

**ELMA SUYU ÜRETİMİNDE UYGULANAN İŞLEMLERİN
GALAKTURONİK ASİT İÇERİĞİNE ETKİSİ**

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

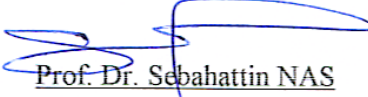
Şadiye ARPAÇ

Danışman: Prof. Dr. Sebahattin NAS

**Haziran, 2006
DENİZLİ**

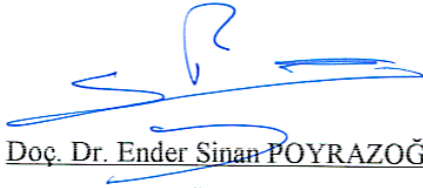
YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Şadiye ARPAÇ tarafından Prof. Dr. Sebahattin NAS yönetiminde hazırlanan “ Elma Suyu Üretiminde Uygulanan İşlemlerin Galakturonik Asit İçeriğine Etkisi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



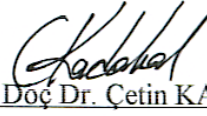
Prof. Dr. Sebahattin NAS

Jüri Başkanı



Doç. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU

Jüri Üyesi



Yrd. Doç Dr. Çetin KADAKAL

Jüri Üyesi

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

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL

Müdür

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

İmza



Öğrenci Adı Soyadı : Şadiye ARPAÇ

TEŞEKKÜR

Üniversite hayatıma başladığım günden beri kendisinden çok şey öğrendiğim, tez konumun belirlenmesinde ve tezimin oluşturulmasında en büyük emeğe sahip olan, yol gösterici fikir ve düşüncelerinden faydalandığım kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Sebahattin NAS'a, araştırmamın yürütülmesinde ve sonuçlarının değerlendirilmesinde bana yol gösterdiği, beni büyük bir sabırla bekleyip, bana inandığı için özellikle teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve iş hayatımda bana güvenerek her zaman yanımda olan, maddi manevi hiçbir desteğini benden esirgemeyen, galakturonik asit analizlerinin yapılmasında her türlü yardımı sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Çetin KADAKAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamdaki istatistiksel analizlerin yapılmasında bana yol gösteren ve destek olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesinde her türlü desteklerini benden esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm başkanı Sayın Prof. Dr. Aydın YAPAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın yürütülmesi için fabrika imkanlarını sunan hem maddi hem de manevi katkıda bulunan KONFRUT Gıda San. ve Tic. A.Ş. eski Genel Müdürü Şafak ÇAĞLAYANLAR'a ve yaptığım analiz ve çalışmalarda sonuna kadar bana yardımcı olan iş arkadaşlarım Eşe ERHAN ve Seçkin ATAŞLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Asitlik ve briks analizlerinde bana laboratuvar imkanlarını sunan Dinter GmbH genel müdürü Sayın Ömer SÜMER'e teşekkürlerimi sunarım.

Beni bugünlere getiren, maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyerek her zaman yanımda olan canım aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

ELMA SUYU ÜRETİMİNDE UYGULANAN İŞLEMLERİN GALAKTURONİK ASİT İÇERİĞİNE ETKİSİ

Arpaç, Şadiye
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Sebahattin NAS
Temmuz 2006, 64 Sayfa

Pektinin temel yapısını oluşturan galakturonik asitin elma suyu ticaretinde son yıllarda önemi artmaktadır. Düşük galakturonik asit içeriği elma sularında iyi kaliteye işaret etmektedir. Bu nedenle, elma suyu konsantresi ticaretinde galakturonik asit konsantrasyonunun 1000 mg/L'nin altında olması talep edilmektedir. Galakturonik asitin mayşe enzimasyonunda, pektolitik enzimlerce oluşmasından dolayı, mayşe enzimasyonunun hem verim açısından hem de galakturonik asit konsantrasyonu açısından optimum düzeyde olması sağlanmalıdır.

Bu çalışmada, galakturonik asit oluşumu üzerine bazı muamelelerin etkisiyle birlikte mayşe enzimasyonu için optimum enzim dozajı ve enzimasyon süresi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla elmalar yüzeydeki çürüme oranı dikkate alınarak, sağlam, % 50 ve % 100 çürük şeklinde sınıflandırılmış, uygun bir parçalayıcıda işletme şartlarına benzer şekilde parçalanarak mayşe haline getirilmiştir. Elde edilen mayşe numunelerinden her birine 80, 100 ve 150 g /ton olacak şekilde Erbslöh GmbH & CO.'dan Fruktozym MA-X Press mayşe enzimi verilmiş ve yine her biri 4 farklı sürede (0, 15, 30 ve 45 dakika) enzimasyona tabi tutulmuştur. Bütün bu numunelerde briks, pH, asitlik, L, a ve b değerleri yanı sıra HPLC metoduyla galakturonik asit miktarı belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, L, a ve b değerlerine enzim dozajı ve enzim uygulama (enzimasyon) süresinin herhangi bir etkisinin olmadığı, çürüklüğün artmasıyla birlikte bu değerlerde düşüş meydana geldiği belirlenmiştir.

Elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizi sonucunda galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, çürüklük oranının, enzim dozajının ve uygulama süresinin çok önemli bir ($P<0.01$) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çürüklüğün artmasıyla birlikte galakturonik asit konsantrasyonunun düştüğü, enzim dozajı ve uygulama süresinin arttırılmasıyla da yükseldiği tespit edilmiştir. Sağlam elmalardan elde edilen numunelerin galakturonik asit miktarları, 106.9-1845.5 mg / L, % 50 çürük numunelerin 73.7 – 977.3 mg /L ve % 100 çürük numunelerin galakturonik asit miktarı ise 33.16-370.9 mg /L arasında belirlenmiştir. Tüm numuneler içinde en yüksek galakturonik asit konsantrasyonuna sağlam numunelerin 150 g/ton enzimlenmiş 45 dakika süreyle enzimasyon uygulanmış numunesinde 1854.5 mg /L olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma Suyu, Galakturonik Asit, HPLC, Mayşe Enzimasyonu, Çürük Elma

ABSTRACT**EFFECT OF PROCESSING PARAMETERS ON
GALACTURONIC ACID CONTENT OF APPLE JUICE**

Arpaç, Şadiye

M. Sc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Sebahattin NAS

July 2006, 64 Pages

The importance of galacturonic acid (basic structure of pectin) in apple juice industry is increasing in recent years. Low galacturonic acid content of apple juice is an indicator for high quality. Therefore, galacturonic acid content of apple juice less than 1000 mg/L is demanded by the customers of apple juice concentrate.

In this study, the effects of apple decay proportions, dosages of pectolytic enzymes and mash period on the formation of galacturonic acid were studied. Apples were classified as sound, %50 and %100 decayed on the surface. After classification, apples were smashed and 80, 100 and 150 g/ton enzyme were added to the mash, and this process was allowed for four different periods of time (0, 15, 30 and 45 minutes). Brix, pH, acidity, color values (Hunter Lab) were determined in addition to the galacturonic acid concentrations by high performance liquid chromatography.

It was found that enzyme dosage and mash fermentation period had no significant effect on the color L, a and b values. Increasing the decay proportion decreased the color L, a and b values.

Statistical analysis of the data showed significant differences ($P < 0.01$) between the galacturonic acid level and decay proportion, enzyme dosage and mash fermentation period. Increasing the decay proportion of apple decreased the galacturonic acid while the enzyme dosage and mash fermentation period increased the galacturonic acid concentration. Galacturonic acid levels in sound apples, 50% decayed apples and 100% decayed apples were determined as 106.9-1845.5 mg/L, 73.7 – 977.3 mg/L and 33.16-370.9 mg/L, respectively. The highest galacturonic acid concentration (1854.5 mg/L) was observed in sound apples with 150 g/ton enzyme application for 45 minutes.

Key words: Apple Juice, Galacturonic Acid, HPLC, Mash Fermentation, Decay Apple

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek lisans tez onay formu.....	i
Bilimsel etik sayfası.....	ii
Teşekkür.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	v
İçindekiler.....	vi
Şekiller dizini.....	vii
Tablolar dizini.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Elmadan berrak tip konsantre üretimi.....	5
1.2 Elma suyu konsantresinin kalite parametreleri.....	9
1.3 Pektin (Pektik Madde) ve galakturonik asit hakkında bilgi.....	16
1.4 Meyve suyu üretim teknolojisinde mayşe enzimasyonu	20
1.4.1 Mayşeye multi enzim preparatlarının uygulanması.....	23
1.4.2 Mayşede enzimatik pektin parçalanması.....	26
2. MATERYAL VE METOD.....	30
2.1. Materyal.....	30
2.2. Metot.....	31
2.2.1 Genel analizler.....	32
2.2.1.1 Suda çözünür kuru madde (Briks) tayini.....	32
2.2.1.2 Renk tayini.....	33
2.2.1.3 Asitlik tayini.....	33
2.2.1.4 pH tayini.....	33
2.2.2 Galakturonik asit miktarının belirlenmesi.....	33
2.2.2.1 Galakturonik asit ekstraksiyonu.....	33
2.2.2.2 Galakturonik asit analizi için HPLC koşulları.....	34
2.2.2.3 Galakturonik asit standart eğrisinin hazırlanması.....	35
2.2.2.4 Galakturonik asit için geri kazanım testi.....	36
2.2.3 İstatiksel analizler.....	36
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
3.1 Farklı oranda çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları.....	37
3.1.1 Briks değeri.....	37
3.1.2 Hunter renk değeri.....	41
3.1.3 Asitlik değeri.....	45
3.1.4 pH değeri.....	47
3.1.5 Galakturonik asit miktarı.....	49
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Berrak elma suyu konsantresi üretim prosesi.....	8
Şekil 1.2 Pektin molekülünün bir kısmı.....	16
Şekil 1.3 Galakturonik asit ve pektin molekülünün bir kısmı.....	19
Şekil 1.4 Pektolitik enzimlerin etki mekanizmaları.....	22
Şekil 1.5 Poligalakturonaz enziminin etki mekanizmaları.....	26
Şekil 1.6 Pektinesteraz enziminin etki mekanizması.....	27
Şekil 1.7 Pektinliyaz enziminin etki mekanizması	29
Şekil 2.1 Galakturonik asit standardı ile çizilen kalibrasyon eğrisi.....	35
Şekil 2.2 Standart galakturonik asit piki	36
Şekil 3.1 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen mayşe örneklerinin ortalama asitlik miktarları.....	47
Şekil 3.2 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen mayşe örneklerinin ortalama ph değerleri.....	49
Şekil 3.3 Farklı çürüklük oranına sahip ve farklı dozlarda enzim ilave edilen mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, çürüklük oranı x enzim dozajı interaksyonunun etkisi.....	53
Şekil 3.4 Farklı çürüklük oranına sahip ve farklı sürelerde mayşe enzimasyonuna tabi tutulan, mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, çürüklük oranı x uygulama süresi interaksyonunun etkisi.....	54
Şekil 3.5 Üç farklı dozajda (80, 100, 150 g/ton) mayşe enzimi ilave edilerek farklı sürelerde mayşe enzimasyonuna tabi tutulan, mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, enzim dozajı x uygulama süresi interaksyonunun etkisi.....	55

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Türkiye'nin dünya meyve yetiştiriciliğindeki yeri.....	2
Tablo 1.2 Türkiye'nin 1998-2002 yılları arasındaki meyve suyu konsantresi ve püre üretimi.....	3
Tablo 1.3 Türkiye'nin yıllar itibariyle meyve suyu ve konsantresi ihracatı (M: Ton, Değer: ABD \$).....	4
Tablo 1.4 Ham elma suyunda başlıca bileşiklerin çözünme durumu	7
Tablo 1.5 Bazı meyvelerde pektik madde miktarı.....	18
Tablo 1.6 Pektinde kökenine göre esterleşme oranı	19
Tablo 1.7 Elma hücre duvarında karbonhidrat dağılımı.....	20
Tablo 1.8 Meyve suyu üretiminde kullanılan başlıca enzimler, etki mekanizmaları ve kullanım alanları.....	25
Tablo 2.1 Mayşe enzimasyonunda uygulanan dokuz farklı proses aşaması ve bunlara uygulanan enzimasyon süreleri.....	32
Tablo 2.2 HPLC cihazının özellikleri ve galakturonik asit analizi için kromatografi koşulları.....	34
Tablo 3.1 Sağlam ve farklı oranda çürük elmalardan farklı oranlarda enzim ilave edilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutularak üretilen mayşe örneklerinin briks değerleri.....	38
Tablo 3.2 Tüm mayşe örneklerinin, galakturonik asit, briks, asitlik, ph ve hunter renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	39
Tablo 3.3 Farklı çürüklüğe sahip numunelerin galakturonik asit, briks, ph, asitlik, renk değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	40
Tablo 3.4 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin L değerleri	42
Tablo 3.5 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin a değerleri	43
Tablo 3.6 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin b değerleri	45
Tablo 3.7 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin malik asit cinsinden asitlik değerleri	46
Tablo 3.8 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin ph değerleri.....	48
Tablo 3.9 Farklı oranda çürük elmalardan üretilip 3 farklı dozda mayşe enzimi verilerek 4 farklı sürede enzimasyon uygulanan mayşe örneklerinde galakturonik asit değerleri (mg/L).....	50
Tablo 3.10 Galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkiye sahip muamelelerin LSD testi sonuçları	51

1.GİRİŞ

Ülkemizin coğrafi konumu ve bunun oluşturduğu çok çeşitli ekolojiler ve ayrıca değişik yerlerde meydana gelmiş mikro klima alanları birçok meyve türünün yetişmesine imkân sağlamaktadır. Nitekim dünyada yetiştiriciliği yapılan 140 bağ-bahçe türünün 80'den fazlası ülkemizde yetiştirilmektedir. Bu yetiştiriciliği yapılan meyve türlerinden biride elmadır.

