

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

**FARKLI DURULTMA PROSESLERİNİN ELMA SUYU  
ÜRETİMİNDE FUMARİK ASİT MİKTARINA VE BAZI  
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Şükrü YILMAZ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**DENİZLİ – 2005**

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

**FARKLI DURULTMA PROSESLERİNİN ELMA SUYU  
ÜRETİMİNDE FUMARİK ASİT MİKTARINA VE BAZI  
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Şükrü YILMAZ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**DENİZLİ – 2005**

**FARKLI DURULTMA PROSESLERİNİN ELMA SUYU  
ÜRETİMİNDE FUMARİK ASİT MİKTARINA VE BAZI  
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarafından Kabul Edilen  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Şükrü YILMAZ**

**Tez Savunma Tarihi: 16.09.2005**

**Denizli – 2005**

## TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr. Yahya TÜLEK**  
(Yönetici)

**Prof. Dr. Sebahattin NAS**  
(Jüri Üyesi)

**Doç. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU**  
(Jüri Üyesi)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
.....tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**  
Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın yürütülmesinde sabırla beni izleyen, kendisinden bölüme başladığım günden beri çok şey öğrendiğim, tezimin oluşturulmasında en büyük emeğe sahip olan, saygıdeğer tez danışmanı hocam Yrd. Doç. Dr. Yahya TÜLEK'e bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde düşünceleriyle bana yol gösterdiği, beni sabırla bekleyip bana inandığı için sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Üniversite hayatım boyunca her zaman yanımda olan maddi manevi hiçbir desteğini benden esirgemeyen, lisans, yüksek lisans eğitimim ve iş hayatım boyunca bana sonsuz güven duyarak destek çıkan Saygıdeğer Hocam Yrd. Doç. Dr. Çetin Kadakal'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İş hayatına atıldığım günden bugüne dek sabırla beni yetiştiren her anımda yanımda olan, mükemmel kişiliği ve iş tecrübesi ile yanında çalışmaktan gurur duyduğum, maddi ve manevi her türlü desteğini benden esirgemeyen Patronum ve Sevgili Ağabey'im, Asya Meyve Suları A.Ş. Genel Müdürü Sn. Şevket Şafak ÇAĞLAYANLAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans Tez çalışmamın yürütülmesinde her türlü desteklerini benden esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Dekan'ı Sn. Prof. Dr. Sebahattin NAS'a, Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sn. Doç. Dr. Aydın YAPAR'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Dinter GmbH – Türkiye'ye bağlı Konfrut Gıda A.Ş.'de, tezimin oluşturulması esnasında yaptığım analizlerde ve çalışmalarda sonuna kadar bana yardımcı olan çok değerli mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu zorlu hayat yolunda her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Canım babam **Mustafa YILMAZ**'ın ruhuna armağanımdır...

**Denizli - Ağustos 2005**

**Şükrü YILMAZ**

## ÖZET

Fumarik asit (FA) (trans-but-2-enedioic asit), laktik asit, patulin (4-hidroksi-4 H-furo (3,2 c)-piran-2-(6H) bir), hidroksimetilfurfural (HMF), renk ve berraklık değerleri elma suyunda önemli kalite kriterlerini oluşturmaktadır. Özellikle meyve ve meyve sularında mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen FA ve patulin insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır.

Taze hazırlanmış (ısıl işlem görmemiş) elma sularında doğal FA içeriği 0'dan 1,7 mg/L'ye kadar değişebilir. Yüksek fumarik asit miktarı, elmalarda mikrobiyolojik bir bozulmanın oluştuğunu işaret edebilir. Fumarik asit miktarında artış olmasına neden olan kriterlerden bir tanesi de sentetik L-malik asit katkısıdır.

HMF, elma suyunda önemli kalite kriterlerinden bir başkasını oluşturur. Ketopentozların dehidrasyonu, HMF değerinin yüksek oluşu, yüksek ısıl işlemin üretimde gerçekleştiğini gösterir. Bu nedenle Uluslararası Meyve Suyu Üreticileri Federasyonu, HMF'nin meyve suyu içerisinde maksimum konsantrasyonunun 5 mg/L olduğunu kabul etmişlerdir.

Bu çalışmada, elma suyuna uygulanan önceden belirlenmiş olan sekiz farklı porsese uygulamasının [ Ultra filtrasyon (UF), Aktif karbon (AK), Polyvinylpolypyrrolidone (PVPP), Jelatin (J) + Bentonit (B), (J+B) + UF, (J+B) + AK, (J+B) + PVPP ve (J+B) + Kiselgur (K) ] fumarik asit (FA), hidroksimetilfurfural (HMF), renk ve berraklık değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. UF uygulaması ve (J+B) + UF uygulaması hariç, farklı dozlarda kullanılan AK, K, PVPP, J ve B'in FA ve HMF ile renk ve berraklık değerleri üzerindeki etkileri de tespit edilmiştir. FA ve HMF değerlerindeki azalma, renk ve berraklık değerlerindeki artışlar; AK, K, PVPP, J ve B miktarlarının artırılması ile elde edilmiştir. FA ve HMF değerinde elde edilen en iyi sonuç sırasıyla 2,63 ve 3,14 mg/L'dir. Bu değerlere (J+B) + AK uygulaması gerçekleştirilerek ulaşılmıştır. Diğer taraftan elma suyu örneklerinde en iyi renk ve berraklık değerlerine (J+B) + UF uygulaması gerçekleştirilerek ulaşılmıştır. Bu en iyi değerler sırası ile 76,23% ve 98,25%'dir.

Bu araştırmanın yapılmasında dikkate alınan bir amaç ise elma suyu üretimi yapan tesislerin kullandıkları jelatin (J), bentonit (B), aktif karbon (AK), polyvinylpolypyrrolidone (PVPP), kiselgur (K)'un en iyi kalite değerlerini verecek en ekonomik kullanım miktarlarının tespit edilerek bu endüstriye yardımcı olabilmektir.

***Anahtar Kelimeler:*** Elma Suyu, Fumarik asit, HMF, HPLC, İşlemler

**Şükrü YILMAZ**



## ABSTRACT

Fumaric acid (FA) (*trans*-but-2-enedioic acid), lactic acid, patulin (4-hydroxy-4 H-furo (3,2 c)-pyran-2-(6H) one), hydroxymethylfurfural (HMF), color and clearness are important quality criteria in apple juice. FA and patulin produced by microorganisms in fruits and fruit juice cause certain quality defects and health hazards.

The natural FA content of freshly prepared (not heat treated) clarified AJ (8-14.8 °Brix) varied from 0 to 1.7 mg/L. Previous studies have shown that FA content can be increased from malic acid during the processing of AJ. The allowable FA value for AJ (authentic and not decayed) considered to be no higher than 3 mg/L. High FA content may indicate microbiological degradation of apples, adulteration due to addition of synthetic L-malic acid, microbial spoilage of juices and over processing of AJ.

HMF is one other quality criteria of AJ. The presence of HMF is considered as an indication of quality deterioration. It is formed as a result of dehydration of ketopentoses, particularly in acidic or high-temperature environments and a high level of HMF suggests that thermal exposure has been excessive. So, the International Federation of Fruit Juice Processors (IFFJP) recommends a maximum concentration of 5 mg/L HMF in fruit juices.

In this study, the effects of eight different processing treatments of apple juice (AJ) production [Ultra filtration (UF), Activated charcoal (AC), Polyvinylpolypyrrolidone (PVPP), Gelatine (G)+Bentonite (B), (G+B)+UF, (G+B)+AC, (G+B)+PVPP and (G+B)+Kieselguhr (K)] on the fumaric acid (FA), hydroxymethylfurfural (HMF), color and clearness values of AJ were investigated. With the exception of UF and (G+B)+UF treatments, the effects of different doses of AC, K, PVPP, G and B on the FA, HMF, color and clearness values were also determined. A decrement in FA and HMF and increment in color and clearness were determined with increasing amounts of AC, K, PVPP, G and B. The best results in FA and HMF values were obtained as 2.63 and 3.14 mg/L, respectively, using the process of (G+B)+AC. On the other hand, the best improvement in color and clearness of the juice samples were observed as 76.23% and 98.25%, respectively, using the process of (G+B)+UF.

The aim of this research was to determine the effects of various processing treatments on the FA, HMF, color and clearness values of AJ. It also aims to help the AJ manufacturing industry for determining the minimum usage levels of gelatine (G), bentonite (B), activated charcoal (AC), polyvinylpolypyrrolidone (PVPP), kieselguhr (K), in the production of AJ and AJ concentrate.

***Key words:*** Apple Juice, Fumaric acid, HMF, HPLC, Process

**Şükrü YILMAZ**

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Teşekkür.....	II
Özet.....	IV
Abstract.....	VI
İçindekiler.....	X
Şekiller Dizini.....	XIII
Çizelgeler Dizini.....	XVI

## Birinci Bölüm

### GİRİŞ

1.GİRİŞ.....	1
1.1.Fumarik Asit Hakkında Genel Bilgi.....	7
1.2.Fumarik Asitin Oluşum Şekilleri.....	11
1.3.Berrak Meyve Suyu Konsantresi Üretim Basamakları.....	15

## İkinci Bölüm

### MATERYAL VE METOD

2.MATERYAL VE METOD.....	17
2.1.Materyal.....	17
2.2.Metod.....	19
2.2.1.Genel Kalite Analizleri.....	29
2.2.1.1.Suda Çözünen Kuru Madde (Briks) Tayini.....	29
2.2.1.2.Renk Tayini.....	29
2.2.1.3.Berraklık Tayini.....	29
2.2.2.Berrak Elma Suyu Örneklerinde Fumarik Asit Tayini.....	30
2.2.3.Berrak Elma Suyu Örneklerinde HMF Tayini.....	32

2.2.4.İstatistiksel Analizler.....	33
------------------------------------	----

### Üçüncü Bölüm

## BULGULAR VE TARTIŞMA

3.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
3.1. Sekiz Farklı Prosesten Elde Edilen Berrak Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	34
3.1.1.Proses 1 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	34
3.1.2.Proses 2 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	37
3.1.3.Proses 3 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	39
3.1.4.Proses 4 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	41
3.1.5.Proses 5 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	43
3.1.6.Proses 6 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	45
3.1.7.Proses 7 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	47
3.1.8.Proses 8 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	50

### Dördüncü Bölüm

## SONUÇ VE ÖNERİLER

4.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
--------------------------	----

**Beşinci Bölüm**  
**KAYNAKLAR**

5.KAYNAKLAR.....62

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil No:</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1: Fumarik asit (Trans – 1.2 – etilendikarboksilik asit)	7
Şekil 1.2: Sitrik asit döngüsü	8
Şekil 1.3: Süksinik asitin fumarik asite oksidasyonu	9
Şekil 1.4: Fumarik asitin malik asite hidratazyonu	9
Şekil 2.1: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 1)	20
Şekil 2.2: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 2)	21
Şekil 2.3: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 3)	22
Şekil 2.4: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 4)	23
Şekil 2.5: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 5)	24
Şekil 2.6: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 6)	25
Şekil 2.7: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 7)	26
Şekil 2.8: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 8)	27
Şekil 2.9: Fumarik asit için kalibrasyon eğrisi	30
Şekil 3.1: Proses 1 uygulamasının FA ve HMF değerlerinde meydana getirdiği % değişimler. (kontrol basamak değerleri %100 kabul edilmiştir)	35
Şekil 3.2: Proses 1 uygulamasının elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişimler.	36
Şekil 3.3: Proses 1’de jelatin-bentonit seviyesi ile elma suyu örneklerinin FA değerleri arasındaki ilişki.	38
Şekil 3.4: Proses 2’de uygulanan farklı aktif karbon seviyelerinin elma suyu örneklerinin FA miktarında meydana getirdiği değişim	38
Şekil 3.5: Jelatin – bentonit ve farklı seviyelerde aktif karbon uygulamasını içeren proses 2’de aktif karbon seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi	39

Şekil 3.6: Proses 3 uygulamasının elma suyu örneğinin renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişim	41
Şekil 3.7: Proses 4 uygulamasının elma suyu örneğinin FA, renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişim	42
Şekil 3.8: Proses 5 uygulaması sonucunda seviyelere ve kontrol örneğe göre elma sularının FA içeriğinde meydana gelen değişim	44
Şekil 3.9: Jelatin–bentonit ve farklı seviyelerde kiselgur uygulamasını içeren proses 5’de kiselgur seviyeleri ile FA miktarlarındaki değişim ilişkisi	45
Şekil 3.10: Jelatin – bentonit ve farklı seviyede PVPP uygulamasını içeren Proses 6’da PVPP seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi	47
Şekil 3.11: Proses 7 uygulamasının elma suyu örneklerinin FA değerinde meydana getirdiği değişim	49
Şekil 3.12: Farklı seviyelerde aktif karbon uygulamasını içeren Proses 7’de aktif karbon seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi	50
Şekil 3.13: Farklı dozaj miktarlarına göre proses 7’de elde edilen elma suyu örneklerinde kontrol örneğine göre FA değerinde meydana gelen değişim	52
Şekil 3.14: Farklı seviyelerde PVPP uygulamasını içeren proses 8’de PVPP seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi	53
Şekil 4.1: Jelatin-bentonit seviyesine göre elma suyu örneklerinin FA ve HMF değerinde meydana gelen % değişim	56
Şekil 4.2: Aktif karbon dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin Fa ve HMF değerlerinde meydana gelen % değişim	57
Şekil 4.3: Kiselgur ve PVPP dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin FA ve HMF değerlerinde meydana gelen % değişim	57
Şekil 4.4: Jelatin-bentonit seviyesine göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim	59
Şekil 4.5: Aktif karbon dozaj miktarına göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim	59
Şekil 4.6: Kiselgur ve PVPP dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim	60

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1: Türkiye'nin Dünya Meyve Yetiştiriciliğindeki Yeri	2
Çizelge 1.2: Türkiye'de 2003 Yılına Kadar Üretilmiş Olan Meyvelerin Miktarları	3
Çizelge 1.3: Elma Suyunun Bileşim Öğeleri	6
Çizelge 1.4: Biyokimyasal Birçok Bileşiğin Oluşumunun Standart Serbest Enerjisi	10
Çizelge 1.5: Değişik Mikroorganizmaların Meyve Sularında Oluşturduğu Fumarik Asit Miktarları (mg/L)	12
Çizelge 2.1: Aktif Karbon Özellikleri (25K)	19
Çizelge 2.2: Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Uygulanan Sekiz Farklı Proses Aşaması ve Kullanılan Yardımcı Malzemelerin Dozaj Miktarları	28
Çizelge 2.3: Fumarik Asit Analizlerinin Gerçekleştirildiği HPLC Cihazının Özellikleri ve Analizlerdeki Kromatografi Koşulları	31
Çizelge 3.1: Kontrol Örneğinde ve Proses 1 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan Fumarik Asit, HMF, Renk, Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları	34
Çizelge 3.2: Kontrol Örneği ve Proses 2 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan Fumarik Asit, HMF, Renk, Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları	37
Çizelge 3.3: Kontrol Örneğinde ve Proses 3 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları	40
Çizelge 3.4: Proses 4'de Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	41
Çizelge 3.5: Proses 5 Uygulaması Sonucunda Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	43



Çizelge 3.6: Kontrol Örneği ile Proses 6 Uygulamasında Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	46
Çizelge 3.7: Proses 7 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örnekleri ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	48
Çizelge 3.8: Proses 8 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	51
Çizelge 4.1: Kontrol Örneğe ve Tüm Proses Uygulamalarına Ait Ortalama FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları	54
Çizelge 4.2: Tüm Proses Uygulamalarının Her Bir Dozaj Seviyesinde ve Kontrol Örneğinde Saptanmış Olan FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları.	55

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.GİRİŞ

Tarıma dayalı ekonomiler, ülkeler için her zaman büyük bir önem taşımaktadır. Bu ekonomik olguyu iyi değerlendiren ülkeler her zaman bir adım önde olmayı bilmişlerdir. Nitekim dünyada belirli bir endüstrileşme düzeyini yakalamış olan ülkeler, bu endüstrileşme düzeyine ulaşabilmek için gerekli kapitali tarımdan sağlamışlardır. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bugünkü endüstri düzeyine tarım ürünlerinden sağlanan kaynaklarla ulaşılabilmiştir.

Türkiye, meyve-sebze işleme sanayisinde önemli yatırımlar yaparak dünya pazarına girmeyi başarabilmiştir. Ancak pazar büyük ve rekabet koşulları sert olduğu için üretilen ürünlerin satışında sert kurallar boy göstermeye başlamıştır. Toplumlardaki refah düzeyinin de yükselmesi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak insanların beslenme ile ilgili konularda daha titiz davranmaları sadece Türk üreticileri değil tüm dünyadaki üretici firmaları büyük bir rekabet içerisine sokmuştur. Bu sebeplere ek olarak ihracatçı firmaların fiyat kırma isteği ile çeşit çeşit kalite parametreleri oluşturup bunları gündeme getirmeleri de göz ardı edilemez bir durumdur.

Türkiye, meyve-sebze yetiştiriciliği bakımından önemsenecek bir konumda yer almaktadır. Nitekim Çizelge 1.1’de Türkiye’nin dünya meyve yetiştiriciliğindeki yeri açıkça görülmektedir (Anon, 2002).

Çizelge 1.1’den de açıkça görüldüğü üzere Türkiye’nin dünya meyve üretimindeki yeri genel oranda %3,6 gibi bir değere sahiptir ve bu değer Türkiye’nin üretimde önemli bir konumda olduğunu göstermektedir. Bu üretimin içerisinde Türkiye’nin elma yetiştiriciliğindeki payı 2.200.000 ton ile dünya diliminin %3,9’unu oluşturmaktadır. Nitekim

dünyada meyve üretimi bazında elma, turunçgiller, muz ve üzümünden sonra en fazla konumundadır.

Çizelge 1.1: Türkiye'nin Dünya Meyve Yetiştiriciliğindeki Yeri (Anon, 2002).

MEYVE TÜRÜ	TÜRKİYE ÜRETİMİ (000 TON)	DÜNYA ÜRETİMİ (000 TON)	TÜRKİYE'NİN PAYI (%)
ARMUT	350.0	17.115.2	2.0
AYVA	97.0	383.7	25.3
<b>ELMA</b>	<b>2.200.0</b>	<b>57.095.0</b>	<b>3.9</b>
ERİK	200.0	9.314.7	2.1
KAYISI	315.0	2.708.0	11.6
KİRAZ	210.0	1.787.3	11.8
ŞEFTALİ	460.0	13.815.2	3.3
VİŞNE	100.0	883.0	11.3
ZEYTİN	1.800.0	13.976.5	12.9
KESTANE	50.0	954.2	5.2
A.FISTIĞI	50.0	571.2	8.8
BADEM	41.0	1.837.6	2.2
FINDIK	600.0	843.0	71.1
CEVİZ	117.0	1.300.6	9.0
TURUNÇGİLLER	2.388.0	98.700.0	2.4
ÇİLEK	145.0	3.237.5	4.5
İNCİR	265.0	1.018.4	24.5
MUZ	70.0	69.832.4	0.1
T.HURMASI	15.0	2.329.0	0.6
ÜZÜM	3.600.0	61.018.3	5.9
KİVİ	2.7	1.001.1	0.3
AVAKADO	0.4	2.701.4	0.0

Elma, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de üretim bakımından tercih edilen bir meyvedir. Türkiye; elma işleme sanayiinin hammaddesini teşkil eden elma üretimi bakımından önemli bir potansiyele sahiptir.

Yapılan bir araştırma sonucuna göre Türkiye'de değişik meyvelerin 1961 – 2002 yılları arasında yıllık üretim miktarları Çizelge1. 2'de gösterilmiştir (Anon, 2002).

Çizelge 1.2'deki değerler incelendiğinde, elmanın ülkemizde üzümünden sonra en çok üretimi yapılan meyve olduğunu görebiliriz. Türkiye'nin sahip olduğu ekolojik ve coğrafik koşullar, ülkenin tüm bölgelerinde yıl boyunca elma üretimi açısından oldukça elverişlidir. Bu nedenle elma, Türkiye'de yetiştirilen meyveler arasında ikinci sırada yer almaktadır. Ege, Akdeniz ve

Marmara Bölgeleri, Türkiye'nin önemli elma üretim alanlarını oluşturmakta ve bu bölgeler de toplam üretimin yaklaşık dörtte üçünü gerçekleştirmektedir.

Çizelge 1.2: Türkiye'de 2003 Yılına Kadar Üretilmiş Olan Meyvelerin Miktarları(Anon, 2002).

