma membran ayırma sınırı değeri ile doğru orantılı gerçekleşirken, L-askorbik asit konsantrasyonunda ise ayırma sınırlarına bağlı olarak önemli bir değişim tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.8. Ultrafiltrasyon ve konsantrasyon uygulanan kan portakalı suyunun TFM, TAN ve AA değerleri

Örnek	TFM (mg/L)	TAN (mg/L)	AA (mg/100 mL)
MS	1161.52±0.96	158.69±3.07	44.03±0.22
100 P	1135.17±1.68	150.63±0.01	39.97±0.09
100 R	1236.34±4.02	180.08±0.38	35.69±0.54
100 PK1	1091.28±0.56	128.12±0.39	33.98±0.15
100 PK2	1156.25±3.83	122.21±0.49	31.93±0.36
100 PK3	1170.15±5.73	117.39±1.19	30.19±0.33
50 P	1099.65±8.83	135.22±0.36	39.34±0.22
50 R	1360.37±5.60	226.39±0.76	36.60±0.29
50 PK1	1066.72±1.50	112.02±0.04	33.43±0.49
50 PK2	1108.12±1.71	109.83±0.47	31.53±0.32
50 PK3	1135.79±2.64	103.61±1.98	29.06±0.59
30 P	1056.03±2.39	127.16±0.14	38.93±0.09
30 R	1492.64±6.81	268.49±0.11	38.50±0.18
30 PK1	998.69±0.71	95.97±0.13	33.32±0.35
30 PK2	1050.16±6.60	88.54 ±0.40	31.74±0.15
30 PK3	1105.82±0.64	84.90 ±0.54	29.56±0.08

Ultrafiltrasyon işleminin kan portakalı suyundaki toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit değerlerine etkisi kütle denkliği yöntemiyle de belirlenmiş olup ayırma sınırlarına göre 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa için sırasıyla Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir. UF sonrası 100 kDa ayırma

sınırındaki kütle denklığı toplam fenolik madde için %98.60, toplam antosiyanin için %96.78'i ve L-askorbik asit için %89.81 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler 50 kDa ayırma için sırasıyla %96.92, %90.96 ve %88.73 ve 30 kDa için ise sırasıyla %94.68, %89.04 ve %88.32 olarak tespit edilmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi membran ayırma sınırı düştükçe kütle denklığı değeri de azalmaktadır. Bir miktar madde de membran tarafından tutulmaktadır. Bununla birlikte L-askorbik asit miktarındaki azalma oranı diğer parametrelere göre daha fazla olup bunun sebebinin oksidasyon olduğu düşünülmektedir.

Hesaplanan kütle denklığı değerleri dikkate alındığında, 24°C sıcaklığındaki ve 2-2.5 bar akış basıncına sahip hammaddeden 100 kDa ayırma sınırında elde edilen permeatının meyve suyu değerlerine en yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak UF uygulamasındaki çeşitli faktörlerin kütle denklığını etkilediği düşünülmektedir. Kullanılan membran materyalleri ve ayırma sınırının UF sonrası permeattaki değerleri farklılaştığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Cassano vd 2009, Laorko vd 2010, Onsekizoğlu vd 2010). Bununla birlikte Cassano vd (2007a) ve Cassano vd (2007b) hammaddenin akış hızının ve sıcaklığının da kütle denklığını etkilediğini belirtmiştir.

Çizelge 4.9. UF sonrası 100 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle denklığı

	MS	Permeat		Retentat		Denklik
TFM (mg/L)	1161.52	1135.17	%87.96	1236.34	%10.64	%98.60
TAN (mg/L)	158.69	150.63	%85.43	180.08	%11.35	%96.78
AA (mg/100 mL)	44.03	39.97	%81.70	35.69	%8.11	%89.81

Çizelge 4.10. UF sonrası 50 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle denklığı

	MS	Permeat		Retentat		Denklik
TFM (mg/L)	1161.52	1099.65	%85.21	1360.37	%11.71	%96.92
TAN (mg/L)	158.69	135.22	%76.69	226.39	%14.27	%90.96
AA (mg/100 mL)	44.03	39.34	%80.41	36.6	%8.32	%88.73

Çizelge 4.11. UF sonrası 30 kDa ayırma sınırı için TFM, TAN ve AA değerlerinin kütle denkliği

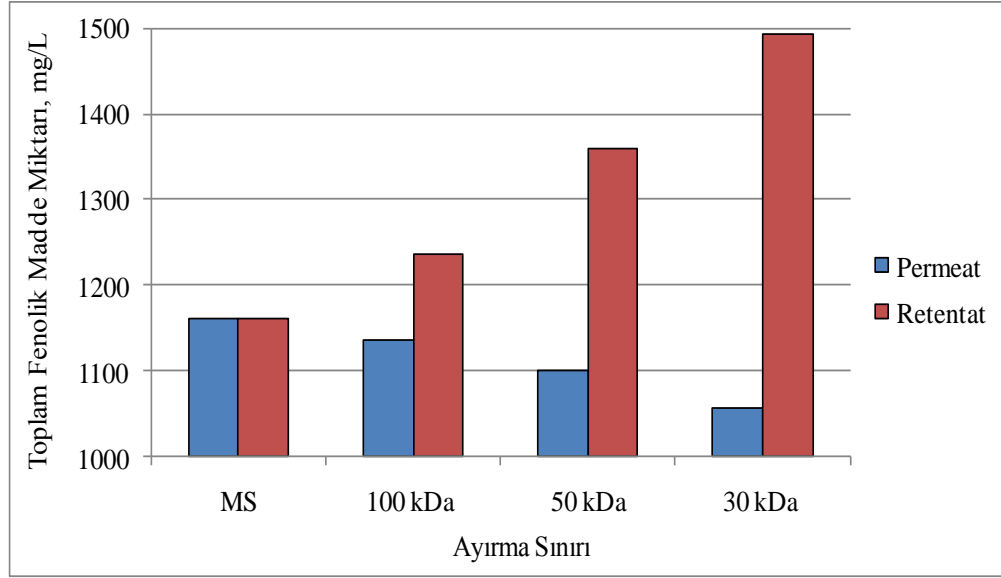
	MS	Permeat		Retentat		Denklik
TFM (mg/L)	1161.52	1056.03	%81.83	1492.64	%12.85	%94.68
TAN (mg/L)	158.69	127.16	%72.12	268.49	%16.92	%89.04
AA (mg/100 mL)	44.03	38.93	%79.58	38.5	%8.74	%88.32

Konsantrasyon uygulaması sonucunda; toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarlarında önemli değişiklikler saptanmıştır. Uygulanan ısıl işlemin süresi ile toplam antosiyanin miktarı ve L-askorbik asit değerleri arasında ters orantı görülmüştür. Uygulanan süre arttıkça toplam antosiyanin ve L-askorbik asit miktarları azalmıştır. Ancak toplam fenolik madde miktarı konsantrasyon derecesi ile doğru orantılı olarak artmıştır. Toplam fenolik madde, toplam antosiyanin ve L-askorbik asit değerleri üzerine ultrafiltrasyon ve konsantrasyon işlemlerinin etkisinin önemli ( $P<0.01$ ) olduğunu tespit edilmiştir.