Elmanın anavatanı Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslardır. Ekolojik şartların uygunluğu ve gen merkezi olması nedeniyle, elma yurdumuzun hemen her yerinde çok eski yıllardan beri yetiştirilmektedir. Fakat en uygun kültür merkezleri yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yayları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda güneyde Göller bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır. Dünya' da elma çeşitlerinin sayısı 6500'ü aşmaktadır. Türkiye'de ise bu sayı 460'ı bulmaktadır. Bunlar arasında kalite ve verim yönünden yüksek ve ticari anlamda yetiştiriciliği yapılanların sayısı çok azdır. En verimli elma çeşitleri Starking, Golden, Starkrimson, Granny Smith, Starkspur, Beacon, Jonathan, Black Stoyman Improved ve Amasya elmasıdır. Ülkemizde ticari olarak üretilen elma çeşitleri ise Starking, Golden, Starkrimson ve Amasya elmasıdır (Yıkar 2003).

Türkiye meyve sebze yetiştiriciliği bakımından önemsenecek bir konumda yer almaktadır. Tablo 1.1'de Türkiye'nin dünya meyve yetiştiriciliğindeki yerini gösteren 2002 yılına ait veriler verilmiştir (Web_1 2005).

Ülkemizde üretilen meyveler arasında önemli bir yere sahip olan elmanın üretimi yıldan yıla artmaktadır. Meyveler içinde en çok yetiştirilen elma, birçok ilimiz için ekonomik yönden büyük önem taşımakta ve halkın başta gelen gelir kaynağını oluşturmaktadır (Özçelik 1979).

Tablo 1.1 Türkiye'nin dünya meyve yetiştiriciliğindeki yeri (Web 1 2005).

MEYVE TÜRÜ	TÜRKİYE ÜRETİMİ (Bin TON)	DÜNYA ÜRETİMİ (Bin TON)	TÜRKİYE'NİN PAYI (%)
ARMUT	350.0	17.115.2	2.0
AYVA	97.0	383.7	25.3
ELMA	2.200.0	57.095.0	3.9
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	1800.0	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. Üretilen elmanın büyük bir kısmı taze olarak tüketilmekte veya bu amaçla depolanmakta, çok az bir kısmı da ihraç edilmekte veya elma püresi ve elma suyu konsantresine işlenmektedir. Az miktarlarda da sirke ve şarap üretiminde de kullanılmaktadır (Artık vd 1992).

Türkiye’de meyve suyu üretimi 1960’lı yılların sonlarında başlamıştır. Üretim orta ve büyük ölçekli işletmeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu firmalardan bazılarında hem meyve işleme hattı hem de dolum hattı bulunurken, diğer bir kısmında ise sadece dolum hattı veya sadece meyve işleme hattı bulunmaktadır. İç pazar için özellikle vişne, kayısı ve şeftali suları, ihracat için ise ağırlıklı olarak elma ve turuncgil suları üretilmektedir.

Tablo 1.2’de 2000 ve 2005 yılları arasındaki konsantre ve püre üretimi görülmektedir. Tablo 1.2’deki değerler incelendiğinde ülkemizde meyve suları üretim miktarlarında bir düşüş gerçekleşse de, üretilen meyve suları içerisinde elma suyunun payının büyüklüğü dikkat çekmektedir.

Tablo 1.2 Türkiye’nin 2000-2005 yıllarındaki meyve suyu konsantresi ve püre üretimi (Web_1. 2005).

KONSANTRE/ PÜRE	BRİKS	2000 (000 TON)	2001 (000 TON)	2002 (000 TON)	2003 (000 TON)	2004 (000 TON)	2005 (000 TON)
ELMA KONS.	70.0	46.5	43.4	35.8	51.5	49.0	60.9
VİŞNE KONS.	65.0	4.5	6.5	2.2	12.4	8.0	7.3
PORTAKAL KONS.	65.0	1.2	0.8	1.6	1.4	2.3	1.5
ŞEFTALİ PÜRE	10.9	33.2	24.5	20.4	41.9	27.4	48.2
KAYISI PÜRE	13.0	20.4	28.4	9.8	27.4	20.5	16.8
DİĞER	-	1.2	3.5	4.3	1.3	2.8	1.4

Üretilen elma suyunun çok az bir kısmı iç pazarda satılırken büyük bir bölümü ihraç edilmektedir. Türkiye’nin meyve suyu konsantresi ihracatı 1970 yılında 6 ton gibi sembolik bir miktarla başlamış ve hızlı bir artışla en yüksek seviyesi olan 84,8 bin tona ulaşmıştır. Tablo 1.3 incelendiğinde, 2003 yılı ihracatta değer olarak bir önceki yıla göre %100 oranında artış göstermiştir. Türkiye’nin meyve suyu konsantresi ihracatında en önemli kalem elma suyudur. Elma suyunun, 2002 yılı toplam meyve suyu ve konsantresi ihracatındaki payı %61 düzeylerindeki, 2003 yılında bu pay %46,4 düzeyinde olmuştur. Bu nedenle elma suyu meyve suları içerisinde önemli bir yere sahiptir (Web_2. 2004).

Tablo1.3 Türkiye'nin yıllar itibariyle meyve suyu ve konsantresi ihracatı (M:Ton, Değer: ABD \$) (Web_2. 2004).

ÜRÜN	2001M	2001D	2002M	2002D	2003M	2003D
DON.PORT.SUYU	375.498	275563	212.682	150087	760.55	36397
DİĞER PORT. SULARI	1579.029	704785	2224.592	1021777	7360.562	3247621
GREYFURT SUYU	0.6	432	153.42	24000	31.035	22333
DĞR.NARENCİYE SULARI	568.364	298236	831.115	483404	911.661	682705
ANANAS SUYU	42.637	17646	120.357	47072	268.703	124481
DOMATES SUYU	332.790	215381	732.635	448163	761.458	499169
ÜZÜM SUYU	1570.736	817963	981.522	623152	2157.027	1021638
ELMA SUYU	48943.902	30812996	32707.137	22264675	42924.731	33701963
DĞR.MEY.VE SEB. SULARI	17205.419	12237813	15767.391	10451634	27645.350	31765504
KARIŞIK MEYVE SULARI	723.780	446513	1684.855	806286	2670.733	1482366
TOPLAM	71342.755	458273328	55277.628	36320250	84808.115	72584177

Elma suyu başta Almanya olmak üzere Hollanda, Avusturya ve İtalya gibi çeşitli ülkelere ihraç edilmektedir. Türkiye'nin elma suyu ihracatındaki en büyük pay AB ülkelerine aittir (Web_2. 2004).

Türkiye yıllara göre değişiklik göstermekle birlikte meyve suyu konsantresi ithalatı da yapmaktadır. 2003 yılında toplam 25 ülkeden meyve suyu konsantresi ithalatı gerçekleştirilmiştir. 2002 yılında Brezilya %20'lik payı ile toplam meyve suyu ithalatımızdaki önemli ülkelerden birisi iken 2003 yılında payı %39 olarak gerçekleşmiştir. Bu ülkeden ağırlıklı olarak portakal suyu ile paçal yapılmak amacıyla dondurulmuş ve diğer portakal suları ithal edilmiştir. Türkiye'nin elma suyu konsantresinde gerçekleştirdiği ithalat ise oldukça düşük seviyededir (Web_2. 2004).

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’ü püreye işlenmektedir (Web_2. 2004). Türkiye’de meyve suyu fabrikalarının berrak meyve suyu için kurulu kapasiteleri 53.200 ton/yıl düzeyindedir (Artık ve Halkman 1994).

1.1 Elmadan Berrak Tip Konsantre Üretimi

Meyvenin meyve suyuna işlenmesindeki sebeplerden birisi 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. Bununla birlikte aynı zamanda mikrobiyolojik olarak daha dayanıklı bir ürün elde edilmesi söz konusudur. Meyve suyu konsantreleri, içecek sanayiinde meyve suyu ve nektar üretiminin yanı sıra, diyet içecekler, karışık meyve suları ve multi-vitamin içecekler, likör ve şuruplara hammadde teşkil etmektedir (Özin 1992).

Türkiye’nin dünyadaki belli başlı elma üreticilerinden biri olması ve talep edilen bir içecek olmasından dolayı, elmanın meyve suyuna işlenmesine sebep olmaktadır. Meyve suyu konsantresi üretiminde izlenen başlıca işlem basamakları aşağıda açıklandığı gibidir.

Yıkama- ve Ayıklama : Meyveler yıkanarak ve ayıklanarak temizlenip, meyve suyuna işlenmeye hazırlanırlar. Fabrikaya dökme veya kasalarla gelen elmalar indirme havuzlarına alındıktan sonra su kanalları vasıtasıyla taşınırlar. Bu sırada bir ön yıkama işlemi gerçekleşmiş olur. Genellikle basınçlı su püskürtülerek yıkanılırlar. Seçme bandına gelen elmalardan; yaprak, sap vb. yabancı unsurlarla, ezilmiş, çürümüş ve bozulmuş meyveler seçilerek atılırlar. Bu elde edilecek meyve suyunun kalitesi açısından önemli bir basamaktır. Seçme bandına önem verilmelidir. Çünkü istenmeyen hammaddenin üretime maliyet getireceği kuşkusuzdur.

Parçalama (Mayşeye İşleme) : Yıkanmış ve uygun şekilde seçilmiş elmaların, preslenebilmesi için belli bir büyüklükte parçalanması gerekmektedir. İri parçalar halinde kıyılmış olan bir elmada, istenen meyve suyu randımanına ulaşamaz.

Parçalama sırasında, doku zedelenerek ufalanır ve hücre zarları bir oranda parçalanır. Böylece parçalanmayla birlikte meyve suyu dışarı çıkmaya başlar. Parçalamada genellikle rendeleme değirmenleri kullanılır. Parçalanmış elmaya artık bu aşamadan sonra mayşe denir.

Enzimasyon (Mayşe Enzimasyonu) : Berrak meyve suyu üretiminde uygulanan ‘mayşe enzimasyonunun’ başlıca amacı; mayşenin preslenme özelliğini iyileştirmek ve randımanı yükseltmek amacıyla berrak meyve suyu konsantresi üretiminde mayşe enzimasyonu uygulanır. Tez konusu direkt olarak bu konuyla alakalı olduğundan ileriki bölümlerde bu konu daha detaylı olarak verilecektir.