ÜRÜN ADI	1961	1970	1980	1990	1995	2000	2001	2002
<b>Y.ÇEKİRDEKLİLER</b>								
ARMUT	145.2	180.0	330.0	413.0	410.0	380.0	360.0	350.0
AYVA	41.0	36.0	50.0	79.0	71.0	105.0	102.0	97.0
<b>ELMA</b>	<b>283.0</b>	<b>748.0</b>	<b>1.430.0</b>	<b>1900.0</b>	<b>2.100.0</b>	<b>2.400.0</b>	<b>2.450.0</b>	<b>2.200.0</b>
MUŞMULA	0.0	0.0	6.4	6.3	5.0	4.6	4.5	4.5
YENİ DÜNYA	0.0	0.0	3.0	9.0	12.5	11.5	11.5	12.0
<b>Y.ÇEKİRDEKLİLER</b>								
ERİK	93.2	119.0	156.5	188.0	187.0	195.0	200.0	200.0
İĞDE	0.0	9.0	10.0	5.5	5.9	5.3	5.0	4.7
KAYISI	114.9	95.0	160.0	300.0	281.0	579.0	517.0	315.0
KIZILCIK	0.0	12.0	15.3	17.0	13.5	12.0	12.0	10.0
KİRAZ	48.0	59.0	96.0	143.0	186.0	230.0	47.0	50.0
ŞEFTALİ	98.1	112.0	240.0	350.0	340.0	430.0	460.0	460.0
VİŞNE	23.2	32.0	60.0	90.0	92.0	106.0	120.0	100.0
ZERDALİ	0.0	43.0	60.0	60.0	31.0	49.0	47.0	37.0
ZEYTİN	689.3	681.0	1.350.0	1.100.0	515.0	1.800.0	600.0	1.800.0
<b>TURUNÇGİLLER</b>								
GREYFURT	2.3	7.0	17.0	33.0	65.0	130.0	135.0	138.0
LİMON	70.4	126.0	283.0	357.0	418.0	460.0	510.0	500.0
MANDALİNA	0.0	68.0	167.0	345.0	453.0	560.0	580.0	590.0
PORTAKAL	177.8	445.0	679.0	735.0	842.0	1.070.0	1.250.0	1.160.0
<b>Ü.MEYVELER</b>								
ÇİLEK	6.4	9.7	23.0	51.0	76.0	130.0	117.0	145.0
DUT	0.0	106.0	95.0	80.0	75.0	60.0	55.0	55.0
İNCİR	203.0	214.0	205.0	300.0	300.0	240.0	235.0	265.0
KEÇBOYNUZU	11.6	16.0	17.0	15.0	13.0	14.0	13.5	13.0
MUZ	5.2	12.6	30.0	36.0	31.0	64.0	75.0	70.0
NAR	0.0	17.0	36.0	50.0	53.0	59.0	60.0	60.0
T.HURMASI	0.0	1.4	3.8	10.0	9.2	12.0	13.5	15.0
ÜZÜM	3.189.0	3.850.0	3.600.0	3.500.0	3.550.0	3.600.0	3.250.0	3.600.0
KİVİ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	2.4	2.7
AVAKADO	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4

Türkiye'de üretilen elmaların hemen hemen %15-20'si işlenmekte kalan miktar ise taze olarak tüketime sunulmaktadır. Sanayiye giden elmaların %90'nı elma suyu konsantresine, geri kalan %10'u püreye işlenmektedir (Anon., 2004a). Türkiye'de işlenmiş meyve-sebze ürünleri içerisinde elma suyu konsantresi ihracatımızın önemli bir dilimini oluşturmaktadır. Türkiye'de meyve suyu fabrikalarının berrak meyve suyu için kurulu kapasiteleri 53.200 ton/yıl düzeyindedir (Artık ve Halkman, 1994). Berrak meyve suyu konsantresi üretiminde en önemli payı %99,3 ile elma suyu konsantresi almaktadır (Özin, 1992). Türk 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. Sayılan bu nedenler itibarı ile elma suyu konsantresine talep, ülkemizde artmaktadır

Bir gıdanın kalitesi ve dayanıklılığı kullanılan hammaddenin kalitesine, uygulanan teknolojiye ve üretim sırasında kontaminasyon olup olmamasına bağlıdır. Gıda endüstrisi içerisinde önemli bir yer tutan elma suyu konsantresi üretiminde de gıda sanayiinin diğer kollarında olduğu gibi hammadde kalitesi büyük bir önem taşımaktadır. Kimyasal olarak incelendiğinde elmaların ve diğer meyvelerin zedelenmesi, gereksiz depolama ve taşınma sırasında meyvelerde kontaminasyonlar meydana gelmektedir(Artık et al., 2001). Yaralanmış elmalarda mikrobiyal aktivitenin artması üretilen ürünün kalitesinde olumsuz yönde etki yapar. Elma suyu konsantresi üretim aşamasının herhangi bir anında oluşabilecek aksaklıklar da, ürün kalitesinin azalmasına yol açabilirler. Bugün ülkemizde gelişmiş teknoloji kullanılarak üretilen elma suyu konsantrelerinde fiziksel, kimyasal ya da mikrobiyolojik bozulmalar büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu bozulmalar içerisinde mikrobiyolojik olarak meydana gelenler geri dönüşü olmadığından daha büyük öneme sahiptir.

Elma suyu konsantresi üretiminde, mamülün pazarlanabilmesi için FDA'nın belirlediği bir takım ana kriterleri taşıyor olması gerekmektedir. Bu kriterlerden bir tanesi de elma suyu konsantresinin içerdiği fumarik asit düzeyidir. Taze hazırlanmış olan (ısıtılmamış) elma sularında fumarik asit miktarı 0'dan 1,7 mg/L'ye kadar çıkabilmektedir (Kvasnicka and Voldrich, 2000). Yasal düzenlemelerin öngördüğünden daha yüksek bir fumarik asit içeren elma suyu konsantresinin (ESK) satılabilme ve dolayısıyla tüketilebilme olanağı yoktur. Gerçekte meyve suyunda oluşabilecek fumarik asit hangi miktarda olursa olsun insan sağlığı açısından risk taşımaz. Ancak meyve suyunda belli bir sınır miktarın üzerinde oluşması, üretimde kalitesiz hammaddenin kullanıldığına veya üretim hatlarında yeterli temizlik ve dezenfeksiyonun gerçekleşmediğine ışık tutmaktadır.

Bu nedenle özellikle mikroorganizmalar tarafından oluşturulan FA ve patulin içeriğinin yasal sınırın üzerinde olması ürün kalitesi açısından risk taşımaktadır (Acar et al.,1999). Bu yüzden ESK üretiminde diğer kalite kriterlerinin yanı sıra fumarik asit (FA) miktarı açısından da yasal düzenlemelere ve müşteri talebine uygun üretim yapılması şarttır.

Elma suyu konsantresi üretiminde kullanılan elmaların sağlam, olgun ve taze olması elde edilecek ürünün kalitesi açısından çok önemlidir. İşlenecek olan elmaların çeşidi de elde edilecek ürün kalitesine büyük değişiklik kazandırmaktadır. Ülkemizde elma hasadı eylül ayında başlamakta ve hasat ocak ile şubat ayının ortalarına kadar devam etmektedir. Elma suyu üretimi yapan tesisler bu aylarda toplanan elmaları direkt üretime almakta bazen de depolayarak sonradan işlemektedir. Özellikle açık alanda elmaların depolanması sırasında elma verimi düşmekte, FA ve patulin içeriği, mikrobiyolojik yüklenmenin artması ile yükselmektedir (Kadalkal and Nas, 2003). *Rhizopus stolonifer*'in elmalara kontamine olması sonucu FA içeriği yükselir (Karadeniz and Ekşi, 1997). Normalde ekşi elmalar meyve suyu üretimine daha elverişlidir. Ancak ülkemizde hemen hemen ekşi elma bulunmadığından, sofralık nitelikte olmayan tatlı elmalar işlenmekte ve bunlardan elde edilen elma suyuna, uygun bir asit-şeker dengesi vermek önemli bir sorun olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda elma suyu bileşimi belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 1.3'de gösterilmiştir (Bielig et al, 1984).

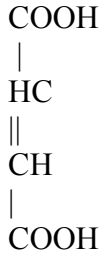
Endüstride fumarik asitin bu denli önemli oluşunu saptayabilmek için ilk olarak fumarik asitin ne olduğunun irdelenmesi oluşum şartlarının ve oluşum nedenlerinin ortaya konması gerekmektedir.

Çizelge 1.3: Elma Suyunun Bileşim Öğeleri (Bielig et al, 1984).

	Yönetmelik Değeri	Sapma Sınırları		Ortalama Değer
		(min.)	(maks.)	
Relatif yoğunluk 20/20	min. 1.0450	1.0450	1.0570	1.0488
Briks	min. 11.18	11.18	14.01	12.08
Çözünen Kurumadde g/l	min.116.8	116.8	148.1	126.7
Titrasyon asitliği (pH 7.0)				
Tartarik asit olarak g/l	min. 5.0	5.0	8.5	6.5
Etanol g/l	max. 3.0	-	-	-
Uçar asitler				
asetik asit olarak g/l	max. 0.4	-	-	-
Laktik asit g/l	max. 0.5	-	-	-
Toplam sülfüroz				
Asit mg/l	max. 10.0	-	-	-
Glukoz g/l	-	18	35	26
Fruktoz g/l	-	55	80	65
Gluk-Fruk. Oranı	max. 0.5	0.3	0.5	0.40
Sakkaroz g/l	-	5	30	15
İndirgenmeyen Ekst. g/l	min. 18	18	29	22
Kül g/l	min. 2.1	1.9	3.5	2.55
Alkalilik sayısı	min. 11	11	14	13
Sodyum mg/l	max. 30	-	-	-
Potasyum mg/l	min. 1000	900	1500	1200
Kalsiyum mg/l	-	30	120	59
Magnezyum mg/l	-	40	70	52
Klorür mg/l	max. 50	-	-	-
Nitrat mg/l	max. 10	-	-	-
Fosfat mg/l	min. 150	130	300	220
Sülfat mg/l	max. 150	-	-	-
D-malik asit g/l	-	-	-	-
Sitrik asit mg/l	-	50	200	100
Tartarik asit g/l	-	-	-	-
Prolin mg/l	max. 15	-	-	8
Formal sayısı				
(0.1 ml N alkali/100 ml)	-	2.5	10	4.5
D-sorbit g/l	min. 2.5	2	7	4

## 1.1. Fumarik Asit Hakkında Genel Bilgi

Fumarik asit, meyvelerde doğal olarak da sentezlenebilen dikarboksilli bir organik asittir(Şekil 1.1) (Junge and Spadinger, 1982).



Şekil 1.1: Fumarik asit (Trans – 1.2 – etilendikarboksilik asit)

Fumarik asit saf halde iken; beyaz, kokusuz, granüler ve kristal yapıdadır. Alkolde çözünür su ve eterde ise az çözünür. Kloroformda çözünürlüğü çok azdır. Fumarik asitin bir diğer özelliği maleik asitin geometrik izomeridir (Oskay, 1975).

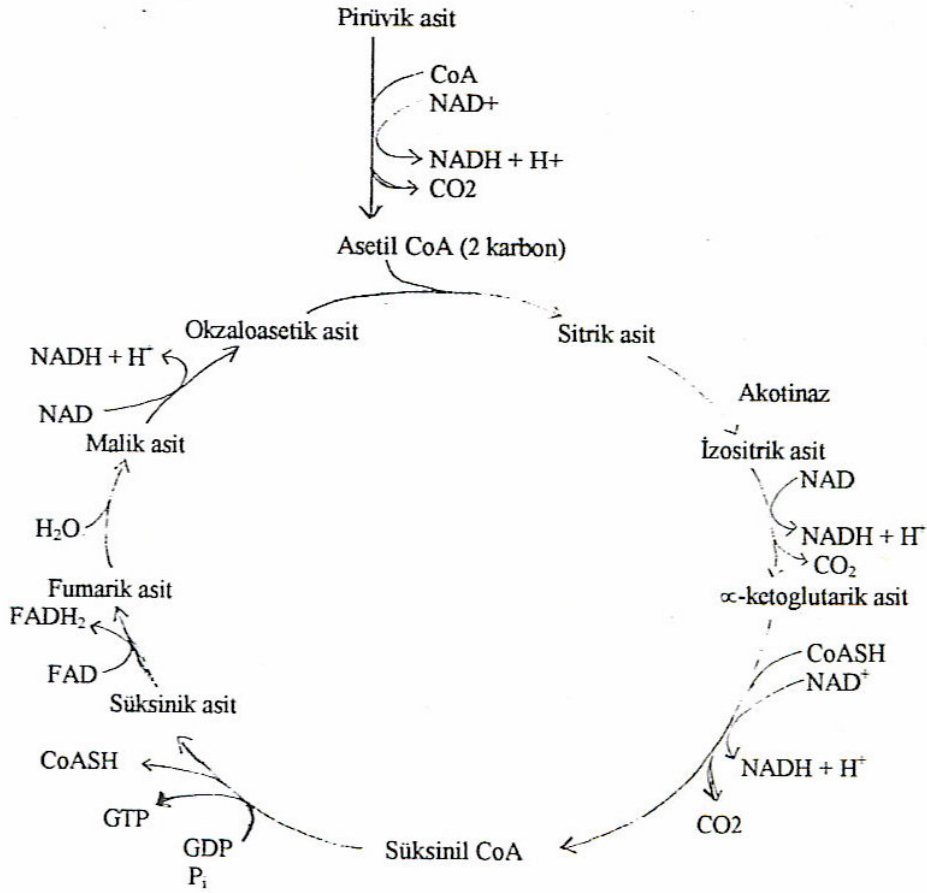
Fumarik asit normalde maleik asitten daha zayıf bir asittir. Bunun nedeni; maleik asitteki cis karboksil gruplarının çelat halkasını oluşturmasına karşın, fumarik asitin trans karboksil grupları çelat halkası oluşturamamaktadır.

Fumarik asit, meyve sularında çeşitli nedenlere bağlı olarak oluşum göstermektedir. Fumarik asit, elmada doğal olarak oluşabildiği gibi elmaların depolanması, meyve suyuna ve konsantreye işlenmesi ile ısı uygulaması süresince mikroorganizma ve termal stres sonucuyla da oluşabilmektedir (Fuleki et al., 1995).

Elmada fumarik asitin oluşumu büyük oranda sitrik asit siklusunda meydana gelmektedir.

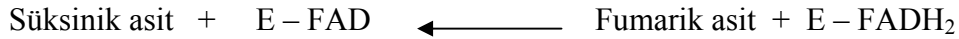
Sitrik asit siklusu (kreps siklusu, trikarboksilik asit siklusu) mitokondrionlarda yer alan bir seri reaksiyondur. Şekil 1.2’de sitrik asit siklusu gösterilmektedir. Bu siklusun başlıca işlevi, karbonhidratın, lipidlerin ve proteinin oksidasyonunda en son ortak yol olarak iş görmesidir (Menteş ve Menteş 1986).





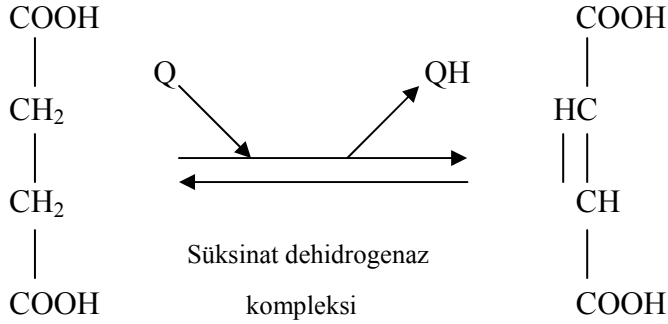
Şekil 1.2: Sitririk asit döngüsü

Sitririk asit siklusunda süksinik asit kovalent bağlı flavin adenin dinükleotid (FAD) içeren süksinat dehidrogenaz tarafından fumarik asite oksitlenir. Bu redüklenebilen koenzim aşağıdaki hidrojen aksptörü olarak fonksiyona sahiptir (Lehninger, 1970).



Bu reaksiyon sitirik asit siklusunda, NAD'nin katılışı olmaksızın hidrojenin substrattan bir flavoproteine direkt taşınışını ilgilendiren yegane dehidrogenazyondur (Menteş ve Mentese, 1986). Okaryotik süksinat dehidrogenaz kompleksi mitokondrial membran içinde bulunurken sitirik asit döngüsünün diğer komponentleri mitokondrial membran içinde çözünmüş haldedir. Aerobik prokaryotlarda, süksinat dehidrogenaz kompleksi membran plazmasında bulunurken, sitirik asit döngüsündeki diğer komponentler hücre sıvısında bulunurlar.

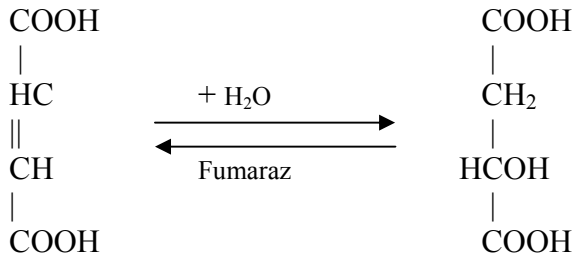
Süksinat dehidrogenaz FAD içerir. Bu dehidrogenazyonun bir sonucu olarak fumarik asit meydana gelir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Süksinik asitin fumarik asite oksidasyonu

Süksinat dehidrogenaz, süksinik asitin fumarik asite oksidasyonu ile çift bağın oluşumunu katalize eder (Horton et al., 1993).

Fumarik asitin malik asite hidratazyonu Şekil 1.4’de gösterilmektedir.



Şekil 1.4: Fumarik asitin malik asite hidratazyonu

Oluşan fumarik asit, fumarazın ( fumarat dehidrotaz) çift yönlü hidratazyonuyla malik asite dönüştürülür. Malik asitin L-izomeri için spesifik oluşuma ek olarak, fumaraz trans şeklindeki fumarik asitin çift bağına suyun elementlerinin eklenişini katalize eder (Menteş ve Menteş 1986). Çizelge 1.4’de biyokimyasal birçok bileşiğin oluşumunun standart serbest enerjisi verilmiştir (Fuleki et al., 1995).

Çizelge 1.4: Biyokimyasal Birçok Bileşimin Oluşumunun Standart Serbest Enerjisi

Aşağıdaki Gibidir (Fuleki et al., 1995).

Maddeler	- $\Delta G^0 F$ (kcal/mol,25 <sup>0</sup> C)	- $\Delta G^0$ (kcal/mol,25 <sup>0</sup> C)
Asetik asit (sıvı)	93,75	33,38
L-Asparagin	183,50	125,86
n Butirik asit	90,65	90,86
Karbondioksit	94,24	92,31
Bikarbonat	.....	.....
Sitrat	.....	279,24
Etanol	41,77	43,39
Fumarik Asit	156,49	154,67
Fumarat	.....	144,41
$\infty$ -D-Glukoz	217,56	219,22
Malat	.....	201,98
Su	56,69	48,72
Üre	47,12	92,55
Süksinik asit	178,68	178,39

Çizelge 1.4 incelediğinde fumarik asitin, süksinik ve malik asite kıyasla daha düşük standart serbest enerjiye sahip olduğu görülmektedir. Bu çizelgedeki  $\Delta G^0 F$  değerleri, maddelerin solusyonlarının, -  $\Delta G^0$  ise saf hallerinin standart serbest enerjilerini tanımlamaktadır.  $\Delta G^0 = \sum \Delta G^0_{\text{ürün}} - \sum \Delta G^0_{\text{reaktant}}$  bağıntısını kullanarak fumaratın malata çift yönlü hidrosyonunun standart serbest enerji değişim miktarı hesaplanabilir.

$$\Delta G^0 = 201.98 - (144.41 + 56.69) = - 0.88 \text{ kcal/mole}$$

Bir mol glukozun parçalanması için ise;

$$\Delta G^0 = 6 (56.69 + 94,26) - 219,22 = -686,48 \text{ kcal/mol}$$

Glukoz ile kıyasladığında malata fumaratın hidrolizi reaksiyonunun ne kadar küçük bir standart serbest enerji değişimine sahip olduğu görülebilir. Bu da, sıcaklık etkisiyle malik asitin fumarik asite kolayca dönüşebileceğini göstermektedir (Babasky et al., 1989).

## 1.2. Fumarik Asitin Oluşum Şekilleri

Fumarik asitin elma suyu konsantresi üretiminde oluşum nedenlerine bakılacak olursa, esas anlamda 4 farklı temele bağlı olarak meydana geldiği görülmektedir. Fumarik asitin oluşum nedenleri şu şekilde izah edilebilir;

- Meyvenin kendisinde doğal yolla oluşum
- Mikrobiyal kaynaklı bir oluşum
- Sentetik malik asit katkısı sonucu fumarik asit miktarında artış (Junge and Spadinger, 1982).

Fumarik asitin meyvenin yapısında doğal yolla oluşumu bölüm 1.1’de de açıklandığı üzere sitrik asit siklusunda gerçekleşmektedir. Ticari anlamda büyük önem taşıyan oluşum nedeninin başında mikrobiyal kaynaklı oluşum gelmektedir (Fuleki et al., 1995).

Okamura et al., (1997) tarafından yapılan bir araştırmaya göre; *Rhizophus*, *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Mucor*, *Cinemella*, *Cunninghanella*’nın bazı suşları yüksek miktarda fumarik asit oluşturmaktadır.

Gürgün ve Tuanil (1992) meyve parazitleri içerisinde yer alan filamentöz mantarlardan (flament oluşturan) *Rhizophus stolonifer*’in hammaddeye kontaminasyonu sonucunda önemli miktarda fumarik asit birikimi olduğunu saptamışlardır. *Rhizophus stolonifer* aynı zamanda meyvelerde yumuşak çürümeye neden olan bir mikroorganizma türüdür. Bu mikroorganizmanın kontamine olduğu meyveler çürüme aşamasına doğru ilerlerler (Karadeniz and Ekşi 1997).

Junge and Spadinger (1982)’nin yaptığı bir araştırmada çeşitli mikroorganizma türlerinin çeşitli meyve sularında oluşturdukları fumarik asit miktarı incelenmiştir. Bu miktarlar Çizelge 1.5’de verilmektedir.

