

**ELMA SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE RENK
STABİLİZASYONU**

Doğan KAYA

Yüksek Lisans Tezi
ELMA SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE RENK
STABİLİZASYONU

Doğan KAYA

Yüksek Lisans Tezi



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

ELMA SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE RENK STABİLİZASYONU

Doğan KAYA

**Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BURSA
2010**

TEZ ONAYI

Doğan Kaya tarafından hazırlanan “*Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Renk Stabilizasyonu*” adlı tez çalışması aşığıdaki jüri tarafından oy birliğı/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliğı Bölümü

Üye : İmza

Üye : İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Cengiz ELMACI
Enstitü Müdürü

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****ELMA SUYU KONSANTRESİ ÜRETİMİNDE RENK STABİLİZASYONU****Doğın KAYA**

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR-BAYİZİT

Bu çalışmada, elma suyu konsantresi üretimi için Bursa Merkez ve İlçeleri, Karaman Merkez, Akçaşehir, Ermenek, Mersin Mut, Gülnar, Konya Bozkır, Seydişehir ve Beyşehir bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan Starking ve Golden cinsi elmalar kullanılmıştır.

Elmalar 3 farklı yöntem kullanılarak (akış şemasına UF sonrasında adsorber cihazı eklenmeden ve adsorber cihazı seri ya da paralel bağlanarak) elma suyu konsantresine işlenmiştir. Proses sırasında ve son üründe renk, berraklık, bulanıklık (NTU1/NTU2) ve toplam fenolik madde analizleri ile renk değerlerindeki değişiklikler incelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; prosese adsorber cihazının seri bağlanması ile yapılan üretim sonucunda en yüksek renk $86,62 \pm 1,654$ ve berraklık $99,24 \pm 0,508$ değerleri ile en düşük NTU1 $0,320 \pm 0,031$, NTU2 $0,344 \pm 0,075$ ve $117,38 \pm 42,311$ mg GA $100g^{-1}$ fenolik madde değerlerine ulaşıldığı belirlenmiştir.

Renk stabilizasyonunda etkili olan bu kriterlerin sırasıyla adsorber cihazının UF sonrasında prosese seri bağlı olarak çalışması, paralel bağlı olarak çalışması ve adsorber kullanılmadan yapılan üretim ile elde edildiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma Suyu Konsantresi, Renk Stabilizasyonu, Adsorber Reçineleri.

2010, vii + 50 sayfa

ABSTRACT**MSc Thesis****COLOUR STABILISATION in APPLE JUICE CONCENTRATE
PRODUCTION****Doğan KAYA**Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**Supervisor:** Asst. Prof. Dr. Arzu AKPINAR-BAYIZIT

In this study, Starking and Golden apples were used for the production of apple juice concentrates. These apples were grown in the center of Bursa and its districts, Karaman city centre, Akçaşehir, Ermenek, Mersin Mut, Gülnar, Konya Bozkır, Seydişehir and Beyşehir.

Apple Juice Concentrate is produced with three different methods (without adsorber, with adsorber connected in a parallel way and with adsorber connected serially). The changes in colour, clarity, turbidity (NTU1/NTU2) and total phenolic compounds during the process and in the final product were examined in terms of colour stabilization.

According to the study the highest values of colour as $86,62 \pm 1,654$ and clarity as $99,24 \pm 0,508$ were found with the method of adsorber connected serially; as well as the lowest values for NTU1 $0,320 \pm 0,031$, NTU2 $0,344 \pm 0,075$ and $117,38 \pm 42,311$ mg GA $100g^{-1}$ phenolic compounds.

The highest colour stabilization values were observed in the method of the adsorber connected serially than in that of the parallel connection and without adsorber.

Key Words: Apple Juice Concentrate, Colour Stabilization, Adsorber Resins**2010, vii + 50 pages**

TEŞEKKÜR

Araştırmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'e, bana mesleki bilgi, deneyimlerini aktarmada ve bu eğitimi almamda her türlü desteğini esirgemeyen Sn. Okan ÖZİRİŐEN'e, Sn. Erkan ÖZEN'e, çalışma arkadaşlarıma, her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme, ayrıca bu süreç zarfında araştırmalarımın dolayısı kendisine çok vakit ayıramadığım halde anlayışını ve desteğini eksik etmeyen eşim Fatma KAYA'ya çok teşekkür ederim.

Doğan KAYA
Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1.Elma Suyu Konsantresi Üretim Teknolojisi	6
2.1.1. Elma Suyunda Bulanıklık Nedenleri ve Durultma Mekanizması	9
2.2.Elma Suyunda Renk Stabilizasyonu İle İlgili Yapılan Çalışmalar	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1. Materyal	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1.Elma Suyu Konsantresi Üretimi	23
3.2.2. Elma Suyu Konsantresinde Briks Tayini	28
3.2.3. Elma Suyu Konsantresinde Renk Tayini	28
3.2.4. Elma Suyu Konsantresinde Berraklık Tayini	28
3.2.5. Elma Suyu Konsantresinde Bulanıklık Tayini	28
3.2.6. Elma Suyu Konsantresinde Toplam Fenolik Madde Tayini	29
3.2.7. İstatistik Analiz	29
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	30
4.1. Elma Suyu Konsantresinde Renk Değerindeki Değişimler	30
4.2. Elma Suyu Konsantresinde Berraklık Değerindeki Değişimler	33
4.3. Elma Suyu Konsantresinde Bulanıklık Değerindeki Değişimler (NTU1/NTU2)	35
4.4. Elma Suyu Konsantresinde Toplam Fenolik Madde Değerindeki Değişimler	39
5. SONUÇ	42
KAYNAKLAR DİZİNİ	43
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
p<0.01	Yüzde birlik önem seviyesine göre
nm	Nanometre
mL	Mililitre
kg	Kilogram
μ	Mikron
μL	Mikrolitre
L	Litre
mg	Miligram
μg	Mikrogram
g	Gram
gkg ⁻¹	Kilogramda Gram
gL ⁻¹	Litrede Gram
mm	Milimetre
kgdm ⁻³	Desimetre Küpte Kilogram
μm	Mikronmetre
pH	Hidrojen Konsantrasyonu
kDA	Kilodalton
ton ⁻¹	Bir Tondaki Miktar
m ² g ⁻¹	Gramda Metrekare
mLg ⁻¹	Gramda Mililitre
v/v	Hacim/Hacim

KISALTMALAR DİZİNİ

UF	Ultrafiltrasyon
MF	Mikrofiltrasyon
NF	Nanofiltrasyon
NTU	Bulanıklık Birimi (Nephelometric Turbidity Unit)
%T	Transmittans değeri
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
AIJN	Avrupa Meyve Suyu Birliği
IFU	Meyve Suyu Üreticileri Federasyonu
PVPP	Polivinil Polipirrolidon
PPO	Polifenol Oksidaz
Bx	Briks
DNA	Deoksi Ribo Nükleik Asit
CIP	Kapalı Alan Temizliği
EC	Elektrik Geçirgenliği
AK	Aktif Kömür
J	Jelatin
B	Bentonit
K	Kizelgur
FA	Fumarik Asit
TAB	Isıya Dirençli Asidofilik Bakteri
PE	Pektin Esteraz
PG	Poligalakturanaz
PTE	Pektintranseliminaz
TO/RO	Ters Osmoz, Reverse Osmoz
PA	Polimerik Adsorber Reçine
WBA	Zayıf Bazlı Anyon Reçine
LMH	L/m ² h (Bir saatte bir metrekareden geçen sıvının litre olarak hacmi)
LSD	Asgari Önemli Fark
PES	Polietersulfon
r.p.m.	Bir Dakikadaki Dönme Sayısı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Elma Suyu Konsantresinin Bileşimi	2
Çizelge 1.2 Meyve Suyu Konsantresi Üretimi	3
Çizelge 3.2.1.1. Adsorber Uygulamasında Kullanılan Reçinelerin Genel Özellikleri	24
Çizelge 4.1.1. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerinin Değişimi	31
Çizelge 4.1.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	32
Çizelge 4.1.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	32
Çizelge 4.2.1. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerinin Değişimi	33
Çizelge 4.2.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	34
Çizelge 4.2.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	35
Çizelge 4.3.1. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerinin Değişimi	36
Çizelge 4.3.2. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerinin Değişimi	36
Çizelge 4.3.3. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	37
Çizelge 4.3.4. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	38
Çizelge 4.3.5. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	38
Çizelge 4.3.6. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	39
Çizelge 4.4.1. Elma Suyu Konsantrelerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerinin Değişimi	40
Çizelge 4.4.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	41
Çizelge 4.4.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.1. Berrak Tip Elma Suyu Konsantresi Üretimi	7
Şekil 2.1.2. Berrak Meyve Suyu Üretiminde Adsorber Cihazının Seri ve Paralel Olarak Çalışması	14
Şekil 3.2.1. Adsorber Uygulaması Olmadan Elma Suyu Konsantresi Üretimi (A)	26
Şekil 3.2.2. Adsorber Cihazı Bağlandıktan Sonra Elma Suyu Konsantresi Üretimi (B/C)	27

1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica*), gülgiller familyasından kültürü yapılan ağaçların yenilen meyvesidir. Her iki yarım kürenin ılıman iklim kuşağında yetişmektedir. Çok eski çağlardan beri üretilen elma, aşılama yöntemiyle pek çok çeşide bölünerek çoğalabilmiştir (Ferree ve Warrington 2003, Royston 2009). Elmanın anavatanı Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslar olarak bildirilmektedir. Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeni ile elma, ülkemizde çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ile son yıllarda güneyde Göller bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır (Yıkar 2003).

Dünyada elma çeşitlerinin sayısı 6 500'ü aşmaktadır. Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. En verimli elma çeşitleri Starking, Golden, Starkrimson, Granny Smith, Starskpur, Beacon, Jonathan, Black Stoyman Improved ve Amasya elması'dır. Ülkemizde alan ve üretim bakımından önde gelen elma çeşitleri ise Starking, Golden, Starkrimson ve Amasya elması'dır (Yıkar 2003).

İnsan sağlığı için çok faydalı olan elma, genellikle taze olarak tüketilmekte bunun yanında meyve suyu, sirke ve şarap yapımında da kullanılmaktadır. Elma; A, B1, B2, C ve E vitaminleri; fosfor, kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum, silisyum gibi birçok mineral maddeleri; organik asitleri; doğal aroma maddeleri ile fenolik bileşenler, askorbik asit, pigmentler ve antioksidan maddeler gibi fitokimyasalları içermektedir (Çizelge 1.1). Antioksidan özellik gösteren bu bileşenler kanser riskinin ve DNA hasarının önlenmesi ile beyin hücrelerini oksidatif stresten kaynaklanan nörotoksidite'den korunmasında rol oynamaktadır (Boyer ve Liu 2004, Wu ve ark. 2007, Anonim 2008a, de la Rosa ve ark. 2010, Karaman ve ark. 2010).

Dünyada 2 200 000 ton elma üretilmektedir. Türkiye 57 095 ton üretim ile dünyada % 3,9'luk bir paya sahiptir (Anonim 2008b). Türkiye'de üretilen elmaların %80-85'i taze olarak tüketilmekte ve geri kalan kısmı işlenmektedir. Ülkemizde taze elma tüketimi kişi başına 20 kg civarındadır. Elma işleme sanayinde ise elmalar elma suyu

konsantresi ile püreye işlenmekte ve bir kısmı sirke ile şarap üretiminde değerlendirilmektedir (Artık ve ark. 1992).

Çizelge 1.1. Elma Suyu Konsantresinin Bileşimi (Anonim 2008a)

	Birim	En Az	En Çok
Uçar Asitler (Asetik Asit Cinsinden)	gL ⁻¹		0.4
Etanol	gL ⁻¹		3.0
D/L Laktik Asit	gL ⁻¹		0.5
Patulin	µgL ⁻¹	50	
Arsenik	mgkg ⁻¹		0.1
Kurşun	mgkg ⁻¹		0.05
Bakır	mgkg ⁻¹		5.0
Çinko	mgkg ⁻¹		5.0
Demir	mgkg ⁻¹		5.0
Kalay	mgkg ⁻¹		1.0
Civa	mgkg ⁻¹		0.01
Kadmiyum	mgkg ⁻¹		0.05
HMF	mgL ⁻¹		20
Titrasyon Asitliği (pH 8.1)	mval	35	117
Sitrik Asit	mgL ⁻¹	50	150
L-Malik Asit	gL ⁻¹	3.0	
Fumarik Asit	mg/l		5.0
Kül	gL ⁻¹	1.9	3.5
Sodyum	mgL ⁻¹		30
Potasyum	mgL ⁻¹	900	1500
Magnezyum	mgL ⁻¹	40	75
Kalsiyum	mgL ⁻¹	30	120
Toplam Fosfor	mgL ⁻¹	40	75
Nitrat	mgL ⁻¹		5
Sülfat	mgL ⁻¹		150
Formol Sayısı ml (0.1M NaOH 100mL ⁻¹)		3	10
Glikoz	gL ⁻¹	15	35
Fruktoz	gL ⁻¹	45	85
Glikoz/Fruktoz		0.3	0.5
Sukroz	gL ⁻¹	5	30
Sorbitol	gL ⁻¹	2.5	7
Pirolin	mgL ⁻¹		25
Histidin	mgL ⁻¹		10
Delta ¹³ C Şeker	%PBD		-24

Türkiye’de meyve suyu üretimi 1960’lı yılların sonlarında başlamıştır. Üretim orta ve büyük ölçekli işletmeler tarafından gerçekleştirilmektedir. İç pazar için özellikle vişne, kayısı ve şeftali suyu, ihracat için ise ağırlıklı olarak elma suyu konsantresi üretilmektedir. 2005 yılında 60 900 ton olan elma suyu konsantresi üretimi 2008 yılında 45 000 ton olmuştur (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Meyve Suyu Konsantresi Üretimi (2000–2008; bin ton) (Anonim 2008b)

Konsantre	Briks	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Elma	70,0	46,5	43,0	35,8	51,5	49,0	60,9	40,1	48,9	45,0
Vişne	65,0	4,5	6,5	2,2	12,4	8,0	7,3	11,5	14,5	12,5
Nar	65,0	--	--	--	--	--	2,8	6,9	5,6	5,2
Üzüm	65,0	--	--	--	--	--	1,9	1,8	4,9	3,4
Portakal	65,0	1,2	0,8	1,6	1,4	2,3	1,5	1,5	1,6	3,0
Ayva	52,0	--	--	--	--	--	--	--	1,4	0,1
Havuç	65,0	--	--	--	--	--	--	--	4,1	4,3
Çilek	65,0	--	--	--	--	--	--	--	--	0,6
Diğer	65,0	--	--	--	--	--	--	--	0,4	0,2
Toplam								63,0	81,5	74,3

Elma suyu konsantresinin asit miktarı doğal özelliği nedeni ile çok düşüktür. Bu nedenle meyve suyu dışında tatlılık verici bir madde olarak tüketilme olanağı da mevcuttur. Ayrıca son dönemlerde üretilmeye başlanan %100 meyve sularında tatlandırıcı ve asitlik düzenleyici olarak sanayide elmanın kullanılması itibarı ile elma suyu konsantresine talep, ülkemizde ve yurtdışında artmaktadır. Üretilen elma suyu konsantresinin az bir kısmı iç pazarda satılırken büyük bir bölümü Almanya, Hollanda, Avusturya ve İtalya gibi AB Ülkelerine ihraç edilmektedir (Arpaç 2006).