Presleme : Berrak ve bulanık meyve suları, mayşenin preslenmesiyle elde edilmektedir. Presleme üzerine, basınç, katman kalınlığı, meyve suyu viskozitesi vb. gibi birçok faktör etkilidir. Proseslerde çoğunlukla horizontal (180-200bar) presler kullanılmaktadır. Presleme sonunda ham meyve suyu elde edilmiş olur. Ham meyve suyu bulanık bir üründür.

Isıl İşlem : Elde edilen meyve suyu belirli oranda mikrobiyal yüke sahiptir. Ham meyve suyunun sıcaklığı da genel olarak ortam sıcaklığına yakın bir değerde olduğundan çok kısa sürede bozulma riski taşımaktadır. Özellikle büyük kapasiteli üretimlerde, bekleyen ham meyve suyunun süratle ısıl işleme tabi tutulması gerekmektedir. Nitekim, diğer önemli bir neden ise, ham haldeki elma suyunun bünyesinde bulunan nişastanın çirileştirilmesi gerekmektedir. Bu durum durultma esnasında nişastanın problem yaratmaması için önemlidir. Bu nedenle ham elma suyu ısı değıştiriciler vasıtasıyla 90 °C’nin üzerinde belli bir süre ısıl işleme maruz bırakılır.

Enzimasyon : Ham elma suyu karmaşık bir sıvıda –katı dağılımındadır ve bulanıktır. İçinde hem gerçek kolloid hem de dispers halde dağılan çok sayıda madde bulunmaktadır. Bu maddeler Tablo 1.4 ‘de verilmiştir. Bulanıklığa neden olan maddeler genellikle yüksek karbonlu bileşiklerdir ve bunların daha alt birimlere indirgenmesi gerekmektedir. Önce enzimatik etki ile pektin ve nişasta parçalanmaktadır. Bu parçalama işlemi için pektolitik ve amilolitik enzimler kullanılarak meyve suyu bünyesindeki bu maddeler indirgenir.

Tablo 1.4 Ham elma suyunda başlıca bileşiklerin çözünme durumu (Ekşi 1988).

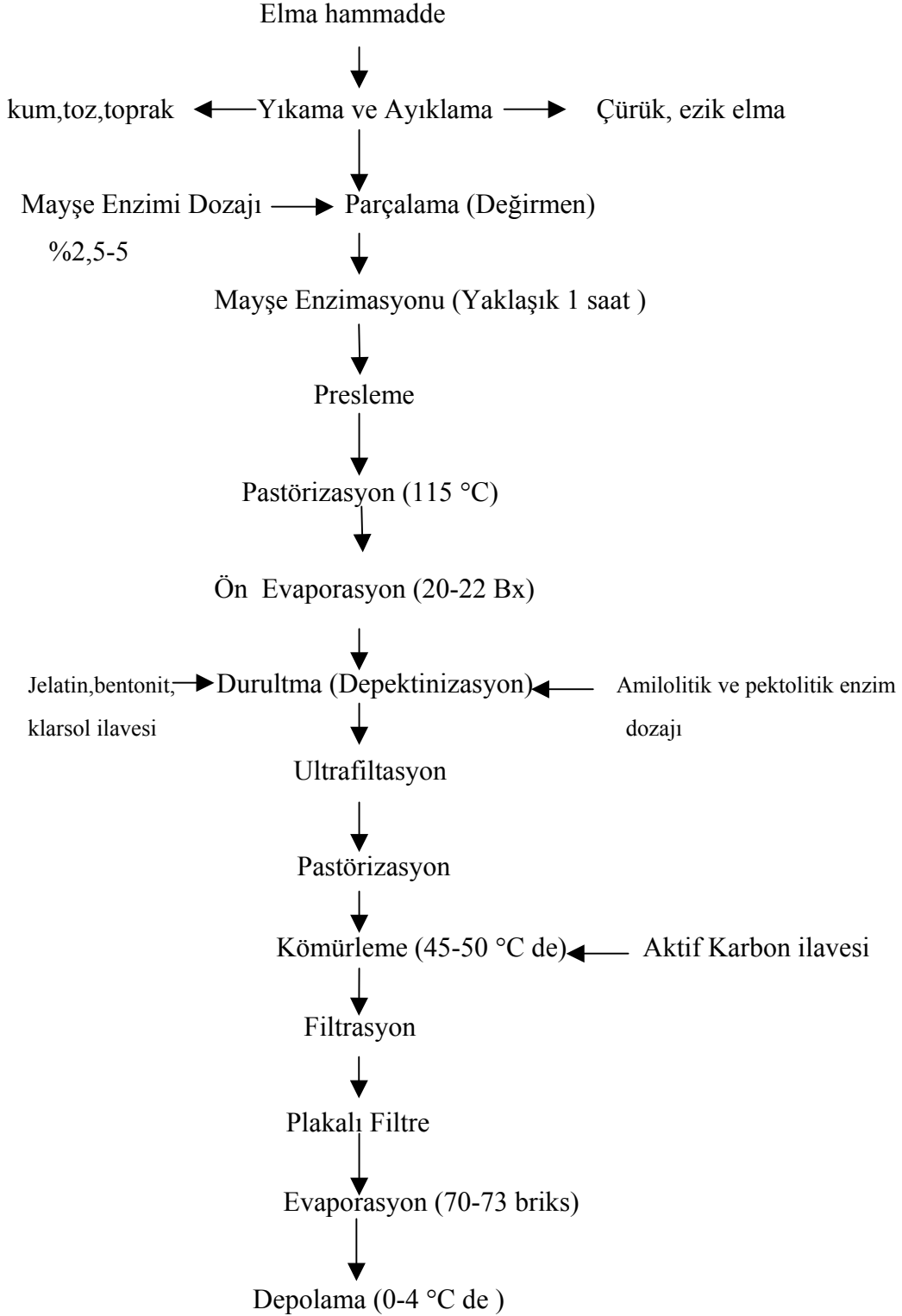
Çözünme Tipi	Başlıca bileşikler
Gerçek	Sakkaroz, glukoz, fruktoz, malik asit, sitrik asit, tartarik asit, metal iyonu vb.
Kolloid	Nişasta, protein, pektik madde, araban vb.
Dispers	Meyve kabuğu, meyve lifi, doku parçası vb.

Berraklaştırma : Enzimasyondan sonraki aşama, meyve suyunun berraklaştırılmasıdır. Bu amaçla meyve suyuna ön deneylerle, dozajları saptanmış miktarlarda durultma yardımcı maddeleri eklenir. Durultmada, jelatin, bentonit, kizelsol gibi bazı yardımcı bileşikler kullanılır. Bunlar suda çözülmüş kolloid nitelikte bileşikler olup, bunlardan kizelsol bentonit negatif yük taşırlar. Jelatin ise meyve suyu pH sınırlarında pozitif yüklüdür. Meyve suyunda bulunan ve bulanıklık sorunu yaratan fenolik bileşikler ise negatif, meyve suyu proteinleri pozitif yüklüdür. Bütün bunlar dikkate alınarak uygun miktar, uygun kombinasyon ve koşullarda eklenen durultma yardımcı maddeleri ile floklaşma gerçekleştirilir.

Filtrasyon : Durultma işlemi sonucunda meydana gelen floklar yerçekimi etkisi ile meyve suyunda dibe doğru çökerler. Meyve suyu hemen filtre edilerek tam anlamıyla berraklığa kavuşturulur. Filtrasyon sonucunda belli berraklık ve renkte meyve suyu elde edilmiş olur.

Evaporasyon : Elde edilen berrak elma suyu son olarak konsantre haline getirilmektedir. Meyve suyundan bir kısım suyun uzaklaştırılması yani konsantre haline getirilmesi, üç yöntemle yapılabilmektedir. Bunlar; evaporasyonla konsantrasyon, ters yada direkt ozmozla konsantrasyon ve dondurarak konsantrasyondur. Meyve sularının konsantrasyonunda günümüzde geçerli temel metot, evaporasyonla konsantrasyondur. Evaporasyonun temel mantığı düşük basınç yaratılmış kapalı bir sistemde, düşük sıcaklıkta kaynama sağlanarak mevcut serbest suyun buhar haline dönüştürülmesi ve meyve suyundan fiziksel olarak uçurulmasıdır. Bu sistemde düşük sıcaklıkta kaynama oluşturulduğundan meyve suyunun kalite özelliklerindeki kayıplarda en alt düzeyde olmaktadır. Burada elde edilen meyve suyu buharına brüde, brüdenin

yoğunlaştırılmasıyla elde edilen suya kondens suyu adı verilmektedir. Yukarıda anlatılan işlemlerin işleyiş sırasını daha iyi anlayabilmek için Şekil 1.1’de elma suyu konsantresinin üretim akım şeması verilmiştir.



Şekil 1.1 Berrak elma suyu konsantresi üretim prosesi

1.2 Elma Suyu Konsantresinin Kalite Parametreleri

Ürün kalitesi önemli bir pazar faktörüdür. Meyve ve sebze suyu üreticileri de ürünlerinin kalitesini düzeltmek veya en azından olduğu gibi muhafaza etmek zorundadırlar. Ancak kaliteli ürünlerle pazar istekleri korunur veya yeniden sağlanabilir.

Yalnızca kaliteli bir ürün üretmek yeterli değildir; üreticiler bir taraftan ürün kalitesini değişen tüketici isteklerine uydurmalı diğer taraftan da buna bağlı olarak ürünün kalitesini sürekli kontrol etmelidirler. Yalnızca bir defa düşük kaliteli bir parti ürünün piyasaya çıkarılması, tüketiciyi kızdırarak firmanın adı açısından kötü sonuçlar verir. Ya da ürünün pazarlanmasında ihracatta fiyatın düşürülmek istenmesine neden olabilir. Bu nedenle elma suyu üretiminde bazı kalite kriterlerine dikkat edilmelidir (Schobinger 1988).

Bir gıdanın kalitesi ve dayanıklılığı kullanılan hammaddenin kalitesine, uygulanan teknolojiye ve üretim esnasında 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 önem taşımaktadır. Kimyasal olarak incelendiğinde elmaların ve diğer meyvelerin zedelenmesi, gereksiz depolama ve taşınma sırasında meyvelerde kontaminasyonlar meydana gelmektedir (Artık vd 2001). Yaralanmış elmalarda mikrobiyal aktivitenin artması üretilecek ürünün kalitesine olumsuz yönde etki yapar. Elma suyu konsantresi üretim aşamasının herhangi bir anında oluşabilecek aksaklıklar da, ürün kalitesinin düşmesine yol açabilir. 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 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 ve şubat ayının ortalarına kadar devam etmektedir. Elma suyu üretimi yapan tesisler bu aylarda toplanan elmaları direkt

üretimde almakta bazen depolayarak sonradan işlemektedir. Özellikle açık alanlarda elmaların depolanması sırasında elma verimi düşmekte, fumarik asit ve patulin içeriği, mikrobiyolojik yüklenmenin artması ile yükselmektedir (Kadalkal ve Nas 2003).

Meyvelerde fumarik asitin oluşumu büyük bir oranda sitrik asit siklüsünde meydana gelmektedir. Fumarik asit mikroorganizmalar tarafından da oluşturulmaktadır. *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Mucor*, *Coccinella* ve *Cunninghamella*'nın bazı suşları yüksek miktarda fumarik asit oluşturmaktadır (Okamura vd 1997).

Fumarik asit meyvenin kendisinde doğal yolla oluştuğu gibi yukarıda bahsedildiği üzere mikrobiyal kaynaklı olarak ta oluşmaktadır. Bunun yansıra sentetik malik asit katkısı sonucunda da fumarik asit miktarında artış olduğu belirtilmiştir (Junge ve Spadinger 1982). Fumarik asit miktarı mikrobiyal kontaminasyon sonucunda önemli oranda artış göstermektedir. Bu durum hammaddenin depolanması, hasadı, 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 yönden ve kalite yönünden önem taşımaktadır. Kaldı ki kalitesiz ve vasıfsız meyvelerin işlenmesi ile dünya standartlarında ürün elde etmek imkânsızdır.

Yüksek asitli konsantreler düşük asitli konsantrelerden daha yüksek fiyatlarla pazara hakim olmuştur. Bu nedenle elma suyunun ve konsantresinin malik asit ile asitlendirilmesi yaygın bir uygulamadır. Dünya piyasasında elma tonajlarının çoğunun düşük asitli kültürlerden oluştuğu göz önüne alındığında bu uygulama sürpriz olmamaktadır. Nitekim konsantrelere asit katımının şeker katımını dahi ikinci sıraya itecek kadar yüksek öneme sahip olmasının mümkün olduğu belirtilmektedir (Fuleki vd 1995).