Çizelge 1.5: Değişik Mikroorganizmaların Meyve Sularında Oluşturduğu Fumarik Asit Miktarları (mg/L) (Junge and Spadinger, 1982).

	Elma Suyu 11.2 Bx <sup>0</sup>	Erik Suyu 11.2 Bx <sup>0</sup>	Üzüm Suyu 11.2 Bx <sup>0</sup>
<b>Şahit (mg/L)</b>	10	5,2	1,7
Mayalar <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3,5	14,0	3,7
Oksidatif Mayalar <i>Phoohis fermantan</i>	5,0	5,5	4,8
Laktik Asit Bakterileri <i>Lactobacillus digerdii</i>	1,0	0	0
Asetik Asit Bakterileri <i>Gluconabacter</i>	22	39	12,5
Küfler <i>Rhizopus stolonifer</i>	1050	3880	1780
Küfler <i>Pennicillium exposum</i>	5,0	0	0
Küfler <i>Manilim jaxa</i>	0	52	0
Küfler <i>Boteytla cinera</i>	0	0	14

Çizelge 1.5 de açıkça görüldüğü üzere, *Rhizopus stolonifer* kontaminasyonu ile meyve sularında farklı fakat fazla miktarda fumarik asit oluşumu meydana gelmiştir. Bu üç örnekte de 1g/L'nin üzerinde fumarik asit oluşmuştur. Diğer mikroorganizmalar ise önemsenmeyecek boyutta fumarik asit oluşturmuşlardır. Ortamdaki laktik asit bakterilerine dikkat edilecek olursa, bu mikroorganizmalar daha çok fumarik asiti harcama eğilimindedirler.

Fumarik asit, dalından kopmuş taze bir meyvenin yapısında hemen hemen birkaç ppm civarında bir seviyede bulunmaktadır. Ancak *Rhizopus stolonifer*'in kontaminasyonu ile meyvede meydana gelen çürümeye paralel olarak fumarik asit seviyesi de artış gösterir (Kadalkal et al., 2002).

Kadalkal and Nas (2002)'nin yaptığı bir araştırmada meyvenin çürüklük durumuna göre oluşan fumarik asit miktarı incelenmiştir. Yapılan çalışmada; sağlam, %30 oranında çürümüş, %60 oranında çürümüş ve %100 oranında çürümüş elmalar kullanılmıştır. Sonuçta, elmalarda sağlamlıktan %100 çürüklüğe doğru gidildikçe oluşan fumarik asit miktarında büyük bir artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalardan görüldüğü üzere fumarik asit miktarı mikrobiyal kontaminasyon sonucunda önemli oranda artış göstermektedir. Bu durum, hammaddenin depolanması, hasatı, fabrikaya ulaşımı ve fabrikada üretime kadar saklanacağı koşulları dikkatle ele almak açısından önem taşımaktadır. Hammadde kalitesi her bakımdan olduğu gibi bu bakımdan da meyve suyu sanayii için ekonomik ve kalite yönünden önem taşımaktadır. Kaldı ki kalitesiz ve vasıfsız meyvelerin işlenmesi ile dünya standartlarında ürün elde etmek olanaksızdır.

Fumarik asitin elma suyu üretiminde oluşum nedenlerinden sonuncusunu sentetik malik asit katkısı oluşturmaktadır. Fumarik asit daima sentetik malik asit içerisinde yer alır. 210 nm'de absorbans değeri malik asitten daha yüksek olduğu için fumarik asit, elma sularında malik asit katkısının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Fumarik asit yüksek absorbansa uygun olarak 210 nm'de toplam pik alanının %37,4 - %53,1'ine tekabül eder. Junge and Spadinger (1982), laboratuvar kimyasalları tedarik eden beş firmadan elde edilen sentetik malik asitlerde %0,4-1,0 oranlarında fumarik asit bulunduğunu saptamışlardır. Elma suyu konsantresi üretimi sırasında uygulanan ısıl işlem nedeni ile ortamda mevcut doğal malik asitin fumarik aside kısmen de hidrolize olduğu tespit edilmiştir (Zyren et al., 1985).

Elma suyu ve elma suyu konsantresi üretiminde mikrobiyolojik yönden kalite kriteri olarak son yıllarda üzerinde durulan fakat ülkemizde ve dünyada detaylı bir çalışmanın yapılmadığı fumarik asit konusunda yapılan bu yüksek lisans tezinin amaçları şu şekilde sıralanabilir;

1. Elma suyunda mikrobiyal kökenli olarak oluşabilecek fumarik asitin miktarının (European Fruit Juice Association) A.I.J.N standartlarına indirgenmesinde hangi prosesler etkin olmaktadır.
2. Fumarik asit miktarını belli bir seviyenin altına indirmede izlenen proses basamaklarının üretimde meydana gelen (hidroksimetilfurfural) HMF, renk ve berraklık gibi bazı kalite özelliklerine etkileri ne olmaktadır.

Bu çalışma sayesinde meyve suyu konsantresi üreten, özellikle elma suyu konsantresine ağırlık vermiş fabrikalara ürün ihracatında önemli bir sorun teşkil eden fumarik asitin hangi durultma prosesleri ile azaltılabildiği ve üretim esnasında hangi kalite özelliklerinin değişim gösterdiği hakkında detaylı bir bilgi eldesi mümkün olabilecektir. Böylece bilim ve endüstriye katkıda bulunacak bulgulara erişilmeye çalışılmıştır.

Türkiye’de 1970’li yılların başında meyve suyu tüketimi kişi başına 0,4 L iken bu oran 1996 yılında 10 kat artarak kişi başına 3,9 L’ye çıkmıştır. Bugün ise bu değer 4,5 L civarındadır. Türkiye’nin 2001 yılında ise 30,8 milyon dolarlık ihracatını elma suyu oluşturmuştur (Anon., 2004b). Elma suyu ihracatı, meyve suyu ihracatı içerisinde en başta yer almaktadır. İhraç ettiğimiz elma suyu konsantrelerinde fumarik asit düzeyinin yüksek olması nedeniyle alıcı ülkelerin %5-10 arası fiyat kırması ülkemize yıllık en iyimser olarak 1.800.000 ABD doları zarara yol açabildiği hesaplanmıştır. En basit bu örnek bile konunun ülkemiz ekonomisi açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü yapılan bu çalışma sadece elma suyu konsantresine ışık tutmayıp, diğer meyve suyu konsantresi üretimlerinde de aynı yolun izlenerek mikrobiyal kökenli oluşabilecek fumarik asit düzeyinin indirgenmesine olanak sağlayacaktır. Fumarik asitin kabul edilmeme oranı 11,2<sup>0</sup> Bx. meyve suyunda maksimum 5,0 mg/L’dir (Anon., 2004c). Mikrobiyolojik kalite kriteri olarak fumarik asitin önemi henüz yeterince anlaşılmamıştır. Bu konun aydınlatılması ve High Pressure Liquid Chromotography (HPLC) ile fumarik asit düzeyinin belirlenmesi üzerinde araştırma yapılma gerekliliği bu çalışmanın yürütülmesinde temel gerekçe olmuştur.

### 1.3. Berrak Meyve Suyu Konsantresi Üretim Basamakları

Meyvenin meyve suyu konsantresine işlenmesindeki asıl amaç; meyve suyu bünyesinde yer alan değişik oranlardaki serbest suyun fiziksel olarak uçurulması ve bunun sonucunda elde edilen konsantre ile depolama, ambalajlama ve taşıma giderlerinin büyük ölçüde azaltılmasıdır.

Berrak elma suyu konsantresi üretiminde izlenen başlıca işlem basamakları aşağıda açıklandığı gibidir;

**Yıkama ve Ayıklama :** Elmalar fabrikaya dökme veya kasalarla gelebilir. Bunlar indirme havuzuna alındıktan sonra fabrikaya su kanalları vasıtası ile taşınırlar. Bu sırada bir ön yıkama işlemi gerçekleşmiş olur. Elmalar genellikle basınçlı su püskürtülerek yıkanılırlar. Ön yıkama ve asıl yıkama işlemine maruz kalmış olan elmalar titiz bir şekilde çürük, küflü vb...olan meyvelerden arındırılmak için seçme bandına gönderilirler. Burada vasıfsız ve çürük

elmalar seçilerek ayrılırlar. Seçme bandına önem verilmelidir çünkü istenmeyen hammaddenin üretime maliyet getireceği kuşkusuzdur.

**Parçalama :** Yıkanmış ve vasıfsız ve çürük meyvelerden arındırılmış olan elmalar preste uygun büyüklükte parçalama işlemine tabi tutulurlar. Parçalamada genellikle rendeleme değirmenleri kullanılır. Elmalar değirmenlerde mayşe haline getirildikten sonra presleme kabiliyetinin arttırılması için enzimasyon işlemine tabi tutulurlar.

**Enzimasyon :** Mayşenin presler tarafından etkin şekilde preslenerek posadan meyve suyunun en iyi randıman ile alınması için ön enzimasyon işlemi gerçekleştirilir. Mayşenin enzimasyonunda presleme kabiliyetini arttıran, pekteolitik enzimler belli oranlarda kullanılırlar. Enzimin çalışma koşulları göz önüne alınarak ortam sıcaklıkları da devamlı takip edilmektedir.

**Presleme :** Enzimasyon süresini tamamlamış olan mayşe preslenir. Proseslerde genellikle horizontal presler (180-200bar) kullanılmaktadır. Presleme sonucunda ham meyve suyu (12-13 Bx.) elde edilmiş olur. Ham meyve suyu bulanık bir üründür.

**Isıl İşlem :** Elde edilen ham meyve suyu mikrobiyal bir yük taşımaktadır. Ham meyve suyunun sıcaklığı da genelde ortam sıcaklığına yakın bir değerde olduğundan çok kısa sürelerde bozulma riski taşıyabilmektedir. Özellikle, büyük kapasiteli üretimlerde bekleyen ham meyve sularının süratle ısıl işleme tabi tutulmasında yarar bulunmaktadır. Nitekim, diğer bir önemli neden ise, ham haldeki elma suyunun bünyesinde yer alan nişastanın asıl enzimasyon ve durultma işlemi sırasında problem yaratmaması için çirileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle ham elma suyu ısı değıştiriciler vasıtası ile 90 °C'nin üzerinde belli bir süre ısıl işleme maruz bırakılırlar.

**Enzimasyon :** Berrak elma suyu konsantresi üretiminde, ham elma suyunda bulanıklığa neden olan proteinler, fenolik maddeler, meyve hücreleri vs...'lerin bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak, meyve suyunda yer alan pektin, nişasta, araban gibi çok karbonlu şekerlerin parçalanması gerekmektedir. Bu parçalama için pekteolitik ve amilolitik enzimler kullanılarak meyve suyunun bünyesindeki bu maddeler parçalanırlar. Daha sonra jelatin ve bentonit gibi elektriksel yük esasına göre işlev gören durultma malzemeleri ile protein, fenolik maddeler tutularak durultma işlemi gerçekleştirilir.



**Filtrasyon :** Durultma işlem sonucunda meydana gelen floklar yerçekimi etkisi ile meyve suyunda dibe doğru çökerler. Bu flokların uzaklaştırılması filtrasyon işlemi ile gerçekleştirilir. Filtrasyon sonucunda belli berraklık ve renkte meyve suyu elde edilmiş olur.

**Evaporasyon :** Elma suyu konsantresinde son basamağı, evaporasyon oluşturmaktadır. Berraklaştırılmış olan meyve suyundaki serbest suyun % 80-85'i fiziksel olarak uçurulmakta ve konsantre elde edilmektedir. Evaporasyonun mantığı düşük basınç yaratılmış kapalı bir sistemde, düşük sıcaklıkta kaynama sağlanarak mevcut serbest suyun buhar haline dönüştürülmesi ve meyve suyunun fiziksel olarak uçurulmasıdır. Bu sistemde düşük sıcaklıklarda kaynama olduğundan meyve suyunun yapısına da zarar verilmemiş olmaktadır. Burada elde edilen meyve suyu buharına brüde adı verilir. Üretimde düşen film tipi evaporatörler kullanılmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

# MATERYAL VE METOD

## 2.MATERYAL VE METOD

### 2.1.Materyal

Bu araştırmanın her bir aşamasında kullanılan materyal aşağıda açıklamaları ile verilmiştir;

1. Araştırmada ham elma suyu (18<sup>0</sup>Bx.) materyal olarak kullanılmıştır. Ham elma suyu, Akkent Kasabası, Çal/Denizli’de yer alan meyve suyu konsantreleri ve meyve püreleri üreticisi olan KONFRUT GIDA A.Ş. Tesisleri’nde, giriş kısmında açıklanan üretim tekniği ile üretilmiş, berrak meyve suyu konsantresi üretim hattında enzimasyon uygulamasından hemen önce 18<sup>0</sup> Bx. olarak alınmıştır. Tesisin üretim kapasitesi hammadde miktarı bakımından 750 ton/24 saat’tir. Tesislere hammadde olarak giriş yapan elmaların geldiği bölgeler; Eğirdir-Isparta, Uluborlu-Isparta, Niğde Bölgesi, Elmalı-Antalya ve Çivril-Denizli Bölgesi’dir. Kullanılan hammaddelerin varyetelerini ise Starking, Golden Delicious ve Grany Smith oluşturmaktadır. Örneklerin alındığı üretim günlerinde hammadde cinsine göre kullanılan hammadde miktarı eşit olarak bu 3 varyeteye dağılmıştır.
2. Araştırmada ham elma suyunun eldesinde, presleme öncesi maişe enzimi olarak Erbsloeh GmbH & CO. ‘dan Fructozym MA-X Press enzimi kullanılmıştır.
3. Ham elma suyuna uygulanan farklı proses basamaklarında asıl enzimasyon işleminde pekteolitik enzim olarak, Erbsloeh GmbH & CO.’dan satın alınan Fructozym P enzimi kullanılmıştır.

4. Ham elma suyuna uygulanan farklı proses basamaklarında asıl enzimasyon işleminde amilolitik enzim olarak, Erbsloeh GmbH & CO.'dan satın alınan Fructomly HT enzimi kullanılmıştır.
5. 8 farklı proses basamağından birini oluşturan kieselgur durultmasında kullanılmak üzere Erbsloeh GmbH & CO.'dan Dicalite Speed plus marka kieselgur satın alınmıştır.
6. 8 farklı proses basamağından birini oluşturan (Polyvinylpolypyrrolidone) PVPP durultmasında kullanılmak üzere Altek Kimya, İstanbul'dan PVPP satın alınmıştır.
7. Fumarik asit içeriğinin minimal seviyeye düşürülmesi için uygulanan 8 farklı proses akışından birini oluşturan jelatin-bentonit durultmasında, Erbsloeh GmbH & CO.'dan satın alınmış olan Nacalit Eisenarm marka bentonit ile İndia Gelatine Chemicals LTD.'den satın alınmış olan A tipi 80 bloom özelliklere sahip jelatin kullanılmıştır.
8. Fumarik asit içeriğinin minimal seviyeye düşürülmesi için uygulanan 8 farklı proses akışından birini oluşturan ultrafiltrasyon ile filtrasyon işleminde basınca dayanıklı filtre kağıdı kullanılmıştır. Kullanılan filtre kağıdının özellikleri ve markası: MILLIPORE, AMICON; Tip: PM10 dikey filtrasyon modülü; 2 bar; Filtre materyali: Polyethersulfone; Filtrasyon Alanı: 4.1 cm<sup>2</sup>; Filtre Çapı: 25 mm; Qty/Pk: 10 kDa (Analitik Cihazlar A.Ş, Ankara-TURKEY)
9. Fumarik asit içeriğinin minimal seviyeye düşürülmesi için uygulanan 8 farklı proses akışından birini oluşturan aktif karbon ile muamelede, CECA France'dan tedarik edilen Active Carbon 25K marka aktif karbon kullanılmıştır. Uygulamada kullanılan aktif karbonun özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

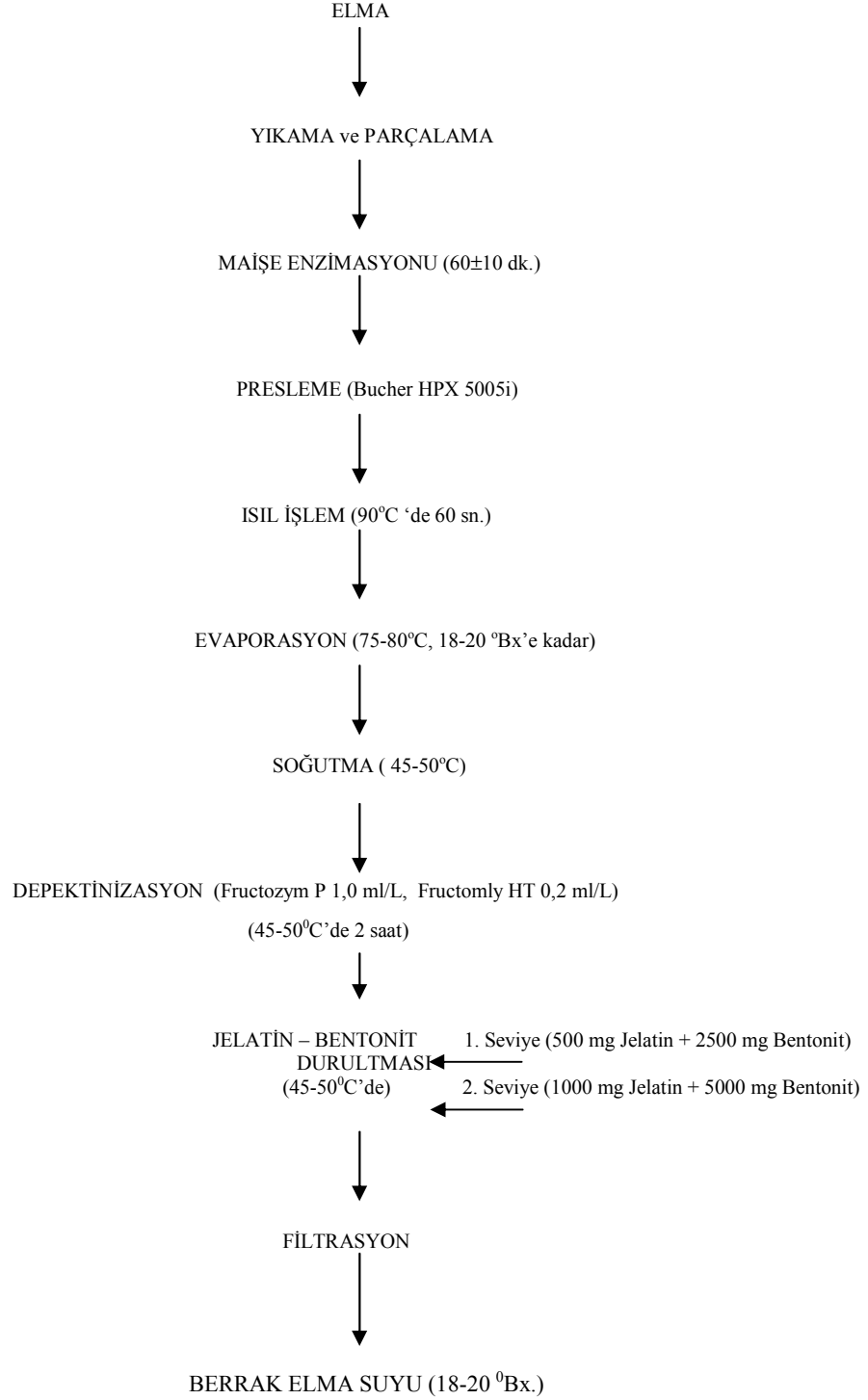
Çizelge 2.1: Aktif Karbon Özellikleri (Active Carbon 25K)

Özellik	Aktif Kömür (25K)
Nem (%)	5
pH değeri	6
Kül (% kuru madde)	-
Melas Faktörü	0,3
Metilen mavisi adsorbsiyonu (MBA)	60
Toplam yüzey alanı (m <sup>2</sup> /g)	1600
Suda çözünür madde (25 <sup>0</sup> C, %)	-

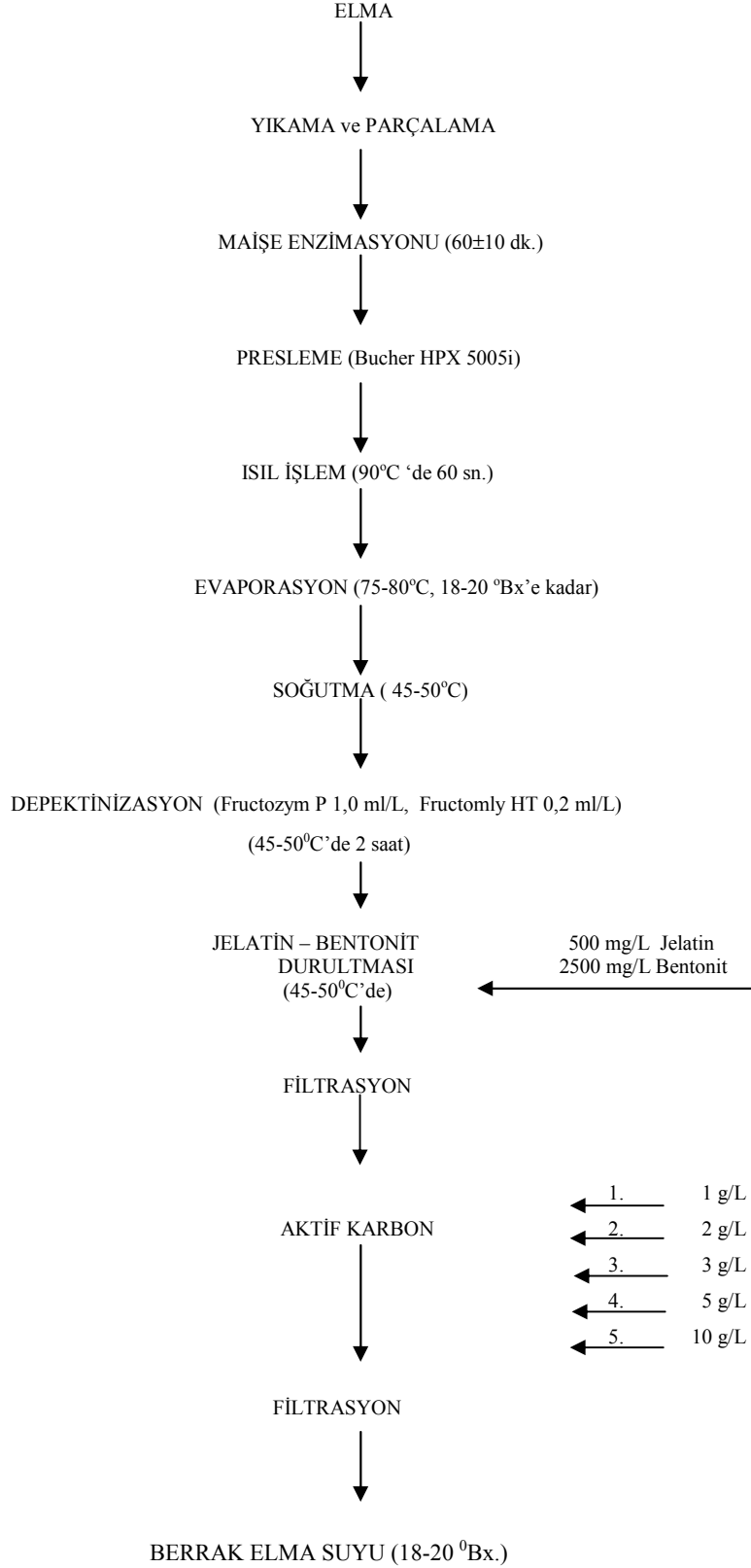
10. Elma suyu konsantresi üretiminde, preslemede Bucher HP 5000 ve HPX 5005i marka Horizontal presler kullanılmıştır.