Elma suyu konsantresinde üretim ve pazar şansı artmakla birlikte, alıcı ülkelerin kalite parametrelerinin de sürekli değişkenlik göstermesi üzerine bazı zorunlu kalite kriterleri belirlenmiştir (Schauwecker 2005). Bunların en önemlileri AIJN (2008) tarafından belirtilen briks ve asitlik değerlerine sahip olmasının yanı sıra patulin, nitrat, pestisit ve

Alicyclobacillus spp. içermemesi ile HMF değerinin düşük olmasıdır. Ayrıca alıcı ülke tarafından belirtilen renk, berraklık ve stabilite parametreleri de üretici tarafından değerlendirilmektedir.

Son yıllarda yaşam alışkanlıklarının değişmesi ve tüketicilerin sağlık konusunda bilinçlenmesi ile ülkemizde ve yurt dışında %100 meyve sularının üretimi ve tüketimi artış göstermiştir. İç piyasaya hakim olan vişne, kayısı ve şeftali suyunun yanı sıra elma ve turunçgil suları da tercih edilen ürünler arasına girmiştir. Üretilen meyve suyu konsantresi bir ara üründür ve işleme sırasında bünyesinden uzaklaştırılan su ile aroma geri verilerek doğal haline dönüştürülmektedir. Evaporasyon, ters/direkt ozmoz ya da dondurularak konsantrasyon ile üretilen elma konsantresi %100 meyve suyu olarak, %100 meyve suyu üretimi, meyve sularının tatlandırılması ve asitliğin düzenlenmesinde kullanılmakta ya da konsantre olarak ihraç edilmektedir.

Dünyada; elma suyu konsantresinin artan kullanım olanakları sonucu istenilen özelliklere sahip ve yeterli miktarda konsantre üretimi önem kazanmıştır. Müşteri tüketim alışkanlıkları incelendiğinde berrak ve stabil renkte olan elma suyu tüketiminin tercih edildiği gözlenmektedir. Ayrıca elmanın diğer meyve suları ile birlikte kullanılmasından dolayı tatlandığı ürünün rengini ve görünüşünü değiştirmemesi için iyi renk değerlerine sahip olması istenmektedir. Konsantre ithalatı yapan firmalar ürün kabul özelliklerinde renk değerlerini de ön plana çıkarmakta ve zorunluluk haline getirmektedir. Bu nedenlerden dolayı renk stabilizasyonu elma suyu konsantresi üretiminde önemli kriterlerden biri olmuştur.

Klasik durultma uygulanan elma suyu konsantresi üretiminin basamakları parçalama, mayşe haline getirme, presleme, seperatör, aroma ayırma, depektinizasyon, çöktürme, kaba filtrasyon, ince filtrasyon ve konsantrasyon işlemleridir. Durultma yardımcı maddesi olarak genellikle kizelsol (silikazol), jelatin ve bentonit kullanılmaktadır. UF sistemde ise durultma amacıyla uygulanan çöktürme, kaba ve ince filtrasyon aşamalarının yerine UF tekniği kullanılarak proses süresi kısaltılmakta, %50–70 enzim tasarrufu sağlanmakta, jelatin, bentonit gibi durultma yardımcı maddeleri 1/5 oranında daha az miktarda kullanılmakta, filtrasyon yardımcısı gerekmemekte, meyve suyu

randımanı %5–6 artmakta ve tortu daha küçük hacimde ayrılmaktadır (Ekşi 1988, Gökmen ve ark. 1998, Gökmen ve Çetinkaya 2007).

Bu araştırmanın temelini oluşturan **adsorber teknolojisi**; UF ile durultulmuş elma suyuna konsantrasyon öncesi uygulanmaktadır. Çalışmanın araştırma materyalini, Bursa'da faaliyet gösteren bir meyve suyu firmasına Türkiye'nin değişik bölgelerinden getirilen ve sağlam, olgun, taze ve kabuk/et oranı yüksek olan elmalardan üretilen elma suyu konsantresi oluşturmaktadır. Konsantre üretim prosesinde **adsorber teknolojisinin** uygulanmasının konsantrenin renk parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Elma Suyu Konsantresi Üretim Teknolojisi

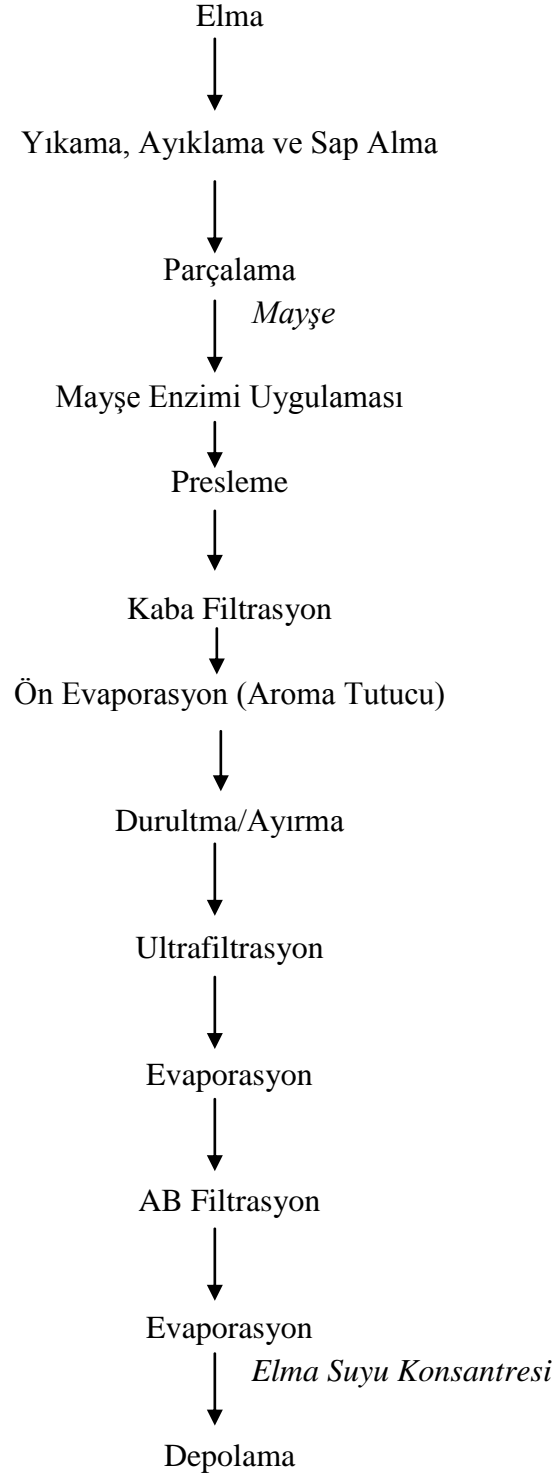
Elma suyu konsantresine işlenecek elmaların hammadde özellikleri son ürünün kalitesini belirleyici olmaktadır. Bu nedenle hammadde seçiminde sağlam, olgun ve taze elmalar tercih edilmektedir. Hasarlı ya da ağaç altına düşen elmalar ile aromanın tam oluşmadığı olgun olmayan elmalar üretim sırasında sorun oluşturmaktadır. Özellikle bu elmaların kullanıldığı üretimlerde durultma işlemi serbest şeker içeriğine bağlı olarak zorlaşmaktadır. Uzun süre depolanmış elmalarda ise preslenme verimi düşük olmakta ve durultma etkin bir şekilde yapılamamaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Elmada kabuk, aroma bileşenlerinin en zengin kaynağıdır. Bu nedenle kabuğun ete oranının daha yüksek olduğu küçük boyutlu elmalar meyve suyu üretimine daha uygundur. Elmalarda meyve suyu randımanı %80–85 arasında değişmekle birlikte yapısında %1,0–3,5 suda çözünmeyen kuru madde, %8–17 suda çözünen kuru madde, %7–12 toplam şeker, %0,2–1,7 toplam asit, %0,6–1,0 pektin ile %0,3–0,4 kül bulunmaktadır. pH değeri 3,2–3,5 arasındadır (Cemeroğlu 1982, Ekşi ve Karadeniz 1991).

Fasoyiro ve ark. (2005) elmanın bileşiminde %78,24 nem, %15,21 karbonhidrat, %0,76 protein, %3,62 lif, %0,57 kül ile %0,05 yağ bulunduğunu, ayrıca elmanın C vitamini, kalsiyum, fosfor ve sodyum açısından zengin olduğunu belirtmektedir. pH değeri $3,32 \pm 0,11$ olan elmanın suda çözünen kurumadde miktarının ise $9,33 \pm 1,00$ olarak bildirmişlerdir.

Campeanu ve ark. (2009) ise farklı elma çeşitlerinin bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında iklim, çeşit, kültür koşulları ile elmanın ağaç üzerindeki konumuna bağlı olarak elmalarda toplam kurumadde miktarının %13,89–21,31 arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu bileşimde %9,53–12,34 toplam şeker, %0,127–0,345 toplam asit, %1,63–2,77 kül ve 7,19–7,89 mg C vitamini 100 g^{-1} olduğunu bildirmişlerdir.

Elma suyu konsantresi üretiminde başlıca işlem basamakları Şekil 2.1.1’de özetlenmiştir.



Şekil 2.1.1. Berrak Tip Elma Suyu Konsantresi Üretimi (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Dökme ya da kasalarla işletmeye getirilen elmalar su ile birlikte işletme içine konveyör bantlar ile taşınmaktadır. Ön yıkamayı takiben havuzlarda basınçlı su kullanılarak kaba kirlerinden ve yabancı maddelerden temizlenen elmalar taşıyıcı bantlar üzerinde ilerlerken işçiler tarafından son ayıklama işlemi yapılmaktadır. Ayıklama işleminde amaç; yaprak, sap gibi yabancı maddeler, ezilmiş, çürümüş ve bozulmuş meyvelerin ayrılmasıdır.

Dik elevatörlerle değirmene gelen elmalar, kullanılan prese uygun büyüklükte olacak şekilde, kendi eksenini etrafında dönen bir mil üzerinde bıçakları olan çekiçli değirmen yardımıyla parçalanmaktadır. Parçalama büyüklüğü elma suyu randımanı üzerinde etkili olmaktadır. İri parçalama ile randıman azalırken, parçaların çok küçük olması ile de meyvenin preslenme özelliği kaybolmaktadır.

Parçalama ile elde edilen 'mayşe' preslenme özelliğini iyileştirmek ve randımanı yükseltmek amacıyla enzimatik parçalama işlemine tabi tutulmaktadır. Taze elmalardan preslemeye uygun mayşe elde edilirken, uzun süre depolanmış ya da depolanmadığı halde sıcak ortamda beklediği için hızla olgunlaşmış elmalardan yapışkan, yumuşak ve preslenmesi zor bir mayşe elde edilmektedir. Enzimasyon işlemi için pektolitik enzim ilave edilmiş mayşe 15–25°C sıcaklıkta 1–2 saat karıştırılmadan bekletilmektedir.

Enzimasyonu takiben mayşe preslenerek ham elma suyu elde edilmektedir. Mayşenin preslenmesinde sepetli presler ve pnömatik presler kullanılmaktadır. Kullanılan pres tipi elde edilen ham elma suyunun özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Kapasiteleri 150 ton gün⁻¹ olan pnömatik presler en çok tercih edilen preslerdir ve yatay bir silindir ile içerisinde silindir boyunca uzanan çok sayıda drenaj elemanlarından oluşmaktadır. Drenaj elemanları üzeri yivli, kalın kauçuk çubuklar ve bunların dışına geçirilmiş sentetik liften dokunmuş filtre gömlekleridir. Presleme ile bulanık elma suyu kaba filtreden geçirilerek ön evaporasyon aşamasına gönderilmektedir. Bazı durumlarda ilk preslemeden sonra kalan posadaki mevcut olan meyve suyunu almak için şartlara göre bir ya da daha fazla ekstraksiyon işlemi uygulanmaktadır. Bu amaçla ilk presleme sonrasında kalan posa üzerine su alınarak tekrar preslenmekte ve randıman artışı sağlanmaktadır.

Bulanık ham elma suyunun briksi preslemeden sonra 12–15°Bx arasındadır. Konsantreye işlemenin kolaylaştırılması, pastörize edilmesi, nişastanın çirileştirilmesi ve elma aromasının alınması amacıyla ham elma suyu ön evaporasyon işlemine tabi tutulmaktadır. 5 aşamalı ön evaporatörlerde elma suyu ikinci aşamadan sonra, buhar aroma tutucu sistemine geri dönmekte ve glikolle soğutulan aroma ön soğutucuya geçmektedir. Aroma içeren buhar 15°C'ye kadar soğutulmuş elma aroması (*Fold değeri*) elde edilmekte ve ön evaporasyon işlemi tamamlanmaktadır (genellikle 100–120°C). Ön evaporasyon sistemi ile elma suyunun briksi 18°Bx'e getirilmektedir ve evaporatör çıkış sıcaklığı 50–60°C arasındadır.

Ham elma suyu konsantreye işlenecek ise durultma ve filtrasyon işlemlerinden sonra evaporatörlerde konsantre edilmektedir. Eğer doğrudan ambalajlanacak ise durultma işleminden sonra ambalajlanmaktadır.

Ham elma suyu karmaşık bir sıvı–katı dağılımıdır ve bulanıktır. İçerisinde kolloid ve dispers olarak dağılan maddelerin ayrılması ile elde edilen elma suyuna 'berrak elma suyu' denilmektedir.

2.1.1. Elma Suyunda Bulanıklık Nedenleri ve Durultma Mekanizması

Elma suyunda bulanıklığa neden olan başlıca bileşikler pektin, kalıntı pektin, nişasta ile proteinler'dir.

Pektin ve Kalıntı Pektin: Hücre duvarında protopektin olarak bulunan çözünmez nitelikteki pektin, meyvenin olgunlaşmasıyla çözünür bir nitelik kazanmaktadır. Meyve suyunun pektin içeriği koşullara göre değiştiği gibi, meyve suyunda bulunan pektinin esterleşme derecesi ve molekül ağırlıkları gibi önemli bazı özellikler ile de değişmektedir. Meyve suyunda çözünmüş halde bulunan ve koruyucu kolloid olarak davranmak suretiyle durultmada önemli sorunlar yaratan pektin, 'depektinizasyon' ile parçalanmaktadır. Bu amaçla *Aspergillus niger*'den elde edilen ticari pektinaz preparatları kullanılmaktadır (Beveridge ve ark. 1986). Bu preparatlarda pektin esteraz (PE), poligalakturonaz (PG) ve pektintranseliminaz (PTE) gibi başlıca 3 pektinaz

enzimi yer almaktadır. Depektinazyon işleminden sonra molekülün yan zincirleri üzerinde dokunulmamış halde serbest kalan kısımlara *kalıntı pektin* (araban, arabinogalaktan ve ramnogalakturonan) denilmektedir. Kalıntı pektin filtrasyon işleminde sorun yaratmakta ve depolama sırasında sisli bir bulanıklığa neden olmaktadır.

Nişasta: Olgunlaşmamış meyvelerde daha fazla bulunan nişasta, olgunlaşmanın ilerlemesiyle, meyvenin doğal amilaz enzimlerinin faaliyeti sonucu hidrolize olmaktadır. Nişasta taze elmalarda yaklaşık %2 civarında bulunmaktadır. Elma nişastası 1–10µm boyutlarında çok küçük tanecikler şeklinde olup, yaklaşık %30 amilaz ve %70 amilopektin'den oluşmaktadır (Kovács ve Eads 1999, Carrin ve ark. 2004, Singh ve ark. 2005). Ön evaporasyon işleminde çirileştirilen nişasta kolloidal olarak çözünmekte ve filtrasyon sonrası ham elma suyu içinde kalabilmektedir. Depolama sırasında kolloidal olarak çözülmüş nişasta molekülleri kümeleşerek daha büyük moleküllu agregatlara dönüşmekte ve nişasta retrogradasyonu sonucu sislenme (haze) şeklinde bir bulanma meydana gelmektedir. Retrogradasyona uğramış nişasta ısı işlem ile de çözünemez olduğundan mekanik olarak uzaklaştırılması da mümkün olmamaktadır. Bu nedenle nişastanın başlangıçta enzimatik olarak hidrolize edilmesi berrak meyve suyu üretimi için bir zorunluluktur.