Zyren ve Elkins (1985), elma sularında 3 mg/l'den daha fazla fumarik asidin sentetik malik asit katkısına işaret ettiğini öne sürmüştür (Körük 1997). Elma suyu konsantresinde mikrobiyolojik yönden bir kalite kriteri haline gelen fumarik asit miktarının A.I.J.N standartlarında (Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Union) olması, yurt dışına pazarlanabilmesi açısından gerekli ve önemlidir.

Elma suyunda bir diğerkalite kriteri küflerin ürettiğı bir metabolit olan patulindir. Patulinin bazı *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Byssoclamys* türleri tarafından oluşturulduğı tespit edilmiştir (Frank 1970, Scott ve Kennedy 1973, Frank 1974, Harrison 1989, Artık vd. 1995). Patulinin sağlık üzerine olan etkileri hayvanlar üzerinde yapılan denemelerle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Toksik bir metabolit olan patulin farelere deri altından enjekte edildiğı yerde tümör oluşturmaktadır (Dickens ve Jones 1961, Rovira vd 1993). Hayvanlar üzerinde yapılan denemelerle patulinin mutajen, teratojen ve karsinojen etki yapabildiğinin gösterilmesi patulini insan sağlığı açısından bazı ürünlerde ve özellikle elma suyu ve konsantresinde önemli bir kalite parametresi haline getirmiştir.

Çeşitli şekillerde zedelenen meyvelere bulaşan patulin üreten küfler; taşıma ve kısa süreli depolamada hızla gelişmekte ve meyvelerde patulin oluşturmaktadır. Oluşan patulinin meyve içine difüzyonu değişik şekillerde olmaktadır. Patulin sadece küf üremesi görülen bölgede meydana gelmekte ve bu bölge uzaklaştırıldığında elmanın diğerkısımları meyve suyu üretiminde kullanılabilir (Artık vd 1995). Patulinin ısı ile inaktivasyonu konusunda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Genel olarak asit ortamda stabil olması nedeniyle ısıl işlem, pastörizasyon ve depolamayla inaktif hale getirilemediğı belirtilmektedir (Artık vd 1995, Mutlu vd 1997).

Patulinin ısı ile inaktif olamamasından ve diğerkullanılabilecek inaktivasyon yöntemlerinin maliyetinden dolayı, üretilecek olan elma suyunda başlangıç patulin miktarının en az düzeyde olması amaç edinilmelidir. Bu nedenle hammadde kaliteli olmalı, fazla miktarda çürük ve küflü elma içermemeli, eğer içeriyorsa da seçme bandında bunlar ayrılmalıdır. Ayrıca yıkamada tazyikli su ile yıkama esnasında elmaların çürük kısımları uzaklaşacağından, meyve suyuna geçecek olan patulin miktarı da azaltılmış olur. Yine çürük ve kısmen çürük elmaları yeterince etkin bir şekilde ayırabilecek bantların kullanılması da tavsiye edilen bir diğeryöntemdir (Woller ve Majerus 1982). Elmaların çürük kısımlarının ayıklanmadan elma suyu üretiminde kullanılması durumunda hem elma suyuna geçen hem de posada kalan patulin miktarı önemli olmaktadır. Posada kalan patulin, posanın yeme eklenmesiyle hayvan yemlerine geçmekte, böylece hayvan ve dolaylı olarak ta insan sağlığı için zararlı olmaktadır (Özçelik 1979).

Patulinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alınarak Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve birçok ÷lke gıdalarda ve bu arada elma suyunda bulunmasına izin verilen patulin miktarını 50 µg/l veya kg ile sınırlandırmıştır (Harrison 1989, Prieta vd 1992, Burda 1992, Artık vd 1995). Ayrıca çocukları korumak amacıyla elma suyunda patulin limitinin 25 µg/kg düzeyine düşürülmesine çalışıldığı belirtilmektedir (Uygun, 1998).

Son yıllarda laktik asitte elma sularında bir kalite parametresi olarak değerlendirilmektedir. Laktik asit meyvelerde doğal olarak bulunmamaktadır. Meyvelerin dış yüzeyinde doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri, meyvelerin işlenmesi ve depolanması sırasında meyve suyunda laktik asit oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle elma suyunda laktik asitin miktarı, işlenen hammaddenin hijyenik kalitesi hakkında fikir vermektedir.

Laktik asit bakterileri gelişmelerini ısı işlem öncesinde yaparlar ve asıl olarak laktik asit salgırlar. Pastörize meyve sularında laktik asit bakterilerinin aranması yerine doğrudan laktik asit aranır. Bunun nedeni hammadde ve işletme koşulları hakkında bilgi sahibi olmaktır. Elma suyu konsantresinde laktik asit miktarının yüksek olması, ham maddenin uzun süre işletmeye alınmadan bekletildiği, proses aşamasında bu bakterilerin gelişebileceği sıcaklık ve sürelerde uzun beklemeler yapıldığını gösterir (Halkman 1997). Bu yüzden son yıllarda kalite parametresi haline gelmiştir. Elma sularında laktik asit miktarı 0,5 g/L'den az olmalıdır (Ekşi 2004).

Elma sularında aranan bir diğer kalite parametreside HMF (Hidroksimetilfurfural)'dır. HMF (Hidroksimetilfurfural), meyvelerin doğal bileşim unsurları içerisinde yer almamaktadır. Ancak meyve suyuna işlenme süresince meyvelere uygulanan ısı işlem sonucu şekerlerin dehidrasyonu veya amino asitlerle tepkimeye girmesi sonucu HMF ortaya çıkmaktadır (Wolfram vd 1974). Bu kimyasal değişim ise “maillard tepkimesi” olarak bilinmekte ve sıcaklığın artışı ile pH'nın bazik oluşu bu olayı hızlandırmaktadır (Can ve Ekşi 1983). Gıda maddelerindeki HMF miktarının belli bir düzeyin üzerinde bulunması halinde renk esmerleşmekte, tat ve koku açısından önemli bozulmalar oluşmakta, ürünün besleyici değerinde azalmalar meydana gelmekte ve dolayısıyla ürünün pazarlanabilme olanakları kısmen veya tamamen ortadan kalkabilmektedir. HMF miktarı, ürünün kalitesini etkileyen önemli

bir etken olmasının yanında, proses açısından da önem taşımaktadır. Uygulanan işlemler sonucu oluşan HMF miktarı bize, uygulanan ısı işlemlerin yeterli olup olmadığı veya aşırı ısı yüklemesinin yapıp yapılmadığı konusunda da fikir vermekte yardımcı olmaktadır (Can ve Ekşi, 1983, Telatar, 1985). Bu nedenle elma suyu ve konsantrisinde bulunmasına izin verilen HMF miktarları sırasıyla 5 mg/kg (Anon 1981) ve 20 mg/kg AIJN standardı (Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Union) düzeyindedir.

Meyve suyu işlemede uygulanan ısı işlemlerden biriside pastörizasyondur. Bu işlemde sonra meyve suyunun soğutulması; biyolojik dayanıklılığının geliştirilmesi bakımından olduğu kadar, meyve suyunda doğal tat ve koku ile rengin korunması açısından da önem taşımaktadır. Kendiliğinden soğuma uzun bir süreyi gerektirdiğinden, meyve suyunda bazı olumsuz kimyasal değişimlerin ortaya çıkması büyük bir olasılıktır. Oluşumu söz konusu olan bileşiklerinde birisi HMF'dir (Ekşi ve Artık 1986). Elma suyunda HMF miktarının 5 mg/l'den yüksek olması elma suyunun duyusal özelliklerini hissedilebilir ölçüde bozmaktadır (Telatar 1985). Dolayısıyla elmanın, elma suyu ve elma suyu konsantrisine işlenmesi süresince farklı aşamalarda (mayşeleme, presleme, pastörizasyon) oluşan HMF miktarındaki değişimin bilinmesi, son üründe elde edilen HMF miktarının değerlendirilmesinde yardımcı olabilecektir. Böylece elde edilen ürün rahatlıkla pazarlanabilecektir.

Renk kriteri, meyve ve sebzelerin değerlendirilmesi açısından olduğu gibi (Tijskens ve Evelo 1994), elma ve elma suyu konsantrisi açısından da önemli bir kalite faktörü olup, yetiştirici, araştırmacı ve özellikle tüketiciler açısından meyve renginin önemi çok fazladır. Meyve rengi aletsel, kimyasal ve gözlemsel olarak belirlenebilmektedir. Rengin önceleri gözlemsel olarak, belirli renk kataloglarına göre belirlenmesi daha yaygın olarak kullanılan bir yöntemdi. Ancak rengin aletsel olarak belirli standartlara göre belirlenmesi daha sağlıklı olmaktadır (Batu vd 1997). Elma suyunun renk (440 nm) ve berraklığının (620 nm) ölçümünde spektrofotometrik yöntem kullanılması oldukça yaygındır (Ekşi 1988). Meyve suyu ve özellikle elma suyu üretiminde aktif kömür renk açma işlemi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Kolukisa vd 1990, Artık vd 1995).

Artık vd (1995), elma suyunun renk ve berraklığına aktif kömürün etkisini belirlemeye çalıştıkları bir araştırmada aktif kömür konsantrasyonu ile renk iyileşmesi arasında doğrusal, berraklık ile doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu, aktif kömürün özelliğine göre sonuçların değişmekle birlikte optimum aktif kömür miktarının 3-5 g/l, uygulama süresinin ise 10-20 dakika olduğunu belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada aktif kömür uygulaması ile elma suyu konsantresinin renginin optimum 20- 45 °C'de iyileştiğini saptamışlardır. Kolukısa vd (1990), elma suyu konsantresi üretiminde renk kontrolü amacıyla aktif kömürün etkisini belirlemeye çalıştıkları çalışmada farklı miktarda ve aynı temas süresinde aktif kömürün renkte %24.30- 136.18 düzeyinde iyileşme sağlandığını, aynı miktarda aktif kömür kullanımında ise temas süresinin artırılmasının sonucu fazla etkilemediğini belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada renk kontrolü amacıyla optimum aktif kömür miktarı 3.75 g/l ve optimum temas süresi ise 10-20 dakika olduğu ve aktif kömür uygulamasının oda sıcaklığında yapılmasının iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Yukarıda anlatılan bilgilerden anlaşıldığı üzere, elde edilen meyve suyu bileşimi ve içeriğini, uygulanan işleme yöntemi etkilemektedir. Berrak ve bulanık meyve suyu üretiminde suda çözünen maddeler pratik olarak tümüyle meyve suyuna geçerler. Buna karşılık suda çözünmeyen veya az çözünen maddeler (pektin hariç polisakkaritler) az veya çok ölçüde posada kalırlar. Bazen enzimlerin etkisiyle pektinler önemli ölçüde parçalanırlar. Örneğin elma sularında ve yaban mersini sularında yaklaşık 1g/l galakturonik asit, yine siyah ve beyaz üzüm sularında 3 g/l galakturonik asit tespit edilmiştir. Pektinin parçalanması ile az miktarda metanol de oluşabilmektedir (Schobinger 1988).

Elma suyu konsantresi üretiminin artmasına karşılık dünya pazarındaki değişkenlik ve fiyat kırma isteği ile elma suyu konsantresi fiyatları düşme eğilimi göstermektedir (Akbulut 1995). Elma suyu konsantresi ihracatında fiyatlarda meydana gelen azalmaya bağlı olarak ihracatçı/ithalatçı firmalar tarafından aranan kalite kriterleri de değişmektedir. Son yıllarda elma suyu konsantresi ihracatında elma suyu konsantresinde bulunan galakturonik asit miktarı da kalite parametresi haline gelmiştir. Meyve suyu konsantresi üretiminde meyvedeki suyun tamamına yakınının yüksek verim ve kapasitede alınması temel amaçtır. Bu sağlanırken, meyvedeki tüm yapılar enzimlerce parçalanır. Bunun sonucunda da daha yüksek verimde meyve suyu elde

etmek mümkün olabilir. Ancak unutulmamalıdır ki, meyveden doğal yolla elde edilen meyve suları ile bu şekilde tüm dokulara zarar verilerek elde edilen meyve suları bileşim yönünden farklı olacaktır.