## 2.2. Metod

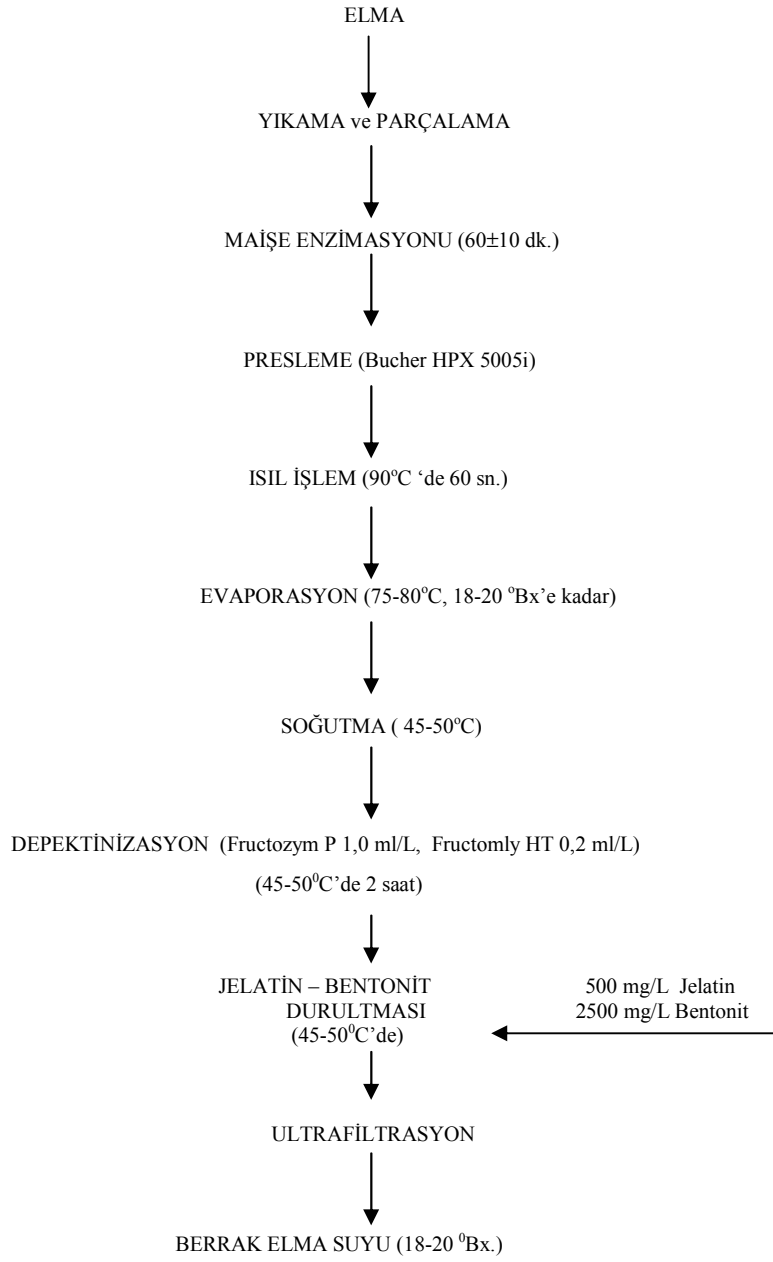
Bu çalışmada, Çizelge 2.2’de verilen 8 farklı prosesin elma sularında Fumarik asit, HMF, renk ve berraklık değerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla KONFRUT Gıda A.Ş. tesislerinde konsantre elma suyu üretim hattında üretimin gerçekleştirildiği herhangi bir dönemde depektinizasyon uygulaması tamamlanmış 18 <sup>0</sup>Bx.’lik elma suyundan 50 kg alınmıştır. Alınan bu örneğe 8 farklı proses aşaması uygulanmıştır (Şekil 2.1 –2.8). Proses uygulamaları boyunca örnek –18<sup>0</sup>C de muhafaza edilmiştir. Farklı her bir proses 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Üretimin belli bir döneminde 50 kg’lık örnek alınmış, bu dönemim devamı birgün de 50 kg’lık yeni bir örnek alınarak tekerrür sağlanmıştır. Bu örnekler deney aşamasına kadar – 18 <sup>0</sup>C’de saklanmıştır. Deney aşamasında her örneğin paraleli alınarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Örnekler ekim-kasım döneminde alınmıştır.



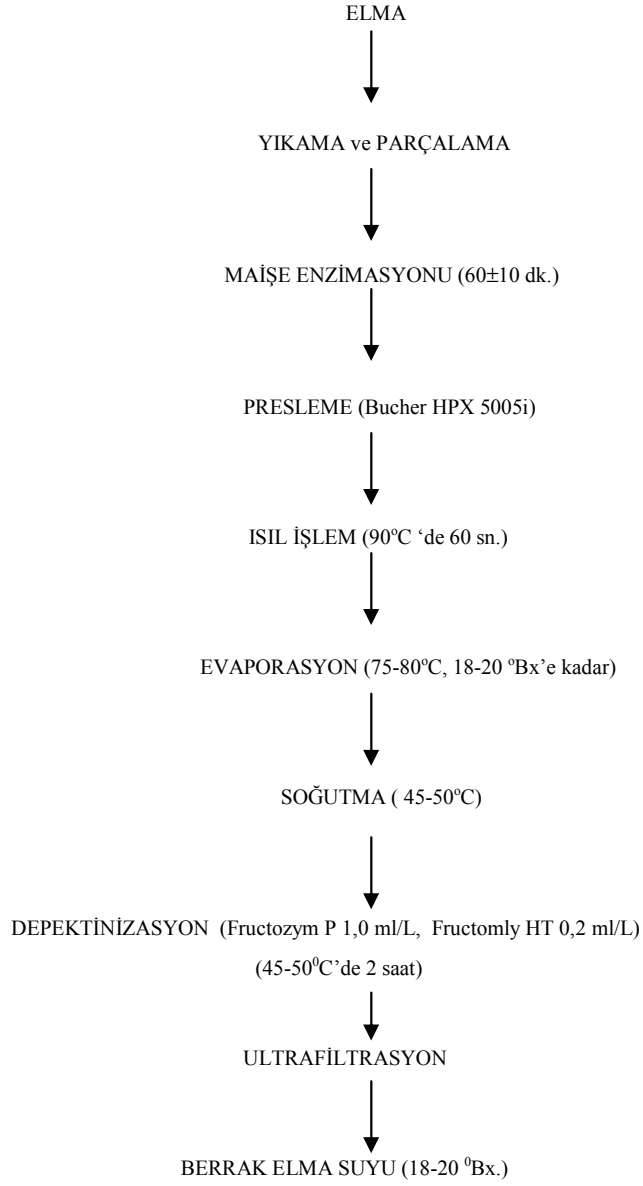
Şekil 2.1: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 1)



Şekil 2.2: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 2)

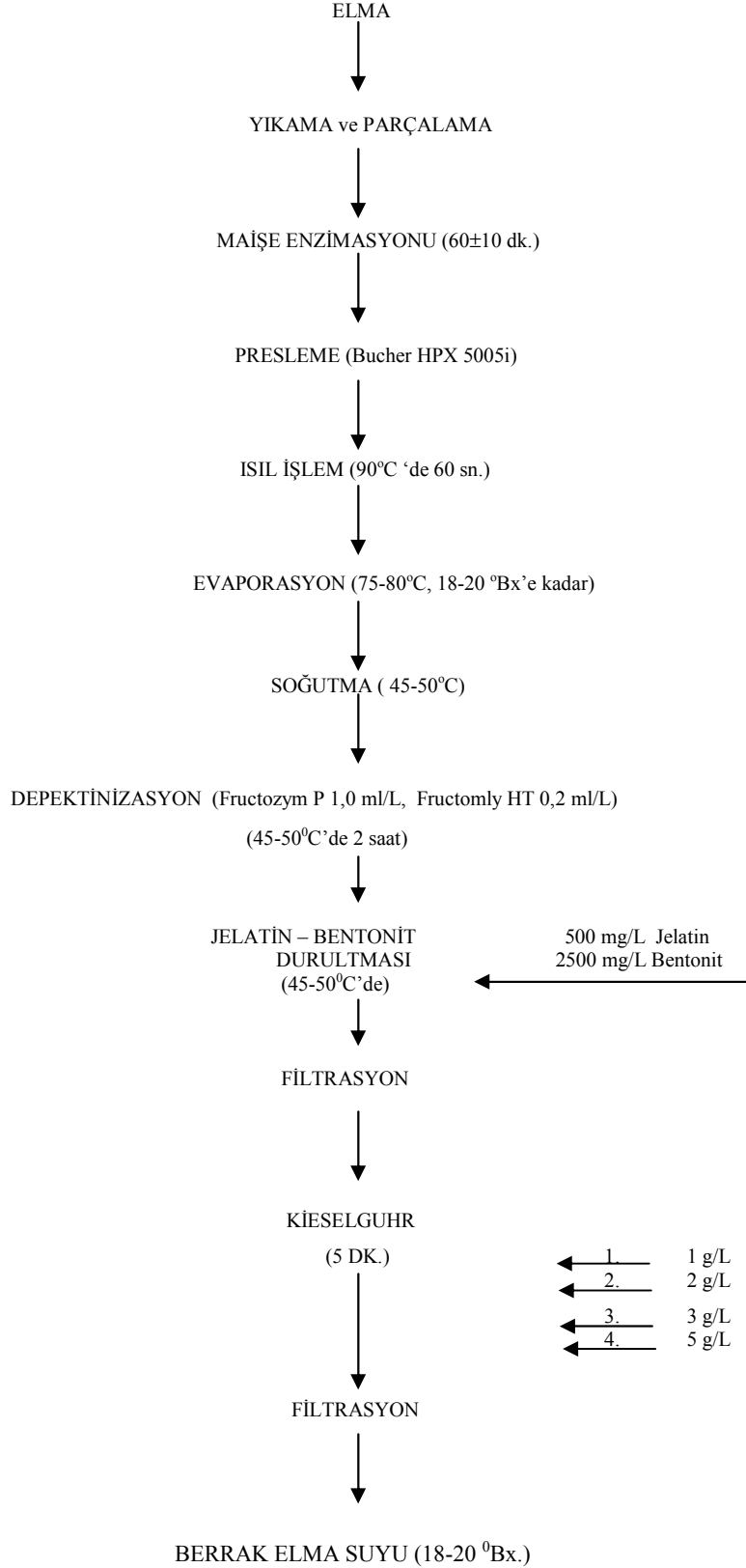


Şekil 2.3: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 3)

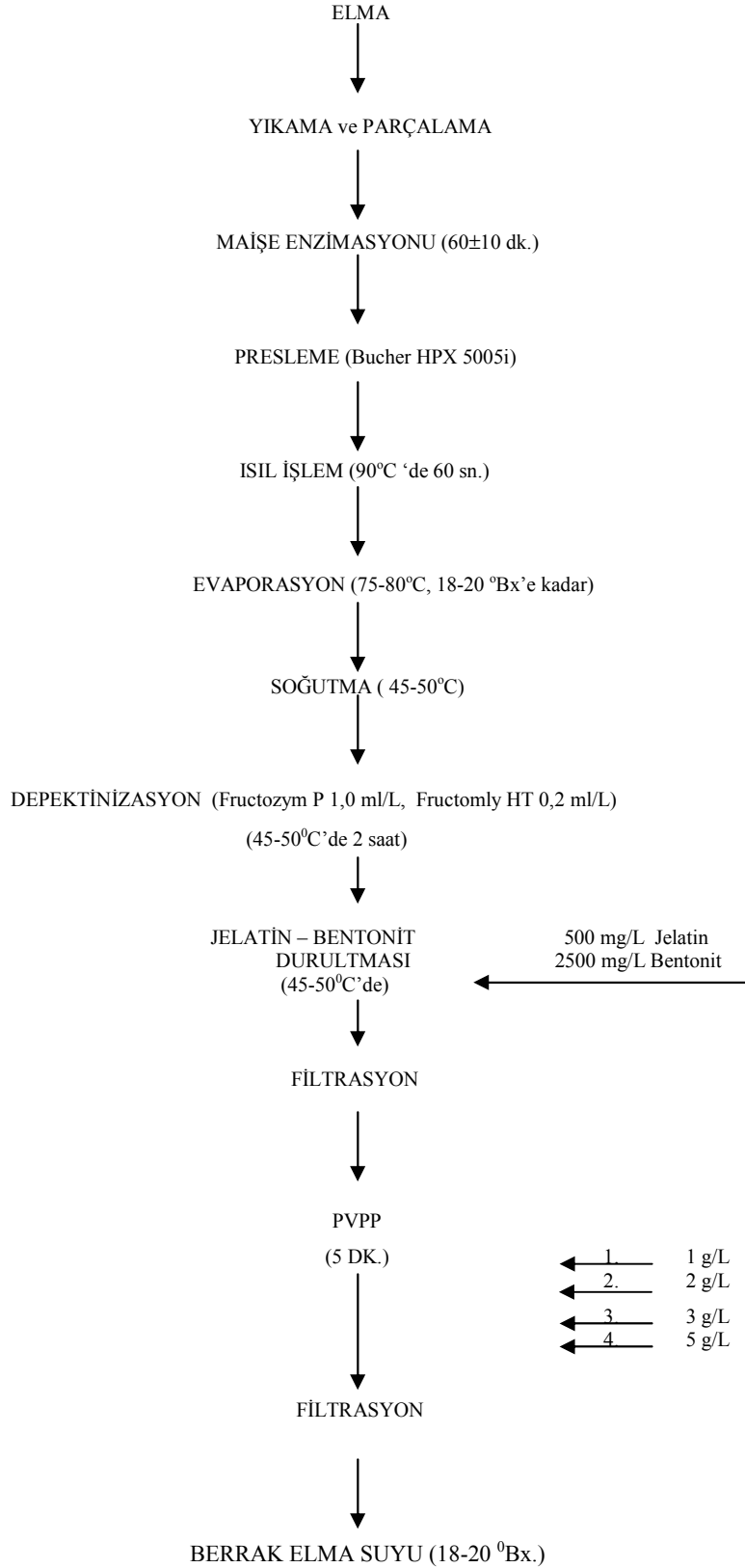


Şekil 2.4: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 4)

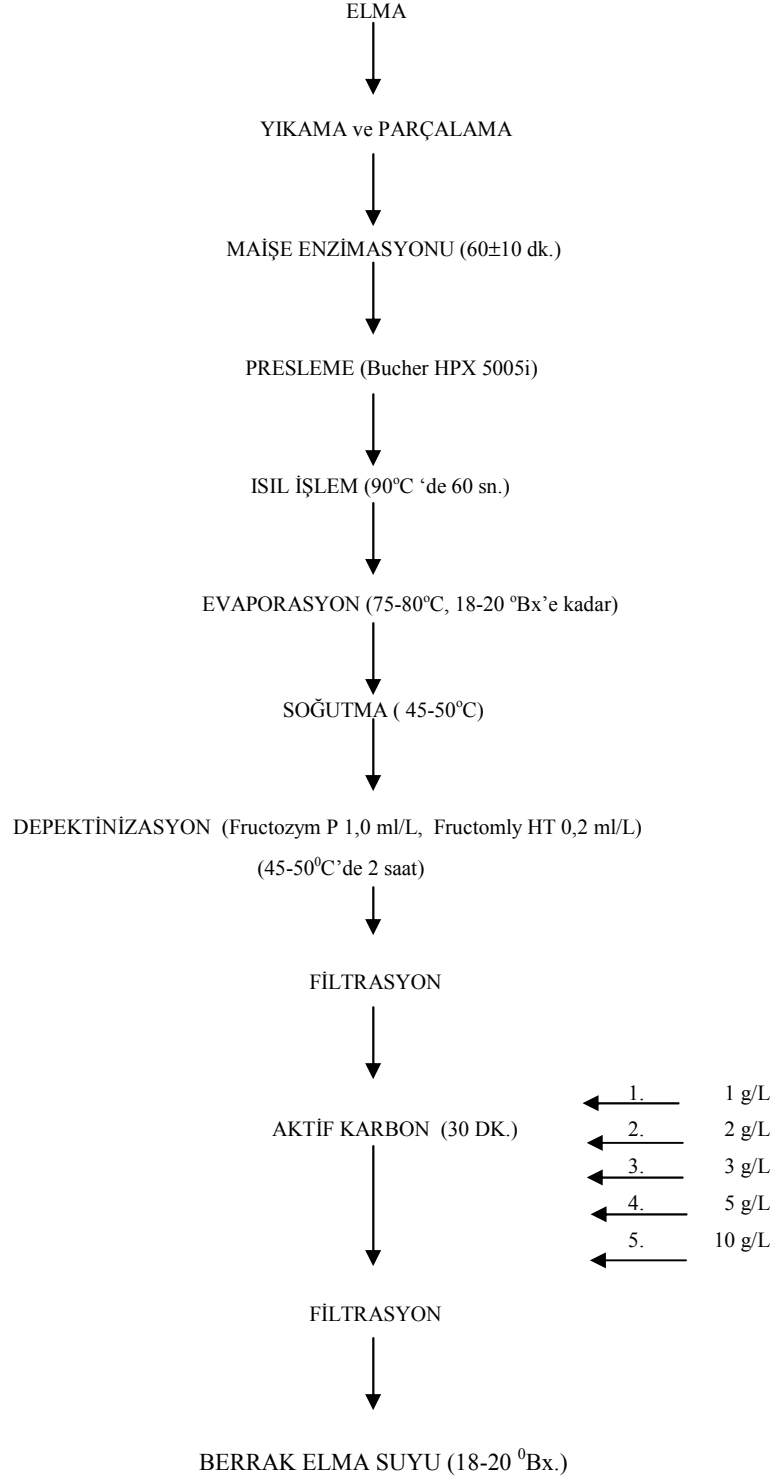




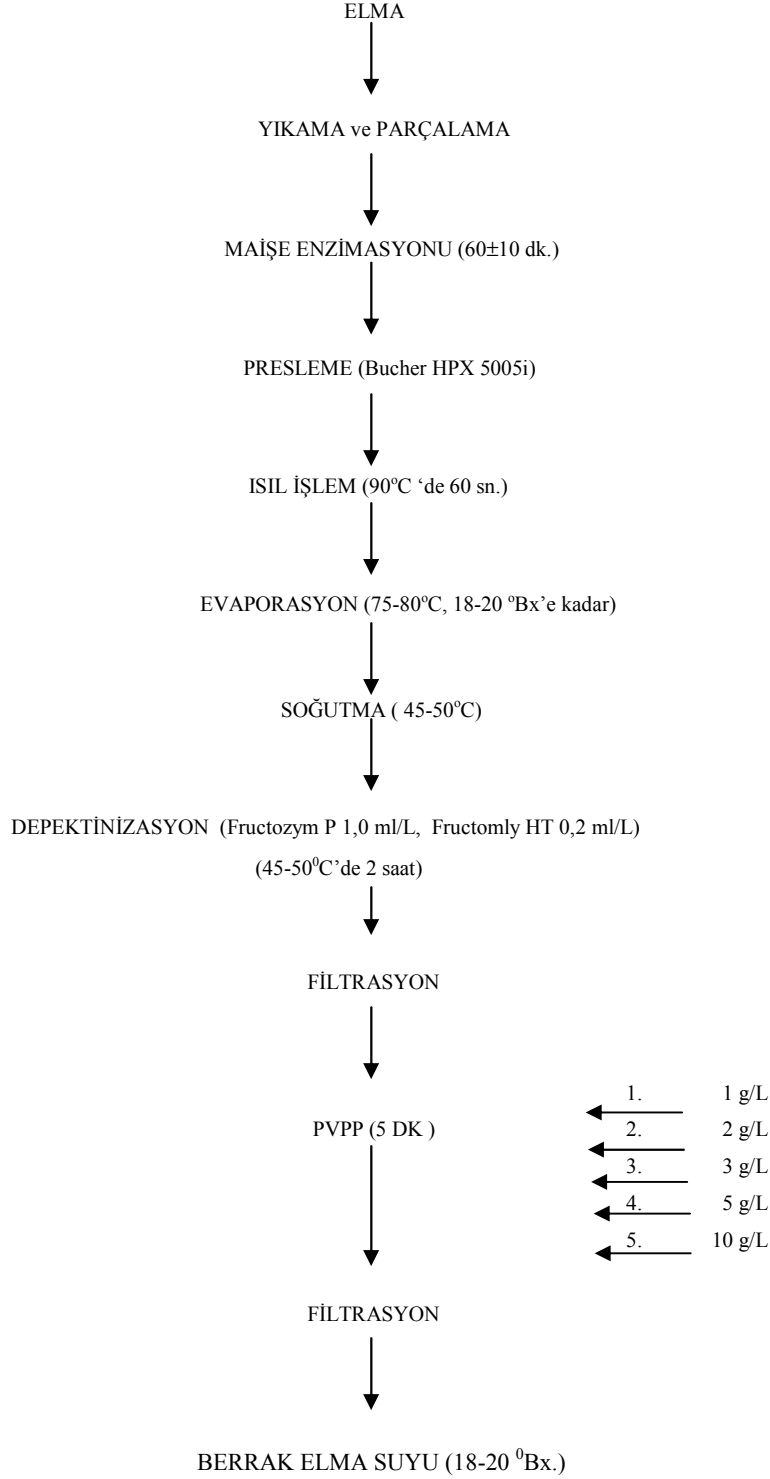
Şekil 2.5: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim prosesi (PROSES 5)



Şekil 2.6: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 6)



Şekil 2.7: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 7)



Şekil 2.8: Fumarik asit miktarını azaltmak için gerçekleştirilen berrak elma suyu üretim Prosesi (PROSES 8)

Çizelge 2.2: Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Uygulanan Sekiz Farklı Proses Aşaması ve Kullanılan Yardımcı Malzemelerin Dozaj Miktarları.