#### 4.6.1. Toplam fenolik madde değişimi

İşlenmemiş kan portakalı suyundaki toplam fenolik madde miktarı 1161.52 mg/L olarak ölçülmüştür. Ultrafiltrasyon uygulaması sonucu retentatlardaki toplam fenolik madde miktarı permeatlardan daha yüksek çıkmıştır. Toplam fenolik madde miktarı 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa ayırma sınırlarında, permeatlarda sırasıyla ortalama 1135.17 mg/L, 1099.65 mg/L ve 1056.02 mg/L bulunurken retentatlarda ise sırasıyla ortalama 1236.34 mg/L, 1360.36 mg/L ve 1492.63 mg/L olarak belirlenmiştir. Şekil 4.6'da bu değişim grafik halinde gösterilmektedir.





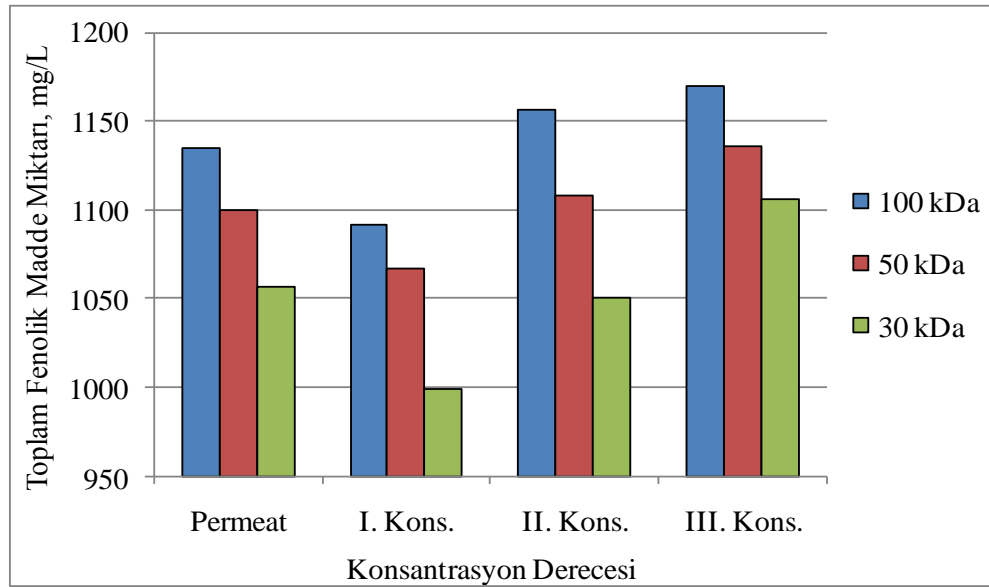
Şekil 4.6. UF sonrası permeat ve retentattaki TFM miktarındaki değişim

Ultrafiltrasyon sonucunda toplam fenolik madde miktarı, ayırma sınırına bağlı olarak değişmekle birlikte permeatlarda azalma, retentatlarda ise artış göstermiştir. UF etkisiyle fenolik madde konsantrasyonunun düşürülebilmesi, sonradan bulanma riskini azaltmaktadır. Bilindiği gibi berrak meyve sularında fenolik bileşikler sonradan bulanma sorununun en önemli etkenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Tetik vd 2006). Galaverna vd (2008) kan portakalı suyunda 15 kDa ayırma sınırında uyguladıkları ultrafiltrasyon sonucu fenolik bileşikleri HPLC ile belirlemişler ve analiz ettikleri sinapik asit, kafeik asit, ferulik asit, *p*-kumarik asit ile narirutin ve hesperidin'in ham meyve suyundaki değerine göre permeatta azalma ve retentatta ise arttığını saptamışlardır. Cassano vd (2009) Klementin çeşidi mandarinde yapmış oldukları ultrafiltrasyon çalışması sonunda, işlenmemiş meyve suyunda 3.05 mg/g oranındaki toplam fenolik madde miktarının, ultrafiltrasyon sonucunda permeatta 2.55 mg/g düzeyine düşerken retentatta ise 3.62 mg/g seviyesine yükseldiğini belirtmiştir. Onsekizoğlu vd (2010) elma suyunda uyguladıkları ultrafiltrasyon işlemi sonrasında fenolik maddelerin 100 kDa ayırma sınırında %4, 10 kDa ayırma sınırında ise %28 oranında azaldığını tespit etmiştir.

Konsantrasyon sırasında konsantre derecesine bağlı olarak TFM miktarında da artış gözlenmiştir (Şekil 4.7). Bu artış konsantre derecesiyle doğru orantılı

gerçekleşmiştir. Scalzo vd (2004) ısıtma işlem uygulamasının kan portakalı suyundaki fenolik madde miktarında artışa neden olduğunu, Rapisarda vd (2008) de depolama periyodu boyunca kan portakalındaki TFM miktarında artış olduğunu belirtmiştir.

Ultrafiltrasyon uygulaması istatistiksel olarak  $P<0.05$  seviyesinde önemli bulunurken, konsantrasyon işlemi ise  $P<0.01$  seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca her iki işlemin birlikte uygulaması da toplam fenolik madde konsantrasyonu için istatistiksel olarak ( $P<0.01$ ) önemli bulunmuştur.