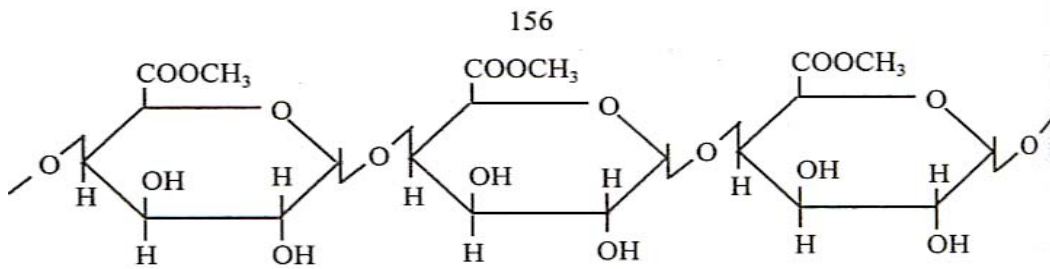
Elma suyu konsantresi üretiminde birçok ülkede tercih edilen yöntem presleme yöntemidir. Ancak toplam sıvılaştırma yönteminde yüksek verim elde edilmesinden dolayı bazı işletmeler bu yöntemi tercih etmektedirler. Beklenildiği gibi pres ve sıvılaştırma işlemi uygulanmış meyve sularının arasında sensorik ve analitik farklılıklar bulunmaktadır. Schobinger vd (1980)'e göre toplam asit, galakturonik asit, fruktoz, glukoz, toplam şeker, toplam polifenol ve mineral madde analiz değerleri belirgin şekilde yüksektir (Schobinger 1988). Bu nedenle son zamanlarda elma suyu konsantrelerinde düşük galakturonik asit ve sellobioz konsantrasyonuna sahip elma sularının iyi kalitede oldukları düşünülmektedir (Maier 2003).

Mayşe enzimasyonu kontrollü ve optimum şartlarda yapılmadığı takdirde elde edilen elma suyunda galakturonik asit konsantrasyonu yükseleceğinden, presleme yöntemiyle üretilmiş dahi olsa müşterilerde başka bir yöntemle (ekstraksiyon, toplam sıvılaştırma) üretildiğine dair kuşku yaratacağı bir gerçektir. Bununla birlikte enzim firmaları galakturonik asit oluşturmayacak enzimler geliştirmek için çalışmaktadırlar. Mayşe enzimi uygulamalarında pektinazlardan pektin liyaz oldukça öneme sahiptir. Kullanılan pektinazlar birbirinden çok farklı kompleks enzimleri içerirler. Gerçekte ihtiyaç duyulan, pektinin parçalanması ve meyve suyunun dokudan kolayca ayrılmasının sağlanmasıdır. Geleneksel pektinazlar pektini tamamen parçalarken yeni geliştirilen pektinazlar çok daha kontrollü ve spesifik reaksiyon gösterme özelliğindedir. Çünkü hücre duvarının çok daha fazla parçalanması gereksizdir. Yeni geliştirilen pektinazlarca hücre duvarı yapısı optimal derecede parçalanır ve böylece meyveden meyve suyu ayrılması daha kolay olmaktadır. Meyveden ayrılan meyve suyu miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda preslemeden önce kendiliğinden meyve suyu ayrılmakta dekanter performansı ile pres kapasitesi artmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda pres kapasitesi bu yeni geliştirilen enzimlerin kullanılmasıyla birlikte saatte 11 tondan 15 tona çıkabilmektedir. Ayrıca bulanıklık stabilitesi daha yüksek ürünler elde edilebilmektedir (Maier 2003).

Bu konunun daha iyi anlatılabilmesi için öncelikle galakturonik asitin yapısı ve oluşum koşullarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Galakturonik asit miktarının kontrol altına alınabilmesi için mayşe enzimasyonunun kontrollü ve optimum şekilde yapılması gerekmektedir.

1.3 Pektin (Pektik Madde) ve Galakturonik Asit Hakkında Bilgi

Pektin denildiği zaman gerçekte özellikleri birbirine yakın bir madde grubu pektik madde anlaşılmaktadır ve dar anlamda pektin bu maddelerden birisidir. Genel tanıma göre pektin, karboksil grupları kısmen metil alkol ile esterleşmiş olan ve birbirine α -1,4 glikozidik bağı ile bağlanmış (Şekil 1.2) galakturonik asit zinciridir (Ekşi 1988). Pektinin temel yapısı, 300-1000 galakturonik asit ünitesinin ucuca eklenmesiyle oluşmuştur (Maier 2003). Pektinin yapısı günümüzde daha iyi aydınlandığından, bu tanım ancak pektin molekülünün ‘düz’ bölgesi için geçerli olabilir. Nitekim pektinin bugünkü belirlenmiş yapısına göre, α -1,4 bağlı galakturonik asit ünitelerinden oluşan “düz bölge” dışında ayrıca, dallanmış bölge (hairy region) denen, farklı yapıda yan zincirler içeren unsurlarda yer almaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001). Şekil 1.2’de pektin molekülünün bir kısmı görülmektedir (Gökalp vd 1996).



Şekil 1. 2 Pektin molekülünün bir kısmı (Gökalp vd 1996).

Galakturonik asitin karboksil grubu metanol ile kısmen esterleşmiş ve artan serbest karboksil grupları kısmen nötralize olmuştur. İki ve üç nolu hidroksil gruplarının bazıları asetilleşmiştir. Pek çok pektin yan zincirlerinde nötral şekerlerle kovalent olarak bağlanmıştır. İçerdiği şekerler arasında arabinoz, galaktoz ve daha düşük derecelerde de glukoz, ksiloz ve rhamnoz bulunmaktadır. Pektik maddelerin moleküler

ağırlığı 10 000- 400 000 arasında değişebilmektedir (Gökalp vd 1996). Bu molekül ağırlığı 150 ile 2500 galakturonik asit birimi karşılığıdır (Ekşi 1988).

Pektik madde miktarı meyveden meyveye farklılık göstermektedir ve poligalakturonik asit (PGA) olarak %0.52-1.21 arasında değişmektedir. Meyvede pektin miktarı, çeşit ve olgunlaşma düzeyine bağlı olarak da değişmektedir ve genel olarak total pektin miktarı, olgunluk ilerledikçe azalmaktadır (Ekşi 1988).

Pektik maddelerin molekülleri, polimer zincirinde yer alan galakturonik asit ünitelerinin kimyasal niteliklerine göre, farklı özellik gösterir ve çeşitli isimlerle anılırlar. Bu konuda terim karışıklığını önlemek üzere, 1926 yılında, Amerikan Kimya Derneğinden bir komite, pektik maddeleri aşağıdaki gibi sınıflandırmış ve tanımlamıştır. Bu tanımlar bugünde benimsenmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Protopektin : Protopektin terimi suda erimeyen temel pektik maddelere verilen isimdir. Pektin zincirleri esterleşmemiş karboksil (COOH) grupları üzerinden birbirine metal iyonu (Ca, Mg) ile bağlanan, kısıtlı sayıda fosforik asit üzerinden ester köprüsü de içeren doğal pektindir (Ekşi 1988). Bitkilerin yapısındaki bu bileşik hidroliz edildiğinde pektik asit ürünlerine parçalanır. Ağsı bir yapıya sahiptir ve hücre duvarının sağlamlığını oluşturur (Gökalp vd 1996). Sınırlı hidrolizi sonucunda pektin veya pektinik asit oluşturur (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Pektinik Asit : Yapısında az sayılamayacak kadar metil ester grupları içeren kolloidal poligalakturonik asittir (Cemeroğlu ve Acar 1986). Esterleşmemiş galakturonik asit birimlerinden oluşan zincir, poligalakturonik asit, asit formda suda çözünmemektedir. Pektinik asitler uygun şartlar altında şeker, asitler ve (şayet metoksil içeriği uygun düşük seviyede ise) uygun metalik iyonlar ile jel oluşturma özelliğindedir (Gökalp vd 1996).

Pektik Asit : Pektik asit terimi kolloidal poligalakturonik asitlerin oluşturduğu pektik maddeler için kullanılmakta olup, pektik asitte galakturonik asit metil grupları ile esterleşmemiştir. Normal veya asit pektatlar pektik asitin tuzlarıdır.

Pektik maddeler, bitkiler aleminde çok yaygındır. Bilindiği gibi bazı bitkisel hücreler tek tabakalı bir duvarla çevrili olduğu halde bazıları üç tabakadan oluşur. İç ve dış tabakalar arasında kalan orta lamella, pektik maddelerden oluşur ve hücreleri birbirine bağlar. Diğer taraftan birçok bitkisel hücrenin, birinci duvarının da protopektinden oluşan pektik maddelerce zengin olduğuna da inanılmaktadır. Her meyve de belli miktarda ve farklı nitelikte pektin bulunur. Örneğin ekşi elma pektince çok zengin, erik, portakal, limon ve ayva pektince zengin oldukları halde tatlı elma, kayısı ve çilek orta derecede, armut, kiraz, vişne ve şeftali az miktarda pektin içeren meyvelerdir (Cemeroğlu ve Acar 1986). Tablo 1. 5 'te bazı meyvelerdeki pektik madde miktarları verilmiştir.

Tablo 1.5 Bazı meyvelerde pektik madde miktarı (Ekşi 1988).

MEYVE ADI	Ca-PEKTAT OLARAK (%)	PGA* OLARAK (%)	SUSUZ GA** OLARAK (%)
Elma (sofralık)	0.09-0.93 (0.61)	0.90-0.91	0.45
Elma (endüstri)	0.28-1.60 (0.70)		
Armut	0.14-0.88 (0.51)	0.91	0.46
Erik		0.93	
Şeftali		0.91	0.32
Çilek		0.90	
Kayısı		0.85	
Vişne		0.75	0.36
Üzüm		0.52	0.20

* : Poligalakturonik asit

** : Galakturonik asit

Pektinin bileşimi de kaynağına göre farklıdır ve bu farklılık kendisini özellikle esterleşme oranında göstermektedir. Tablo 1.6'da pektinde kökenine göre esterleşme oranı verilmiştir. Tablo 1.6'da görüldüğü gibi elmadaki pektinde esterleşmiş –COOH gruplarının oranı % 95.3 iken, vişne pektininde % 55.4 'tür (Ekşi 1988).

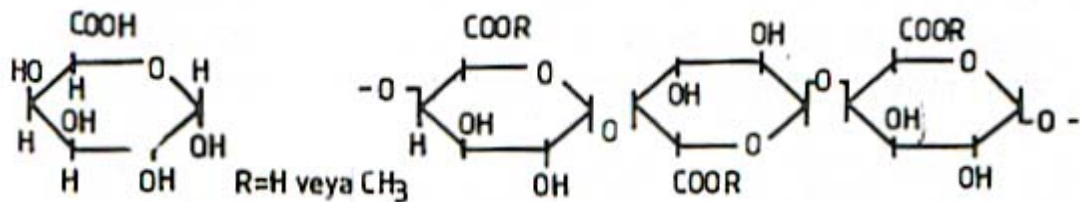
Esterleşme oranı pektinin jelleşme koşulları ve jelleşme hızına yansımaktadır. Esterleşme oranı arttıkça jelleşme için gerekli şeker miktarı artarken, jelleşme için

optimum pH değeri yükselmekte, buna karşılık jelleşme süresi kısalmaktadır (Ekşi 1988). Esterleşme oranı elma pektininde %80-90 seviyelerindedir (Maier 2003).

Tablo 1.6 Pektinde kökenine göre esterleşme oranı (Ekşi 1988).

PEKTİNİN KAYNAĞI	ESTERLEŞME ORANI (%)
Elma	95.3
Erik	93.4
Armut	72.2
Çilek	70.3
Üzüm	63.4
Vişne	55.4

Ampirik formülü $C_6H_{12}O_8$ olan galakturonik asitin kimyasal formülü Şekil 1. 3'de gösterilmiştir. Pektinden elde edilen galakturonik asit, C vitamini sentezinde kullanılabilir (Web_3. 2006). Galakturonik asit, eczacılık ve kozmetik amaçlar için kullanılabilir gibi, çeşitli yağ asitlerinin esterifikasyonunda, tensioaktif ajanların sentezlenmesinde kullanılabilir (Baciu ve Jördening 2003).