PROSES NO	PROSESLER*	Dozaj (g/L)				
		Seviye1	Seviye2	Seviye3	Seviye4	Seviye5
1	J+B	0.5J+2.5B	1.0J+5.0B	-	-	-
2	(J+B)+AC**	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
3	(J+B)+UF**	-	-	-	-	-
4	UF	-	-	-	-	-
5	(J+B)+K**	1.0	2.0	3.0	5.0	-
6	(J+B)+PVPP**	1.0	2.0	3.0	5.0	-
7	AK	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
8	PVPP	1.0	2.0	3.0	5.0	-

\*J:Jelatin, B:Bentonit, UF:Ultra Filtrasyon, AK:Aktif Karbon, K:Kiselgur, PVPP: Polyvinylpolyprolidone

\*\*Proseslerde, enzim uygulamasını takiben öncelikle 0.5 g/L jelatin ve 2.5 g/L bentonit uygulanmıştır.

Fumarik Asit (FA), HMF, renk, berraklık ve briks analizlerinin tümü enzimatik durultmanın hemen sonrasında uygulanmış olan sekiz değişik prosesten elde edilmiş 18-20 °Bx. berrak elma sularında yapılmıştır. Örneklerin tümü analizler gerçekleştirilinceye kadar – 18°C’de muhafaza edilmişlerdir. Analizler, elma suyu örneklerinin briksi saf su ile 11,2’ye ve 12’ye ayarlandıktan sonra yapılmıştır.

## 2.2.1. Genel Kalite Analizleri

### 2.2.1.1. Suda çözünen kuru madde (Briks) tayini

Çalışmalarda kullanılan ham elma suyunun (12<sup>0</sup>Bx.) Konfrut Gıda A.Ş. tesislerinde üretimi sırasında ve sekiz farklı proses aşaması sonucu elde edilen 18-20<sup>0</sup>Bx. berrak elma suları saf su ile dilue edilerek 11,2<sup>0</sup>Bx.'e ayarlanmıştır. Bu ayarlama, abbe refraktometre (Atago Co. Ltd., Nar-IT, Japan) ile kuru madde miktarı belirlenerek yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992). Renk ve berraklık analizleri 12<sup>0</sup>Bx.'de, fumarik asit ile HMF analizleri ise 11,2<sup>0</sup>Bx.'de ki berrak elma sularında yapılmıştır.

### 2.1.2.1.2. Renk tayini

Kontrol örneğine ve 8 farklı proses aşamasında elde edilen elma suyu örneklerinin renk değeri spektrofotometrede (SHIMADZU UV-1201V, Japan) 440 nm'de belirlenmiştir. Elma suyu örneği saf su ile 12<sup>0</sup>Bx.'e ayarlanır. Spektrofotometrenin küvetinin birine saf su konur. Küvetin saydam kısmı yumuşak bir peçete ile çizilmeden kurulanır. Diğer kısma 12<sup>0</sup>Bx. Elma suyu örneği konur ve kurulanır. Dalga boyu 440 nm'ye ayarlanır. Küvet haznesine önce saf su küveti konularak %T (transmittans) değeri 100.0' a ayarlanır. Daha sonra küvet haznesine elma suyu küveti konularak direkt olarak % T değeri okunur. Okunan bu değer renk değeri olarak kaydedilir (Kolukısa ve ark.,1990).

### 2.1.2.1.3. Berraklık tayini

Kontrol örneğinin ve 8 farklı proses aşamasında elde edilen elma suyu örneklerinin berraklık değeri spektrofotometrede (SHIMADZU UV-1201V, Japan) 625 nm'de renk tayininde açıklandığı şekilde belirlenmiştir. 625 nm'de okunan % T değeri berraklık değeri olarak kaydedilir (Kolukısa ve ark.,1990).

### 2.1.2.2. Berrak elma suyu örneklerinde fumarik asit tayini

Elma suyu örneklerinde fumarik asit analizi Konfrut Gıda A.Ş. Akkent Kasabası Çal/Denizli tesisleri mikrobiyoloji laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Elma suyu örneklerinde fumarik asit tayini yüksek basınç likid kromatografisi (HPLC) (Shimadzu) kullanılarak Hunter et al., (1991) tarafından verilen yönteme göre yapılmıştır. Fumarik asit standardı olarak standart FA (Sigma), İnterlab A.Ş. İstanbul/Türkiye'den temin edilmiştir.

Analizde Kullanılan Malzemeler:

- 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi
- HPLC saflığında destile su
- 0.45 µ 'luk filtre kağıdı
- Balon joje ( 50 ml'lik )

Analizin Yapılışı:

- *Mobil Fazın hazırlanması (0,02 N)*

-0,544 ml saf H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1000 ml'ye saf su ile tamamlanır.

- *1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Çözeltisinin Hazırlanması :*

- 27,17 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> balon jöjeye konur ve 1 lt 'ye saf su ile tamamlanır.

1- 11.2°brix elma suyundan 10 ml alınır. Üzerine 5 ml 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisinden ilave edilir. 50 ml 'ye saf su ile tamamlanır.

2- 0.45 µ filtre kağıdından örneğin tamamı süzülür.

3- Süzülen süzüntüden en az 20 µL olmak üzere sisteme enjekte edilir.

Değerlendirme:

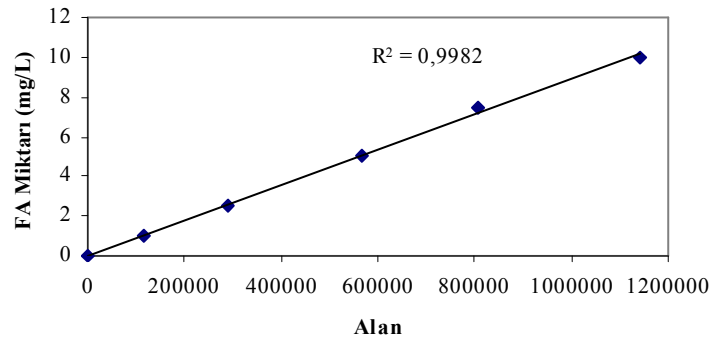
- Fumarik asit piki ,210 nm' de ve 40-45. dakikalar arasında gelir.
- Deney çözeltisindeki fumarik asit konsantrasyonu doğrudan standart eğriden hesaplanır.
- Fumarik asit, kilogram(kg) da miligram (mg) olarak ifade edilir.

Fumarik asit analizlerinin gerçekleştirildiği HPLC cihazının özellikleri ve analizlerdeki kromatografi koşulları Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3: Fumarik Asit Analizlerinin Gerçekleştirildiği HPLC Cihazının Özellikleri ve Analizlerdeki Kromatografi Koşulları

HPLC	Shimadzu, mentioned by Hunter, Visse and De Villiers
Kolon	ODS, partikül çapı: 250*4,6 mm iç çap (Shimadzu,CTO-10AS)
Pompa	Likid kromatografi pompa (Shimadzu, Model:LC-10AT-VP)
Degasser	Vakum degasser (Shimadzu, Model: DGU 14A)
Kolon Fırını	25 <sup>0</sup> C’de sabitlenmiş (Shimadzu, CTO-10AS)
Dedektör	Photodiode array dedector (Shimadzu, Model: SPD-M10 APV-UV-VIS)
Mobil Faz	Fosfat buffer (0,02 M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )
Akış Hızı	1 ml/dakika

Fumarik asit standart çözeltisi kullanılarak hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisi Şekil 2.9’da verilmiştir



Şekil 2.9: Fumarik asit için kalibrasyon eğrisi



### 2.1.2.3. Berrak elma suyu örneklerinde HMF tayini

Elma suyu örneklerinde HMF analizi Konfrut Gıda A.Ş. Akkent Kasabası Çal/Denizli tesisleri mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Elma suyu örneklerinde HMF tayini, yüksek basınç likid kromatografisi (HPLC) (Shimadzu) kullanılarak Gökmen and Acar (1998) tarafından verilen yonteme göre yapılmıştır. HMF, meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmayan ancak ısı ve asit etkisiyle monosakkaritlerden oluşan bir bileşiktir.

Analizin prensibi elma suyu örneğinin etil asetat ile ekstraksiyonu ve sonra sulu sodyum karbonat çözeltisi ile ekstraktın muamele edilmesi esasına dayanır.

#### **Analizde Kullanılan Kimyasallar;**

- Kullanılan solventler analitik saflıkta, su HPLC saflığında ( 18 mΩ) olmalıdır.
- Etil asetat
- 40 ml Tetrahydrofuran %3 lük Asetonitril ile 1000 ml'ye tamamlanır ; (Mobil faz çözeltisi)
- (Sodyum karbonat)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisi : ( 3 gr sodyum karbonat 100 ml destile suda çözülür)

#### **Analizin Yapılışı:**

-Elma suyu konsantresi 11.2 °brix'e ayarlanır ve 20 ml ayırma hunisine alınır.

Üzerine 20 ml etil asetat ilave edilerek ekstraksiyona başlanır.

-Faz ayrımı gerçekleştirildikten sonra ( yaklaşık 1 dak) alt faz yeni bir ayırma hunisine alınır.Üzerine 20ml etil asetat ilave edilerek tekrar ekstrakte edilir. Faz ayrımı gerçekleştiğinde alt faz atılır.

-Birinci ve ikinci aşamadaki etil asetat fazları birleştirilir.( yaklaşık 40 ml ) .Üzerine %3 'lük Sodyum karbonat (  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  )çözeltisinden 10 ml ilave edilir. Bu aşamanın süresi 1 dakikayı geçmemelidir.

-Sodyum karbonatlı alt faz, taze 20 ml etilasetat ile tekrar ekstrakte edilir. Alt faz atılır.

-Bütün etilasetat fazları birleştirilir. Susuz sodyum sülfat üzerinden süzülür

-Rotary evaporatörde etil asetat 1-2 ml kalana kadar evapore edilir. Kalan miktar azot gazı ile uçurulur.

-Örnekten kalan kalıntı , sistemde kullanılan mobil faz çözeltisinden 2 ml ilave edilerek çözülür. Sisteme en az 20 µl enjekte edilir.

#### **2.1.2.4. İstatistiksel analizler**

2 paralel ve 2 tekerrür olarak gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen veriler MINITAB ve MSTAD programları kullanılarak istatistik analizleri yapılmıştır. Sonuçlar varyans analizine tabi tutularak her bir uygulamanın etkisi ( $p < 0,01$ ) ortaya konulmuştur (Freed, 1991).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 3.1. Sekiz Farklı Prosesten Elde Edilen Berrak Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri

##### 3.1.1. Proses 1 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri

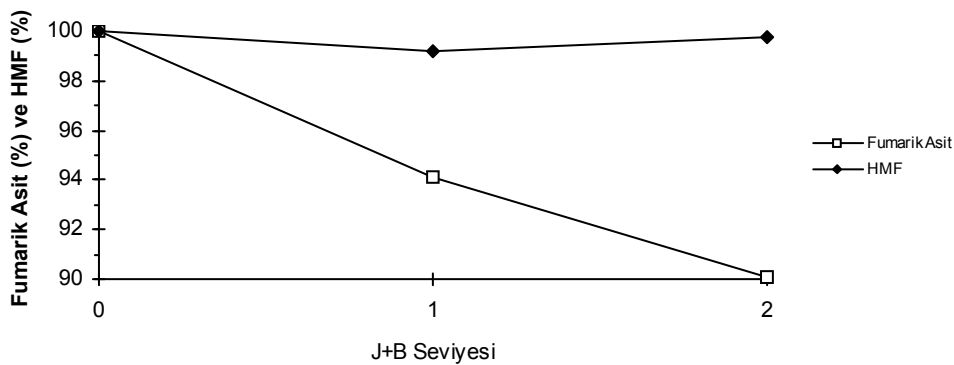
Elma suyu 1,0 ml/L Fructozym P ve 0,2 ml/L Fructomly HT ile enzimatik durultmaya tabi tutulduktan sonra, alınan 18-20 °Bx. Elma suyu örneği 45-50°C'de 2 saat süreli jelatin-bentonit durultmasına tabi tutulmuştur. Jelatin-bentonit durultmasında 500 mg/L jelatin + 2500 mg/L bentonit ve 1000 mg/L jelatin + 5000 mg/L bentonit olmak üzere iki farklı dozaj seviyesi uygulanmıştır. Kontrol örneğinde ve 2 farklı jelatin-bentonit dozaj seviyesi uygulanmış olan örneklerde belirlenen fumarik asit, HMF, renk ve berraklık değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Kontrol Örneğinde ve Proses 1 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan Fumarik Asit, HMF, Renk, Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

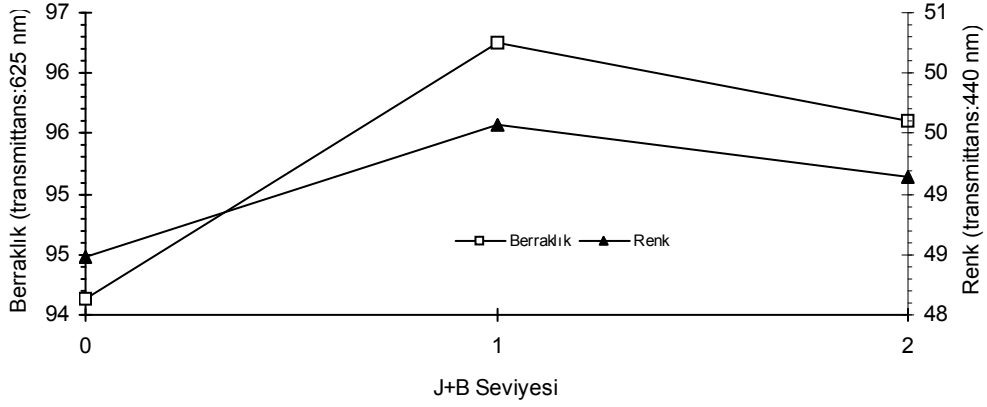
Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
1	1	3,05 b	3,81 a	49,58 b	96,25 b
1	2	2,92 c	3,83 a	49,15 c	95,60 c

Jelatin-bentonit uygulamasının 1. seviyesinde kullanılan 500 mg/L jelatin ve 2500 mg/L bentonit durultması sonucunda fumarik asit değerinde kontrole göre yaklaşık olarak %6'lık bir azalma sağlanmıştır. 1000 mg/L jelatin ve 5000 mg/L bentonit durultmasının uygulandığı Seviye 2 uygulaması sonucunda fumarik asit miktarında kontrol örneğine göre ise yaklaşık olarak %10 değerinde bir azalma sağlanmıştır. Fumarik asitin azaltılması açısından uygulamada tatbik edilen 2.seviye daha iyi bir sonuç ortaya koymuş olmasına rağmen renk ve berraklık değerleri açısından seviye 1 daha iyi sonuç vermiştir. Nitekim; Seviye 2 uygulamasında renk değerinde %1,5 iyileşme elde edilmişken, Seviye 1 uygulamasında renk değerinde kontrol örneğine göre %2,3 iyileşme sağlanmıştır. Berraklık değerlerinde ise renk değerlerinde olduğu gibi Seviye 1 uygulaması sonucunda kontrol örneğine kıyasla %2,3 iyileşme sağlanırken, Seviye 2 uygulaması sonucunda berraklık değerinde %1,5 bir iyileşme gerçekleşmiştir. Meyve suyu konsantresi üretiminde önemli bir kalite kriteri olan HMF değerlerinde belirlenmiş olan değişime bakılacak olursa ; Seviye 1 uygulaması sonucunda HMF değerinde kontrol örneğinin HMF değerine göre %0,8 olumlu yönde azalma sağlanırken Seviye 2 uygulaması sonucunda sadece %0,3 bir azalma elde edilebilmiştir.

Proses 1'de Seviye 1 ile seviye 2 uygulamaları sonucunda ele edilen fumarik asit, HMF, renk ve berraklık değerlerinin kontrol örneğine göre % değişimleri Şekil 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.



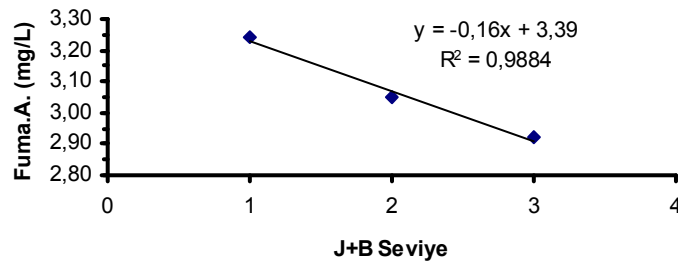
Şekil 3.1 : Proses 1 uygulamasının FA ve HMF değerlerinde meydana getirdiği % değişimler. (kontrol basamak değerleri %100 kabul edilmiştir)



Şekil 3.2: Proses 1 uygulamasının elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

Proses 1’de her iki seviye uygulaması sonucunda belirlenmiş olan HMF değerleri hem kontrole hem de birbirlerine göre istatistiksel olarak farklı ( $p > 0,01$ ) değildir. Ancak istatistiksel analiz sonucunda FA, renk ve berraklık değerlerindeki değişimler önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur.

Yapılan regrasyon analizi sonucunda; Proses 1’de uygulama seviyeleri ile FA değerlerinde tespit edilen değişime göre elde edilen ilişki Şekil 3.3.’de verilmiştir. Şekil 3.3’den görüleceği üzere jelatin-bentonit seviyesindeki artış ile FA seviyesinde gerçekleşen azalma arasında doğrusal (lineer), oldukça yüksek ve pozitif bir korelasyon ( $R^2 = 0,9884$ ) söz konusudur.



Şekil 3.3: Proses 1’de jelatin-bentonit seviyesi ile elma suyu örneklerinin FA değerleri arasındaki ilişki.