Şekil 4.7. Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre TFM miktarındaki değişim

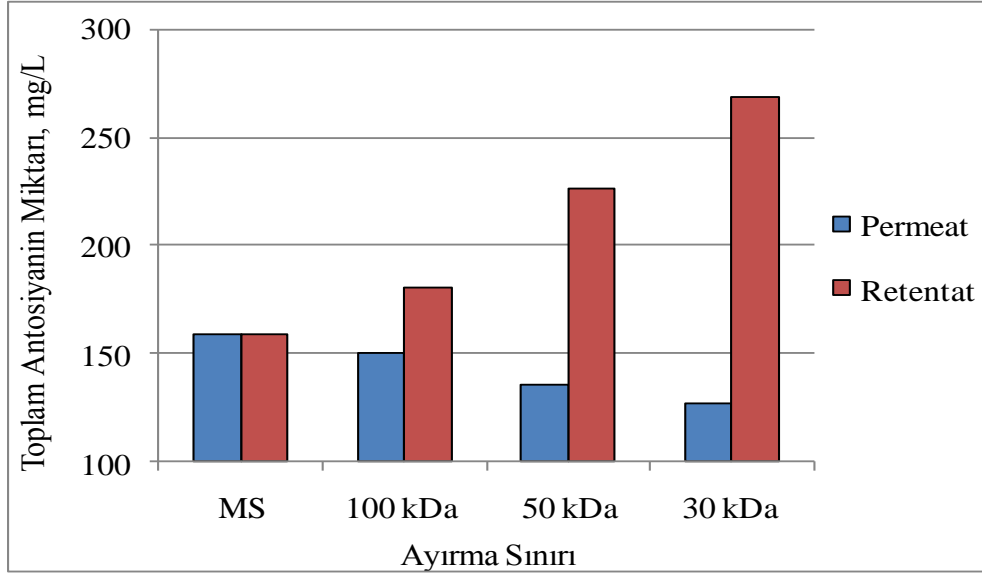
#### 4.6.2. Toplam antosiyanin değişimi

Kan portakalı suyunun toplam antosiyanin içeriğine ilişkin bulgular Çizelge 4.8’de verilmiştir. İşlenmemiş kan portakalı suyunda toplam antosiyanin miktarı 158.69 mg/L olarak saptanmıştır. Catalano vd (2009) yapmış olduğu çalışmada kullandığı Moro çeşidi kan portakallarında antosiyanin miktarının 136.22 mg/L, Kırca (2004) ise 111.23 mg/L olarak belirlenmiştir.

Kan portakal suyunun toplam antosiyanin miktarı başta derim zamanı olmak üzere kan portakalının yetiştiği bölge, yetiştirme ortamı ve iklim gibi etmenler

antosiyenin oluşumuna etki ettiği düşünülmektedir. Mondello vd (2000) 15 gün arayla derilen Moro çeşidi kan portakalında antosiyenin içeriğinin 128 mg/L ile 217 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir.

Ultrafiltrasyon uygulaması sonucunda toplam antosiyenin miktarındaki değişim Şekil 4.8’de grafik olarak ifade edilmiştir. Ultrafiltrasyon uygulaması sonucu toplam antosiyenin değeri permeatta düşerken retentatta ise artış gözlenmiştir. Bu artış membran ayırma sınırı ile ters orantılı olup membran ayırma sınırı düşükçe retentattaki antosiyenin miktarında artış görülmüştür. Nitekim 100 kDa ayırma sınırında retentattaki antosiyenin miktarı 180.08 mg/L iken 50 kDa’da bu miktar 226.39 mg/L’ye ve 30 kDa’da ise 268.49 mg/L’ye yükselmiştir. Permeatlardaki konsantrasyon ise 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa için sırasıyla 150.63 mg/L, 135.22mg/L ve 127.16 mg/L olmuştur. Membran ayırma sınırlarına bağlı olarak ortaya çıkan bu farklılıklar, ultrafiltrasyon uygulamasının toplam antosiyenin miktarına etkisinin önemli ( $P<0.01$ ) olduğunu göstermektedir.

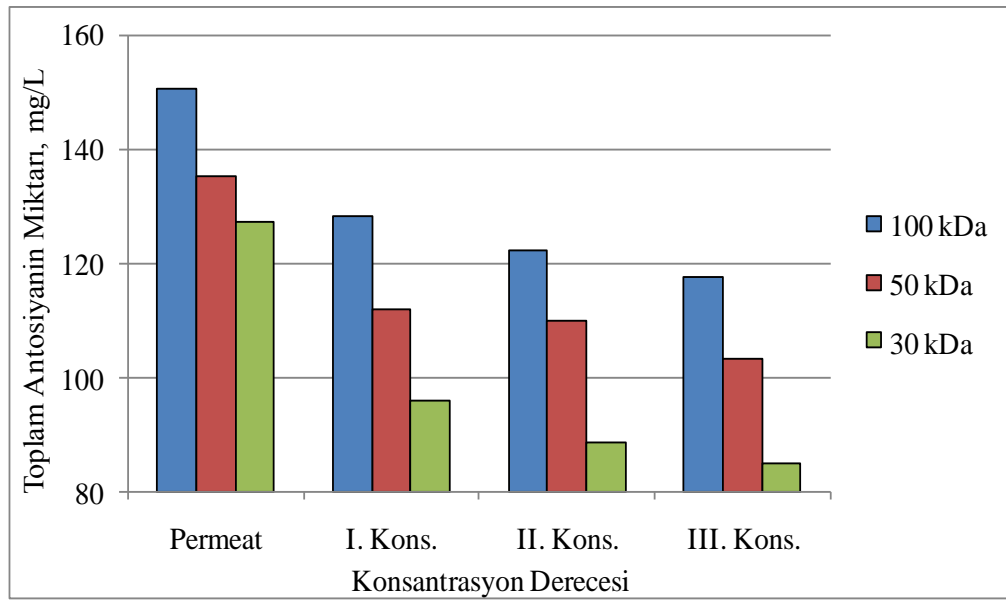


Şekil 4.8. UF sonrası permeat ve retentatta TAN miktarındaki değişim

Cassano vd (2007a) 15 kDa membran ayırma sınırı uyguladığı çalışmasında kan portakalı suyundaki toplam antosiyenin miktarı 60.4 mg/L iken ultrafiltrasyon sonrasında permeat ve retentattaki antosiyenin miktarını ise sırasıyla 54.7 mg/L ve 60.6