Şekil 1.3 Galakturonik asit ve pektin Molekülünün bir kısmı (Ekşi 1988)

Meyvedeki pektinin ne kadarının pres suyuna geçeceği, bir çok etken tarafından belirlenmektedir. Meyvenin olgunlaşma düzeyi, meyvenin depolanıp depolanmadığı, meyvenin parçalanma (ufaltılma) derecesi, preslemeden önce ısıtma ve mayşe enzimasyonu uygulanıp uygulanmadığı ve pres tipi bunlardan başlıcalarıdır (Ekşi 1988). Tablo 1.7'de elma hücre duvarındaki karbonhidrat dağılımı görülmektedir. Karbonhidrat dağılımına göre araban, selüloz ve pektinden sonra üçüncü bileşiği oluşturmaktadır. Elma hücre duvarının büyük bir bölümünün pektin ve selülozdan oluştuğu açıkça görülmektedir.

Günümüzde elma suyu konsantresi üretiminde mayşe enzimasyonu meyve suyu verimi ve üretim miktarının yüksek tutulması açısından önemlidir. Mayşe enzimasyonu uygulamadan yapılan üretimler ekonomik olmaktan uzaktır. Bu nedenle mayşe enzimasyonu uygulaması yapılmadan gerçekleştirilen elma suyu üretimine sanayide rastlanmaz.

Tablo 1.7 Elma hücre duvarında karbonhidrat dağılımı (Ekşi 1988).

Bileşik	% (mol)
Glukoz	38,0
Galakturonik Asid	25,4
Arabinoz	18,5
Ksiloz	8,6
Galaktoz	7,6
Ramnoz ve Fukoz	2,5
Mannoz	1,5

Elma suyu konsantresi üretiminde galakturonik asitin, başlıca olduğu üretim basamağı, mayşe enzimasyonu üretim basamağıdır. Bu nedenle mayşe enzimasyonun detaylı bir şekilde anlatılmasında yarar vardır.

1.4 Meyve suyu üretim teknolojisinde mayşe enzimasyonu

Mayşe enzimasyonuna geçilmeden önce meyvelerin parçalanması gerekmektedir. Elde edilen parçalanmış meyve kitlesine ise mayşe denir. Meyvelerin parçalanmasında çekirdeklerin kırılmaması, kabuğun fazla parçalanması gerekir. Kısaca meyvelerin kıyılması, randımana ve meyve suyu niteliğine etki eden önemli bir işlemdir.

Elma, armut, ayva gibi meyvelerin berrak meyve suyuna işlenmelerinde mayşeye ısıtma uygulanmaz. Bu meyvelerin mayşesi ısıtılsa, mayşe; preslenme kabiliyetini tümünden yitirir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

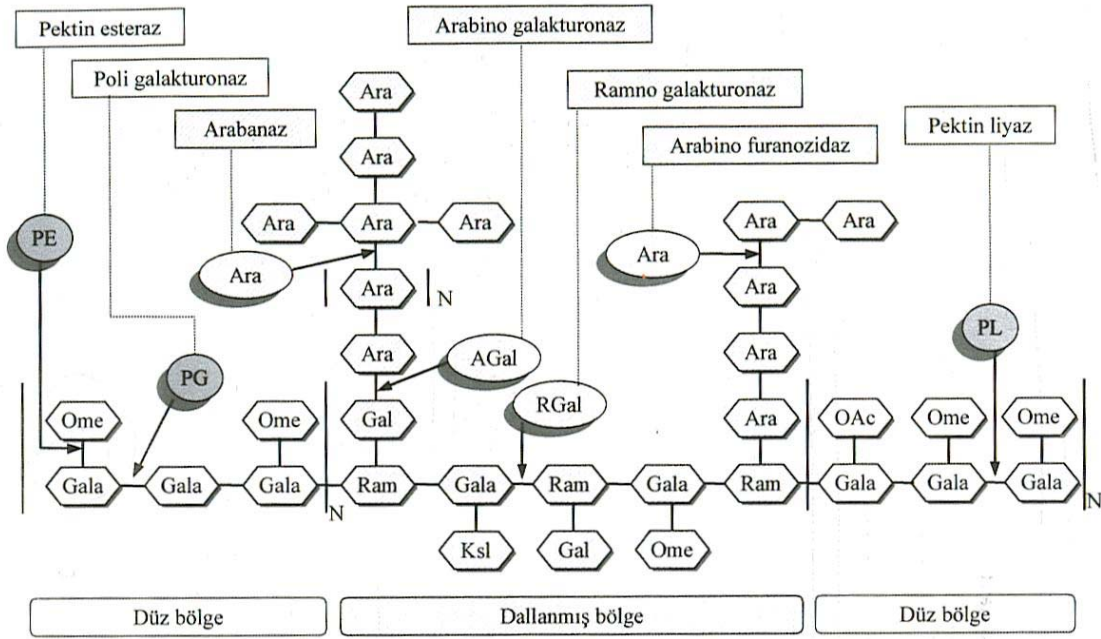
Berrak meyve suyu üretiminde uygulanan mayşe enzimasyonunun diğer ismiyle mayşe enzimatik fermentasyonunun başlıca amacı, mayşenin preslenme niteliğini iyileştirmek ve meyve suyu randımanını yükseltmektir. Bu amaçla mayşeye, mayşe enzimi eklenip belli koşullarda bir süre beklendikten sonra preslenir. Taze elmalardan, preslenmeye çok elverişli mayşe elde edilirken, uzun süre depolanmış veya depolanmadığı halde sıcak ortamda beklediği için hızla olgunlaşmış elmalardan yapışkan, yumuşak bir mayşe elde edilir ki, bunun preslenmesi çok zordur. Depolanmış meyvelerde bu durum, meyvelerin doğal enzimlerinin etkisiyle hücreleri birbirine bağlayan protopektinin hidrolizasyonundan, böylece; dokunun dağılmasından kaynaklanmaktadır. Taze elma %80 civarında meyve suyu verdiği halde, bu şekildeki elmalarda randıman %75'in altına doğru hızla düşmeye başlar.

Randımanın düşmesinin nedeni, sadece mayşenin yeterince preslenememesi değildir. Bunun diğer nedenleri de vardır. Bunlardan en önemlisi, depolanma sırasında çözünmeyen pektinin (protopektin), meyvenin doğal pektolitik enzimleriyle çözünür pektine dönüşmesi ve bu pektinin su tutma yeteneğinin yüksek olması nedeniyle, meyve öz sıvısının viskozitesinin yükselmesi ve preslemeyle bu sıvının mayşeden çıkarılamamasıdır. Diğer taraftan yumuşak ve yapışkan mayşe preste yüzeylere sıvanıp kalır. İşte bütün bu sorunları önemli düzeyde aşabilmek için, gerektiğçe mayşe enzimasyonu uygulanmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Meyve suyu endüstrisinde pektolitik enzimlerin kullanımının teorik prensipleri, birbirinden bağımsız olarak Z.J.Kertesiz ve Mehliiz tarafından 1930 yılında saptanmış ve Endo ve Pilnik tarafından da önemli düzeyde geliştirilmiştir. Walker et al. (1950) mayşeye enzim uygulamasının yüksek sıcaklıkta kombine olarak yürütülebileceğini belirtmişler ve bu yöntem Koch tarafından önemli noktalarda daha da geliştirilmiştir. Bugün öncelikle yüksek etkili enzim preparatlarının gelişimi ile enzimatik pektin parçalanması rutin bir iş haline gelmiştir (Schobinger 1988).

Pektolitik enzimler karmaşık jelatinimsi yapıdaki pektin moleküllerini pektinin jel özelliğini taşımayan çözünebilir daha küçük moleküllere ayırır. Pektin meyvede temel bir yapı birimidir. Hemiselüloz ile birlikte dokuyu oluşturan hücreleri bir arada tutarlar. Olgunlaşmamış meyvede, pektin çözünemez bir yapıdadır ve meyve olgunlaştıkça

yumuşadıkça kısmen çözünür hale gelir (Stutz 1992). Şekil 1.4 'de pektolitik enzimlerin etki mekanizmaları verilmiştir.



Şekil 1.4 Pektolitik enzimlerin etki mekanizmaları (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Mayşe enzimasyonunda kullanılan mayşe enzimi preparatlarında, durultmada kullanılan preparatlarda olduğu gibi pektolitik enzimler hakimdir. Ancak ayrıca bunlarda selülitik enzim aktiviteleri de vardır. Mayşe enzim preparatlarında bulunan Poligalakturonaz, Pektin Metil Esteraz ve Pektin Liyaz aktiviteleriyle orta lamella ve hücre duvarı pektinleri ileri düzeyde parçalanarak hücre sıvısı serbest kalır. Özellikle çözülmüş pektin hızla parçalandığı için meyve suyunun viskozitesi de hızla düşer ve mayşeden kolaylıkla kurtulur. Bu preparatlarda bulunan yüksek PME aktivitesi pektinin deesterifiye olmasına neden olur. Oluşan düşük esterleşme dereceli pektinin su bağlama kapasitesi çok sınırlı olduğundan, mayşenin yapışkanlık niteliği azalır. Ancak bütün bu olaylarda hücre duvarını oluşturan komponentlerin büyük bir bölümünün fazla parçalanmaksızın, olduğu haliyle kalması sağlanarak, posanın bizzat kendisinin adeta pres yardımcı maddesi gibi, davranması temin edilir. Kısacası mayşe enzimasyonuyla dokunun çatısı bozulmamaya çalışılır ve bu yolla pres kapasitesi %30-50 düzeyinde artırılabilir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Elma suyu konsantresi üretiminde mayşe enzimasyonu uygulanacaksa, elmalar daha kaba bir şekilde parçalanmalıdır. İyice karışabilmesi için enzim, doğrudan değirmende,

bir dozaj pompası yardımıyla seyreltik bir çözelti halinde veya milin üzerine yerleştirilmiş bir likit kabından damlatma suretiyle uygulanır. Uygulamada mayşe sıcaklığının 15-25 °C arasında bulunması, kalite açısından mutlaka 25 °C'yi aşmaması gerekir. Eğer mayşe 15 °C'den daha soğuksa, bir mayşe ısıtıcı yardımıyla ısıtılmalıdır (Stutz 1992). Mayşenin ısıtılmasından kaçınılıyorsa enzim miktarı artırılmalıdır. Mayşe bu şekilde 30-60 dakika bekletilir ve bu sırada asla karıştırılmaz. Aksi halde durultma ve filtrasyonda sorunlar çıkmaktadır. Esasen mayşe enzimasyonu uygulamasının kendisi, durultmayı zorlaştırıcı sonuç veren bir işlemdir. Enzimasyon sonunda mayşeye bilinen şekilde presleme uygulanır. Mayşe enzimasyonu ile elde edilen meyve suyunda briksin, 0,2-0,8 birim yükseldiği saptanmıştır. Mayşeye enzimasyon uygulanmış olması, daha sonra uygulanacak olan depektinizasyon işleminde daha az enzim kullanılması olanağı sağlamaz. Her ne kadar enzimasyon sırasında mayşede önemli miktarda pektin parçalanmışsa da bu sırada protopektinin, pektine parçalanmasıyla, meyve suyuna çözülmüş pektin geçişi de gerçekleşir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Mayşe enzimasyonu iki aşamalı bir işlem şeklinde de uygulanabilmektedir. Bu amaçla mayşe önce herhangi bir preste preslenir. Bu ön preslemede günümüzde genellikle bant presler kullanılmaktadır. Bu aşamada %70 civarında bir randımana ulaşılır. Bu ön preslemeden alınan posa üzerine bir miktar su eklemek suretiyle, posaya pompalanabilir bir nitelik kazandırılır. Su ile birlikte mayşe enzimi eklenmiş olan bu karışımın sıcaklığı da 15-25 °C arasında tutularak bir tankta 1-2 saat bekletilir. Bu süre sonunda bir bant pres yada horizontal pres yardımıyla ikinci kez preslenir. Böyle bir uygulamanın amacı, mayşenin preslenme niteliğini geliştirmekten çok, randımanı artırmaya yöneliktir. Eğer toplam briks üzerinden bir hesap yapılırsa, bu uygulamada randımanın %90'ı aştığı görülecektir.