Protein: Meyve suyunda bulunan proteinler, meyve sularının genel pH sınırlarında (pH 3,5–4,0) pozitif yüklüdürler. Protein molekülleri negatif yüklü bir kolloid olan pektin kılıfı tarafından sarılmıştır. Proteinlerin uzaklaştırılması ancak bu pektin kılıfının pektinazlar tarafından parçalanmasından sonra olmaktadır.

Meyve suyu sanayinde ısı uygulaması, soğukta, tanen–jelatin, steril depolama sırasında enzim+jelatin, enzim uygulaması ve jelatin, bentonit, silika sol, PVPP (polivinil polipirrolidon) gibi durultmaya yardımcı maddeler ile durultma yapılabilmektedir. Durultma yardımcı maddelerinin kalite ve kullanım miktarı etkin elma suyu stabilizasyonu ve fenolik bileşenler gibi bazı biyolojik aktif maddelerin korunması açısından önemlidir (Carabasa ve ark. 1998, Gökmen ve ark. 2001, Arslanoğlu ve ark. 2005, Sorrivias ve ark. 2006, Benitez ve Lozano 2007, Koyuncu ve ark. 2007,

Oszmianski ve Wodjylo 2007). Elma suyu üretiminde tercih edilen yöntem enzimatik durultma (depektinizasyon)'dır. Durultma tanklarına alınan meyve suyuna pektolitik ve amilolitik enzimler ilave edilerek kolloid haldeki pektin ve varsa nişasta parçalanmaktadır. Aynı zamanda ultrafiltrasyon işleminin etkinliğinin artırılması amacıyla da çeşitli ticari UF enzimleri kullanılabilir. Bu işlem ile vizkozite düşmekte, bulanıklık unsurları destabilize olmakta, pektinin parçalanmasıyla negatif yüklü pektin kılıfından çıkan pozitif yüklü proteinler flok yapabilmekte ve meyve suyu jel oluşturmadan konsantre edilebilme özelliği kazanmaktadır.

Durultulmuş elma suyu filtre edilerek berrak meyve suyu elde edilmektedir. Meyve sularında berraklık düzeyi ya da diğer bir ifadeyle bulanıklık düzeyi türbidimetre ile ölçülmektedir ve ölçüm birimi NTU (Nephelometric Turbidity Unit)'dur (Dietrich ve ark. 1996).

Bir sıvı içerisindeki süspansiyon halinde bulunan katı parçacıkların ya da koloidal çözünmüş maddelerin, bir filtre materyali yardımıyla sıvıdan ayrılması işlemi olan filtrasyon ayırma tekniğine göre ikiye ayrılmaktadır. Birincisi; gözenek (por) çapı 10 μm 'ye kadar olan 'geleneksel filtrasyon'dur. İkincisi; gözenek por çapı 1 μm 'den daha küçük olan 'membran filtrasyon'dur (Girard ve Fukumoto 1999, Carrin ve ark. 2002b, 2004, Youn ve ark. 2004). Elma suyunda, sıvıdan ayrılacak parçacıklar çok küçüktür ve kümeleşme özelliğindedirler. Bu nedenle belli bir süre sonra filtreler tıkanmakta ve kapasiteleri azalmaktadır. Bu olumsuzluk filtre yardımcı malzemelerinin kullanılmasıyla önlenmektedir.

Berrak elma suyu üretiminde; kizelgur filtreleri (kaplamalı filtreler), vakumlu döner filtreler, plakalı filtreler ve filtre plakaları ile membran filtreler kullanılabilir. Kizelgur filtreler daha çok filtrasyonu zor sıvılara kesiksiz bir filtrasyon uygulamak ve durultma tortusundan ya da retentanttan meyve suyunu geri kazanmak amacı ile kullanılmaktadır. Membran, sıvıdan ayırmak istenilen parçacıklardan daha küçük gözenekli ve çok ince bir filtre dokusuna verilen isimdir. Bu doku daha poroz bir destek üzerine yerleştirilerek bir filtre ünitesi elde edilmekte ve bu ünitelerin kombinasyonuyla 'modül' oluşturulmaktadır. Plakalı, spiral, boş lif ve tubular olmak üzere dört modül

konstrüksiyonu bulunmaktadır. Membran filtrasyonu mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters ozmoz tekniklerinden biri ile gerçekleştirilmektedir. *Mikrofiltrasyon (MF)* için yaklaşık 0,1µm ya da daha iri porlu membranlar kullanılmaktadır. *Nanofiltrasyon (NF)*'da fenolik madde molekülleri gibi daha küçük moleküllerin dahi tutulabildiği çok küçük porlu membranlar kullanılmaktadır. *Ters Ozmoz (TO/RO)* sadece suyun geçtiği, fakat çözünmüş tuzların bile tutulabildiği nitelikte bir membranla yapılan işlemdir. *Ultrafiltrasyon (UF)* moleküler düzeyde bir eleme sistemi olup sıvının belli bir basınç ve hızla sirkülasyonunun sağlanması suretiyle yapılmaktadır. Kullanılan membranların gözenek çapları genel olarak 10°–200°A (0,001–0,020 µ) arasında değişmektedir (Schauwecker 1994, Alvarez ve ark. 1996, Zeman ve Zydney 1996, Fukumoto ve ark. 1998, Akpınar Bayizit ve ark. 2009, Saxena ve ark. 2009).

UF uygulamasında membranı aşan berrak kısma 'filtrat' ya da 'permeat', membran üzerinde kalan kısma da 'konsantrat' ya da 'retentant' denilmektedir (Cheryan 1998). Meyve suyunun başlangıçtaki miktarının yaklaşık %1–2 kadarının retentant olduğu ve proteinler, pektinler, yağ ile mikroorganizmalardan oluştuğu bilinmektedir. Buna karşın permeat içinde irilikleri 0,001 µm'den küçük olan su, tuzlar, şekerler, aromatik bileşenler ve benzer unsurlar yer almaktadır (Girard ve Fukumoto 2000).

UF enzim kullanımının azalması; jelatin, kizelgur, bentonit, kiselsol ve benzeri durultma ve filtrasyon yardımcı malzemelerine ihtiyaç duyulmaması; klasik durultma yöntemlerine göre daha az tank kullanılması; verim oranının %97'den yüksek olması; daha berrak meyve suyu elde edilmesi ve depolamada bulanmaların olmaması gibi avantajları nedeniyle berrak elma suyu üretiminde uygulanmaktadır (Lozano ve ark. 2000, Gökmen ve ark. 2003, He ve ark. 2007, Rai ve De 2009).

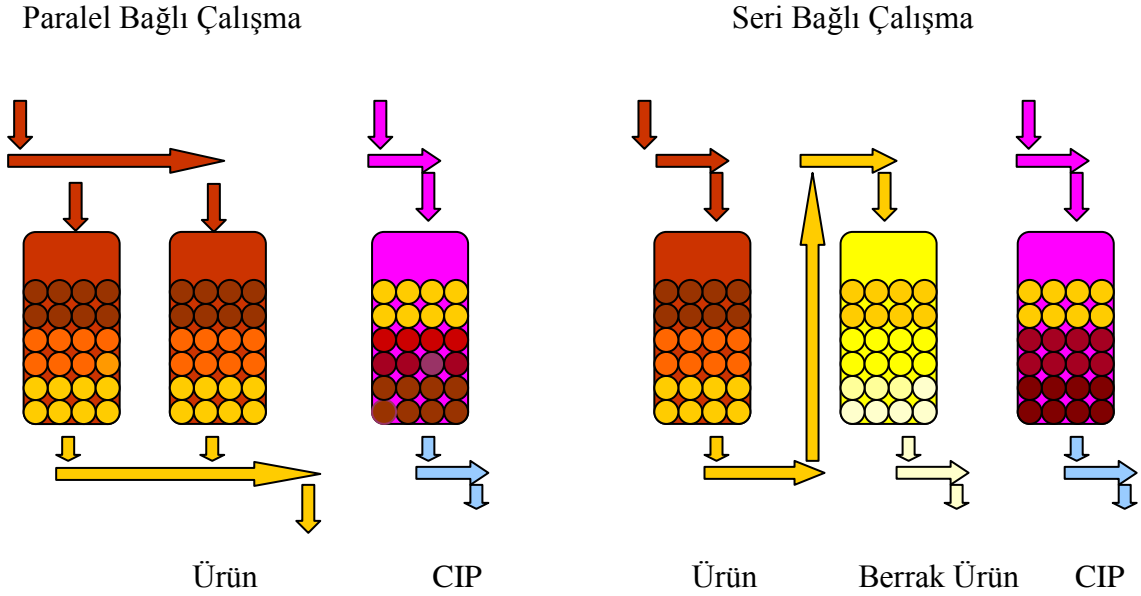
UF sonrası berrak meyve suyu depolamada rengin stabilizasyonu amacıyla adsorber cihazından geçirilmektedir. Adsorber 3 adet reçine dolu kolondan oluşmaktadır. Reçinelerin çeşitlerine göre; renk stabilizasyonunun sağlanması, renk değerlerinin azaltılması, patulin ve HMF değerlerinin düşürülmesi ve turunçgil sularında acı tadın giderilmesinde kullanılmaktadır. Klasik uygulamaların yanı sıra adsorber teknolojisi

doğal renk maddeleri, biyoaktif bileşikler, antosiyaninler, polifenoller, glikozidler ve bitkisel ekstraktların elde edilmesi için uygulanmaktadır (Fischer ve Hofsommer 1992, LaFlamme ve Weinand 1993, Weinand 1995, Vivekanand ve ark. 2003, Siebert ve Lynn 1997b, Kammerer ve ark. 2007, 2010a, 2010b). Adsorber ile UF uygulamasından sonra permeat içinde kalan ve depolamada rengi etkileyebilecek hidrofobik bileşikler ayrılmaktadır.

Adsorber uygulamasının sanayide tercih edilmesinin nedenleri (Lyndon 1996):

- ✿ Tamamen otomatik sistemle çalışması
- ✿ PC tabanlı operatör kullanımını sağlaması
- ✿ Tüm atıklarının sıvı olması
- ✿ Nötrleme işleminden sonra kullanılabilir olması
- ✿ Düşük kayıplarla sürekli üretim sağlaması
- ✿ Katkı ilave edilmeden ürün kalitesinin geliştirilebilmesi
- ✿ Proses maliyetlerini azaltması
- ✿ Reçine kaybının az olması (berrak meyve suları için)
- ✿ Berrak ve stabil renkte meyve suyunun üretilebilmesi
- ✿ Düşük renkli ve renksiz meyve suyu üretiminin yapılabilmesi
- ✿ Uygun reçine ile acılık maddelerinin uzaklaştırılması (turunçgil suları için)
- ✿ Diğer durultma ajanlarına ve aktif karbona alternatif olması
- ✿ Ürün güvenilirliğini arttırması
- ✿ Koscher sertifikalı ürün üretimine uygun olması

Adsorber ile seri ve paralel olmak üzere iki türlü çalışma imkanı bulunmaktadır (Şekil 2.1.2). **Seri çalışmada** ürün iki reçine dolu kolondan geçerek renk değerleri istenilen değerlere kadar azaltılabilmektedir. Bu sistemin çalışma kapasitesi paralel çalışmaya göre daha azdır. **Paralel çalışmada** ise ürün tek reçine dolu kolondan geçirilerek renk stabilizasyonunun sağlanması amaçlanmaktadır.



Şekil 2.1.2. Berrak Meyve Suyu Üretiminde Adsorber Cihazının Seri ve Paralel olarak Çalışması

Konsantre meyve suyu; meyve sularının içermiş oldukları suyun büyük bir bölümünün uzaklaştırılması ve çözülmüş madde düzeyinin en az % 68'e kadar yükseltilmesiyle elde edilmektedir. Bu şekilde meyve sularına hem mikrobiyolojik stabilite kazandırılmakta hem de ambalajlama, taşıma ve depolama kolaylığı sağlanmaktadır. Konsantrasyon ters/direkt ozmoz, dondurarak ya da evaporasyonla yapılmaktadır. Ters/Direkt ozmoz ya da dondurarak kurutma endüstride ekonomik olmayan enerji kullanımı nedeni ile tercih edilmemektedir. Evaporasyonla konsantrasyon ise meyve suyundan düşük sıcaklık ve basınç altında suyun uzaklaştırılması için uygulanmaktadır. Böylece meyve suyunun yüksek sıcaklık derecelerine maruz kalarak kalite parametrelerinde azalmanın olması engellenmektedir. Evaporatörler buhar ekonomilerine göre tek aşamalı (tek etkili) ya da çok aşamalı (çok etkili) olarak ikiye ayrılmaktadır. Elma suyu konsantresi üretiminde endüstride çok etkili evaporatörler tercih edilmektedir (Lozano ve ark. 1984, Tonelli ve ark. 1995, Acar ve Gökmen 2005, Barrett ve ark. 2005).

Çok aşamalı evaporatörlerde ise iki, üç, dört ya da beş evaporatör ünitesi birbirine bağlı olarak çalıştırılmaktadır. İlk evaporatörde ısıtma yüksek basınçlı buharla yapılırken, diğer evaporatörlerde bir önceki evaporatörden alınan ısıtıcı buhar (brude) kullanılmaktadır. Son evaporatörden alınan buhar kondensatörde yoğunlaştırılmaktadır. Her bir evaporatör ünitesinde üretilen buhar bir sonraki evaporatörde yoğunlaştırılarak kuvvetli vakum oluşturulmakta ve böylece basınç düşürülerek konsantre edilecek meyve suyunun kaynama sıcaklığı da azaltılmaktadır (Tonelli ve ark. 1995). Beş etkili evaporasyonun ilk üç aşamasında meyve suyu konsantresinin suda çözünür kurumadde değeri 40°Bx derecesine gelmektedir. Bu aşamadan sonra elma suyu konsantresinde *Alicyclobacillus* spp.'nin tutulması amacı ile konsantre, gözenek çapı 0,5 µm olan AB filtrelerinden 150 bar basınç altında geçirilmekte ve evaporatörün 4. ile 5. aşamasına gönderilmektedir. Evaporatör çıkışında 70°Bx değerinde olan elma suyu konsantresi depolama tanklarına gönderilmekte ya da varillere dolum yapılarak 0–5°C'de muhafaza edilmektedir.

Elde edilen elma suyu konsantresinde meydana gelen renk değişimleri süre ve sıcaklık derecesine bağlı olarak depolama sırasında şekillenmektedir. Elma suyu konsantresinde gözlenen renk değişimlerinin nedenleri; proteinler, lipidler, nötral polisakkaritler, nişasta, kalıntı pektin, serbest şekerler, mineral maddeler, fenolik bileşenler ve organik asitler'dir (de Simon ve ark. 1992, Constenla ve Lozano 1995). Renk stabilizasyonu için klasik durultma uygulamalarının yanı sıra membran filtrasyon ve bunun etkinliğini artırmak amacıyla da adsorber teknoloji si kullanılmaktadır (Gökmen ve Serpen 2002, Vivekanand ve ark. 2003).