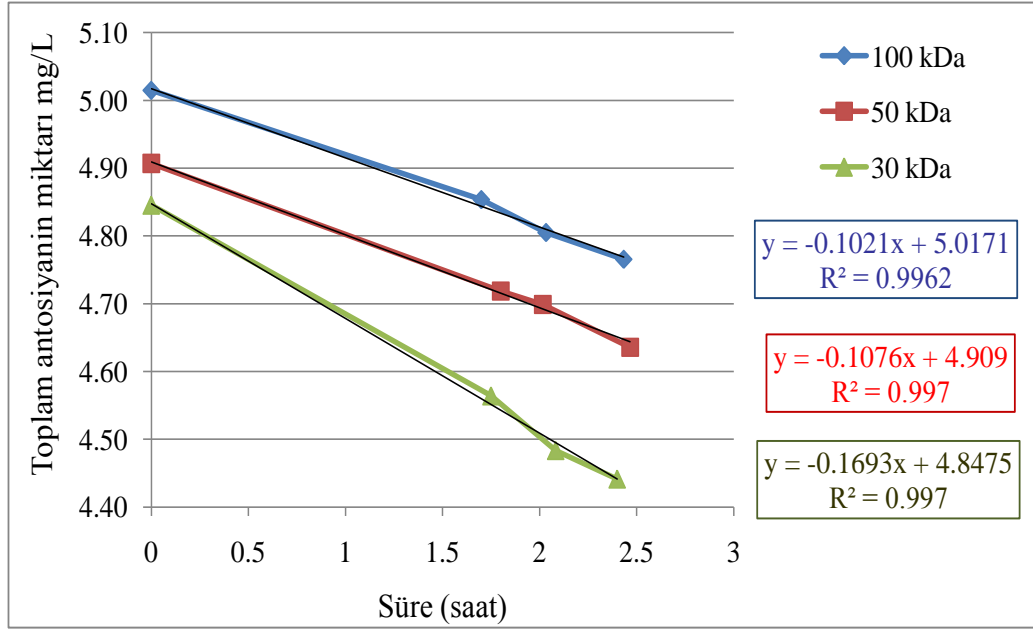
mg/L olarak tespit etmiştir. Galaverna vd (2008) membran uygulamalarıyla konsantre ettiği kan portakalı suyunda 15 kDa ayırma sınırındaki membranlar kullanarak ultrafiltrasyon gerçekleştirmiş ve meyve suyunda 60.4 mg/L düzeyindeki toplam antosiyanin miktarı permeatta 54.7 mg/L'ye düşerken retentatta ise 60.6 mg/L'ye yükselmiştir.

Kan portakalı suyunun konsantrasyonu sırasında antosiyanin kayıpları ortaya çıkmıştır. Konsantrasyon derecesi arttıkça antosiyanin kayıplarında da artış görülmüştür. Şekil 4.9'da toplam antosiyanin miktarının konsantrasyona bağlı olarak değişimi grafik olarak gösterilmektedir. Konsantrasyon işleminin toplam antosiyanin üzerine etkisi istatistiksel olarak ( $P<0.01$ ) önemli bulunmuştur.



Şekil 4.9. Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre TAN miktarındaki değişim

Antosiyaninlerin parçalanması birinci derece reaksiyon kinetiğine uyduğu daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Kırca 2004). Bu çalışma kapsamında farklı konsantrasyon sürelerinin etkisinde kalan kan portakalı suyunun antosiyanin miktarının azalmasına ilişkin kinetik analiz de yapılmıştır. Şekil 4.10'da antosiyaninlerin zamana bağlı değişimi grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.10. UF ayırma sınırı ile TAN konsantrasyonu arasındaki ilişki

Konsantrasyon işleminin antosiyanin parçalanması ile ilgili reaksiyonun hız sabiti ( $k$  değeri), Şekil 4.10'de verilen grafik yardımıyla bulunmuştur. Toplam antosiyanin miktarında azalma olduğundan dolayı eğim ve  $k$  değeri negatif çıkmıştır. Antosiyaninin parçalanması ile ilgili yarı ömür süresi ( $t_{1/2}$ ) ise aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır. Çizelge 4.12'de membran ayırma sınırlarına göre hız sabiti ile eğimin  $R^2$  değerleri ile birlikte yarı ömür süresi verilmiştir.

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

Çizelge 4.12. Konsantrasyon sırasında kan portakal suyunda TAN parçalanmasına ilişkin kinetik değerler

Ayırma sınırı	$k$ değeri	$k$ değeri ( $\text{dak}^{-1}$ )	$R^2$	$t_{1/2}$ (saat)
100 kDa	-0.1021	$-1.702 \times 10^{-3}$	0.9962	6.788
50 kDa	-0.1076	$-1.793 \times 10^{-3}$	0.9970	6.441
30 kDa	-0.1693	$-2.822 \times 10^{-3}$	0.9970	4.093

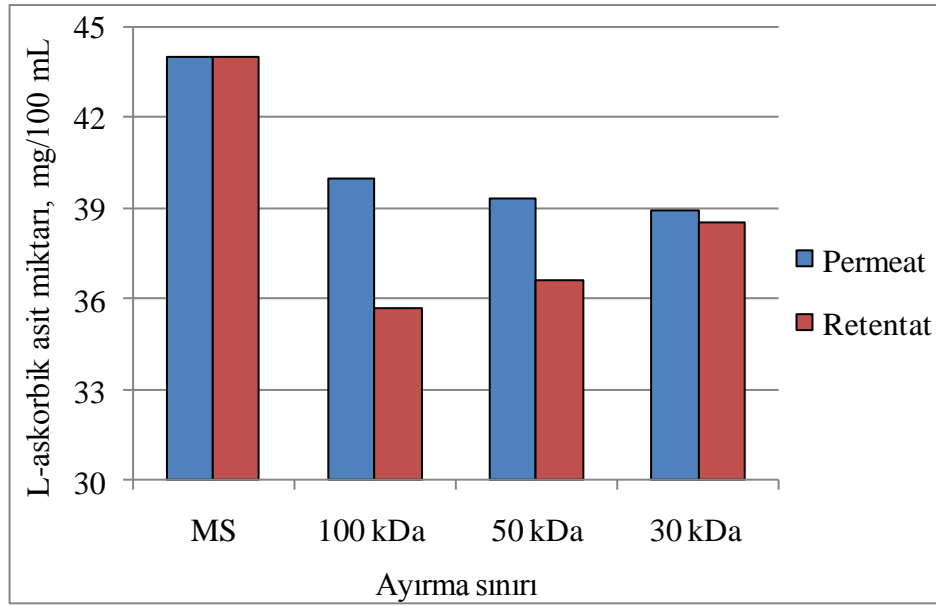
Kan portakalı suyunda toplam antosiyanin miktarının ısıtma işlemi (50°C, 160 mbar) sonucu azalmasına ilişkin birinci derece reaksiyon hız sabitleri 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa ayırma sınırları için sırasıyla  $-1.702 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$ ,  $-1.793 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  ve  $-2.822 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır.