1.4.1 Mayşeye multi enzim preparatlarının uygulanması

Kullanılış amacına göre, uygulamada enzim gruplarını belli bir kombinasyon halinde içeren preparatlar bulunmaktadır. Buna göre; mayşe enzimi, posa enzimi, durultma enzimi gibi çeşitli preparatlar söz konusudur.

Maserasyon: Orta lamellada bulunan pektinin enzimatik yolla kısmi degradasyonudur. Bu amaçla küflerden üretilen ve esas olarak endopoligalakturonaz ve ayrıca pektinliyaz içeren, ancak hiç pektinesteraz içermeyen preparatlar kullanılmaktadır. Maserasyon, meyve ve sebze pulpu üretiminde uygulanan bir işlemdir. Bu yolla üretilen pulplar krem gibi bir konsistense sahiptir.

Mayşe Fermantasyonu: Orta lamella ve hücre duvarındaki pektinin, poligalakturonaz ve pektinesteraz veya pektinliyaz enzimleriyle daha yoğun bir şekilde degradasyonudur. Mayşe enzimasyonu da denen bu uygulamanın amacı, randımanı arttırmak ve elde edilecek meyve suyunun bazı özelliklerini iyileştirmektir.

Posa Enzimasyonu: Presten atılacak olan posaya, eklenen su ve enzim preparatı ile posada kalmış meyve suyunun kazanılarak randımanın artmasına dönük bir uygulamadır. Bu amaçla kullanılan enzim preparatlarında pektinaz aktivitesinin yanında ayrıca hemiselülaz aktivitesi de bulunur.

Total Sıvılaştırma: Mayşeye, pektinazlar, selülazlar ve hemiselülazlar içeren bir enzim kombinasyonu içeren preparat eklenerek hücre duvarının tam anlamıyla parçalanıp dokunun sıvılaştırılmasıdır. Bu yolla çok yüksek bir randımana ulaşılabilir. Bazı mevzuat ve teknik sorunlar nedeniyle bu uygulama halen klasik meyve suyu veya nektar üretiminde yaygınlaşabilmiş değildir.

Sakkarifikasyon: Çeşitli polisakkarit fraksiyonlarının, hemiselülazlar, oligomerazlar, sellobiyazlar, glikozidazlar (galaktozidaz, arabinozidaz ve ramnozidazlar gibi) tarafından yoğun bir şekilde degradasyona uğratılmasıdır.

Yukarıda değinilen amaçlarla kullanılan enzim her enzim preparatı, bir enzimler kombinasyonudur. Yani her biri çeşitli enzim aktivitelerini belli oranlarda içerirler. Meyve suyu üretiminde çeşitli amaçlarla kullanılan enzim preparatlarında bulunan başlıca enzimler, etki tarzları ve uygulama alanları Tablo 1.8'de gösterilmiştir. Tablo 1.8'de görüldüğü gibi meyve suyu üretiminde kullanılan enzimlerin en önemlisini pektin parçalayan enzim grubu oluşturmaktadır.

Enzim uygulaması yapılan mayşeden üretilen meyve sularında ‘normal’ olarak üretilen meyve sularından daha fazla metanol bulunur. Örneğin enzimatik uygulama gerçekleştirilen elma suyunda 300-400 mg/l metanol saptandığı halde hemen preslenen elma suyunda 30-100 mg/l metanol saptanmıştır. Metanolün bir kısmı da bağlı formda olup, sindirim sırasında serbest hale geçer (Schobinger 1988).

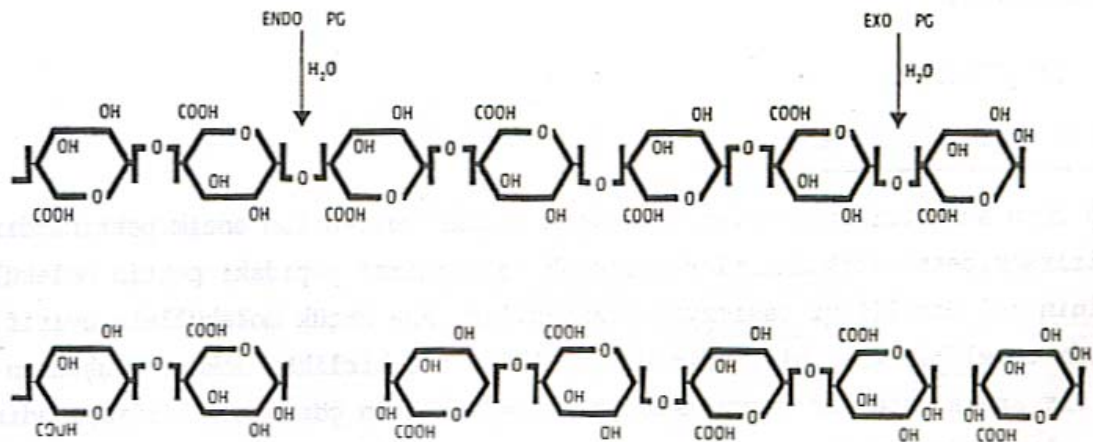
Tablo 1.8 Meyve suyu üretiminde kullanılan başlıca enzimler, etki mekanizmaları ve kullanım alanları (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Enzim	Etki Tarzı	Kullanım Alanı
Poligalakturonaz, Pektatliyaz	Poligalakturonik asit veya pektinin esterleşmemiş kısımlarındaki α -1,4 bağı, hidrolitik veya transeliminatif olarak parçalar. PGA zincirinin depolimerizasyonu	Maserasyon, mayşe enzimasyonu, total sıvılaştırma, posa, durultma
Pektinaz, Pektinliyaz	Yüksek düzeyde esterleşmiş pektindeki α -1,4 bağı hidrolitik veya transeliminatif olarak parçalar.	Total sıvılaştırma, posa, durultma
Pektinesteraz	Pektinin metilester gruplarının ester bağlarını hidrolitik olarak parçalar. Metoksil grubunun hidrolizi	Total sıvılaştırma, posa, durultma
Selülazlar	Selülozdaki glukoz üniteleri arasındaki β -1,4 bağı hidrolitik olarak parçalarlar.	Total sıvılaştırma
Hemiselülazlar (Galaktosidaz, ksilozidaz, ramnozidaz arabinozidaz, vb. gibi)	Hemiselülozlar heterojen yapıda bileşikler olduğundan, bu grup polisakkaritleri parçalayan daha birçok glikozidaz vardır.	Total sıvılaştırma, posa, durultma
Amilazlar	Çişişlenmiş nişastadaki α -1,4 ve aynı zamanda α -1,6 bağı parçalar.	Durultma

1.4.2. Mayşede enzimatik pektin parçalanması

Değişik enzim preparatlarının mayşe fermantasyonuna uygunluğu %95 esterleşmiş pektindeki depolimerizasyon etkisi ile saptanır. Parçalanmanın hangi enzim ile gerçekleştirildiği önemli değildir. Hücrelerin birbirlerinden ayrılmasını sağlamak için, çoğunlukla düşük esterleşme dereceli, çözünmeyen pektinden oluşan orta lamellerin parçalanmasında rol oynayan enzimler gereklidir. Hücre duvarının kısmen ayrılması için ise yüksek esterleşme dereceli moleküllere etkili ve aynı zamanda belli bir selüloz ve hemiselüloz aktivitesi olan enzimleri kullanırlar. Eğer presten alınan meyve suyu kıvamlı ise sınırlı bir parçalama uygulanabilir (Schobinger 1988).

Poligalakturonaz (PG) : Bu enzim düşük esterleşme derecesindeki pektini parçalayabilme yeteneğinde olduğundan, pektinmetilesterazların, pektinin metilasyon düzeyini ancak %55-60'ın altına düşürmesinden sonra etkinlik göstermeye başlar (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001). Yalnızca pektik asit zincirinde galakturonik asit üniteleri arasındaki α -1,4 glikozidik bağlarını parçalamakta, sonuçta oligouronid ve galakturonik asit oluşmaktadır. Bu depolimerizasyon sonunda meyve suyunun viskozitesi düşmektedir. PG, metoksil gruplu galakturonik asit üniteleri arasındaki bağa etki etmediği için, esterleşme oranı yüksek pektin, ancak pektinesteraz etkisi ile birlikte parçalanabilmektedir. (Ekşi 1988). Şekil 1.5'de gibi poligalakturonazların pektik asit zincirine etki tarzı verilmiştir.

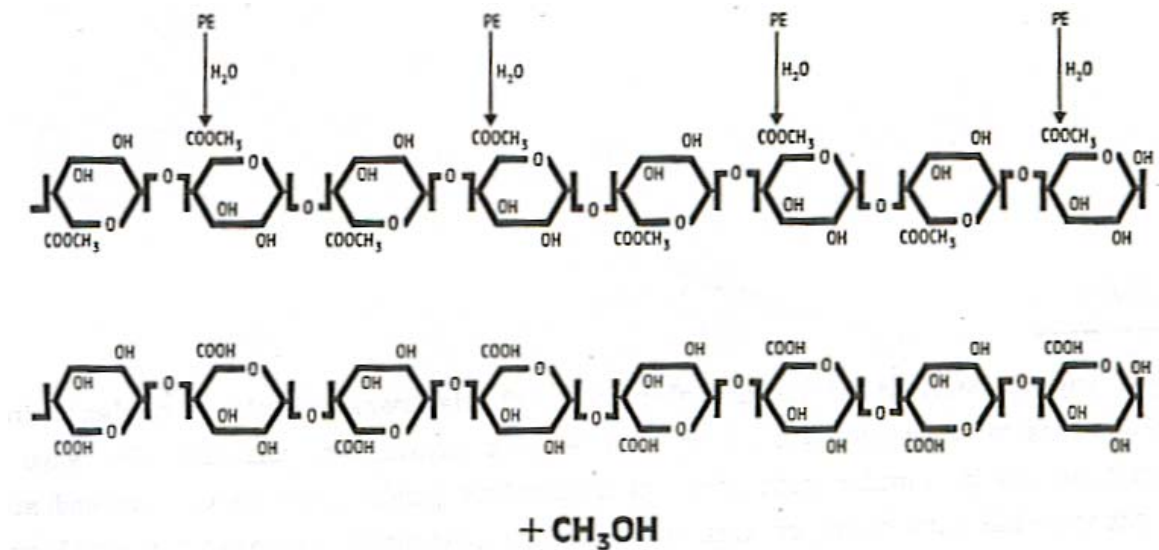


Şekil :1.5 Poligalakturonaz enziminin etki mekanizmaları (Stutz 1992).

Ayrıca yüksek metil grubu bulunan pektin, Poligalakturonazı inhibe etmektedir. Bu nedenle de bu enzim aktivitesi için, önce pektinin metilasyon derecesinin düşmesi gerekmektedir. Endo-PG, pektin zincirini içeriden rastgele, Ekzo-PG ise zincirin her iki ucundan tek tek parçalar. Endo-Poligalakturonaz maserasyon etkilidir ve çözünmeyen protopektini çözündürür. Pektinesteraz ile poligalakturonaz arasındaki çok yakın ilişki nedeniyle, enzim preparatlarındaki PE/PG oranı, çok önemli bir değerdir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).

Küf kökenli endo-poligalakturonazlar ısıya karşı çok dirençli olup bazı hallerde sıradan pastörizasyon sıcaklıkları yeterli inaktivasyonu sağlayamazlar. Ekzo-poligalakturonazlar yüksek moleküllü pektatlarda molekülün indirgen olmayan ucundan parçalamaya başlarlar. Kalsiyum iyonları ile stimule edilirler (Schobinger 1988).

Pektinesteraz (PE) : Pektinmetil esteraz (PME) olarak da anılan bu grup enzimleri diğer bir enzimin faaliyetine bağlı olmaksızın, pektindeki metil ester gruplarını parçalar. Pektin zincirindeki metoksil gruplarını hidrolitik olarak parçalamakta, dolayısı ile pektin poligalakturonik aside dönüşmektedir ve böylece Şekil 1.6'da görüldüğü gibi metil alkol oluşmaktadır (Ekşi 1988). Böylece pektinin esterleşme derecesini %10'un altına kadar düşürebilmektedir. Bunun sonucu olarak bir taraftan pektinin asit karakteri ortaya çıkarak ortamın asitliği hafifçe artarken diğer taraftan metanol oluşur.