2.2. Elma Suyunda Renk Stabilizasyonu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Meyve sularının renk özellikleri ile kimyasal bileşimleri üretimde kullanılan meyve/meyvelerin özelliklerine benzerlik göstermektedir. Çünkü meyve/meyvelerde bulunan suda çözünen şekerler, organik asitler, serbest aminoasitler, mineral maddeler, suda çözünen vitaminler ve fenolik maddeler meyve suyuna geçerken suda çözünmeyen polisakkaritler, lipidler, karotenoid maddeler gibi bileşenler pres artığı (posa)'nda kalmaktadır. Bu bileşenlerde üretim ve depolama sırasında bazı değişiklikler olmakta ve

berrak kendine özgü renkteki meyve suyunda rengin değişmesi (enzimatik/enzimatik olmayan) ya da bulanma gözlenebilmektedir (Toribio ve Lozano 1984).

Meyve sularının berraklık ve renk stabilitesi ile fenolik madde içeriği arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Oszmianski ve Wojdylo 2007). Örneğin prosiyanidinler, oksidatif ya da oksidatif olmayan mekanizmalarla berrak meyve sularında pus halinde bir bulanıklık ve sediment oluşumu üzerinde etkili olmaktadır (Giovanelli ve Ravasini 1993, Borneman ve ark. 1997). Bulanıklığın bir diğer nedeni de, protein-polifenol kompleksi oluşumudur (Siebert ve ark. 1996).

İleri üretim yöntemleri ile işlenen berrak meyve suyunun kalite özelliklerini depolama sırasında da koruyabilmesi amacıyla çeşitli ön işlemler ya da son işlemler uygulanmaktadır. Kısmi jelatin-bentonit durultmasını takiben UF, mayşe oksidasyonu ve PPO (polifenol oksidaz) uygulaması ön işlem olarak belirtilirken, son işlemler nanofiltrasyon, PVPP uygulaması, aktif kömür kullanımı ve adsorber reçinelerden yararlanma'dır (Ritter ve ark. 1992, Binnig ve Possmann 1993, Artık ve ark. 1994, Cemeroğlu ve Karadeniz 2001, Qiu ve ark. 2007).

Youn ve ark. (2004) sulandırılmış elma suyunda yüksek permeat akışına olanak sağlayan ve filtreleri kolay tıkamayan iyi kalitede berrak elma suyu üretmek için uygun olan filtre yardımcı maddesini belirlemeye çalışmışlardır. Berraklaştırma amacıyla kullanılan %0,5'lik bentonitin %0,2'lik PVPP, %0,1'lik aktif karbon, %0,03 pektinaz+%0,003'lük amilaz enzimi karışımından daha etkili olduğunu saptamışlardır. PVPP tanenlerin uzaklaştırılmasında en iyi sonucu veren filtre yardımcı maddesi olmasına rağmen, berrak meyve suyunun akış hızının bentonit ilavesi ile arttığı gözlenmiştir. Bentonit+membran filtrasyon uygulamasının elma suyunda renk kalitesinde önemli bir iyileştirme sağladığı ve toplam asitlik, pH, toplam şeker, organik asit ve C vitamini miktarında bir değişikliğe neden olmadığı vurgulanmıştır.

Benitez ve Lozano (2007) jelatin, bentonit ve PVPP kullanımının elma suyunda bulanıklık üzerine etkisini incelemiş, etkin bir durultma için kullanılacak jelatin miktarının ortamdaki kolloidlerin niceliğine bağlı olduğunu ve depolamada bulanıklığa

neden olan kalıntı jelatin miktarının normal kullanım dozunun on katı kadar kullanım ile gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Koyuncu ve ark. (2007) elma suyundaki koyu renkli bileşiklerin doğal, asitle ya da ısıyla aktive edilmiş bentonitle adsorpsiyonunu araştırmıştır. Asitle aktive edilmiş bentonit'in koyu renkli bileşik adsorpsiyon etkisi doğal ve ısıyla aktive edilenden daha fazla olarak bulunmuştur. Elma suyunda renginin %70–90 oranında iyileştirilmesi için gerekli asitle aktive edilmiş bentonit miktarının $4,10^{-3}$ – $8,10^{-3}$ kgdm⁻³ elma suyu olduğunu bildirmişlerdir.

Oszmianski ve Wojdylo (2007) Idared ve Sampion elma çeşitlerinden elde edilen berrak elma suyunda jelatin, bentonit, silika sol ve suda çözünür kitozan ile yapılan klasik durultma işleminin fenolik bileşenler, antioksidan özellikler ve renk üzerinde etkisini incelemişlerdir. Elma suyunda fenolik bileşen miktarında değişimler olmasına rağmen antioksidan kapasitesinde istatistiksel olarak bir fark gözlememişlerdir. Kitozan'ın elma suyunun biyokimyasal parametreleri üzerine etkili olmadığını ve klasik durultma ajanlarına alternatif olabileceğini vurgulamışlardır.

Cemeroğlu ve Karadeniz (2001) çeşitli durultma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla uygulanan klasik durultma işlemiyle şişeleme ve depolama sırasında sorun oluşturabilecek birçok bileşiğin meyve suyundan uzaklaştırılabileceğini belirtmektedirler. Özellikle stabil bir elma suyu üretiminde mayşenin havalandırılması suretiyle kendi doğal PPO enzimleriyle okside edilmesi sonucu reaksiyon yeteneğindeki polifenollerin posada kalmasının sağlanması uygun bir yol gibi görünmektedir. Polimerize olan fenolik bileşiklerin birçoğu preslemede posada kalmakta, meyve suyuna geçenler ise UF ile ayrılabilir. Ancak havalandırmanın teknik zorluklarının yanı sıra aroma kaybına bağlı kalite azalması bu yöntemin uygulanmasındaki en büyük engel olarak belirtilmektedir.

Açık renkli, stabil bir elma suyu üretiminde diğer bir yol, durultma sırasında pektinaz ve amilaz ile birlikte mikrobiyel kökenli bir PPO olan lakkaz'ın da kullanılmasıdır. Bulanıklık ve esmerleşmeye neden olan reaktif fenolik bileşikler lakkaz yardımıyla

okside edilmekte, büyük moleküllü polimerler oluşmakta ve oluşan polimerler UF ile kolaylıkla ayrılabilir. Lakkaz uygulamasıyla üretilen elma sularında, toplam fenolik miktarının 1283 mgL^{-1} 'den 222 mgL^{-1} 'ye, flavonoid miktarının ise 734 mgL^{-1} 'den 16 mgL^{-1} 'ye azaldığı belirlenmiştir (Stutz 1993, Minussi ve ark. 2002).

Chatterjee ve ark. (2004) karides kabuğundan %7'lik asetik asit ile hidrolize ederek sentezlediği suda çözünebilir kitozan'ın düşük miktarlarda bile elma, üzüm, portakal ve limon sularının durultulmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Meyve sularının genel görünüş ve kabul edilebilirlik hedonik skalaya göre değerlendirilen örneklerde artış göstermiştir.

Berrak elma suyu üretiminde durultmadan sonra ilave edilen aktif kömür belirli süre elma suyu ile temasta bulunduktan sonra filtrasyon ile ayrılmaktadır. Aktif kömür ile renkte iyileştirme yanında patulin miktarında da azalma sağlamaktadır (Kolukısa ve ark. 1990).

Akbulut (1995) elma suyu konsantresinde renk değişimi üzerinde etkili olan organik asitlerden laktik, malik ve sitrik asit düzeylerini ve aktif kömür uygulamasının bu asitler üzerine etkisini incelemiştir. Laktik asit miktarının $1-3 \text{ gL}^{-1}$ aktif kömürün 5 dakika uygulaması ile azaldığı ancak malik ve sitrik asit miktarlarının etkilenmediklerini gözlemlemiştir.

Carabasa ve ark. (1998) yapmış oldukları çalışmada, partikül büyüklüğü $0,8-1,2 \text{ mm}$, $3 \times 3 \text{ mm}$ ve $2-4 \text{ mm}$ olan üç farklı granüler aktif karbon kullanarak durultulmuş şeftali suyundaki çözüner kurumadde içeriği, pH, HMF konsantrasyonu ve renkteki değişimi incelemiştir. Her üç aktif kömür uygulaması ile pH'da artış, renkte, HMF içeriğinde ve suda çözüner kurumadede azalma olmuştur. Uygun bir meyve suyu için $10-15$ dakikalık uygulamanın yeterli olduğunu ve $2-4 \text{ mm}$ partikül büyüklüğündeki granüler aktif kömürün en etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, 4 farklı aktif kömür dozu ($0,5, 1,0, 3,0$ ve $5,0 \text{ gkg}^{-1}$) ve $20-60^\circ\text{C}$ arasında değişen sıcaklıklarda şeftali pulpundaki koyu renkli bileşiklerin adsorpsiyonu

incelenmiştir. Adsorpsiyon hızının başlangıçta yüksek olduğu, zamanla azaldığı, sıcaklık ve dozdaki artışa paralel olarak adsorpsiyon hızının arttığı belirtilmiştir. İdeal bir renk elde etmek için 3 gkg^{-1} aktif kömür dozu ile 30 dakikalık temas süresinin yeterli olduğu saptanmıştır (Arslanoğlu ve ark. 2005).

Villacañas ve ark. (2006) pH'nın ve farklı yüzey alanlarına sahip aktif kömür örneklerinin fenol, anilin ve nitrobenzen gibi aromatik bileşiklerinin adsorpsiyonu üzerine etkilerini incelemişler ve mikropor yüzey alanının artmasıyla organik bileşiklerin adsorpsiyonun da arttığını gözlemlemişlerdir.

Çoklar (2007) elma suyu konsantresinde hidroksimetilfurfural (HMF) düzeyi ve toplam fenolik madde miktarı üzerine farklı sıcaklık, süre ve dozlardaki aktif kömür uygulamasının etkisini incelemiştir. Aktif kömür uygulamasının elma suyunun fenolik madde, briks, pH, titre edilebilir asitlik, EC, toplam invert şeker, viskozite ve renk parametreleri üzerinde etkisinin önemli olduğunu belirlemiştir. Sıcaklık, doz ve sürenin bu değerler üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Aktif kömür uygulaması ile elma suyunun %T440 nm değerinde artma gözlemlenmiştir. En düşük %T440 nm değeri aktif kömürün 2°C 'de 0.5 gL^{-1} dozunda 5 dakika süre ile uygulanması sonucunda elde edilirken, en yüksek değer 50°C 'de 3 gL^{-1} aktif kömür dozunda 15 dakikalık uygulama ile olmuştur.

PVPP modifiye bir polietilen olup yüksek molekül yapısı nedeniyle su, asit, baz ve bilinen hiçbir organik çözültide çözünmemektedir. Asit ortamda fenolik bileşikleri intermoleküler hidrojen köprüsü oluşturarak adsorbe etme özelliği nedeniyle durultmaya yardımcı olmaktadır. Özellikle 1980'lerden itibaren, PVPP ultrafiltrasyon ile elma suyunda renk stabilizasyonunu iyileştirici olarak uygulanmaktadır (Hums ve ark. 1980, Binning 1993, Qui ve ark. 2007).

Yılmaz (2005) farklı durultma proseslerinin [Ultra filtrasyon (UF), Aktif karbon (AK), Polivinil polipirrolidon (PVPP), Jelatin (J)+ Bentonit (B), (J+B)+UF, (J+B)+AK, (J+B)+PVPP ve (J+B)+Kiselgur (K)] elma suyu üretiminde fumarik asit (FA), hidroksimetilfurfural (HMF), renk ve berraklık değerleri üzerindeki etkilerini

araştırmıştır. Fumarik asit ve HMF değerlerindeki azalma ile renk ve berraklık değerlerindeki artışlar AK, K, PVPP, J ve B miktarlarının arttırılması ile elde edilmiştir. En iyi renk ve berraklık değerlerine (J+B)+UF uygulaması ile ulaşıldığını belirtmiştir.

Çeşitli durultma yardımcı maddelerinin kullanılmasıyla uygulanan klasik durultma işleminde sonradan sorun yaratabilecek birçok bileşik meyve suyu bünyesinden ayrılmaktadır. Enzimasyona dayalı UF işleminin uygulandığı berrak meyve sularında depolama sırasında renk esmerleşmesi ve bulanıklık olduğu gözlenebilmektedir. Bu nedenle jelatin–bentonit gibi durultma yardımcıları ile yapılan kısmi durultmanın UF ile tamamlanması meyve suyunun daha stabil olmasını sağlamaktadır (Milnes ve ark. 1986, Van Buren 1989, Wu ve ark. 1990, Schauwecker 2005).

UF tekniği, antosiyoninler ve betanin gibi doğal renk maddelerini ekstrakte etmek ve saflaştırmak için de uygulanan bir tekniktir. Bu amaçla %75–90 su ve %50–60 düzeyinde şeker uzaklaştıracak nitelikte selektif membranlardan yararlanılmaktadır. Bu şekildeki bir ultrafiltrasyonu takiben, renk maddelerinin daha ileri düzeyde konsantrasyonu için ise diyaliz yönteminden yararlanılmaktadır. UF kullanımını sınırlayan faktörler; işlenecek meyve suyunun rengi, bileşiminde yer alan renk üzerine etkili bileşenler ve bu bileşenlerin ısıya karşı duyarlılıkları'dır. Ultrafiltrasyon uygulamasında renk kaybı klasik yöntemlerden daha fazladır. UF elma sularında oksidasyon sonucu renk esmerleşmesinin olmadığı, bulanıklık gözlemlenmediği, rengin depolama sırasında stabil olduğu ve tüketiciye standart ürün sunulduğu belirtilmektedir (Girard ve Fukumoto 2000, Vivekanand ve ark. 2003). Nagel ve Schobinger (1985) UF elma ve armut suyu konsantrasyonlarında bulanıklık oluşumu üzerinde yaptıkları çalışmada, jelatinle yapılan durultmaya göre UF meyve sularında prosiyanidin ve toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olduğunu ve kullanılan jelatin nedeniyle rengin esmerleştiğini ve bulanıklık olduğunu bildirmişlerdir.

He ve ark. (2007) enzim hidrolizi ve pastörizasyon ön işlemi olmadan membran filtrasyon uygulamasının elma suyunda berraklık üzerine etkisini incelemişlerdir. Pastörizasyon ve enzimasyon işlemlerinin berrak elma suyu akışı ile membran kirlenmesinde büyük etkisinin olduğunu saptamışlardır. Elma suyunun enzim ön işlemi

olmadan pastörizasyonu ile pektin ve nişasta molekülleri arasındaki oluşan çapraz bağ nedeni ile membran yüzeyinde jelatinizasyon ve buna bağlı olarak da düşük akış meydana gelmiştir. Çok stabil ve yüksek akış hızında 20 saat yapılan endüstriyel membran filtrasyon deneme testinde berrak elma suyunun akış hızını etkileyen ana faktörlerin filtreye besleme konsantrasyonu ve vizkozite olduğu gözlenmiştir. Bu koşullarda NTU ($NTU < 0.3$), berraklık ($T_{625} > \%96$) ve renk ($T_{440} > \%50$) değerleri yüksek, nişasta ve pektin kalıntısı içermeyen ve ısıya dirençli asidofilik bakterileri (TAB) bulundurmeyen elma suyu elde edilmiştir.

Gökmen ve ark. (2001) enzimasyon işleminden sonra jelatin+bentonit, aktif karbon, UF, jelatin+bentonit+UF, UF+adsorber reçine ile UF+PVPP uygulamaları gibi farklı durultma teknikleri ile elde edilen elma sularının patulin, fenolik madde ve organik asitler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Klasik durultma tekniği olan jelatin+bentonit ve aktif karbon patulin niceliği üzerinde diğer yöntemlere göre etkili olduğu ancak fenolik madde miktarını da azalttığı gözlenmiştir. Fenolik maddelerin adsorbsiyonu açısından en iyi sonucu UF+adsorber reçine ile UF+PVPP uygulaması vermiştir.