#### 4.6.3. L-askorbik asit değişimi

Kan portakalının L-askorbik asit miktarı daha önce verilen Çizelge 4.1’de, uygulanan işlemlere göre L-askorbik asit değişimi de Çizelge 4.8’de yer almaktadır. İşlenmemiş meyve suyunda askorbik asit miktarı 44.03 mg/100 mL olarak tespit edilmiştir. Kan portakalı ile yapılan değişik çalışmalarda, askorbik asit miktarını Krifi vd (2000) 40 mg/100 mL, Kırca ve Cemeroğlu (2003) 44.5 mg/100 mL ve Kelebek vd (2008) ise 50.65 mg/100 mL olarak belirlemiştir.

Askorbik asit miktarı da derim zamanı, yetiştirildiği bölgedeki iklim durumu, yetiştirme şekilleri ve toprak yapısı gibi dış etmenlere göre değişmektedir. Barbagallo vd (2007) farklı tarihlerde (Şubat – Mayıs arası) derilen Tarocco çeşidi kan portakalı suyunda, 66.48 mg/100 mL olarak bulunduğu askorbik asit miktarı daha sonra 68.09 mg/100mL’ye yükselmiş ancak son hafta bu oranının 48.46 mg/100 mL’ye düştüğünü belirtmiştir.

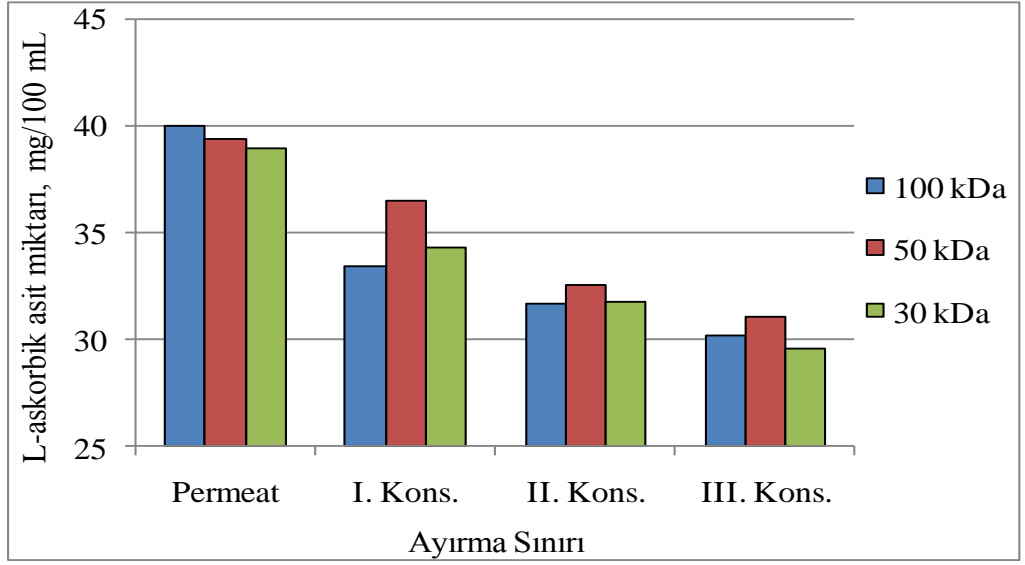
Ultrafiltrasyon sonucunda kan portakalı sularında L-askorbik asit miktarında azalma görülmüştür. Permeatlarda sitrik asit cinsinden askorbik asit miktarı 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa ayırma sınırları için sırasıyla 39.97, 39.34 ve 38.93 mg/100 mL olarak ölçülmüştür. Retentatlarda ise bu değer yine aynı sırayla 35.69, 36.60 ve 38.50 mg/100 mL olarak tespit edilmiştir. Kan portakalı suyunda ultrafiltrasyon uygulaması, L-askorbik asit değeri için önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Bölüm 4.2’de yer alan Çizelge 4.3’de verilen Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına bakıldığında ise ultrafiltrasyon işlemi L-askorbik asit miktarına etki ederken, membran ayırma sınırındaki değişimin etkisinin önemsiz olduğu ( $P > 0.05$ ) belirlenmiştir. Şekil 4.11’de ultrafiltrasyonun kan portakalı suyundaki L-askorbik asit düzeyine etkisi grafik halinde verilmiştir.



Şekil 4.11. UF sonrası permeat ve retentatta AA miktarındaki değişim

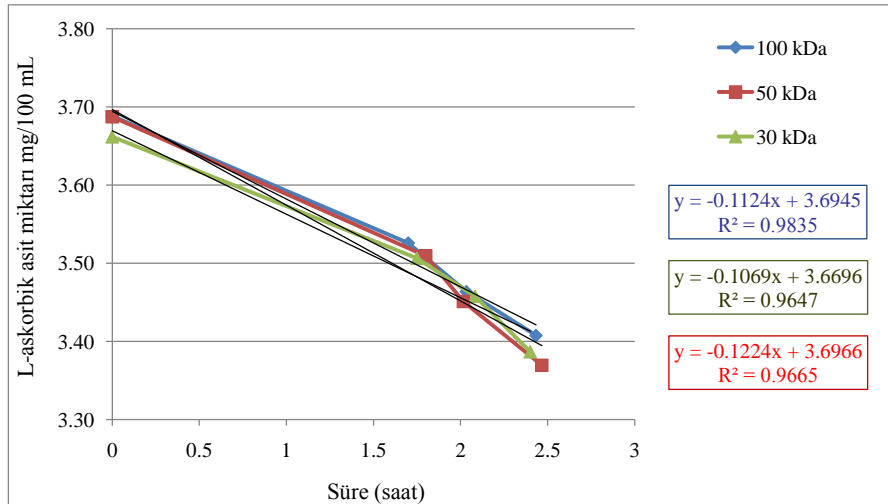
Ultrafiltrasyon ile birlikte işlenmemiş meyve suyundaki askorbik asit miktarın permeatta azaldığına ilişkin sonuçlar birçok araştırma sonucu ile uyum içindedir. Cassano vd (2007a) kan portakalı suyundaki 70.1 mg/100 mL olan askorbik asit miktarını ultrafiltrasyon sonucu permeatta 64.2 mg/100 mL, retentatta ise 64.0 mg/100 mL olarak tespit etmiş, meyve suyunda 6.54 g askorbik asit permeatta 4.98 g, retentatta 1.0 g olarak bildirmiştir.

Konsantrasyon sırasında da L-askorbik asit miktarında azalma görülmüştür (Şekil 4.12). Arena vd (2001), Polydera vd (2003) ve Scalzo vd (2004) ısı işlem ile birlikte portakal ve kan portakalı sularındaki askorbik asit miktarında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Işık (2008) pastörizasyon sıcaklığının (75°, 80° ve 85°C) portakal sularının kalitesine etkisini araştırdığı çalışmasında, taze meyve suyundaki askorbik asit miktarlarının pastörizasyon uygulanmış örneklere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Burdurlu vd (2006) portakal konsantrasyonunda (61°Bx) 232.9 mg/100 g olan askorbik asit değerinin, 28°, 37° ve 45°C uyguladığı depolama neticesinde (8 hafta), belirtilen sıcaklıklara göre sırasıyla 194.9, 52.4 ve 39.32 mg/100 g'a düştüğünü belirtmiştir.