### 3.1.2. Proses 2 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri

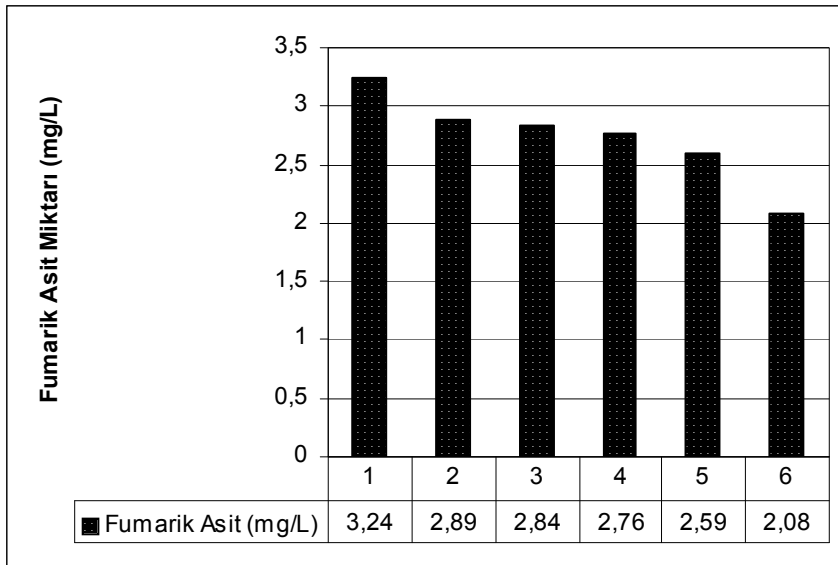
Enzimatik durultmaya tabi tutulduktan sonra alınan 18-20 °Bx. Elma suyu örneği, öncelikle 45-50°C'de 2 saat süreli 500 mg/L jelatin ve 2500 mg/L bentonit durultmasına tabi tutulmuştur. Durultma sonucunda elma suyu örneği filtre edilip sırası ile 1 g/L, 2g/L, 3g/L, 5g/L ve 10g/L seviyelerinde aktif karbon muamelesine tabi tutulmuştur. Jelatin + bentonit durultmasını takiben 5 farklı aktif karbon dozaj seviyesi uygulanmış olan örneklerde belirlenen FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Kontrol Örneği ve Proses 2 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan Fumarik Asit, HMF, Renk, Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları.

Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
2	1	2.89 b	3.60 b	61.53 b	97.43 b
2	2	2.84 b	3.39 c	67.33 c	98.15 c
2	3	2.76 c	3.21 d	72.35 d	98.40 d
2	4	2.59 d	3.02 e	75.78 e	98.85 e
2	5	2.08 e	2.46 f	72.28 d	96.28 f

Proses 2'de seviye 1 ve seviye 2 uygulamaları sonucunda FA değerinde sırası ile %10,9 ile %12,4 kontrol örneğine göre azalma sağlanmıştır. HMF değerinde de sırası ile %6,8 ile %11,3 kontrol örneğine göre azalma sağlanmıştır. Berraklık değerindeki değişim incelendiğinde; Seviye 1 ve Seviye 2 uygulamaları sonucunda sırası ile %3,4 ile %4,1 oranında kontrol örneğinin berraklık değerine göre artış elde edilmiştir. Renk değerindeki değişim incelendiğinde ise; Seviye 1 ve Seviye 2 uygulamaları sonucunda sırası ile %21,3 ile %28,1 oranında kontrol örneğinin renk değerine göre artış elde edilmiştir. Proses 2 uygulamasında kullanılan diğer seviyeler içerisinde 4.seviye uygulaması sonucunda en iyi renk ve berraklık değeri 5. seviye uygulaması sonucunda ise en iyi FA ve HMF değeri elde edilmiştir. 4. seviye uygulamasında renk değerinde kontrol örneğine göre %36,1 oranında

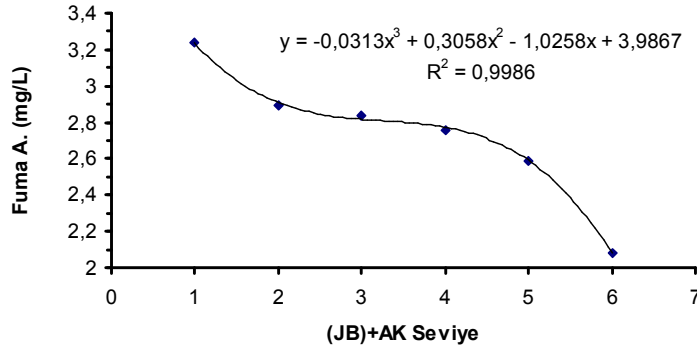
maksimum iyileşme elde edilirken aynı şekilde berraklık değerinde de %4,8 ile tüm seviyeler içerisinde en iyi artış oranı elde edilmiştir. Seviye 5 uygulaması ile FA değerinde kontrole göre %35,9 gibi maksimum oranda azalma sağlanmıştır. HMF değerinde de aynı uygulama ile %36'lık bir azalma elde edilmiştir. Şekil 3.4'de Proses 2'de uygulanan farklı aktif karbon seviyelerinin FA değerinde meydana getirdiği değişim verilmiştir.



Şekil 3.4: Proses 2'de uygulanan farklı aktif karbon seviyelerinin elma suyu örneklerinin FA miktarında meydana getirdiği değişim

Çizelge 3.2'den görülebileceği gibi yapılan istatistik analiz sonucunda; Proses 2 uygulamasında kullanılan 1 g/L (seviye 1) ile 2 g/L (seviye 2) dozaj miktarındaki aktif karbon uygulamalarının her ikisinde belirlenmiş olan FA değerleri kontrole göre istatistiki olarak farklı ( $p < 0,01$ ) olmakla birlikte, birbirleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0,01$ ). Bununla birlikte bütün seviye uygulamalarında belirlenmiş olan FA değerleri kontrole göre farklı ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur. Yine HMF, renk ve berraklık değerlerinin hem kontrole hem de birbirlerine göre bütün aktif karbon uygulama seviyeleri için farklı olduğu ( $p < 0,01$ ) tespit edilmiştir. 5.seviye olarak uygulanan 10 g/L aktif karbon, 5 g/L aktif karbon uygulamasına göre renk ve berraklıkta daha düşük sonuç vermiştir. Bunun nedeni olarak belli bir seviye üzerinde uygulanan aktif karbonun renk pigmentlerini bağlaması olduğu düşünülmektedir.

Jelatin-bentont uygulaması ve takibinde gerçekleştirilen 5 farklı aktif karbon dozaj seviyesini içeren Proses 2'de aktif karbon seviyeleri ile FA miktarlarındaki değişim ilişkisi Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Jelatin – bentonit ve farklı seviyelerde aktif karbon uygulamasını içeren Proses 2’de aktif karbon seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi

Şekil 3.5’den görüleceği gibi aktif karbon seviyesi ile fumarik asit miktarındaki değişimi gösteren grafik 3.dereceden bir eğri olup, bu değişim ilişkisine ait korelasyon katsayısı oldukça yüksek ( $R^2 = 0,9986$ ) ve pozitif bulunmuştur.

### 3.1.3. Proses 3 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

Proses 3’de enzimatik durultma sonrası alınan 18-20 °Bx. Elma suyu örneklerine öncelikle jelatin-bentonit durultması uygulanmıştır. Durultmada 500 mg/L jelatin ile 2500 mg/L bentonit kullanılmış ve uygulama 45-50°C’de 2 saat sürede gerçekleştirilmiştir. Jelatin-bentonit durultmasının hemen ardından elma suyu örnekleri ultrafiltrasyona tabi tutulmuşlardır. Ultrafiltrasyonda özellikleri materyal ve metod bölümünde verilmiş olan özel filtre sistemi ve malzemesi kullanılmıştır. Kontrol örneği ve Proses 3 uygulaması sonucu elde edilen FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir

Çizelge 3.3: Kontrol Örneğinde ve Proses 3 Uygulaması Sonucu Örneklerde Belirlenmiş Olan FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ve Varyans Analiz Sonuçları

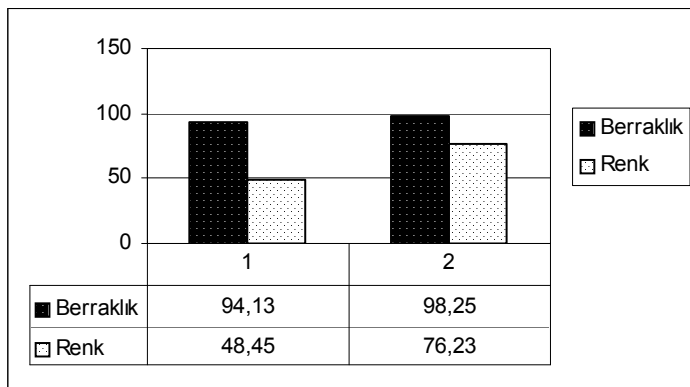
Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
3	1	2,96 b	3,76 b	76,23 b	98,25 b



Proses 3’de uygulanan 0,5 g/L jelatin ve 2,5 g/L bentonit ile bu uygulamayı takiben yapılan ultrafiltrasyon işlemi sonucunda fumarik asit değerinde kontrol örneğine göre %8,7 azalma sağlanabilmiştir. Bu uygulama ile fumarik asit miktarında diğer proses uygulamalarına nazaran dikkat çekici bir azalma sağlanamazken, renk değerinde elde edilen sonuç tüm proses uygulamaları içerisinde en üst değerdir. Renkte kontrole göre %57,7’lik bir iyileşme meydana gelmiştir. Proses 3’de elde edilen FA değeri kontrol örneğine göre istatistiki olarak farklı ( $p<0,01$ ) bulunmakla birlikte, ultrafiltrasyon uygulamasının FA içeriğinin istenen seviyelere indirgenmesinde yeterince etkin olmadığı sonucuna varılmıştır. Fumarik asit gibi bir organik asitin filtrasyon ile değil daha çok herhangi bir kimyasal maddeye bağlanarak tutulmasının filtrasyona göre daha etkili olduğu ifade edilebilir.

Kontrol örneğin ve Proses 3’de uygulanan yöntem ile elde edilen örneğin berraklık ve renk değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.6’da gösterilmiştir.

Proses 3’de elde edilen örneklere ait FA, HMF, renk ve berraklık değerleri, kontrol değerleri ile kıyaslandığında istatistiki olarak farklı ( $p< 0,01$ ) bulunmuştur. Bu uygulama ile renk ve berraklık değerlerinde anlamlı bir artış, FA ve HMF değerlerinde ise anlamlı bir düşüşün gerçekleştiği saptanmıştır( $p<0,01$ ). Bu sonuçlar; Bu yöntemin uygulandığı elma suyu üretiminde kalite kriterlerinin iyileştirilmesinde uygulanması muhtemel yöntemlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 3.6: Proses 3 uygulamasının elma suyu örneğinin renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişim

### 3.1.4. Proses 4 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

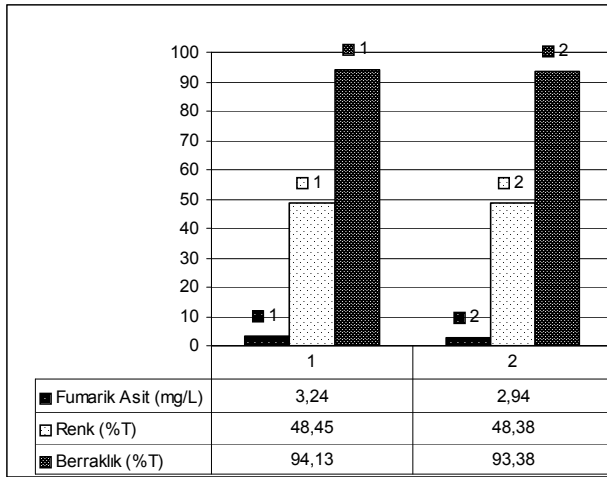
Proses 4 uygulamasında elma suyu örnekleri enzimatik durultmadan hemen sonra jelatin-bentonit durultmasına tabi tutulmayıp sadece ultrafiltrasyon uygulamasına alınmıştır. Uygulanan yöntem ile elde edilen elma suyu örneklerinin ve kontrol örneğinin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4: Proses 4’de Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
4	1	2,94 b	3,71 b	48,38 a	93,38 b

Proses 4 sonucunda, elma suyu örneklerinin FA, HMF ve berraklık değerleri kontrole göre istatistik olarak önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklı bulunmuştur. Jelatin + Bentonit ve ultrafiltrasyon uygulamalarını kapsayan Proses 3’e ait sonuçların verildiği çizelge 3.3 ile sadece ultrafiltrasyon uygulamasını içeren Proses 4’e ait sonuçları içeren Çizelge 3.4 karşılaştırıldığında, FA değerlerinin hemen hemen aynı olduğu görülecektir. Bu sonuca göre; Proses 3’de uygulamanın bir kısmını oluşturan Jelatin + Bentonit durultmasının uygulanan seviyelerde FA miktarını azaltmada etkisinin ihmal edilebilecek kadar düşük olduğu ifade edilebilir. Sadece UF uygulanmış elma suyu örneklerinin renk değerinde kontrole göre bir farklılık ( $p > 0,01$ ) tespit edilmediği halde Proses 3 uygulaması sonucu elde edilen örneklerin renk değerlerinin kontrole göre istatistiki olarak önemli seviyede farklı ( $p < 0,01$ ) olması, renk üzerine Proses 3 uygulamasının bir parçasını oluşturan Jelatin + bentonit durultmasının 1.derecede etkiye sahip olduğu söylenebilir. Diğer kalite kriterlerinden HMF ve berraklık değerlerinin de FA’ye benzer olarak Proses 3 ile Proses 4’de yakın sonuçlar olduğu saptanmıştır.

Kontrol örneği ve Proses 4’de UF uygulaması ile elde edilen elma suyu örneklerinin FA, renk ve berraklık değerlerinin karşılaştırılması Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7: Proses 4 uygulamasının elma suyu örneğinin FA, renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişim

Ultrafiltrasyon uygulaması sonucu örneklerin Fumarik Asit içeriği kontrole göre % 9,2 seviyesinde, HMF içeriği ise % 3,4 seviyesinde azalırken, berraklık seviyesinde de % 0,8'lik bir düşüş saptanmıştır. Örneklerin FA ve HMF değerlerinde düşüş olması arzu edilen bir durum olmakla birlikte, berraklıkta ki düşüş istenen bir durum değildir. Bu nedenle UF uygulamasının, pratikte elma suyunun kalite kriterlerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmasında ihtiyatlı davranılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### 3.1.5. Proses 5 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

Proses 5 uygulamasında elma suyu örnekleri enzimatik durultmanın hemen sonrasında 500 mg/L jelatin ve 2500 mg/L bentonit kullanılarak durultma işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu işlem 45-50<sup>0</sup>C'de 2 saat sürede gerçekleştirilmiştir. Jelatin-bentonit durultmasının ardından meydana gelen floklar filtre edilmiş ve sonra filtreden geçmiş meyve suyuna sırası ile 1g/L, 2g/L, 3g/L, 5g/L olmak üzere farklı seviyelerde kiselgur ilave edilerek proses tamamlanmıştır. Belirtilen kiselgur dozajları sırası ile seviye 1, seviye 2, seviye 3 ve seviye 4 olarak adlandırılmıştır.

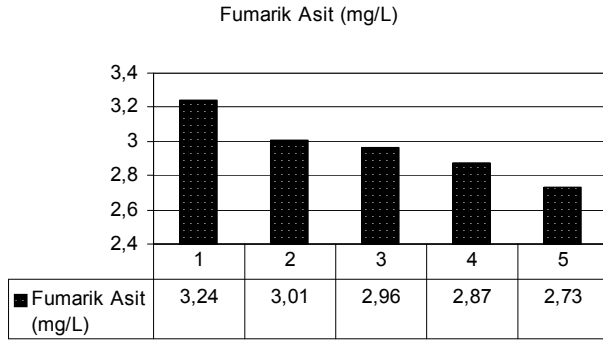
Proses 5 uygulaması sonucunda elde edilen elma suyu örneklerinin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5: Proses 5 Uygulaması Sonucunda Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
5	1	3,01 b	3,55 b	72,50 b	96,60 b
5	2	2,96 bc	3,49 c	72,88 b	96,95 c
5	3	2,87 c	3,44 c	73,23 c	97,30 d
5	4	2,73 d	3,33 d	73,65 c	97,88 e

Proses 5 uygulaması, proses 2 uygulaması ile yöntem olarak aynı iken kullanılan klarifikasyon yardımcı malzemeleri farklı seçilmiştir. Proses 2 uygulamasında aktif karbon kullanılırken, proses 5 uygulamasında kiselgur ile deneme yapılmıştır. Her iki yöntemde de öncelikle uygulanan jelatin-bentonit miktarı eşit değerlerde alınmıştır. Yöntemde uygulanan kiselgurun 1. seviyesinde, FA değeri 3,01 mg/L olarak elde edilmiştir. Pratik koşullar ve istenilen kalite kriterleri açısından bu değer yüksek sayılabilir. Diğer taraftan Çizelge 3.5'in incelenmesinden görüleceği üzere, FA değerleri uygulanan bütün seviyeler için kontrole göre istatistiki olarak önemli seviyede farklı ( $p < 0,01$ ) bulunmakla birlikte, seviye 1 ile seviye 2 ve seviye 2 ile seviye 3 birbirlerinden farklı bulunmamıştır ( $p > 0,01$ ). Benzer sonuç renk ve bir ölçüde de HMF değerleri için söz konusudur. Berraklık değerleri hem kontrole göre hem de birbirlerine göre istatistiki olarak önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklı bulunmuştur.

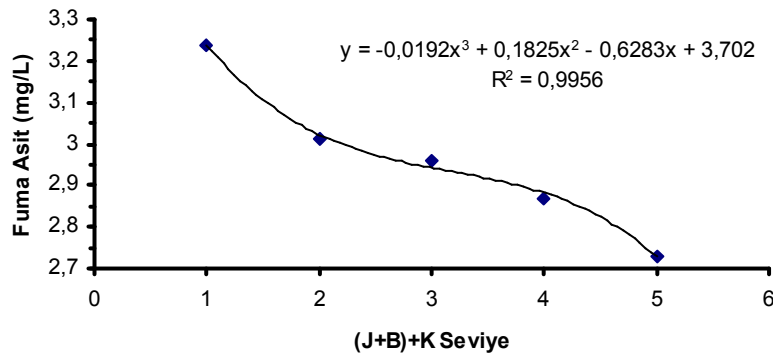
Şekil 3.8'de Proses 5 uygulaması ile elma suyu örneklerinde kontrol örneğine göre FA değerlerinde meydana gelen değişim gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Proses 5 uygulaması sonucunda seviyelere ve kontrol örneğe göre elma Sularının FA içeriğinde meydana gelen değişim

Çizelge 3.5'in incelenmesinden görüleceği üzere FA, HMF, renk ve berraklık değerlerinde arzu edilen en iyi sonuç seviye 4'de elde edilmiştir. FA için örneklerin kontrole göre değişimi Şekil 3.8'den daha iyi görülebilmektedir. Kiselgurun 5g/L olarak uygulanan 4.seviyesinde kontrol örneğe göre FA değerinde %15, HMF değerinde %13,3 azalma sağlanırken, renk değerinde %52 ve berraklık değerinde ise %4'lük bir artış elde edilmiştir.

Jelatin-bentonit durultması ile takibinde kiselgurun farklı seviyelerde uygulanmış olduğu proses 5'de elde edilen fumarik asit değerlerinin kiselgur seviyelerine bağlı olarak değişim ilişkisi Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9: Jelatin–bentonit ve farklı seviyelerde kiselgur uygulamasını içeren proses 5' Kiselgur seviyeleri ile FA miktarlarındaki değişim ilişkisi

Şekil 3.9'dan da görüleceği gibi, kiselgur seviyesi ile FA miktarındaki değişim ilişkisi pozitif yönlü olup, grafik 3.dereceden bir eğri şeklindedir. Bu değişim ilişkisine ait korelasyon katsayısı oldukça yüksek ( $R^2 = 0,9956$ ) bulunmuştur.

### 3.1.6. Proses 6 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

Proses 6 uygulamasında da, Proses 5’de olduğu gibi elma suyu örnekleri enzimatik durultmanın hemen sonrasında 500 mg/L jelatin ve 2500 mg/L bentonit kullanılarak gerçekleştirilen durultma işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu işlem 45-50<sup>0</sup>C’de 2 saat sürede gerçekleştirilmiştir. Jelatin-bentonit durultmasının ardından meydana gelen floklar filtre edilmiş ve sonra filtreden geçmiş meyve suyuna Proses 5’de olduğu gibi sırası ile 1g/L, 2g/L, 3g/L, 5g/L olmak üzere kiselgur yerine farklı seviyelerde PVPP ilave edilerek proses tamamlanmıştır. Her bir işlemde PVPP ile meyve suyunun temas süresi 5 dk. Olarak tatbik edilmiştir. Belirtilen PVPP dozajları sırası ile seviye 1, seviye 2, seviye 3 ve seviye 4 olarak adlandırılmıştır.

Proses 6 uygulaması sonucunda elde edilen elma suyu örneklerinin ve kontrol örneğin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.6’da verilmiştir.

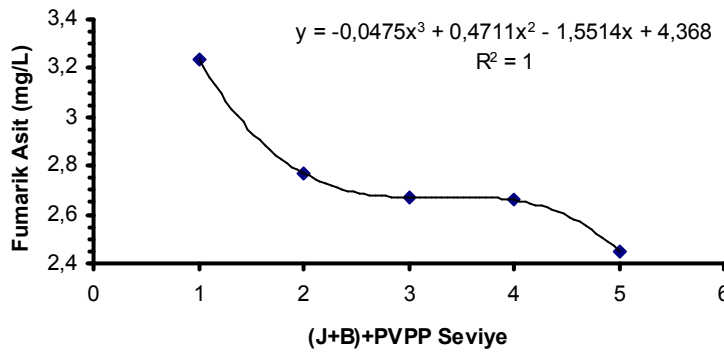
Çizelge 3.6: Kontrol Örneği ile Proses 6 Uygulamasında Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
6	1	2,77 b	3,53 b	55,63 b	95,68 b
6	2	2,67 c	3,43 c	59,30 c	96,03 c
6	3	2,66 c	3,34 d	63,50 d	96,55 d
6	4	2,45 d	3,12 e	67,55 e	97,40 e

Çizelge 3.6’nın incelenmesinden görüleceği gibi, FA, HMF, renk ve berraklık değerlerinde arzu edilen en iyi sonuç PVPP’nin 5 g/L olarak uygulandığı seviye 4’de elde edilmiştir. Bu seviye ile kontrol örneğe göre FA değerinde %24,4, HMF değerinde %18,8 azalma sağlanırken, renk değerinde %39,4 ve berraklık değerinde de %3,5’lik bir artış elde edilmiştir. Yine Çizelge 3.6’dan görüleceği üzere PVPP’nin uygulanan dozajı arttırıldıkça, söz konusu kalite parametrelerinde istenilen yöndeki değişimlerin seviyesi artmıştır. Elde edilen sonuçlar

hem kontrol değerlerine göre hem de uygulanan PVPP seviyelerine göre istatistiki olarak birbirlerinden önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklı bulunmuştur. Sadece FA değeri açısından PVPP'nin 2. ve 3. seviyeleri yine kontrole göre önemli seviyede farklı bulunmakla birlikte birbirleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0,01$ ).