Elma suyu adsorbsiyonunda uygun reçine kullanımı ve seçimi elma suyunda esmerleşmeye ve sonradan bulanmaya neden olan yapının uzaklaştırılmasında ve böylece elma suyunda berraklık ve stabilite sağlanmasında önemlidir. Adsorber reçinelerinin elma suyunun rengini koruduğu anlaşıldığından beri sanayinin ilgisini çekmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Polimerik adsorber (PA) reçineler ve zayıf bazlı anyon (WBA) reçinelerin UF ile birlikte kullanılması durumunda meyve suyunun daha stabil olduğu bildirilmektedir (LaFlamme ve Weinand 1993, Weinand 1995, Lyndon 1996, Girard ve Fukumoto 2000).

Vivekanand ve ark. (2003) polimerik adsorber (PA) ile zayıf bazlı anyon reçineleri (WBA) farklı sıcaklıklarda uygulayarak UF ile berraklaştırılmış armut suyunun kalitesini iyileştirmedeki etkisini incelemişlerdir. UF'den çıkan berrak armut suyu ile yarı konsantre edilmiş armut suyu ($18^{\circ}Bx$) 23, 30 ve 50 °C'lerde ilk önce PA reçinelerden geçirilmiş sonra da WBA reçinelerden geçirilmiştir. Reçinelerden geçen armut suyu örneklerinde renk ve titrasyon asitliğinde %85 azalma görülmüştür. Aynı

zamanda organik asitler ve polifenolik maddelerin içeriğinde de önemli miktarda azalma olmuştur. Besin değerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken, 23°C'den yüksek sıcaklıkların reçine verimliliğini önemli ölçüde etkilemediği belirlenmiştir.

Gökmen ve Serpen (2002) adsorber reçineleri ile koyu renkli bileşiklerin adsorbsiyonu kinetik olarak değerlendirdikleri çalışmada 20–80°C sıcaklık aralığında farklı konsantrasyonlarda reçineler kullanmışlardır (1, 2, 4 ve 8 gL⁻¹ elma suyu). Denge adsorbsiyon eğrileri için Langmuir ve Freundlich modelleri denenmiş ve model parametreleri (K_{ad}, Q₀, K_f ve n) farklı sıcaklıklar için elde edilmiştir. Sonuç olarak adsorber reçineler kullanılarak koyu renkli bileşiklerin uzaklaştırılmasının endotermik bir proses olduğu ve yalnızca fiziksel yöntemlerle kontrol edilebildiği belirlenmiştir. Adsorber reçine miktarı artırıldıkça (1–4 gL⁻¹ meyve suyu) adsorpsiyon veriminin de arttığı görülmüştür. Reçine miktarının 4 gL⁻¹ elma suyu olduğu ve 40–60°C aralığında reçine etki süresinin 2 saat olduğu bir uygulama ile elma suyunda renk değerinin %40–60 oranında geliştirebileceği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada elma suyu konsantresi üretimi için Bursa Merkez ve İlçeleri, Karaman Merkez, Akçayşehir, Ermenek, Mersin Mut, Gülnar, Konya Bozkır, Seydişehir ve Beyşehir bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan Starking ve Golden cinsi elmalar kullanılmıştır.

Bursa bölgesinde konsantre üreten bir firmaya harmanlanmış olarak gelen elmalar, akış şemasına adsorber cihazı eklenmeden (Şekil 3.2.1; A) ve adsorber cihazı seri ya da paralel bağlanarak (Şekil 3.2.2; B/C) elma suyu konsantresine işlenmiştir. Proses sırasında ve son üründe ürün analizleri ile renk değerlerindeki değişiklikler gözlemlenerek renk stabilizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Her bir parti numune yaklaşık 100 ton konsantreyi temsil etmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Elma Suyu Konsantresi Üretimi

Direkt Konsantre Üretimi

Şekil 3.2.1'de özetlenen berrak elma suyu konsantresi üretiminde UF basamağından sonra adsorber tekniği kullanılmadan proses tamamlanmış (A) ve renk (%T440 nm), berraklık (%T625 nm), NTU değerleri ile toplam polifenol içeriği belirlenmiştir.

Adsorber Uygulaması İle Konsantre Üretimi

Şekil 3.2.2'de özetlenen berrak elma suyu konsantresi üretiminde UF basamağından sonra adsorber cihazı paralel (B) ya da seri (C) çalışma modunda bağlanarak proses tamamlanmış ve adsorber girişi ile çıkışında konsantreden numuneler alınarak renk (%T440 nm), berraklık (%T625 nm), NTU değerleri ve toplam polifenol içeriği belirlenmiştir.

Proseste kullanılan adsorber cihazı 3 adet reçine dolu kolondan oluşmaktadır. Çalışma sırasında bir kolon sürekli temiz olarak yedekte tutulmakta, çalışmakta olan kolonların kirlenmesi durumunda sistem otomatik olarak temiz kolonu devreye alarak kirli olan kolona CIP uygulaması yapılmaktadır. Böylece sürekli (sezon süresince) çalışmaya olanak tanınmaktadır.

Adsorber cihazında yer alan reçinelerin genel özellikleri Çizelge 3.2.1.1.'de verilmiştir.

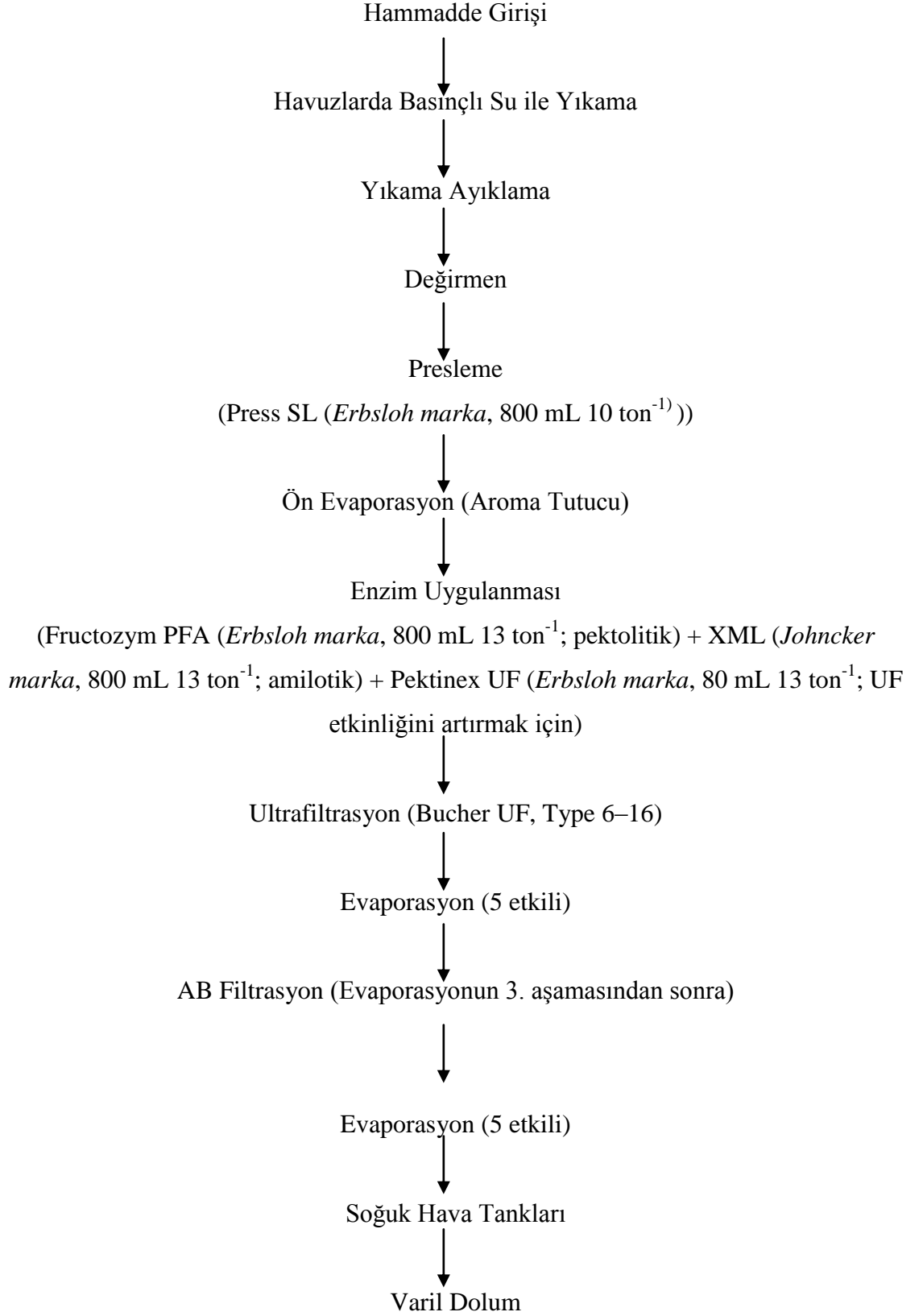
Çizelge 3.2.1.1. Adsorber Uygulamasında Kullanılan Reçinenin Genel Özellikleri

Kimyasal Yapısı	Çapraz bağlı polyester reçine
Fiziksel Görünüm	Opak beyaz küresel boncuk
Fonksiyonel Gruplar	Yok
Partikül Boyutu	0,35–0,85 mm
Etkili Boyut (en az)	0,4 mm
Uçucu Nem	%58–65
Özgül Ağırlık	1,09 gL ⁻¹
Nakliye Ağırlığı	730 gL ⁻¹
Gözenek Hacmi	~ 1,1 mLg ⁻¹
Gözenek Yarıçapı	200–300 ⁰ A
Yüzey Alanı (BET)	~ 450 m ² g ⁻¹
Çözünürlük Endeksi	~ 8,4
Sıcaklık Limitleri	0–110°C
Stabil pH aralığı	0–14

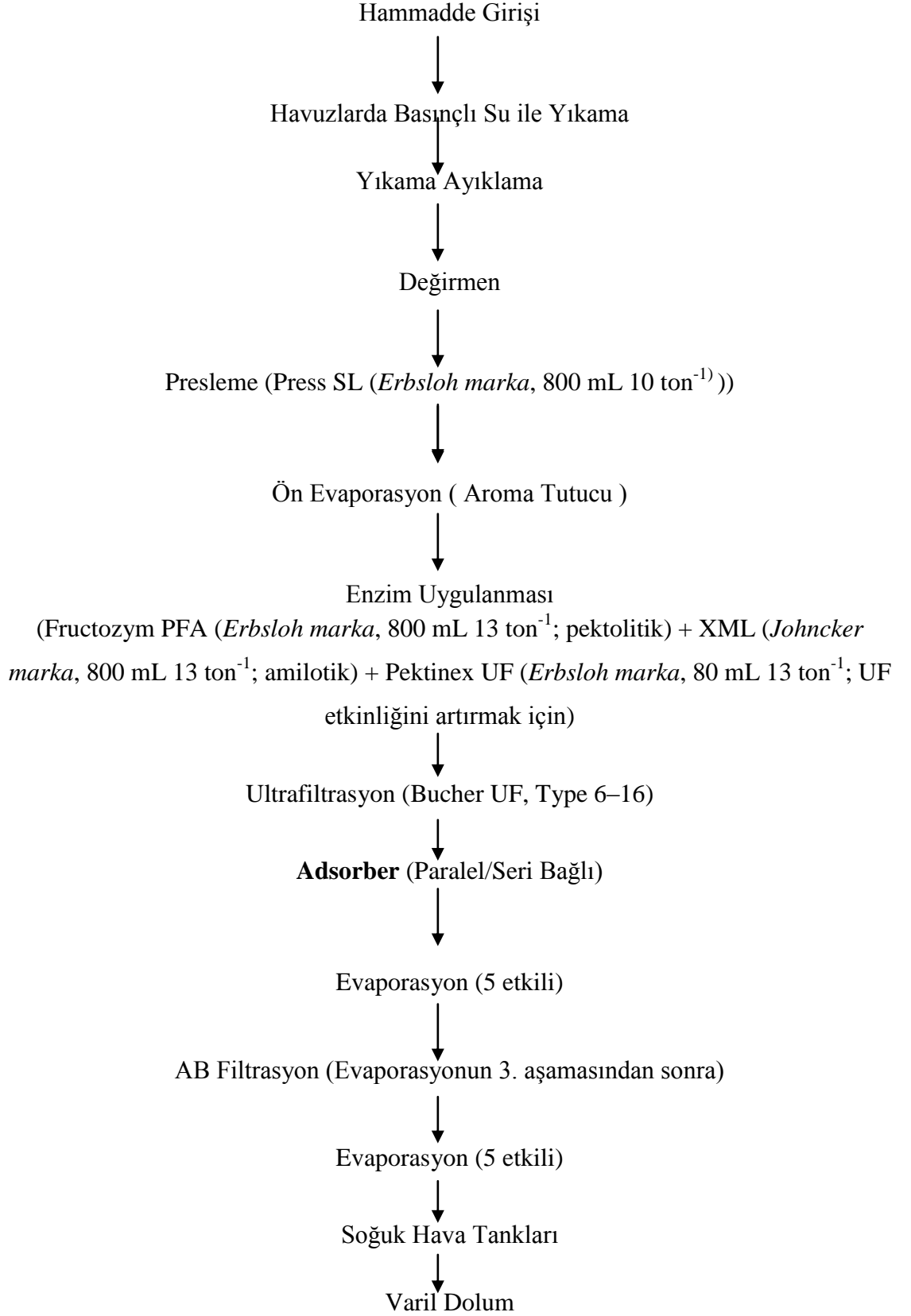
Kullanılan Adsorber cihazının teknik özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

- Her uygulama için optimal reçine seçimi
- Modüler ayarlama
- 500–50 000 L h⁻¹ kapasite (çalışma stiline göre)

- Sürekli çalışmaya izin veren 3 tanklı tasarım
- Yüksek operasyon güvenliği (çift kilitli ve besleme valflı)
- Su tasarruf imkanı
- Tam otomasyon
- Ultrafiltrasyon ünitesi ile çalışmaya uygunluk
- Paslanmaz çelik konstrüksiyon
- CIP sistemi entegrasyonu
- Standart ürün kalitesi



Şekil 3.2.1. Adsorber Uygulanması Olmadan Elma Suyu Konsantresi Üretimi (A)



Şekil 3.2.2. Adsorber Cihazı Bağlandıktan Sonra Elma Suyu Konsantresi Üretimi (B/C)

3.2.2. Elma Suyu Konsantresinde Briks Tayini

Su banyolu Index GPR 120 refraktometresi yardımıyla suda çözünür kurumadde (briks) değeri belirlenmiştir (Cemeroğlu 1992).

3.2.3. Elma Suyu Konsantresinde Renk Tayini

Elma suyu konsantresinin briks değeri 12°Briks'e ayarlandıktan sonra SHIMADZU UV 1201V, Japonya, marka spektrofotometre ile 440 nm'de transmittans değeri okunmuştur (Lyndon 1996).

Hesaplama:

RENK (12°Bx , 440 nm) = %T₄₄₀ olarak belirtilmiştir.

3.2.4. Elma Suyu Konsantresinde Berraklık Tayini

Elma suyu konsantresinin briks değeri 12°Briks'e ayarlandıktan sonra SHIMADZU UV 1201V, Japonya, marka spektrofotometre ile 625 nm'de transmittans değeri okunmuştur (Lyndon 1996).

Hesaplama:

BERRAKLIK (12°Bx , 625 nm) = %T₆₂₅ olarak belirtilmiştir.

3.2.5. Elma Suyu Konsantresinde Bulanıklık Tayini

Elma suyu konsantresinin briks değeri 11.2°Briks'e ayarlanmıştır. Numune tüpünün içerisine örnek konulduktan sonra HACH 2100AN TURBIDIMETER ile NTU1 değeri okunmuştur. Daha sonra numune 90°C'ye kadar ısıtılmış, 5±1°C'ye kadar soğutulmuş ve oda sıcaklığında aynı cihaz ile NTU2 değeri okunmuştur (Anonim 2003).