Şekil 4.12. Konsantrasyon sırasında membran ayırma sınırlarına göre AA miktarındaki değişim

Askorbik asit parçalanmasının birinci derece reaksiyon kinetiğine uyduğu daha önce birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Karhan vd 2004, Burdurlu vd 2006, Al-Zubaidy ve Khalil 2007). Bu çalışma kapsamında farklı konsantrasyon sürelerinin etkisinde kalan kan portakalı suyunun askorbik asit miktarının azalmasına ilişkin kinetik analiz de yapılmıştır. Şekil 4.13’de askorbik asidin zamana bağlı değişimi grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.13. UF ayırma sınırı ile AA konsantrasyonu arasındaki ilişki



Konsantrasyon işleminin askorbik asidin parçalanması ile ilgili reaksiyonun hız sabiti (k değeri), Şekil 4.13’de verilen grafik yardımıyla bulunmuştur. Toplam antosiyanin değerinde olduğu gibi konsantrasyon sırasında L-askorbik asit miktarında da azalma olduğundan dolayı eğim ve k değeri negatif çıkmıştır. Çizelge 4.13’de membran ayırma sınırlarına göre hız sabiti ile eğimin  $R^2$  değerleri ile birlikte yarı ömür süresi verilmiştir.

Çizelge 4.13. Konsantrasyon sırasında kan portakal suyunda AA parçalanmasına ilişkin kinetik değerler

Ayrırma sınırı	k değeri	k değeri ( $\text{dak}^{-1}$ )	$R^2$	$t_{1/2}$ (saat)
100 kDa	-0.1124	$-1.873 \times 10^{-3}$	0.9835	6.165
50 kDa	-0.1069	$-1.782 \times 10^{-3}$	0.9647	6.483
30 kDa	-0.1224	$-2.040 \times 10^{-3}$	0.9665	5.662

Kan portakalı suyunda  $50^\circ\text{C}$  konsantre edilmesi sırasında L-askorbik asit parçalanmasına ilişkin birince derece reaksiyon hız sabitleri 100 kDa, 50 kDa ve 30 kDa için sırasıyla  $-1.783 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$ ,  $-1.782 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  ve  $-2.040 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

## 5. SONUÇ

Araştırmada elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle ulaşılan başlıca sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetle sunulmuştur;

- Araştırma sonuçlarına göre ultrafiltrasyon işlemi kalıcı berraklık sağlamanın yanında kan portakalının fonksiyonel özelliğinde genel olarak önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.
- Ayırma sınırlarındaki farklılıklar ise askorbik asit değişimi açısından önemsiz bulunurken, toplam antosiyanin ve fenolik madde içeriğindeki değişim bakımından önemli bulunmuştur. UF ayırma sınırı düştükçe toplam antosiyanin ve toplam fenolik madde miktarında da azalma meydana gelmiştir.
- Ultrafiltrasyon nedeniyle kan portakalı sularında renk kaybı görülmezken özellikle kırmızılık göstergesi olan a\* renk değerinde artış meydana gelmiştir. Bu artış ayırma sınırı ile ters orantılı olup ayırma sınırı düştükçe kırmızılık değerinde yükselme gözlenmiştir.
- Berrak kan portakalı suyu üretimi için araştırmada kullanılan membran ayırma sınırları değerlendirildiğinde; endüstriyel uygulamalarda da yaygın olarak kullanılan 100 kDa ayırma sınırı en uygun ayırma sınırı olarak belirlenmiştir.
- 100 kDa ayırma sınırında üretilen berrak kan portakalı suyunda; toplam antosiyanin miktarı 150.63 mg siyanidin-3-glikozit/L, toplam fenolik madde miktarı 1135.17 mg gallik asit eşdeğeri/L ve L-askorbik asit konsantrasyonu da 39.97 mg/100 mL olarak saptanmıştır.
- Bu değerler doğrultusunda araştırmada kullanılan kan portakalı suyundaki toplam fenolik maddenin %87.96'sı, toplam antosiyaninin %85.43'ü ve L-askorbik asidin %81.70'i, 100 kDa ayırma sınırında üretilen berrak moro kan portakalı suyuna geçmiştir. Böylece hesaplanan kütle denkliği değerleri de bunu doğrulamaktadır.

- Konsantrasyon işleminin etkisi incelendiğinde, konsantre etme süresi arttıkça ürünlerdeki toplam antosiyanin ve askorbik asit içeriğinde azalma gözlenirken toplam fenolik madde miktarı ile birlikte parlaklık ( $L^*$ ) ve kırmızılık ( $a^*$ ) değerlerinde uygulanan süreye bağlı olarak artış tespit edilmiştir.

- Kan portakalı suyunun antosiyanin ve askorbik asit degradasyonu, literatürdeki verilere uygun olarak birinci derece reaksiyon kinetiğine göre gerçekleştiği saptanmıştır.

- Konsantrasyon işlemi  $50^{\circ}\text{C}$  ve 160 mbar basınçta gerçekleştirilmiştir. Bu şartlar altında 100 kDa ayırma sınırında üretilen berrak kan portakalı suyunda konsantrasyon derecesine bağlı olarak reaksiyonun hız sabiti ( $k$  değeri) ve yarılanma süresi ( $t_{1/2}$ ) toplam antosiyanin için sırasıyla  $1.702 \times 10^{-3}$  ( $\text{dak}^{-1}$ ) ve 6.788 (sa), L-askorbik asit için ise  $1.873 \times 10^{-3}$  ( $\text{dak}^{-1}$ ) ve 6.165 (sa) olarak hesaplanmıştır.