Jelatin-bentonit durultması ile takibinde PVPP'nin farklı seviyelerde uygulanmış olduğu proses 6'da elde edilen fumarik asit değerlerinin PVPP seviyesine bağlı olarak dağılım ilişkisi Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Jelatin – bentonit ve farklı seviyede PVPP uygulamasını içeren Proses 6'da PVPP seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi

Şekil 3.10'dan da görüleceği gibi, PVPP seviyesi ile FA miktarındaki değişimi gösteren grafik 3.dereceden bir eğri olup ilişki pozitifdir ve bu değişim ilişkisine ait kolerasyon katsayısı arzu edilen en yüksek değer ( $R^2 = 1$ ) olarak bulunmuştur.

### 3.1.7. Proses 7 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

Proses 7, Proses 2 gibi aynı dozaj seviyelerinde aktif karbon uygulamasını içermesine rağmen, Proses 2'de aktif karbon uygulaması öncesinde elma suyu örnekleri jelatin – bentonit durultmasına tabi tutulmuş olduğu halde Proses 7'de jelatin – bentonit durultması yapılmaksızın sadece aktif karbon uygulamasını içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

Proses 7 uygulamasında elma suyu örnekleri enzimatik durultmanın tamamlanmasının ardından filtre kağıdından süzülerek flok yapmış ve parçalanmış maddelerden arındırılmıştır. Filtrasyonun sonucunda elma suyu örneklerine 5 farklı seviyede aktif karbon uygulaması

yapılmıştır. Sırası ile uygulanan dozaj miktarları 1 g/L, 2 g/L, 3 g/L, 5 g/L, 10 g/L 'dir. Bu dozaj miktarları sırası ile seviye 1, seviye 2, seviye 3, seviye 4 ve seviye 5 olarak adlandırılmıştır.

Kontrol örneğin ve proses 7 uygulaması sonucunda elde edilen elma suyu örneklerinin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7: Proses 7 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örnekleri ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları.

Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
7	1	3,07 b	3,71 b	49,78 b	93,60 b
7	2	2,98 c	3,50 c	50,50 c	94,25 a
7	3	2,98 c	3,35 d	57,55 d	94,65 c
7	4	2,82 d	3,13 e	60,10 e	94,90 d
7	5	2,39 e	2,78 f	58,55 f	92,50 e

Jelatin – bentonit ve aktif karbon uygulamalarını içeren Proses 2'ye ait sonuçların verildiği Çizelge 3.2 ile sadece aktif karbon uygulamasını kapsayan Proses 7'ye ait sonuçların verildiği Çizelge 3.7 karşılaştırıldığında elma suyuna ait FA, HMF, renk ve berraklık gibi kalite kriterlerinin proses 2'de proses 7'ye göre, tüm aktif karbon seviyelerinde daha iyi sonuçlar olarak elde edildiği görülmektedir. Buna göre, belirtilen kalite kriterlerinin iyileştirilmesi için aktif karbon uygulamasının jelatin – bentonit durultması ile desteklenmesinin pratikte daha iyi sonuç vereceği ifade edilebilir. Yine Çizelge 3.7'den görüleceği üzere, aktif karbon seviyesi arttırıldıkça kalite kriterlerinin genellikle pozitif yönde değiştiği, tüm aktif karbon seviyeleri içinde en iyi sonucun 5. seviye ile alındığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, değişik seviyelerde uygulanan aktif karbon örneklerinin berraklık değerinde bir iyileştirme yapmadığı gibi aksine bazı seviyelerde kontrole göre daha düşük berraklık değerleri elde edilmiştir.

Proses 7 uygulamasında kullanılan 10 g/L aktif karbon (seviye 5) fumarik asit değerinde kontrole göre %26,3 azalma sağlamıştır. Elde edilen fumarik asit değeri tüm proses

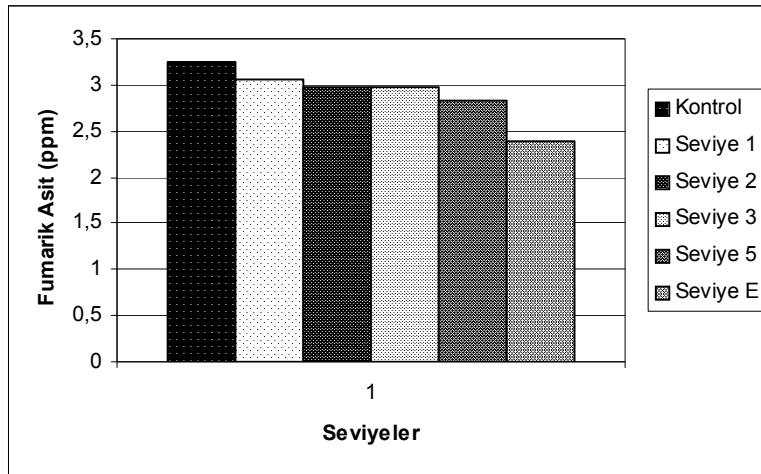


uygulamaları içerisinde elde edilen ikinci en düşük miktardır. Seviye 2 ve seviye 3 uygulamasında elde edilen fumarik asit değerleri aynı bulunmuştur.

Aktif karbonun 5.seviyede uygulanması sonucu; Kontrole göre HMF'de %27,6 azalma, renkte %20,1 artma sağlanmıştır. Diğer taraftan berraklık değerinde ise %1,7'lik bir azalma gerçekleşmiştir. Bu istenilen bir durum değildir.

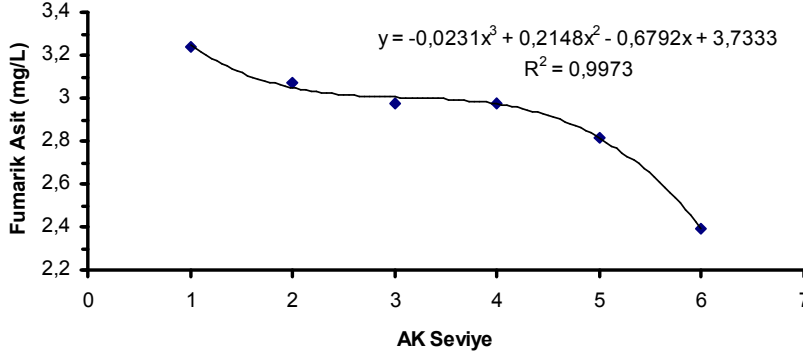
Yapılan varyans analizine göre aktif karbon uygulamasında denenen tüm seviyeler için FA, HMF ve renk değerleri kontrole ve birbirlerine göre önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklı bulunmuştur. Sadece seviye 2 ve seviye 3'de elde edilen FA değerleri birbirinden farklı bulunmamıştır ( $p > 0,01$ ).

Farklı aktif karbon dozaj miktarlarına göre proses 7'de elde edilen elma suyu örneklerinde kontrol örneğine göre FA değerinde meydana gelen değişim Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Proses 7 uygulamasının elma suyu örneklerinin FA değerinde meydana getirdiği değişim

Proses 7'nin temelini oluşturan aktif karbon uygulaması sonucu elde edilen fumarik asit değerlerinin 5 farklı aktif karbon seviyesine bağlı olarak değişim ilişkisi Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12: Farklı seviyelerde aktif karbon uygulamasını içeren Proses 7 'de aktif karbon seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi

Şekil 3.12'den de görüleceği gibi, aktif karbon seviyesi ile FA miktarındaki değişim ilişkisi pozitif yönlü olup, grafik 3.dereceden bir eğri şeklindedir. Bu değişim ilişkisine ait korelasyon katsayısı oldukça yüksek ( $R^2 = 0,9973$ ) bulunmuştur.

### 3.1.8. Proses 8 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerinin Fumarik Asit, HMF, Renk ve Berraklık Değerlerinin Değerlendirilmesi

Proses 8, proses 6 gibi aynı seviyelerde PVPP uygulamasını içermesine rağmen, proses 6'da PVPP uygulamasından önce elma suyu örnekleri jelatin – bentonit durultmasına tabi tutulmuş olduğu halde, proses 8 jelatin – bentonit durultması yapılmaksızın, sadece PVPP uygulamasını içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

Proses 8 uygulamasında elma suyu örnekleri enzimatik durultmanın tamamlanmasının ardından filtre kağıdından süzülerek flok yapmış ve parçalanmış maddelerden arındırılmıştır. Filtrasyonun sonucunda elma suyu örneklerine 4 farklı seviyede PVPP uygulaması yapılmıştır. Sırası ile uygulanan dozaj miktarları 1 g/L, 2 g/L, 3 g/L, 5 g/L 'dir. Bu dozaj miktarları sırası ile seviye 1, seviye 2, seviye 3, seviye 4 olarak adlandırılmıştır.

Kontrol örneğin ve proses 8 uygulaması sonucunda elde edilen elma suyu örneklerinin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri ile varyans analiz sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8: Proses 8 Uygulamasını Sonucu Elde Edilen Elma Suyu Örneklerine ve Kontrol Örneğine Ait FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

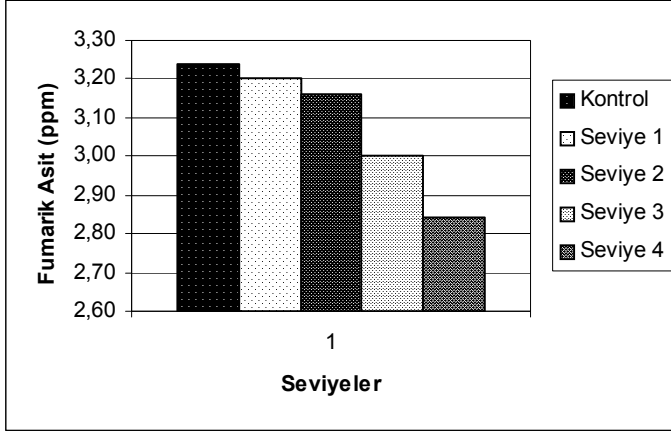
Proses No	Seviye	Fumarik Asit(mg/L)	HMF (mg/L)	Renk T%, (440 nm)	Berraklık T%, (625 nm)
Kontrol	-	3,24 a	3,84 a	48,45 a	94,13 a
8	1	3.20 a	3.65 b	51.45 b	92.58 b
8	2	3.16 a	3.57 c	54.65 c	93.15 c
8	3	3.00 b	3.45 d	59.58 d	93.48 d
8	4	2.84 c	3.19 e	60.50 e	94.40 e

Jelatin – bentonit ve PVPP uygulamasını içeren proses 6'ya ait sonuçların verildiği Çizelge 3.6 ile sadece PVPP uygulamasını kapsayan proses 8'e ait sonuçların verildiği Çizelge 3.8 karşılaştırıldığında, elma suyuna ait FA, HMF, renk ve berraklık gibi kalite kriterlerinin proses 6'da proses 8'e göre, tüm PVPP seviyelerinde daha iyi sonuçlar olarak elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre elma suyunda, belirtilen kalite kriterlerinin iyileştirilmesi için PVPP uygulamasının jelatin – bentonit durultması ile desteklenmesinin daha iyi olacağı kanaatine varılmıştır. Yine Çizelge3.8'den görüleceği üzere, PVPP'nin 1 g/L ve 2 g/L olarak uygulandığı seviye 1 ve seviye 2'de FA değerinde istenilen miktarda azalma sağlanamamıştır. Bu seviyelerde elde edilen FA değerleri kontrole göre istatistiki olarak farklı ( $p > 0,01$ ) bulunmamıştır. Diğer taraftan seviye 1, 2 ve 3'de elde edilen FA miktarları 3 mg/L değerinin üzerinde olduğu için sadece PVPP uygulamasını içeren bir proseste PVPP için belirtilen bu dozaj seviyeleri yeterli olmayacağı için tavsiye edilemez. Denemede, PVPP seviyesi arttırıldıkça kalite kriterlerinde genellikle pozitif yönde bir değişim olduğu, tüm PVPP seviyeleri içinde en iyi sonucun 4. seviye ile alındığı belirlenmiştir. Bununla birlikte değişik seviyelerde uygulanan PVPP örneklerin berraklık değerinde bir iyileştirme yapmadığı gibi, aksine bazı seviyelerde kontrole göre daha düşük berraklık değerleri elde edilmiştir.

Proses 8'de uygulanan PVPP filtrasyon yardımcı malzemesinin 4. seviyesinde FA miktarında %12,3 oranında azalma sağlamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi PVPP'nin 1., 2. ve 3. seviyeleri FA miktarında yeterli azaltmayı sağlayamamıştır. PVPP'nin 4. seviyesi ile kontrole göre HMF'de %17 azalma, renkte %24,9 artma sağlanmıştır.

Varyans analiz sonucuna göre PVPP uygulamasında denenen tüm seviyeler için HMF ve renk değerleri kontrole ve birbirlerine göre önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklı bulunurken, FA ve berraklık için özellikle ilk iki seviyenin etkisi önemli bulunmamıştır ( $p > 0,01$ ).

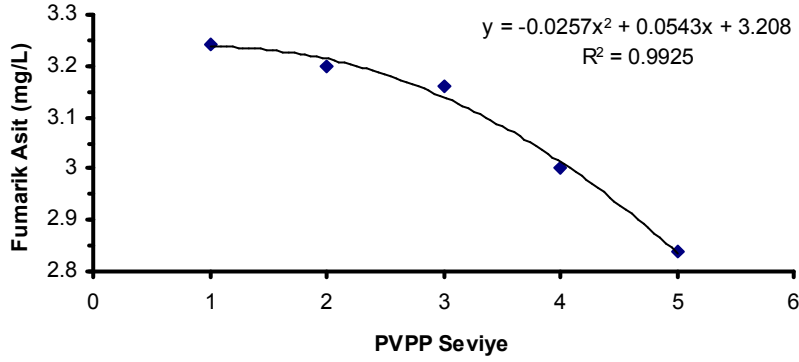
Farklı PVPP dozaj miktarlarına göre proses 8’de elde edilen elma suyu örneklerinde kontrol örneğine göre FA değerinde meydana gelen değişim Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



Şekil 3.13: Farklı dozaj miktarlarına göre proses 7’de elde edilen elma suyu örneklerinde kontrol örneğine göre FA değerinde meydana gelen değişim.

İstatistiksel analiz sonucuna göre uygulanan 4 farklı dozaj seviyesinden seviye 1 ve seviye 2’nin verdiği sonuçlar kontrol örneğinin FA değeriyle kıyaslandığında anlamlı sonuç vermemiştir ( $p > 0,01$ ). Diğer ölçülen kalite kriterlerinde ise farklı dozaj miktarlarına göre elde edilen değerler kontrol örneğine ait değerlerle kıyaslandığında istatistiksel açıdan anlamlı sonuç vermiştir ( $p < 0,01$ ). Ancak renk değerinde meydana gelen değişim tüm proses uygulamaları içerisinde en kötü sonuçları vermiştir.

Proses 8’in temelini oluşturan PVPP uygulaması sonucu elde edilen fumarik asit değerlerinin 4 farklı PVPP seviyesine bağlı olarak değişim ilişkisi Şekil 3.14’de gösterilmiştir.



Şekil 3.14: Farklı seviyelerde PVPP uygulamasını içeren proses 8' de PVPP seviyeleri ile FA miktarındaki değişim ilişkisi

Şekil 3.14'den de görüleceği gibi, PVPP seviyesi ile FA miktarındaki değişim ilişkisi pozitif yönlü olup, grafik 2.dereceden bir eğri şeklindedir. Bu değişim ilişkisine ait korelasyon katsayısı oldukça yüksek ( $R^2 = 0,9925$ ) bulunmuştur.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

# SONUÇ VE ÖNERİLER

### 4.SONUÇ VE ÖNERİLER

8 farklı proses uygulamasının ve bu uygulamalarda farklı dozaj miktarlarında kullanılan jelatin, bentonit, kieselgur, aktif karbon ve PVPP'nin elma suyu örneklerinin FA, HMF, renk ve berraklık değerleri üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri gösteren sonuçların ortalama değerleri Çizelge 4.1'de ve her bir seviye için elde edilen sonuçların tamamı ile aynı zamanda varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1: Kontrol Örneğe ve Tüm Proses Uygulamalarına Ait Ortalama FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

Proses	FA <sup>*,x</sup> (mg/L)	HMF <sup>*,x</sup> (mg/L)	Renk <sup>*,x</sup> T%, (440nm)	Berraklık <sup>*,x</sup> T%, (625nm)
Kontrol	3.24 a	3.84 a	48.45 a	94.13 a
1	2.98 ab	3.82 a	49.36 a	95.93 b
2	2.63 d	3.14 e	69.85 d	97.82 c
3	2.96 ab	3.76 ab	76.23 c	98.25 c
4	2.94 ab	3.71 abc	48.38 a	93.38 a
5	2.89 bc	3.45 bd	73.06 cd	97.18 d
6	2.64 d	3.35 cd	61.49 e	96.41 b
7	2.85 b	3.30 de	55.29 b	93.98 a
8	3.05 ac	3.46 bd	56.54 b	93.40 a

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirlerinden önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklıdır. Sonuçlar iki tekerrür ve iki paralelin ortalamasıdır.

<sup>x</sup>FA, HMF, renk ve berraklık değerleri her bir proses uygulamasında elde edilen değerlerin ortalamasıdır

Çizelge 4.2: Tüm Proses Uygulamalarının Her Bir Dozaj Seviyesinde ve Kontrol Örneğinde Saptanmış Olan FA, HMF, Renk ve Berraklık Değerleri ile Varyans Analiz Sonuçları

Proses	Seviye	FA <sup>**x</sup> (mg/L)	HMF <sup>**x</sup> (mg/L)	Renk <sup>**x</sup> T%, (440nm)	Berraklık <sup>**x</sup> (625nm)	T%,
Kontrol	-	3.24 a	3.84 a	48.45 a	94.13 a	
1	1	3.05 b	3.81 a	49.58 b	96.25 b	
	2	2.92 c	3.83 a	49.15 c	95.60 c	
2	1	2.89 b	3.60 b	61.53 b	97.43 b	
	2	2.84 b	3.39 c	67.33 c	98.15 c	
	3	2.76 c	3.21 d	72.35 d	98.40 d	
	4	2.59 d	3.02 e	75.78 e	98.85 e	
	5	2.08 e	2.46 f	72.28 d	96.28 f	
3	-	2.96 b	3.76 b	76.23 b	98.25 b	
4	-	2.94 b	3.71 b	48.38 a	93.38 b	
5	1	3.01 b	3.55 b	72.50 b	96.60 b	
	2	2.96 bc	3.49 c	72.88 b	96.95 c	
	3	2.87 c	3.44 c	73.23 c	97.30 d	
	4	2.73 d	3.33 d	73.65 c	97.88 e	
6	1	2.77 b	3.53 b	55.63 b	95.68 b	
	2	2.67 c	3.43 c	59.30 c	96.03 c	
	3	2.66 c	3.34 d	63.50 d	96.55 d	
	4	2.45 d	3.12 e	67.55 e	97.40 e	
7	1	3.07 b	3.71 b	49.75 b	93.60 b	
	2	2.98 c	3.50 c	50.50 c	94.25 a	
	3	2.98 c	3.35 d	57.55 d	94.65 c	
	4	2.82 d	3.13 e	60.10 e	94.90 d	
	5	2.39 e	2.78 f	58.55 f	92.50 e	
8	1	3.20 a	3.65 b	51.45 b	92.58 b	
	2	3.16 a	3.57 c	54.65 c	93.15 c	
	3	3.00 b	3.45 d	59.58 d	93.48 d	
	4	2.84 c	3.19 e	60.50 e	94.40 e	

\*Her proseste ve farklı uygulanan dozlar için elde edilen değerler kontrole göre karşılaştırılmıştır.

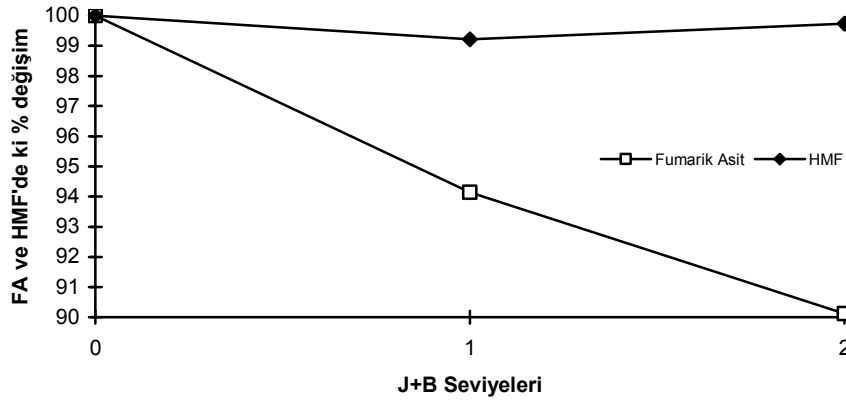
\*\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirlerinden önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) farklıdır.