Hesaplama:

TURBİDİMETRE DEĞERİ = Cihazda Okunan Değer (NTU)

3.2.6. Elma Suyu Konsantresinde Toplam Fenolik Madde Tayini

Elma suyu konsantresinde toplam fenolik madde miktarı, Folin–Ciocalteu ayırıcı kullanılarak Spanos ve ark. (1990) tarafından belirtilen yönteme göre belirlenmiştir. Folin–Ciocalteu ayırıcı ile muamele sonucu ortamda bulunan fenolik maddeler ayırıcı indirgemiş ve kendileri oksitlenmiş forma dönüşmüştür. Reaksiyon sonunda indirgenmiş ayırıcının oluşturduğu mavi renk fotometrik olarak ölçülmüştür.

Elma suyu konsantresinden 50 mL’lik santrifüj tüpüne 1 g tartılmış, üzerine %80’lik metanol’den 4,5 mL eklenerek, tüp içeriği 140 r.p.m. ve 25°C’de 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Süre sonunda tüp, 10 000 rpm’de ve 20-25°C’de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Tüpteki üst berrak kısım, ayrı bir kapaklı tüpe alınmış, alt katı kısım üzerine yine 4,5 mL %80’lik metanol eklenerek aynı işlemler tekrarlanmıştır. İkinci santrifüj sonrası elde edilen üst berrak kısım ilk ekstraktla birleştirilmiştir. Bu karışımdan 0,25 mL ekstrakt kapaklı cam tüpe alınmış, üzerine 2,3 mL damıtık su ve 0,15 mL Folin-Ciocalteu (FC) ayırıcı (1 birim FC:5 birim saf su, v/v) eklenmiş ve karışım 15 saniye süreyle vorteks’te karıştırılmıştır. 5 dakika sonra üzerine 0,3 mL doymuş (%35 konsantrasyonunda) Na₂CO₃ çözeltisinden ilave edilmiş ve tüp içeriği çalkalanarak karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda tüpten alınan örneğin absorbansı, ekstrakt yerine damıtık suyla hazırlanan tanık örneğe karşı 725 nm’de okunmuştur. Örneğin içerdiği toplam fenolik madde miktarı, hazırlanan gallik asit kurvesi yardımıyla elde edilen formülden, “mg gallik asit eşdeğeri 100 g⁻¹ (mg GA 100g⁻¹)” olarak hesaplanmıştır.

3.2.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilere ait tanıttıcı istatistikler ve veriler arasındaki korelasyonlar, SPSS for Windows paket programı (Versiyon 14) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar 5 tekrarlı ölçümlerin ortalaması±standart sapma olarak gösterilmiştir. Tek yönlü varyans analizi yapılmıştır ve uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Elmanın rengi içerdiği karotenoid ve klorofil gibi doğal renk pigmentleri ile çeşitli fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bütün meyvelerde farklı miktarlarda fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkilidirler. Bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Fenolik maddeler iz miktarlarda bulunmalarına rağmen elma işleme teknolojisi bakımından renk değişimlerine (esmerleşme) ve proteinlerle kompleks oluşturarak tortu oluşumuna neden oldukları için önemlidirler (Nizamlıoğlu ve Nas 2010). Bu nedenlerden dolayı işleme sırasında durultma ya da diğer aşamalarda uzaklaştırılmaları daha stabil bir elma suyu üretimi için önem kazanmaktadır.

4.1. Elma Suyu Konsantresinde Renk Değerindeki Değişimler

Elma suyu konsantresi üretiminden sonra 12^oBx değerine ayarlanan örneklerde 440 nm’de okunan renk değerleri Çizelge 4.1.1’de verilmiştir. Okunan absorbans değeri ne kadar düşük ise ürünün rengi o kadar koyudur. Depolama sırasında renk üzerinde etkili olan ve bulanıklığa neden olan bileşenlerin yüksek absorbans değerlerinde daha fazla uzaklaştırılması söz konusudur. Ultrafiltrasyon sonrası adsorber reçineden geçirilmeyen örneklerde renk değeri 55,10 ile 58,80 arasında değişmiştir. Adsorber cihazının paralel bağlı olduğu üretimde renk değerleri ortalama 63,32±1,221 bulunurken seri bağlamada ise ortalama 86,62±1,654 olarak belirlenmiştir. En yüksek renk değeri 89,50 ile adsorber cihazının seri olarak bağlanması ile elde edilmiştir. Adsorber cihazının seri bağlı olarak elma suyu konsantresi üretiminde kullanılmasıyla daha yüksek renk değerleri ve buna bağlı olarak da daha açık renkli ürün üretiminin gerçekleştiği söylenebilir.

Çizelge 4.1.1. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerinin Değişimi

UYGULAMALAR	En Az	En Çok	Ortalama
A	55,10	58,80	57,10±1,411
B	61,80	65,00	63,32±1,221
C	85,40	89,50	86,62±1,654
En Az	55,10	58,80	
En Çok	85,40	89,50	

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

Lyndon (1996) armut suyu üretiminde adsorber teknolojisini kullanarak renk değerini (%T₄₄₀ nm) 81,4 ile 90,6 arasında bulmuştur. Gökmen ve Serpen (2002) ise 40–60°C sıcaklıkta 2 saat süre ile adsorber reçine konsantrasyonu 4 gL⁻¹ olan reçinelerden geçirilen elma suyunda %40–60 oranında renkte iyileşme olduğunu belirlemişlerdir.

Yılmaz (2005) renk açısından en iyi uygulamanın jelatin+bentonit ile durultmanın ardından UF işlemi ile elde edildiğini ve renk değerinin 76,23 olduğunu bildirmiştir.

He ve ark. (2007) ise pastörizasyon ve enzim hidrolizi uygulamalarının elma suyunun rengi üzerine etkisini incelemişlerdir. Elma suyuna pastörizasyon işlemi uygulayıp enzim uygulaması olmadan ya da pastörizasyon ve enzim işlemi olmadan konsantre üretiminde renk değerlerinin sırasıyla (%T₄₄₀nm) 66 ile 53,7 olduğunu ve işlem sırasında elma suyunun membranlardan akış hızınının 120 ile 138 (LMH) arasında olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte pastörizasyon+enzim hidrolizi uygulamasının diğer uygulamalara göre daha iyi renk (%T₄₄₀nm; 68) ve membran akış hızı değerlerini (218; LMH) verdiğini vurgulamışlardır.

Elma suyu konsantrelerinde renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre UF sonrası adsorber kullanılmadan ve paralel ya da seri bağlanması arasındaki farklılık p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.2).

Çizelge 4.1.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması
Uygulama	2	6 053,63**
Hata	72	
Toplam	74	

** p<0.01

Elma suyu konsantrelerinde renk değerleri üzerine uygulamanın etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre en yüksek renk değerinin adsorber cihazının seri bağlanması ile elde edildiği, bunu sırasıyla cihazın paralel bağlanması ile adsorber cihazının kullanılmadığı konsantre üretiminin takip ettiği görülmektedir. Uygulanan tüm işleme yöntemleri istatistiksel olarak birbirinden farklı olup ayrı gruplara dahil olmuşlardır (Çizelge 4.1.3).

Çizelge 4.1.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Renk Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

UYGULAMALAR	N	Ortalamalar
A	25	57,10 ^c
B	25	63,30 ^b
C	25	86,60 ^a

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,01).

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

4.2. Elma Suyu Konsantresinde Berraklık Değerindeki Değişimler

Presten çıkan meyve suyunda farklı irilikte meyve dokusu parçacıkları, protein-tanen kompleksleri, çözünmeyen proteinler, aktif enzimler, canlı ve ölmüş mikroorganizmalar süspansiyon halinde bulunduğu için bulanıklık oluşmakta ve berrak meyve suyu üretiminin gerçekleşmesi amacıyla bu yapıların meyve suyu bünyesinden uzaklaştırılması ya da en az düzeyde olması gerekmektedir. Cemeroğlu ve Karadeniz (2001) elma suyunda bulanıklık etkeni olan kolloid madde miktarının 154 mgL^{-1} olduğunu bildirmektedir.

Elma suyu konsantresi üretiminden sonra 12°Briks değerine ayarlanan örneklerde 625 nm 'de okunan berraklık değerleri Çizelge 4.2.1'de verilmiştir. Okunan absorbans değeri ne kadar düşük ise ürün o kadar bulanıktır. Depolama sırasında berraklık üzerinde etkili olan kolloid yapıdaki bileşenlerin yüksek absorbans değerlerinde daha fazla uzaklaştırıldığı, ürünün daha stabil olduğu ve berraklığının arttığı gözlenmektedir. Ultrafiltrasyon sonrası Adsorber reçineden geçirilmeyen örneklerde berraklık değeri 97,10 ile 99,20 arasında değişmiştir. Adsorber reçinenin paralel bağlı olduğu üretimde berraklık değerleri ortalama $98,52 \pm 0,688$ bulunurken seri bağlamada ise ortalama $99,24 \pm 0,508$ olarak belirlenmiştir. En yüksek berraklık değeri 99,90 ile adsorber cihazının seri olarak bağlanması ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerinin Değişimi

UYGULAMALAR	En Az	En Çok	Ortalama
A	97,10	99,20	$98,16 \pm 0,938$
B	98,00	99,60	$98,52 \pm 0,688$
C	98,50	99,90	$99,24 \pm 0,508$
En Az	97,10	99,20	
En Çok	98,50	99,90	

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işleminin sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işleminin sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

Youn ve ark. (2004) elma suyunda bulanıklığın giderilmesinde %0,5'lik bentonit kullanımının %0,2'lik PVPP, %0,1'lik aktif karbon ile %0,03 pektinaz+%0,003'lük amilaz enzimi karışımından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Yılmaz (2005) elma suyunun berraklığı açısından en iyi uygulamanın jelatin+bentonit durultmasının ardından UF işlemi ile elde edildiğini ve berraklık değerinin %76,23 olduğunu bildirmiştir.

He ve ark. (2007) elma suyuna pastörizasyon işlemi uygulayıp enzim uygulaması olmadan ya da pastörizasyon ve enzim işlemi olmadan konsantre üretiminde berraklık değerlerinin sırasıyla (%T_{625nm}) 97,90 ile 96,8 olduğunu ve işlem sırasında elma suyunun membranlardan akış hızınının 120 ile 138 (LMH) arasında olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte pastörizasyon+enzim hidrolizi uygulamasının diğer uygulamalara göre daha iyi berraklık (%T_{625nm}; 98,30) ve membran akış hızı değerlerini (218; LMH) verdiğini vurgulamışlardır.

Elma suyu konsantrelerinde berraklık değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre UF sonrası adsorber kullanılmadan ve paralel ya da seri bağlanması arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.2).

Çizelge 4.2.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması
Uygulama	2	7,5600**
Hata	72	
Toplam	74	

** $p<0,01$

Elma suyu konsantrelerinde berraklık değerleri üzerine uygulamanın etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre en yüksek berraklık değerinin adsorber cihazının seri bağlanması ile elde edildiği, bunu sırasıyla cihazın paralel bağlanması ile cihazın kullanılmadığı konsantre üretiminin takip ettiği görülmektedir. Uygulanan tüm işleme

yöntemleri istatistiksel olarak birbirinden farklı olup ayrı gruplara dahil olmuşlardır ($p<0.01$, Çizelge 4.2.3).

Çizelge 4.2.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Berraklık Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

UYGULAMALAR	N	Ortalamalar
A	25	98,17 ^c
B	25	98,52 ^b
C	25	99,25 ^a

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

4.3. Elma Suyu Konsantresinde Bulanıklık Değerindeki Değişimler (NTU1/NTU2)

Meyve sularının bulanıklık düzeyi, bulanıklığa neden olan kolloidlerin bulunduğu suspansiyondan geçen ışın demetinin şiddetindeki azalmayı ölçen türbidimetre (bulanıklık fotometresi) ile belirlenmektedir. Ölçüm sonuçları Nefelometrik Turbidite Birimi (Nephelometric Turbidity Unit; NTU) olarak ifade edilmektedir. Süspansiyon içindeki taneciklerin büyüklükleri, konsantrasyonu ve sıcaklık bulanıklık ölçümünü etkileyen başlıca faktörlerdir. NTU1 değeri konsantre üretimi bitiminde ölçülürken, NTU2 değeri konsantreye ısıtma işlemi uygulandıktan ve buzdolabı koşullarına soğutulduktan sonra belirlenmektedir. Bu aşamada durultmanın etkinliği ile ısıtma işlemi sonrası ya da soğuk depolamada bulanıklığa neden olabilecek polisakkarit yapıların varlığı incelenmektedir.

Elma suyu konsantresi üretiminden sonra 11,2°Bx değerine ayarlanan örneklere ait NTU1 değerleri Çizelge 4.3.1’de verilmiştir. Okunan NTU değeri ne kadar düşük ise ürün o kadar bulanıklık oluşturan bileşiklerden arındırılmış demektir. UF sonrası adsorber reçineden geçirilmeyen örneklerde NTU1 değeri 0,319 ile 0,421 arasında değişmiştir. Adsorber reçinenin paralel bağlı olduğu üretimde NTU1 değerleri ortalama $0,362\pm 0,056$ bulunurken seri bağlamada ise ortalama $0,320\pm 0,031$ olarak belirlenmiştir.

En düşük NTU1 değeri 0,275 ile adsorber cihazının seri olarak bağlanması ile elde edilmiştir ve bu ürünlerde bulanıklık değeri düşüktür.

Elma suyu konsantresi üretiminden sonra 11,2°Briks değerine ayarlanan örneklerde 90°C'ye kadar ısıtılıp 5°C ye soğutulmuş örneklerin 20°C'de yapılan türbidimetre okumalarına ait NTU2 değerleri Çizelge 4.3.2'de verilmiştir. Ultrafiltrasyon sonrası Adsorber reçineden geçirilmeyen örneklerde NTU2 değeri 0,414 ile 0,611 arasında değişmiştir. Adsorber reçinenin paralel bağlı olduğu üretimde NTU2 değerleri ortalama $0,446 \pm 0,080$ bulunurken seri bağlamada ise ortalama $0,344 \pm 0,075$ olarak belirlenmiştir. En düşük NTU2 değeri 0,255 ile adsorber cihazının seri olarak bağlanması ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.3.1. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerinin Değişimi

UYGULAMALAR	En Az	En Çok	Ortalama
A	0,319	0,421	$0,358 \pm 0,049$
B	0,280	0,420	$0,362 \pm 0,056$
C	0,275	0,350	$0,320 \pm 0,031$
En Az	0,319	0,420	
En Çok	0,275	0,350	

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

Çizelge 4.3.2. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerinin Değişimi

UYGULAMALAR	En Az	En Çok	Ortalama
A	0,414	0,611	$0,502 \pm 0,092$
B	0,350	0,530	$0,446 \pm 0,080$
C	0,255	0,430	$0,344 \pm 0,075$
En Az	0,255	0,430	
En Çok	0,414	0,611	

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

He ve ark. (2007) elma suyuna pastörizasyon işlemi uygulayıp enzim uygulaması olmadan ya da pastörizasyon ve enzim işlemi olmadan konsantre üretiminde NTU1 değerlerinin sırasıyla 0,130 ile 0,182 olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte pastörizasyon+enzim hidrolizi uygulamasının diğer uygulamalara göre daha düşük bulanıklık değerinde (0,170) olduğunu vurgulamışlardır.