## KAYNAKLAR

- AKGÜN, C. 2006. Turunçgil sektör profili raporu. Dış Ticaret Müsteşarlığı, 10 ss.
- ALTAN, A. 1991. Çukurova bölgesinde yetiştirilen portakal çeşitlerinin meyve suyuna işlenmeye uygunluk durumları. *Çukurova I. Tarım Kongresi*, 302-315, Adana.
- ALTAN, A. 1995. Çukurova bölgesinde yetiştirilen beş portakal çeşidinin meyve suyu teknolojisi bakımından önemli bazı özellikleri. *Gıda*, 20: 215-225.
- AL-ZUBAIDY, M.M. and KHALIL, R.A. 2007. Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage. *Food Chemistry*, 101: 254–259.
- ANONİM, 2007. 2000'den 2007'ye Türkiye'de meyve suyu üretimi ve tüketimi. <http://www.meyed.org.tr>
- ANONİM, 2009. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do)
- ANONYMOUS, 2009. FAO Statistical Database, FAOSTAT-Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org/site/340/DesktopDefault.aspx?PageID=340>
- ANONİM, 2010. Yaş meyve sebze ihracat değerlendirmesi Mart 2010 ihracat rakamları. İstanbul İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar-Ge Şubesi, [http://www.iib.org.tr/iib\\_portal/dokuman/aylikrap](http://www.iib.org.tr/iib_portal/dokuman/aylikrap)
- ANONYMOUS, 2010. Raw orange nutrition value. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, [http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list\\_nut\\_edit.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl)
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of the A.O.C.C. 16th Ed. Ass. of Official Analysis, Washington DC. USA.
- ARENA, E., FALLICO, B. and MACCARONE, E. 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, 74: 423-427.
- BAKER, R.A. 1994. Potential dietary benefits of citrus pectin and fiber. *Food Technology*, 48: 133-137.
- BARBAGALLO, R.N., PALMERI, R., FABIANO, S., RAPISARDA, P. and SPAGNA, G. 2007. Characteristic of  $\beta$ -glucosidase from Sicilian blood oranges in relation to anthocyanin degradation. *Enzym and Microbial Technology*, 41: 570–575.

- BİÇGEL, N.K. 2008. Pastörizasyon sıcaklığının valensiya ve kozan misket portakallarından üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 141 ss.
- BRAVERMAN, J.B.S. 1949. Citrus products chemical composition and chemical technology. Interscience Publishers Inc., New York, 424 pp.
- BRIDLE, P. and TIMBERLAKE, C.F. 1997. Anthocyanins as natural food colours–selected aspects. *Food Chemistry*, 58: 103-109.
- BURDURLU, H. S., KOCA, N., KARADENİZ, F. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of Food Engineering* 74: 211-216.
- CABRIATA, L., FOSSEN, T. and ANDERSEN, O.M. 2000. Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glycosides in aqueous solutions. *Food Chemistry*, 68: 101-107.
- CASSANO, A., MARCHIO, M. and DRIOLI, E. 2007a. Clarification of blood orange juice by ultrafiltration: analyses of operating parameters, membrane fouling and juice quality. *Desalination*, 212: 15-27.
- CASSANO, A., DONATO, L. and DRIOLI, E. 2007b. Ultrafiltration of kiwifruit juice operating parameters, juice quality and membrane fouling, *Journal of Food Engineering*, 79: 613-621.
- CASSANO, A., TASSELLI, F., CONIDI, C. and DRIOLI, E. 2009. Ultrafiltration of Clementine mandarin juice by hollow fiber membranes. *Desalination*, 241: 302-308.
- CATALANO, A.E., INGALLINERA, B., TODARO, A., RAPISARDA, P. and SPAGNA, G. 2009. Degradative enzymatic activities in fresh-cut blood-orange slices during chilled-storage, *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1041–1049.
- CEMEROĞLU, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları No:02-2, Ankara, 381 ss.
- CEMEROĞLU, B. ve KARADENİZ, F. 2001. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Cilt: Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:25, Ankara, 384 ss.
- CEMEROĞLU, B., YEMENİCİOĞLU, A. ve ÖZKAN, M. 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:24, Ankara, 328 ss.
- CEMEROĞLU, B. 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara, 79-95 ss.

- CEMEROĞLU, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, 168-171 ss.
- CHOI, M.H., KIM, G.H. and LEE, H.S. 2002. Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus cinensis*) juice during refrigerated storage. *Food Research International*, 35: 753-759.
- CRANDALL, P.G., MATTHEWS, R.F. and BAKER, R.A. 1983. Citrus beverage clouding agents – review and status. *Food Technology*, 106-109.
- DHUIQUE-MAYER, C., CARIS-VEYRAT, C., OLLITRAULT, P., CURK, F. and AMIOT, M. J., 2005. Varietal and interspecific influence on micronutrient contents in citrus from the Mediterranean area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 2140-2145.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESICI, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ankara, 229 ss.
- ESPIN, J.C., SOLER-RIVAS, C., WICHERS, H.J. and GARCIA-VIGUERA, C. 2000. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1588-1592.
- ESTEVE, M.J., FRÍGOLA, A., RODRIGO, C. and RODRIGO, D. 2005. Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. *Food and Chemical Toxicology*, 43: 1413-1422.
- FALCÃO L, D., FALCÃOA, P. and GRIS, E.F. 2008. Spectrophotometric study of the stability of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape skins in a model system. *Journal of Food Technology*, 11: 63-69.
- FARNWORTH, E.R., LAGACE, M., COUTURE, R., YAYLAYAN, V. and STEWART, B. 2001. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. *Food Research International*, 34: 25-30.
- GALAVERNA, G., SILVESTRO, G.D., CASSANO, A., SFORZA, S., DOSSENA, A., DRIOLI, E. and MARCHELLI, R. 2008. A new integrated membrane process for the production of concentrated blood orange juice: Effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 106: 1021-1030.
- GIUSTI, M.M. and WROLSTAD, R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochemical Engineering Journal* 14: 217-225.

- GÖKMEN, V., BORNEMAN, Z. and NIJHUIS H.H. 1998. Improved Ultrafiltration for Color Reduction and stabilization of Apple Juice. *Journal Of Food Science*, 63:504-507.
- HILLEBRAND, S., SCHWARZ, M. and WINTERHALTER, P. 2004. Characterization of anthocyanins and pyranoanthocyanins from blood orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] juice. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 52:7331-7338.
- IŞIK, Ö. 2008. Pastörizasyon sıcaklığının kozan yerlisi ve hamlin portakallarından üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 143 ss.
- JESUS, D.F., LEITE, M.F., SILVA, L.F.M., MODESTA, R.D. MATTA, V.M. and CABRAL, L.M.C. 2007. Orange (*Citrus sinensis*) juice concentration by reverse osmosis. *Journal of Food Engineering*, 81: 287-291.
- KARAHOCAGİL, P. 2003. Turunçgiller. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E.-Bakış, 2.
- KARHAN, M., AKSU, M., TETİK, N. and TURHAN, I. 2004. Kinetic modelling of anaerobic thermal degradation of ascorbic acid in rose hip (*Rosa canina* L.) pulp. *Journal of Food Quality*, 27: 311-319.
- KELEBEK, H., CANBAŞ, A. and SELLI, S. 2008. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 107: 1710-1716.
- KIRCA, A. and CEMEROĞLU, B. 2003. Degradation kinetics of anthocyanins in blood orange juice and concentrate. *Food Chemistry*, 81: 583-587.
- KIRCA, A. 2004. Siyah havuç antosiyaninlerinin bazı meyve ürünlerinde ısıl stabilitesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 123 ss.
- KLIMCZAK, I., MALECKA, M., SZLACHTA, M. and GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin c and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 313-322.
- KONCZAK, I. and ZHANG, W. 2005. Anthocyanins - More Than Nature's Colours, *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2004-5: 239-240.
- KONG, J.M., CHIA, L.S., GOH, N.K., CHIA, T.F. and BROUILLARD, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923-933.