<sup>x</sup>FA, HMF, renk ve berraklık değerleri her bir proses uygulamasında elde edilen değerlerin ortalamasıdır.

Proses uygulamalarının bazılarında elde edilen FA, HMF, renk ve berraklık değerlerine ait sonuçlarda istatistiksel analiz değerlendirmesi sonucu anlamlı bir farklılık ( $p>0,01$ ) görülmemiştir. Bazı proses uygulamalarında ise anlamlı farklılıklara ( $p<0,01$ ) rastlanılmıştır. En düşük fumarik asit değerleri sırası ile 2,08 mg/L ve 2,39 mg/L olarak proses 2 ve proses 7 uygulamalarından elde edilmiştir. Buna ilave olarak en düşük HMF değeri de 2,46 mg/L ile proses 2 uygulamasından elde edilmiştir.

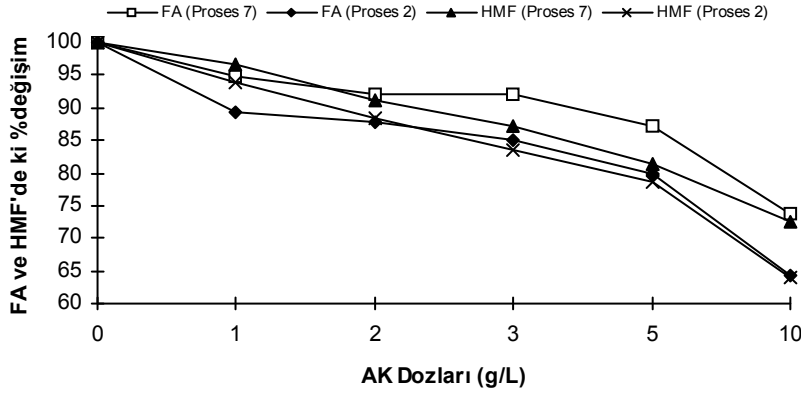
Kontrol örneğinde FA değeri 3,24 mg/L olarak ölçülmüştü. Fumarik asit değeri özellikle iyi hazırlanmış (çürük olmayan ve gerçek meyveden elde edilmiş) elma suyunda genellikle 3 mg/L'yi geçmemektedir (Junge ve Spaginder, 1982). A.I.J.N standartlarına göre ise elma suyu konsantrelerinde kabul edilebilir fumarik asit değeri  $\leq 5$  mg/L olarak seçilmiştir.

Farklı dozaj miktarlarında jelatin – bentonit, aktif karbon, kiselgur ve PVPP kullanılarak gerçekleştirilen proses uygulamaları sonucunda elma suyu örneklerinin FA ve HMF değerlerinde meydana gelen değişim sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

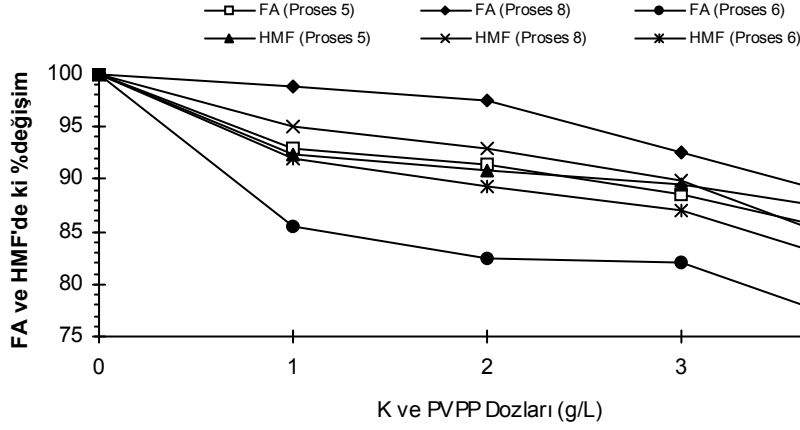


Şekil 4.1: Jelatin-bentonit seviyesine göre elma suyu örneklerinin FA ve HMF değerinde meydana gelen % değişim





Şekil 4.2: Aktif karbon dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin Fa ve HMF değerlerinde meydana gelen % değişim



Şekil 4.3: Kiselgur ve PVPP dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin FA ve HMF değerlerinde meydana gelen % değişim

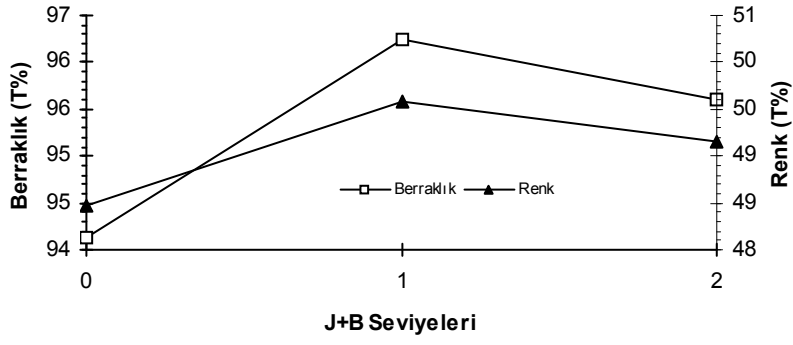
Jelatin, bentonit, aktif karbon, kiselgur ve PVPP uygulama dozajlarının artırılması ile her bir proste elma suyu konsantrelerine ait örneklerdeki fumarik asit değerlerinde önemli seviyede ( $p < 0,01$ ) azalma sağlanmıştır. Ancak proses 2'nin 1. ve 2. dozaj seviyeleri ile proses 8'in 1. ve 2. dozaj seviyeleri elma suyu örneklerindeki fumarik asit miktarında anlamlı bir azalma ( $p > 0,01$ ) gerçekleştirilmemiştir. Aynı zamanda, kiselgur, PVPP, aktif karbon, bentonit ve jelatin miktarlarının dozajının artırılması ile her bir proste elde edilen elma suyu örneklerine ait HMF değerlerinde de belirgin bir azalma gerçekleşmiştir.

1, 5, 7. proses uygulamalarının 1.dozaj seviyeleri ile 8. proses uygulamasının 1. ve 2. dozaj seviyeleri hariç diğer tüm proses uygulamalarında fumarik asit miktarı önemli bir oranda olmak üzere 3mg/L'nin altına düşürülmüştür. Şekil 4.2'de de görüleceği üzere örneklere ait fumarik asit ve HMF değerlerinde orantılı olarak en iyi düşüş proses 2'nin 10 g/L aktif karbon dozajı ile sağlanmıştır. Yine Şekil 4.2'den görüleceği üzere proses 2'nin 5 g/L aktif karbon dozajı kullanılarak gerçekleştirilen denemede, fumarik asit ve HMF değerlerinde sırası ile %35,8 ve %35,94'lük bir azalma gerçekleşmiştir. Kadakal ve Nas (2002) tarafından yapılan çalışmada aktif karbonun 3 g/L kullanımı ile elma suyu örneğindeki HMF içeriğinde 15,6 mg/L'den 11,8 mg/L'ye %24,36'lık azalma oranı sağlanmıştır. Aktif karbonun fazla miktarda kullanılması filtrasyonda çabuk tıkanma problemlerine yol açsa da, üretim esnasında meydana gelen bu maliyetler toplam anlamda ürünün asıl maliyetine yük bindirmemektedir.

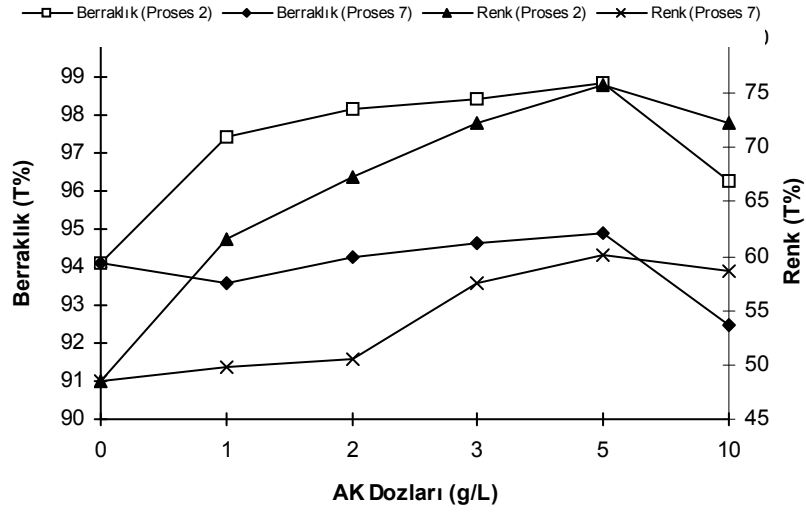
Elma suyuna uygulanan diğer prosesler birbirleri ile kıyaslandığında, jelatin – bentonit durultması ve takibinde PVPP'nin farklı seviyelerde uygulanmış olduğu proses 6'nın ilk dozaj seviyesi FA miktarında % 14,5, HMF miktarında % 8 azalma sağlamaktadır ki bu proses elma suyu üretiminde maliyet ve uygulanabilirlik açısından tavsiye edilebilir.

Elma suyunda HMF değerinin maksimum 5 mg/L olması gerektiği kabul edilmiştir (IFFJP, 1974). Tüm örneklerdeki HMF değeri kabul edilebilir sınır değer içindedir. Çizelge 3'de görüldüğü üzere, sekiz proses uygulamasına ait sonuçlarda elma suyu örnekleri kontrol örneği ile kıyaslandığında, HMF içeriği bakımından anlamlı ( $p < 0,01$ ) bir azalma göstermiştir.

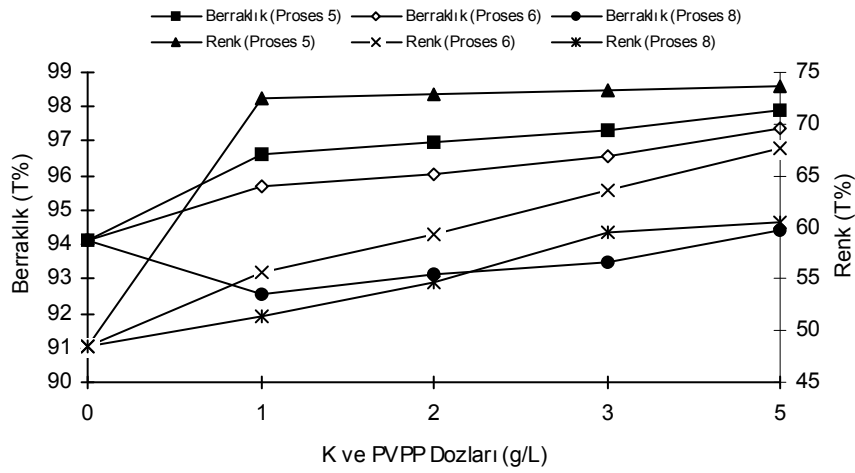
Farklı dozaj miktarlarında uygulanan jelatin - bentonit, aktif karbon, kiselgur ve PVPP'nin örneklerin renk ve berraklık değerlerinde meydana getirdiği değişimler sırasıyla Şekil 4.4 – 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Jelatin-bentonit seviyesine göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim



Şekil 4.5: Aktif karbon dozaj miktarına göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim



Şekil 4.6: Kiselgur ve PVPP dozaj miktarlarına göre elma suyu örneklerinin renk ve berraklık değerlerinde meydana gelen % değişim

Spektrofotometrede 440 nm dalga boyunda saf su ile 12 brikse ayarlanmış elma suyunun transmittans değeri ölçülerek renk değeri tespit edilir. Ticari anlamda elma suyu örneklerinde ölçülen %T renk değerinin ürün satışı olabilmesi için en az 40.0 % T ve üzerinde olması gerekmektedir (Kadalkal ve Nas, 2002). Yapılan bu çalışmada kontrol örneğinin 440 nm’de ölçülen transmittans değeri %48,45’dir. Elde edilmiş bu değer zaten kabul edilebilir sınır değerinin üzerindedir. Tüm proses uygulamalarında, FA ve HMF indirgeyici olarak kullanılan J, B, AK, K ve PVPP gibi malzemelerin artan dozaj seviyelerinde elma suyu örneklerinin renk değerlerinde iyileşme tespit edilmiştir. Bununla birlikte UF uygulamasını içeren proses 4, elma suyunun rengi üzerine olumsuz etki yapmıştır. Proses 5’de gerçekleştirilen (J+B) + K uygulamasında kiselgurun ilk iki seviyesi için elde edilen renk değerleri kontrole göre farklı ( $p < 0,01$ ) olmakla birlikte, birbirlerine göre farklı ( $p > 0,01$ ) bulunmamıştır. En yüksek renk 76,23 %T olarak proses 3’de elde edilmiştir. Spektrofotometrede 625 nm dalga boyunda saf su ile 12 brikse ayarlanmış elma suyunun transmittans değeri ölçülerek berraklık değeri tespit edilir. Ticari anlamda elma suyu örneklerinde ölçülen % T berraklık değerinin en az 94.0 % T ve üzerinde olması gerekmektedir (Kadalkal ve Nas, 2002). Kontrol örneğinde 625 nm’de ölçülen transmittans değeri 94,13 % T’dir. UF uygulamasında (proses 4) ve PVPP uygulamasını içeren proses 8’in 2 ve 3. seviyelerinde berraklık değeri kontrole göre düşük bulunmuştur. Diğer bütün uygulamalarda ve her bir uygulamada kullanılan dozaj seviyelerinin arttırılmasında berraklık değerlerinin genelde kontrole göre arttığı saptanmıştır.

Elma suyu örneklerinde en yüksek berraklık değeri 98,85 % T olarak proses 2'de uygulanan 5 g/L aktif karbon dozajı ile elde edilmiştir.

Konsantre elma suyu üretiminde, temelde pratikte uygulanan çalışma yöntemine bağlı kalınarak üretilen elma suyu örneklerinde fumarik asit ve HMF değerlerinin azaltılması, renk ve berraklık değerlerinin arttırılması amacıyla farklı proses uygulamalarının denenmesini içeren bu tez çalışmasında, fumarik asit ve HMF miktarının azaltılmasında (J+B) + AK içeren Proses 2 ile (J+B) + PVPP içeren Proses 6 en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Renk ve berraklık değerlerinin arttırılması üzerinde, sağlanan artış oranı dikkate alınarak (J+B) + UF (Proses 3), (J+B) + AK (Proses 2) ve (J+B) + K (Proses 5) uygulamalarının daha etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. Kuşkusuz bu çalışmada asıl amaç, elma suyunun fumarik asit miktarının azaltılmasında en etkili yöntemi belirlemek olduğu için, bu amaç doğrultusunda öncelikle tavsiye edilebilecek uygulama (Jelatin – Bentonit) + Aktif Karbon içeren Proses 2 olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Acar, J., Gökmen, V. & Taydaş, E.E., (1999). An investigation into the formation of fumaric acid in apple juice concentrates. *Eurepean Food Research Technology*, 209, 308-312.
- Anonymous, (2002), Türkiye'deki Meyve Üretim Miktarı, (<http://www.meyed.org.tr>).
- Anonymous, (2004a), Türkiye'de Meyve Suyu Üretimi, (<http://www.die.gov.tr>).
- Anonymous, (2004b), 10. 04. 2004 Tarihli Haber, (<http://www.tarim.gov.tr>).
- Anonymous, (2004c), Coca-Cola Company Apple Juice Specifications Notes. P:1-2.
- Artık, N., Gökmen, V., Poyrazoğlu, E. & Kahraman, N., (2001). Elma suyu üretiminde farklı durultma tekniklerinin üründeki patulin ve bazı kalite kriterlerine etkisi. *Turkish Agricultural Research Project (TARP)*, Project No: 2049.
- Artık, N. & Halkman, K., (1994). Türkiye'de Meyve Suyu Üretimi ve Tüketimi, Meyve Suyu Teknolojisinde Gelişmeler Sempozyumu, 1-3 Haziran 1994, Ankara, s:13.
- Babsky, N . F., Wrolstad, R. F. & Wurst, R. W., (1989). Influence of Commercial Shipping On the Color and Composition of Apple Juice Concentrate, *Journal of Food Quality*, 12, 355-367.
- Bielig, H.J., Faethe, W., Koch, J., Wallrauch, S. & Wucherpfennig, K., (1984). Richtwerte Schwankungsbreiten Bestimmter Kennzahlen (RSK - WERTE) für Apfelsaft, Traubensaft und Orangensaft. *Confructa Studien*. 28: 63-73.
- Cemeroğlu, B., (1992), Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, s:350, Ankara.

- Freed, R.D. (1991). *MSTATC: Microcomputer Statistical Program. Experimental Design, Data Management and Data Analysis*. Michigan State University, Michigan, USA.
- Fuleki, T., Pelayo, E. and Palabay. R.B., (1995). Carboxylic Acid Composition of Varietal Juices Produced From Fresh and Stored Apples, *J. Agric. Food Chem.*, 43, 598-607.
- Gökmen, V. & Acar, J., (1998). An investigation on the relationship between patulin and fumaric acid in apple juice concentrates. *Lebensmittel Wissenschaft Und-Technology*, 31, 480-483.
- Gürgün, V.&Tunail, N., (1992). Meyve Suyu ve Konsantrelerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar Meyve Suyu Endüstrisinde Kalite Kontrolü, Gıda Araştırma Fonu, Yayın No: 1, Ankara, 300 s.
- Horton, H. R., Moran, L.A., Ochs, J.D., Rown, J.D. & Scrimgear, K. G., (1993). Citric Acid Cycles. *Prenciples of Biochemistry*, p:18-23..
- Hunter, J.J., Visse, J.H. & De Villiers, O.T., (1991). Preparation of grapes and extraction of sugars and organic acids for determination by high performance liquid chromatography. *American Journal of Enology and Viticulture*, 42, 237-244.
- IFFJP, (1974).International Federation of Fruit Juice Producers Methods. Analysen-Analyses: Zurich, Switzerland, Fruit-Union Suisse Assoc. *Svizzera Frutta*, 1962-1974, 12, 1.
- Junge, C. & Spadinger, C., (1982). Nachweis eines zusatzes von Aepfelsaure L(-) und DL in Aepfel und birnensaefthen durch quantitative bestimmung der fumarsaure. *Flüssiges Obst.*, 49, 57-62.
- Kadakal, Ç. & Nas, S., (2002). Effect of activated charcoal on patulin, fumaric acid and some other properties of apple juice. *Nahrung/Food*, 46, 31-33.

- Kadakal, Ç., Nas, S. & Poyrazoğlu, E.S., (2002). Effect of commercial processing stages of apple juice on patulin, fumaric acid and hydroxymethylfurfural (HMF) levels. *Journal of Food Quality*, 25, 359-368.
- Kadakal, Ç. & Nas, S., (2003). Effect of heat treatment and evaporation on patulin and some other properties of apple juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 987-990.
- Karadeniz, F. & Ekşi, A., (1997). The correlation of fumaric acid with patulin, L-lactic acid and HMF in apple juice concentrate. *Fruit Processing*, 12, 475-478.
- Kolukısa, G., Artık, N. & Yıldız O., (1990). Aktif kömürün renk kontrolü amacıyla elma suyu konsantresi üretiminde kullanımı. *Gıda*, 15, 263-269.
- Kvasnicka, F. & Voldrich, M., (2000). Determination of fumaric acid in apple juice by on-line coupled capillary isotachopheresis-capillary zone electrophoresis with UV detection. *Journal of Chromotography A*, 891, 175-181.
- Lehninger, A. L., (1970). The Molecular Basis of Cell structure and function, Worth Publishers. P.351-354. LONDON.
- Menteş, N.K. & Menteş, G., (1986). Sitrik Asit Siklusu. AsetilKoA Katabolizması. Harper'la Biyokimya'ya Bakış. S.220-231
- Okamura, T., Horte, N., Miyozaki, Y. & Ohaugi, M., (1997). Fumaric acid Anti-Thrombin Substance from *Rhizopus Javanicus*. *J.Nurt.Sci.Viitaminol.*, 43, 241-247.
- Oskay, E., (1975). Karboksilli asitler.Geometrik izomeri.Organik Kimya.,S:335-477.
- Özin, K., (1992). Dünya'da ve Türkiye'de Meyve Suyu Tüketimi ve Ticareti, Meyve Suyu Endüstrisinde Kalite Kontrol Semineri, Gıda Araştırma Fonu, Yayın No: 1, Ankara. S: 300.



Zyren, J. & Elkins, E.R., (1985). Interlaboratory variability of methods used for detection of economic adulteration in apple juice. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 68, 672-676.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şükrü YILMAZ  
Ana Adı : Nadire Günaydın YILMAZ  
Baba Adı : Mustafa  
Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli, 27.05.1979  
Lisans Eğitimi ve Mezuniyet Tarihi : Pamukkale Üniv., Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh.  
Bölümü, Çamlık – DENİZLİ 27.06.2001  
Medeni Hali : Bekar  
Çalıştığı Yer : Dinter GmbH – Türkiye Konfrut Gıda A.Ş.  
Bildiği Yabancı Dil, Aldığı Belge : İngilizce