Girard ve Fukumoto (1999) elma suyunun bulanıklığının giderilmesinde; 9 kDa PES (polyethersulfone) membrandan geçirilen elma suyunda daha az çözünebilir parça, flavonol ve sarı-kahverengi pigmentlerin olduğunu belirlemişler ve bu membrandan geçirilen meyve suyunda NTU değerini 0,15 olarak bulmuşlardır.

Lyndon (1996) UF işleminden sonra adsorber reçinelerden geçirilerek üretilen elma konsantresinde evaporasyon sonrası alınan numunelerde NTU1 değerlerinin 0,20 ile 0,70 arasında değiştiğini bildirmektedir. Aynı araştırmacı 90°C’de 60 dakika ısıtıldıktan sonra -12°C’de bir gece bekletilen ve oda sıcaklığına getirilen elma suyunda NTU2 değerlerinin ise 0,29 ile 0,76 arasında olduğunu saptamıştır.

Elma suyu konsantrelerinde NTU1 değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre UF sonrası adsorber kullanılmadan ve paralel ya da seri bağlanması arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.3).

Çizelge 4.3.3. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması
Uygulama	2	0,012987**
Hata	72	
Toplam	74	

** $p < 0,01$

Elma suyu konsantrelerinde NTU1 değerleri üzerine uygulamanın etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre en düşük NTU1 değerinin adsorber cihazının seri bağlanması ile elde edildiği, bunu sırasıyla cihazın paralel bağlanması ile adsorber

cihazının kullanılmadığı konsantre üretiminin takip ettiği görülmektedir. Uygulanan tüm işleme yöntemleri istatistiksel olarak birbirinden farklı olup ayrı gruplara dahil olmuşlardır ($p<0,01$, Çizelge 4.3.4).

Çizelge 4.3.4. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU1 Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

UYGULAMALAR	N	Ortalamalar
A	25	0,3582 ^b
B	25	0,3620 ^a
C	25	0,3208 ^c

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,01$).

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

Elma suyu konsantrelerinde NTU2 değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre UF sonrası adsorber kullanılmadan ve paralel ya da seri bağlanması arasındaki farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.5).

Çizelge 4.3.5. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması
Uygulama	2	0,159061**
Hata	72	
Toplam	74	

** $p<0,01$

Elma suyu konsantrelerinde NTU2 değerleri üzerine uygulamanın etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre en düşük NTU2 değerinin adsorber cihazının seri bağlanması ile elde edildiği, bunu sırasıyla cihazın paralel bağlanması ile cihazın kullanılmadığı konsantre üretiminin takip ettiği görülmektedir. Uygulanan tüm işleme yöntemleri istatistiksel olarak birbirinden farklı olup ayrı gruplara dahil olmuşlardır ($p<0,01$, Çizelge 4.3.6).

Çizelge 4.3.6. Elma Suyu Konsantrelerinde NTU2 Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

UYGULAMALAR	N	Ortalamalar
A	25	0,5022 ^a
B	25	0,4460 ^b
C	25	0,3448 ^c

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01)

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

4.4. Elma Suyu Konsantresinde Toplam Fenolik Madde Değerindeki Değişimler

Fenolik maddelerin meyve ve sebzelerdeki oranı düşük olmasına rağmen elma suyu konsantresinde enzimatik esmerleşme olayına substrat olarak katılmaları, metal iyonlarından özellikle demir ve kalayla tepkimeye girerek gıdalarda renk değişmesine yol açmaları, gıdalarda burukluk olarak tanımlanan tat algılamasının kaynağı olmaları ve elma suyunda polimerizasyon yolu ile ya da proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluşturmaları nedeni ile elma suyu konsantresi kalitesini etkilemektedir (Principe ve Lozano 1991, Karadeniz 1994, Schobinger ve ark. 1995, Siebert ve Lynn 1997a, Tajchakavit ve ark. 2001, Lozano 2006, Kammerer ve ark. 2010b, 2010c).

Elma suyu konsantresi üretiminden sonra 12^oBx değerine ayarlanan örneklerde 725 nm'de okunan toplam fenolik madde değerleri Çizelge 4.4.1'de galik asit eşdeğeri (GA) olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı UF sonrası adsorber reçineden geçirilmeyen örneklerde 302,49 ile 325,21 mg GA 100g⁻¹ arasında bulunmuştur. Adsorber reçinenin paralel bağlı olduğu üretimde toplam fenolik madde değerleri ortalama 137,57±27,377 mg GA 100g⁻¹ bulunurken seri bağlamada ise ortalama 117,38±42,311 mg GA 100g⁻¹ olarak belirlenmiştir. En düşük fenolik madde değeri 109,80 mg GA 100g⁻¹ ile adsorber cihazının seri olarak bağlanması ile elde edilmiştir. UF işleminden sonra adsorber reçine kullanımı ile fenolik maddelerin konsantreye işlenecek elma suyundan daha fazla uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Gardner ve ark. (2000) elma suyunun fenolik madde içeriğinin 3,9±0,5 µg GA mL⁻¹ olarak

belirlemiştirlerdir. Karadeniz ve Ekşi (2001) ise fenolik madde içeriğinin elma çeşidine göre değişmekle birlikte 363 ile 1138 mg L⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4.1. Elma Suyu Konsantrlerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerinin Değişimi

UYGULAMALAR	En Az	En Çok	Ortalama
A	302,49	325,21	314,27±11,425
B	116,54	164,50	137,57±27,377
C	109,80	118,22	117,38±42,311
En Az	109,80	118,22	
En Çok	302,49	325,22	

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantrre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantrre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantrre üretimi

Borneman ve ark. (1997) ev yapımı PES ve PVPP membranlar ile ticari selüloz membranları inceledikleri çalışmada; polifenollerin azaltılmasında ve renksizleştirmede PES/PVP membranların selüloz membranlara göre daha iyi oldukları bulunmuştur.

Girard ve Fukumoto (1999) elma suyunun bulanıklığının giderilmesinde; 9 kDa PES membrandan geçirilen elma suyunda meyve suyunda flavonol miktarını 17 mgL⁻¹ olarak bulmuşlardır. Vivekanand ve ark. (2003) adsorber ve zayıf bazlı adsorber reçinesi kullanarak ürettikleri armut suyunda fenolik madde miktarında %92 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Çoklar (2007) toplam fenolik madde miktarında maksimum azalmanın 30°C'de 3 gL⁻¹ aktif kömür dozunda 15 dakikalık uygulama ile olduğunu belirtmektedir. Toplam fenolik madde miktarını kontrol örneğinde 265,96 mgL⁻¹ olarak bulmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarı 211,42 mgL⁻¹ ile 22°C'de 0,5 gL⁻¹ aktif kömür dozunda 5 dakikalık uygulama süresinde elde edilmistir. Aktif kömür uygulaması ile toplam fenolik madde içeriğinde %20,5–74,5 oranında azalma meydana gelmiştir.

Çalışmada bulunan değerler ile araştırmacıların bulguları farklılık göstermektedir. Bunun nedeni kullanılan adsorber reçinenin özellikleri ile hammaddenin fenolik madde

içeriği olabilir. Elmalarda fenolik madde miktarı üzerine çeşit, yetiştirme koşulları ve olgunluk düzeyi etkili olmaktadır (Oleszek ve ark. 1988, Burda ve ark. 1990, Lea 1990, Bates ve ark. 2001).

Elma suyu konsantrelerinde toplam fenolik madde değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre UF sonrası adsorber kullanılmadan ve paralel ya da seri bağlanması arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4.2).

Çizelge 4.4.2. Elma Suyu Konsantrelerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişime İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Kareler Ortalaması
Uygulama	2	35259**
Hata	72	
Toplam	74	

** $p < 0,01$

Elma suyu konsantrelerinde fenolik madde değerleri üzerine uygulamanın etkisini belirlemek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre en yüksek fenolik madde değerinin adsorber cihazının kullanılmadığı üretimde elde edildiği, bunu sırasıyla cihazın paralel bağlanması ile cihazın seri bağlanmasının takip ettiği görülmektedir. Uygulanan tüm işleme yöntemleri istatistiksel olarak birbirinden farklı olup ayrı gruplara dahil olmuşlardır ($p < 0,01$, Çizelge 4.4.3).

Çizelge 4.4.3. Elma Suyu Konsantrelerinde Toplam Fenolik Madde Değerlerindeki Değişime İlişkin LSD Testi Sonuçları

UYGULAMALAR	N	Ortalamalar
A	25	314,55 ^a
B	25	137,85 ^b
C	25	117,38 ^b

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,01$).

A: Adsorber cihazı kullanılmadan direkt UF ile konsantre üretimi

B: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının paralel bağlanması ile konsantre üretimi

C: UF işlemi sonrasında adsorber cihazının seri bağlanması ile konsantre üretimi

5. SONUÇ

Üç farklı yöntem kullanılarak (akış şemasına adsorber cihazı eklenmeden, adsorber cihazı seri ya da paralel bağlanarak) üretilen elma konsantrelerine ait deneme sonuçlarına göre çalışmada elde edilen bulgular ve sanayide uygulanmasının avantajları aşağıda özetlenmiştir.

- ✿ UF ile durultma işlemi sonrasında üretim prosesine adsorber cihazı bağlanmadan yapılan direkt elma suyu konsantresi üretiminde renk ($57,10 \pm 1,411$), berraklık ($98,16 \pm 0,938$), NTU1 ($0,358 \pm 0,049$) ve NTU2 ($0,502 \pm 0,092$) değerleri bulunmuştur. Adsorber cihazının paralel olarak bağlanmasıyla yapılan üretimde renk değerinde %10,89 oranında ve seri bağlanması ile yapılan üretimde ise %51,69 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Berraklık değerinde paralel bağlı üretimde %0,3 ve seri bağlı üretimde %1,10 oranında artış olmuştur. NTU1 değerinde paralel bağlı olarak yapılan üretimde %1,11 seri bağlı üretimde %11,87, NTU2 değerlerinde paralel bağlı üretimde %12,55, seri bağlı üretimde ise % 45,93 oranında azalış meydana gelmiştir.
- ✿ Adsorber cihazı elma suyu konsantresi üretiminde berraklık değerlerinin ayarlanması amacıyla UF ile birlikte uygulanabilmektedir.
- ✿ Adsorber cihazının sisteme dahil olması ile üretim prosesinde jelatin ve bentonit gibi durultma ajanlarına ve aktif kömüre ihtiyaç olmamaktadır.
- ✿ Renge bağlı olarak ürün kayıplarının en aza indirilmesiyle berrak ve stabil renkte meyve suyu üretmeye imkan tanımaktadır.
- ✿ Adsorber reçineleri iyonik gruplar içermediği için meyve suyundaki mineral yapıyı ya da amino asit dengesini değiştirmemekte, sadece sonradan bulanıklığa ya da renk değişimine neden olabilecek UF işlemi sonrasında kalan maddelerin ayrılmasına yardımcı olmaktadır.
- ✿ İşlem sonrasında kendi kendini temizleme ve rejenerasyon işlemi yapıldığı için üretim sezonu süresince sürekli çalışmaya olanak tanımaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akbulut, M. 1995.** Elma Suyu Konsantrelerinde Aktif kömür Uygulamasının Organik Asit Dağılımı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 68s.
- Akpınar–Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz–Ersan, L. 2009.** Membrane Processes in Production of Functional Whey Components. *Mljekarstvo (Dairy)*, 59 (4), 282–288.
- Alvarez, V., Andres, L., Riera, F.A., Alvarez, R. 1996.** Microfiltration of Apple Juice Using Inorganic Membranes: Process Optimisation and Juice Stability. *The Canadian Journal of Chemical Engineering* 74 (1), 156–162.
- Anonim. 2003.** Haze Instability Test – IFU Analysis No: 75, IFU Recommendation No: 7, pp 1–4.
- Anonim. 2008a.** Association of the Industry of Juices and Nectars (AIJN) from Fruits and Vegetables of the European Union. Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices. Reference Guidline for Apple. Revision August 2008.
- Anonim. 2008b.** Meyve Suyu Endüstrisi (MEYED) 2000-2008 İstatistiki Değerlendirme Raporu.
- Arpaç, Ş. 2006.** Elma Suyu Üretiminde Uygulanan İşlemlerin Galakturonik Asit İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Denizli, 64s.
- Arslanoğlu, F.N., Kar, F., Arslan, N. 2005.** Adsorption of Dark Coloured Compounds from Peach Pulp by using Powdered-activated Carbon. *Journal of Food Engineering* 71 (2), 156–163.
- Artık, N., Cemeroglu, B., Aydar, G. 1994.** Use of Activated Carbon for Color Control in the Apple Juice Concentrate (AJC) Production. *Fruit Processing* 2, 34–39.
- Artık, N., Cemeroglu, B., Aydar, G., Sağlam, N. 1992.** Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Aktif Kömür Kullanımı Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No: TOAG–753, Ankara.
- Barrett, D.M., Somogyi, L.P., Ramaswamy, H.S. 2005.** Processing Fruits: Science and Technology. CRC Press, 841p.
- Bates, R.P., Morris, J.R., Crandal, P.G. 2001.** Principles and Practices of Small– and Medium–scale Fruit Juice Processing. Food & Agriculture Org., pp. 151–169.
- Benitez, E.I., Lozano, J.E. 2007.** Effect of Gelatin on Apple Juice Turbidity. *Latin American Applied Research* 37 (4), 261–266.

Beveridge, T., Franz, K., Harrisoni, J.E. 1986. Clarified Natural Apple Juice: Production and Storage Stability of Juice and Concentrate. *Journal of Food Science* 51 (2), 411–414.

Binnig, R., Possmann, P. 1993. Apple Juice. In: *Fruit Juice Processing Technology*, S. Nagy, C.S. Chen & P.E. Shaw, (Eds.) pp. 271–277, Agscience Inc., Aurbundale, Florida.

Borneman, Z., Gökmen, V., Nijhuis, H.H. 1997. Selective Removal of Polyphenols and Brown Colour in Apple Juices Using PES/PVP Membranes in a Single-ultrafiltration Process. *Journal of Membrane Science* 134 (2), 191–197.

Boyer, J., Liu, R.H. 2004. Apple Phytochemicals and their Health Benefits. *Nutrition Journal* 3, 1–45.

de Simon, B.F., Pérez-Illarbe, J., Hernández, T., Gómez-Cordevés, C., Estrella, I. 1992. Importance of Phenolic Compounds for the Characterization of Fruit Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40 (9), 1531–1535.

Burda, S., Oleszek, W., Lee, C.Y. 1990. Phenolic Compounds and their Changes in Apples during Maturation and Cold Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38 (4), 945–948.

Campeanu, G., Neata, G., Darjanschi, G. 2009. Chemical Composition of the Fruits of Several Apple Cultivars Growth as Biological Crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37 (2), 161–164.

Carabasa, M., Ibarz, A., Garza, S., Barbosa-Canovas, G.V. 1998. Removal of Dark Compounds from Clarified Fruit Juices by Adsorption Processes. *Journal of Food Engineering* 37 (1), 25–41.

Carrin, M.E., Ceci, L., Lozano, J.E. 2002a. Kinetic Studies of Amylase used Commercially for the Clarification of the Apple Juice. *Journal of Food Processing and Preservation* 26 (2), 153–163.

Carrin, M.E., Buglione, M.B., Lozano, J.E. 2002b. Removal of Dark Compounds from Fruit Juices by Membrane Separation. *Proceedings of European Congress of Chemical Engineering (ECCE-6)*, Copenhagen, 16–20 September 2002, 1–10.

Carrin, M.E., Ceci, L., Lozano, J.E. 2004. Characterization of Starch in Apple Juice and its Degradation with Amylases. *Food Chemistry* 87 (2), 173–178.

Cemeroğlu, B. 1982. *Meyve Suyu Üretim Teknolojisi*. Teknik Basım, Ankara, 309s.