- KRIFI, B., CHOUTEAU, F., BOUDRANT, J. and METCHE, M., 2000. Degradation of anthocyanins from blood orange juices. *International Journal of Food Science and Technology*, 35: 275-283.
- LAORKO, A., LI, Z., TONGCHITPAKDEE, S., CHANTACHUM, S. and YOURAVONG, W. 2010. Effect of membrane property and operating conditions on phytochemical properties and permeate flux during clarification of pineapple juice. *Journal of Food Engineering*, 100: 514-521.
- LEE, H.S. and COATES, G.A. 2003. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 36: 153-156.
- LIU, X., XIAO, G., CHEN, W., XU, Y. and WU J. 2004. Quantification and purification of mulberry anthocyanins with macroporous resins. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 326-331.
- MACCARONE, E., MACCARONE, A. and RAPISARDA, P. 1985. Stabilization of anthocyanins of blood orange fruit juice. *Journal of Food Science*, 50: 901-904.
- MATEI, N., BIRGHILA, S., POPESCU, V., DOBRINAS, S., SOCEANU, A., OPREA, C. and MAGEARU, V. 2008. Kinetic study of vitamin C degradation from pharmaceutical products, *Romanian Journal of Physics*, 53: 343-351.
- MAZZA, G. and BROUILLARD, R. 1987. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. *Food Chemistry*, 25: 207-225.
- MONDELLO, L., COTRONEO, A., ERRANTE, G., DUGO, G. and DUGO, P. 2000. Determination of anthocyanins in blood orange juices by HPLC analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 23: 191-195.
- MOUFIDA, S. and MARZOUK, B. 2003. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. *Phytochemistry*, 62: 1283-1289.
- ONSEKİZOĞLU, P., BAHCECİ, K.S. ve ACAR, M.J. 2010 Clarification and the concentration of apple juice using membrane processes: A comparative quality assessment. *Journal of Membrane Science*, 352: 160-165.
- ÖZDEMİR, M. 2001. Mathematical analysis of color changes and chemical parameters of roasted hazelnuts. Ph.D. Thesis. Istanbul Technical University, İstanbul, 161 pp.
- POLYDERA, A.C., STOFOROS, N.G. and TAOUKIS, P. S. 2003. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurized and high pressure processed reconstituted orange juice. *Journal of Food Engineering*, 60: 21-29.



- POLYDERA, A.C., STOFOROS, N.G. and TAOUKIS, P.S. 2005. Quality degradation kinetics of pasteurized and high pressure processed fresh navel orange juice: nutritional parameters and shelf life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6: 1-9.
- PROTEGGENTE, A. R., SAIJA, A., DE PASQUALE, A. and RICE-EVANS, A.C. 2003. The compositional characterization and antioxidant activity of fresh juices from Sicilian sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) varieties. *Free Radical Research*, 37: 681-687.
- RAPISARDA, P., TOMAINO, A., LO CASCIO, R., BONINA, F., DE PASQUALE, A. and SAIJA, A. 1999. Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 4718-4723.
- RAPISARDA, P., BIANCO, M.L., PANNUZZO, P. and TIMPANARO, N. 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Postharvest Biology and Technology*, 49: 348-354.
- ROUSEFF, R.L. and NAGY, S. 1994. Health and nutritional benefits of citrus fruit components. *Food Technology*, 48: 125-132.
- SALDAMLI, İ. 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 522 ss.
- SCALZO, R.L., IANNOCCARI, T., SUMMA, C., MORELLI, R. and Papisarda, P. 2004. Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food Chemistry*, 85: 41-47.
- SHI, Z., LIN, M. and FRANCIS, F.J. 1992. Stability of Anthocyanins from *Tradescanti pallida*. *Journal of Food Science*, 57: 758-760.
- SPANOS, G. and WROLSTAD, R.E. 1990. Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 1478-1487.
- SPAGNA, G., BARBAGALLO, R.N. and INGALLINERA, B. 2003. A specific method for determination of pectin esterase in blood orange juices. *Enzyme and Microbial Technology*, 32: 174-177.
- TAJCHAKAVIT, S., Boye, J.I. and COUTURE, R. 2001. Effect of processing on post-bottling haze formation in apple juice. *Food Research International*, 34: 415-424.
- TETİK, N., TURHAN, İ. ve KARHAN M. 2006. Berrak Meyve Suyu ve Konsantrelerinde Sonradan Bulanma ve Önlemleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

- TRESSLER, D.K. and JOSLYN, M.A. 1961. Fruit and vegetable juice processing technology. The Avi Publishing Company, Inc., Connecticut, USA, 1028 pp.
- TUZCU, Ö. 1990. Türkiye’de Yetiştirilen Başlıca Turunçgil Çeşitleri. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Yayınları, Mersin, 71 ss.
- TUZCU, Ö. 1999. Değişik turunçgil anaçlarının Washington navel ve Moro kan portakal çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 213-222.
- VAUGHAN, R.L. 1998. Resistance-in-series modeling in high-shear rotary ultrafiltration. A thesis for the degree of master of science in engineering. West Virginia University Department of Civil and Environmental Engineering, West Virginia, 248 pp.
- YILMAZ, E., 2002. Turunçgil meyvelerinin insan sağlığına etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 6: 47-52.

## ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Isparta/Eğirdir’de, lise öğrenimini ise Bursa’da Ziraat Meslek Lisesinde tamamladı. Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2002 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 1998-2004 yılları arasında Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde Ziraat Teknisyeni, 2004-2008 yılları arasında Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü’nde Gıda Mühendisi olarak çalıştı. 2008 yılından itibaren Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır. 2008 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen bu anabilim dalında lisansüstü eğitime devam etmektedir.