Cemeroğlu, B. 1992. *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Yayınları, Ankara, s 226–237.

Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. 2001. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Yayınları Yayın No: 25, Ankara, 384s.

Chatterjee, S., Chatterjee, S., Chatterjee, B.P., Guha, A.K. 2004. Clarification of Fruit Juice with Chitosan. *Process Chemistry* 39 (12), 2229–2232.

Cheryan, M. 1998. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook, 2nd Edition Technomic Publishing Company, Lancaster, PN, 527p.

Constenla, D.T., Lozano, J.E. 1995. Effect of Ultrafiltration on Concentrated Apple Juice Colour and Turbidity. *International Journal of Food Science and Technology* 30 (1), 23–30.

Çoklar, H. 2007. Aktif Kömür Uygulamasının Ticari Elma Suyu Konsantresindeki Hidroksimetil furfural (HMF) ve Toplam Fenolik Madde Düzeyi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya, 60s.

de la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G.A. 2010. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability. John Wiley and Sons, pp. 22–23.

Dietrich H., Gierschner K., Pecoroni S., Zimmer E., Will F. 1996. Neue Erkenntnisse zu dem Phänomen der Trübungsstabilität – Erste Ergebnisse aus einem laufenden Forschungsprogramm. *Flüssiges Obst* 63, 7–10.

Ekşi, A. 1988. Meyve Suyu Durultma Teknikleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara, s 56–60.

Ekşi, A., Karadeniz, F. 1991. Natürliche Zuckerverteilung von Apfelsaft aus der Sorte Amasya. *Flüssiges Obst* 58 (2), 70–71.

Fasoyiro, S.B., Babalola, S.O., Owosibo, T. 2005. Chemical Composition and Sensory Quality of Fruit-Flavoured Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Drinks. *World Journal of Agricultural Sciences* 1 (2), 161–164.

Ferree, D.C., Warrington, I.J. 2003. Apples: Botany, Production, and Uses. CABI Publishing Series, 660p.

Fischer, K.P., Hofsommer, H.J. 1992. Application of the Adsorption Technique in the Fruit Juice Industry. *Confructa Studien* 36 (3–4), 10–107, http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp.

Fukumoto, L.R., Delaquis, P., Girard, B. 1998. Microfiltration and Ultrafiltration Ceramic Membranes for Apple Juice Clarification. *Journal of Food Science* 63 (5), 845–850.

- Gardner, P.T., White, T.A.C., McPhail, D.B., Duthie, G.G. 2000.** The Relative Contributions of Vitamin C, Carotenoids and Phenolics to the Antioxidant Potential of Fruit Juices. *Food Chemistry*, 68 (4), 471–474.
- Giovanelli, G., Ravasini, G. 1993.** Apple Juice Stabilisation by Combined Enzyme-membrane Filtration Process. *Lebensmittel–Wissenschaft und Technologie* 26 (1), 1–7.
- Girard, B., Fukumoto, L.R. 1999.** Apple Juice Clarification using Microfiltration and Ultrafiltration Polymeric Membranes. *Lebensmittel–Wissenschaft und Technologie* 32 (5), 290–298.
- Girard, B., Fukumoto, L.R. 2000.** Membrane Processing of Fruit Juices and Beverages: A Review. *CRC Critical Reviews in Biotechnology* 20 (2), 109–175.
- Gökmen, V., Serpen, A. 2002.** Equilibrium and Kinetic Studies on the Adsorption of Dark Colored Compounds from Apple Juice Using Adsorbent Resin. *Journal of Food Engineering* 53 (3), 221–227.
- Gökmen, V., Çetinkaya, Ö. 2007.** Effect of Pretreatment with Gelatin and Bentonite on Permeate Flux and Fouling Layer Resistance during Apple Juice Filtration. *Journal of Food Engineering* 80 (1), 300–305.
- Gökmen, V., Borneman, Z., Nijhuis, H.H. 1998.** An Improved Ultrafiltration for Color Reduction and Stabilisation of Apple Juice. *Journal of Food Science* 63 (3), 504–507.
- Gökmen, V., Acar, J., Kahraman, N. 2003.** Influence of Conventional Clarification and Ultrafiltration on the Phenolic Composition of Golden Delicious Apple Juice. *Journal of Food Quality* 26 (3), 257–266.
- Gökmen, V., Artık, N., Acar, J., Kahraman, N., Poyrazoğlu, E. 2001.** Effect of Various Clarification Treatments on Patulin, Phenolic Compound and Organic Acid Composition of Apple Juice. *European Food Research and Technology* 213 (3), 194–199.
- He, Y., Ji, Z., Li, S. 2007.** Effective Clarification of Apple Juice using Membrane Filtration without Enzyme and Pasteurization Pretreatment. *Separation and Purification Technology* 57 (2), 366–373.
- Hums, N, Krug, K., Heess, E., Storz, H. 1980.** Die Stabilisierung von Apfelsaft mit Polyvinylpyrrolidone (PVPP) im Recyclng. *Flüssiges Obst* 47, 283–287.
- Kammerer, D.R., Saleh, Z.S., Carle, R., Stanley, R.A. 2007.** Adsorptive Recovery of Phenolic Compounds from Apple Juice. *European Food Research and Technology* 224 (5), 605–613.

- Kammerer, J., Kammerer, D.R., Carle, R. 2010a.** Impact of Saccharides on the Interaction of Apple Polyphenols with Ion-exchange and Adsorbent Resins. *Journal of Food Engineering* 98 (2), 230–239.
- Kammerer, D.R., Carle, R., Stanley, R.A., Saleh, Z.S. 2010b.** Pilot-scale Resin Adsorption as a means to Recover and Fractionate Apple Polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 (11), 6787–6796.
- Kammerer, J., Kammerer, D.R., Jensen, U, Carle, R. 2010c.** Interaction of Apple Polyphenols in a Multi-compound System upon Adsorption to a Food-grade Resin. *Journal of Food Engineering* 96 (4), 544–554.
- Karadeniz, F., 1994.** Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı ve Konsantreye İşleme Sırasında Değişimi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Ankara, 90s.
- Karadeniz, F., Ekşi, A. 2001.** Elma Suyunda Esmerleşme Düzeyi ve Doğal Etkenler Arasındaki İlişki. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7 (4), 102–105.
- Karaman, Ş., Tutem, E., Sozgen Baskan, K., Apak, R. 2010.** Comparison of Total Antioxidant Capacity and Phenolic Composition of Some Apple Juices with Combined HPLC–CUPRAC Assay. *Food Chemistry* 120 (4), 1201–1209.
- Kolukısa, G., Artık, N., Yıldız, O. 1990.** Aktif Kömürün Renk Kontrolü Amacıyla Elma Suyu Konsantresi (ESK) Üretiminde Kullanımı. *Gıda* 15 (5), 263–269.
- Kovács, E., Eads, T. M. 1999.** Morphologic Changes of Starch Granules in the Apple cv. *Mutsu* during Ripening and Storage. *Scanning* 21 (5), 326–333.
- Koyuncu, H., Kul, A.R., Çalimli, A., Yıldız, N., Ceylan, H. 2007.** Adsorption of Dark Compounds with Bentonites in Apple Juice. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 40 (3), 489–497.
- LaFlamme, J., Weinand, R. 1993.** New Developments by the Combination of Membrane Filtration and Adsorption Technology. *Fruit Processing* 9, 336–342.
- Lea, A.G.H. 1990.** Apple Juice. In: *Production and Packaging of Noncarbonated Fruit Juices and Fruit Beverages*, D. Hicks (Ed.), (pp. 182–225). Blackie and Son: New York.
- Lozano, J.E. 2006.** *Fruit Manufacturing: Scientific Basis, Engineering Properties and Deteriorative Reactions of Technological Importance*. Food Engineering Series; Springer. 230p.
- Lozano, J.E., Elustondo, M.P., Romagnoli, J.A. 1984.** Control Studies in an Industrial Apple Juice Evaporator. *Journal of Food Science* 49 (6), 1422–1427.

Lozano, J.E., Constenla, D.T., Carrin, M.E. 2000. Ultrafiltration of Apple Juice. In: Trends in Food Engineering, Lozano, J.E., Añón, C., Parada-Arias, E. and Barbosa-Cánovas, G. (eds.), Technomic Publishing Company, Lancaster, USA, 117–134.

Lyndon, R. 1996. Kommerzialisierung der Adsorbertechnologie in der Fruchtsaftindustrie. Flüssiges Obst 63, 499–503.

Milnes, B.A., Breslau, B.R., Reardon, P.C. 1986. The Application of Ultrafiltration to Apple Juice Processing. Pro-Biotech Supplement, Process Biochemistry 21 (4), viii, ix, xi.

Minussi, R.C., Pastore, G.M., Durani, N. 2002. Potential Applications of Laccase in the Food Industry. Trends in Food Science and Technology 13 (6/7), 205–216.

Nagel, C.W., Schobinger, U. 1985. Investigation of the Origin of Turbidity in Ultrafiltered Apple and Pear Juice Concentrate. Confructa Studien 29 (1), 16–22.

Nizamhoğlu, N.M., Nas, S. 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 5 (1), 20–35.

Oleszek, W., Lee, C. Y., Jaworski, A. W., Price, K. R. 1988. Identification of Some Phenolic Compounds in Apples. Journal of Agricultural and Food Chemistry 36 (3), 430–432.

Oszmianski, J., Wodjylo, A. 2007. Effects of Various Clarification Treatments on Phenolic Compounds and Color of Apple Juice. European Food Research and Technology 224 (6), 755–762.

Príncipe, L., Lozano, J.E. 1991. Reduction and Control of Non-enzymatic Browning in Clarified Apple Juice by Absorption and Ion-exchange. Lebensmittel–Wissenschaft und Technologie 24 (1), 34–38.

Qui, N., Guo, S., Chang, Y. 2007. Study upon Kinetic Process of Apple Juice Adsorption De-coloration by Using Adsorbent Resin. Journal of Food Engineering 81 (1), 243–249.

Rai, P., De, S. 2009. Clarification of Pectin-containing Juice using Ultrafiltration. Current Science 96 (10), 1361–1371.

Ritter, G., Maier, G., Schoepplein, E., Dietrich, H. 1992. The Application of Polyphenol Oxidase in the Processing of Apple Juice. Bulletin de Liaison–Groupe Polyphenols 16, 209–212.

Royston, A. 2009. Apple. 2nd Edition, Heinemann/Raintree. 32p.

Saxena, A., Tripathi, B.P., Kumar, M., Shahi, V.K. 2009. Membrane-based Techniques for the Separation and Purification of Proteins: An Overview. Journal of Colloid and Interface Science 145 (1/2), 1–22

- Schauwecker, P. 1994.** Nanofiltration of Apple Juice. *Flüssiges Obst* 61 (6/7), 269–272.
- Schauwecker., P. 2005.** Optimized Apple Juice Processing: from Raw Apple Juice to Clear and Stable Apple Juice Concentrate: Economy and Scale. IFU Congress 17 August 2005, Beijing, China, 1–11.
- Schobinger, U., Barbic, I., Dürr, R., Waldvogel, R. 1995.** Phenolic Compounds in Apple Juice: Positive and Negative Effects. *Fruit Processing* 6, 171–178.
- Siebert, K.J., Lynn, P.Y. 1997a.** Haze-active Protein and Polyphenols in Apple Juice Assessed by Turbidimetry. *Journal of Food Science* 62 (1), 79–84.
- Siebert, K.J., Lynn, P.Y. 1997b.** Mechanisms of Adsorbent Action in Beverage Stabilisation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (11), 4275–4280.
- Siebert, K.J., Troukhanova, N., Lynn, P.Y. 1996.** Nature of Polyphenol–protein Interactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44 (1), 80–85.
- Singh, N., Inouchi, N., Nishinari, K. 2005.** Morphological, Structural, Thermal, and Rheological Characteristics of Starches Separated from Apples of Different Cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53 (26), 10193–10199.
- Sorrivas, V., Genovese, D.B., Lozano, J.E. 2006.** Effect of Pectinolytic Enzymes on Apple Juice Turbidity. *Journal of Food Processing and Preservation* 30 (2), 118–133.
- Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., Heatherbell, D.A. 1990.** Influence of Processing Conditions and Storage on Phenolic Composition of Apple Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38 (7), 1572–1579.
- Stutz, C. 1993.** The Use of Enzymes in Ultrafiltration. *Fruit Processing* 3, 248–252.
- Tajchakavit, S., Boye, J.I., Couture, R. 2001.** Effect of Processing on Post–bottling Haze Formation in Apple Juice. *Food Research International* 34 (5), 415–424.
- Tonelli, S.M., Errazu, A.F., Porrás, J.A., Lozano, J.E. 1995.** Prediction of 5–MF Formation in an Industrial Apple–juice Evaporator. *Journal of Food Science* 60 (6), 1292–1294.
- Toribio, J.F., Lozano, J.E. 1984.** Nonenzymatic Browning in Apple Juice Concentrate during Storage. *Journal of Food Science* 49 (3), 889–892.
- Van Buren, J.P. 1989.** Causes and Prevention of Turbidity in Apple Juice. In: *Processed Apple Products*. D.L. Downing (ed.), Van Nostrand Reinhold, NY, Chapter 5, pp. 97–120.

- Vivekanand, Ajlouni, S., Iyer, M. 2003.** Quality Enhancement of UF–clarified Pear Juice using Adsorbent and Weak–base Resins at Different Temperatures. *Journal of Food Science* 68 (1), 333–338.
- Villacañas, F., Pereira, M.F.R., Orfão, J.M., Figueiredo, J.L. 2006.** Adsorption of Simple Aromatic Compounds on Activated Carbons. *Journal of Colloid and Interface Science* 293 (1), 128–136.
- Weinand, R. 1995.** Adsorbent Resins in the Beverage Industry. *Fruit Processing* 5 (6), 166–171.
- Wu, M.L., Zall, R.R., Tzeng, W.C. 1990.** Microfiltration and Ultrafiltration Comparison for Apple Juice Clarification. *Journal of Food Science* 55 (4), 1162–1163.
- Wu, J., Gao, H., Zhao, L., Chen, F., Wang, Z., Hu, X. 2007.** Chemical Compositional Characterization of Some Apple Cultivars. *Food Chemistry* 103 (1), 88–93.
- Yıkar, E. 2003.** Elma. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları* 4 (7), 1–4.
- Yılmaz, Ş. 2005.** Farklı Durultma Proseslerinin Elma Suyu Üretiminde Fumarik Asit Miktarına ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli, 82s.
- Youn, K.S., Hong, J.H., Baec, D.H., Kima, S.J., Kima, S.D. 2004.** Effective Clarifying Process of Reconstituted Apple Juice using Membrane Filtration with Filter–aid Pretreatment. *Journal of Membrane Science* 228 (2), 179–186.
- Zeman, L.J., Zydney, A.L. 1996.** *Microfiltration and Ultrafiltration: Principles and Applications.* Marcel Dekker. New York, 618p.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Doğan KAYA
Doğum Yeri ve Tarihi : Akkuş/Ordu, 1982
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Ordu Lisesi, 1996–1999
Lisans : Uludağ Üniversitesi, 1999–2003
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2008–

Çalıştığı Kurum : Aroma Bursa Meyve Suları A.Ş., 2006-
İletişim : kaya_dogan@hotmail.com
Yayınlar :

Kaya, D., Şahin, O.I., Akpınar-Bayizit, A. 2009. Elma Suyu Konsantresinde Sodyum Standardizasyonu, Gıda Mühendisliği 6. Kongresi, 11.06.2009 Antalya (Poster Yayın)

Kaya, D. 2010. Sağlıklı Yaşam için Meyve Suyu, Kalder Türkiye Kalite Derneği Bursa Şubesi e – Bülten, Mart, 2010