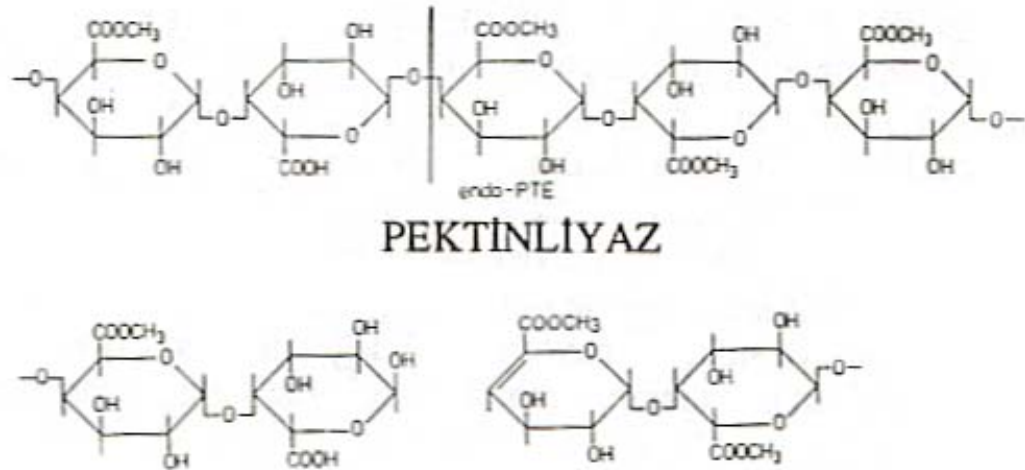


Şekil: 1.6 Pektinesteraz enziminin etki mekanizması (Stutz 1992).

Hidroliz, esterleşmemiş –COOH grubunun yanındaki metoksil grubundan başlamakta ve zincir boyunca ilerlemektedir. Sonuçta ancak %5-10 oranında metoksil grubu kalmaktadır. PE, tek başına viskozite düşüşü sağlamamaktadır. Tam tersine, tek başına PE etkisi bulanıklığın stabil kalmasına yardımcı olmaktadır. Çünkü pektik asit (PGA) suda, pektinden daha az çözünmektedir ve Ca iyonu ile suda çözünmeyen bileşikler oluşturmaktadır (Ekşi 1988).

Örneğin presten alınan elma suyunda sadece 7,2 mg/L düzeyinde metanol bulunduğu halde depektinizasyon sonunda bu değer 110.4 mg/L düzeyine yükseldiği saptanmıştır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001). Pektin esterazlar poligalakturonik asitin metil esterleri yönünden çok spesifiklerdir, diğer esterler ya hiç veya çok sınırlı düzeyde parçalanırlar. Bitkisel kökenli pektinesterazların tercih ettikleri tutma noktaları, esterleşmemiş karboksil grupları ile sınırlandırılmış veya yüksek esterleşmiş pektin molekülünde indirgen uçta bulunan metil ester gruplarıdır. Metil ayrılması ile oluşan esterleşmemiş bölgeler kalsiyum iyonlarına karşı çok duyarlıdır. Bu durum özellikle pektin esterazları ısıya çok dayanıklı olan turuncgil sularında, istenilmeyen (bulanıklık maddeleri kayıpları) veya istenilen (kendi kendine durulma) etkilerine yol açar (Schobinger 1988).

Pektinliyaz (PTL): Uzun zincirli yüksek metilasyonlu pektini hızla, rastgele ve transeliminatif olarak küçük unsurlara parçalayan bir depolimerazdır. Mevcut pektinin bu şekilde % 1-5 oranında parçalanması bile, meyve suyu viskozitesini yarı yarıya düşürmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001). Bu endo enzimler yüksek esterleşme derecesindeki poligalakturonik asidi parçalarlar. Şekil 1.7'de görüldüğü üzere transeliminasyon ile karbon –5- atomundan bir protonu glikozidik grubun oksijenine taşırlar ve aynı zamanda α -1,4 glikozidik bağları parçalanır. Ancak bir metil ester grubu yanındaki glikozidik bağlarda parçalanma gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bu enzimler, örneğin elma sularında olduğu gibi, yüksek esterleşme derecesindeki pektinlere daha etkili olmaktadır. pH değeri ve esterleşme derecesine bağlı olarak kalsiyum iyonları ve diğer katyonlar stimule edici etki gösterirler. Parçalanma ürünleri olarak kısmen esterleşmiş oligomerler meydana gelir (Schobinger 1988). Pektinliyaz durultma ve mayşe fermantasyonunda önemli rol oynamaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001).



Şekil: 1.7 Pektinliyaz enziminin etki mekanizması (Schobinger 1988).

Bu çalışma sayesinde meyve suyu konsantresi üreten, özellikle elma suyu konsantresine ağırlık vermiş fabrikalara ürün ihracatında önemli bir sorun teşkil eden galakturonik asitin, mayşe enzimasyonunda hangi şartlarda istenen seviyede tutulabileceği hakkında detaylı bir bilgi eldesi mümkün olabilecektir. Elma suyu konsantresi üretiminde son yıllarda bir kalite parametresi haline gelen galakturonik asit miktarının kontrol altına alınabilmesi için, uygun olan enzim dozajı ve miktarının belirlenebilmesine katkıda bulunacak bulgulara erişilmeye çalışılmıştır.

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

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

Türkiye’de elma suyu ve konsantresine en çok işlenen çeşitlerden biri olması nedeniyle araştırmada hammadde materyali olarak Golden Delicious elma çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan elma örnekleri 2004-2005 yıllarının Ekim-Kasım ayları arasında Ege Bölgesinde bulunan Konfrut Gıda A.Ş. Tesislerinden sağlanmıştır. Tesise hammadde olarak giriş yapan elmaların geldiği bölgeler, Eğirdir-Isparta, Uluborlu-Isparta, Niğde bölgesi, Elmalı-Antalya ve Çivril-Denizli Bölgesi ‘dir.

Fabrikaya karışık halde gelen Amasya, Golden Delicious ve Starking çeşitlerinden, Golden Delicious cinsi elmalardan seçme bandında örnekler alınmıştır. Örnek alımı mayşe başlangıcından bir önceki aşamada, toplam 108 kg olarak yapılmıştır. Örnek alımında elma taneleri tek tek incelenerek yüzeydeki çürüme oranı dikkate alınarak yapılmıştır. Bunun sonucunda, 36 kg sağlam (% 0 çürük), 36 kg %50 çürük ve 36 kg %100 çürük olacak şekilde örnek alımı yapılmıştır. Alınan örnekler çürüklük oranlarına göre ayrı ayrı, laboratuvarında işletme koşullarına uygun şekilde mayşe haline getirilmiştir. Örnekler mutfak robotunda (Arzum Prokit 444 Türkiye) parçalanmıştır. Parça büyüklüğünün işletme şartlarına uygun olmasına dikkat edilmiştir. Mayşe 30 °C ‘ye ısıtılmış ve ısıtıldıktan sonra farklı oranlarda mayşe enzimi ilave edilmiştir. Mayşe enzimi olarak Fruktozym MA-X Press Erbslöh GmbH & CO.’dan (Almanya) enzimi kullanılmıştır.

2.2. Metod

Bu çalışmada Tablo 2.1’de verilen farklı çürüklük oranlarında 9 farklı prosesin galakturonik asit, renk, asit, briks ve pH değerine etkisi araştırılmıştır. Farklı çürüklük oranına sahip elmalar mayşe haline getirildikten sonra, farklı oranlarda (80 g/ton, 100 g/ton ve 150 g/ton) mayşe enzimi ilave edilmiştir. Mayşe enziminin örnekler tam olarak karışabilmesi için, bu enzimin %1’lik çözeltisi hazırlanmış ve tüm örnekler yukarıda belirtilen dozajda olacak şekilde bu çözeltiden ilave edilmiştir. Her bir 4kg’lık mayşe numunesi için, %1’lik enzim çözeltisinden 80 g/ton için 32 ml, 100 g/ton için 40 ml, 150 g/ton için 60 ml ilave edilmiştir. Mayşe enzimi ilave edilmeden önce tüm örnekler 30 °C’ye ısıtılmıştır. Enzimasyon bu sıcaklıkta yapılmıştır. Enzim ilavesinden sonra, her bir numuneden başlangıçta (0 dakika), 15 dakika sonra, 30 dakika sonra ve 45 dakika sonra numune alınmış ve derhal -18 ° C’ye konularak dondurulmuştur. Böylece enzimasyonun istenen sürelerde olması amaçlanmıştır. Her üç prosesin, farklı miktarlarda enzim ilavesi yapılarak farklı sürelerde enzimasyona tabii tutulan numunelerinde galakturonik asit, renk, asit, briks ve pH değerleri ölçülmüştür. Üretimin belli bir döneminde materyal kısmında bahsedildiği üzere 108 kg elma örneği alınmış, bu dönemin devamı bir günde aynı özelliklere sahip 108 kg’lık yeni bir örnek alınarak tekerrür sağlanmıştır.

Her bir proses 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Çalışma; 3 farklı çürüklük oranı, 3 farklı enzim dozajı uygulaması ve 4 farklı süre içeren 2 tekerrürlü olarak dizayn edilen 3x3x4x2 faktöriyel deneme desenine göre yapılmıştır.

Tablo 2.1’de belirtildiği şekilde hazırlanan örneklerin tümü analizler gerçekleşinceye kadar -18 °C’de muhafaza edilmişlerdir. Analizlerde mayşe sıkılarak elma suyu haline getirilmiş ve briksi saf su ile 11,2’ye ayarlandıktan sonra yapılmıştır.

Tablo 2.1 Mayşe enzimasyonunda uygulanan dokuz farklı proses aşaması ve bunlara uygulanan enzimasyon süreleri

PROSES NO	PROSESLER*	ENZİMASYON SÜRESİ (dakika)			
1	S + 80 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
2	S +100 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
3	S + 150 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
4	YÇ + 80 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
5	YÇ + 100 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
6	YÇ + 150 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
7	Ç + 80 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
8	Ç + 100 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45
9	Ç + 150 g/L Enzim İlaveli	0	15	30	45

S: Sağlam Elma (% 0 Çürük), YÇ: % 50 Çürük Elma, Ç: % 100 Çürük Elma

*Proseslerde, elma numuneleri mayşe haline getirildikten hemen sonra yukarıda belirtilen dozajlarda enzim verilmiştir.

2.2.1. Genel analizler

2.2.1.1. Suda çözünen kuru madde (Briks) tayini

Çalışmada kullanılacak olan Tablo 2.1’de verilen dokuz farklı proses aşaması sonucu elde edilen numunelerin tamamının briksi ölçülmüştür. Ayrıca galakturonik asit analizinden önce mayşe sıkılarak briksi 11,2 ye ayarlanmıştır. Bu ayarlamalar ve ölçümler su banyolu dijital refraktometre (Krüss, A.Krüss optronic/electronischer Peltier Thermostat PT31,Germany) ile yapılmıştır (Cemeroğlu 1992).

2.2.1.2. Renk tayini

Tüm numunelerin renk ölçümü, Miniscan XE tipi Hunter-lab renk tayin cihazı ile kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde yapılmıştır. Ölçüm öncesi örnek içerisinde hava boşluğu kalarak sonuçları saptırmaması için, örnekler saydam kaplara doldurulmuş ve beyaz bir zemin üzerinde L, a, b değerleri okunmuştur. Renk ölçümü üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, L; 0 = siyah 100 = beyaza kadar olan örneğin açıklık koyuluğunu, + a kırmızı, + b sarı renk yoğunluklarını göstermektedir (Aurand vd 1987, Altuğ 1990, Nas 1999).

2.2.1.3 Asitlik tayini

Örneklerin asitlik tayini Metrohm marka 682 Titroprocessor Swiss Made cihazıyla yapılmıştır. Asitlik malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 1992).Titrasyonda ayarlı 0,25 N NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Bu cihazın dozaj ünitesi Metrohm 665 Desimat'tır.

2.2.1.4 pH tayini

Mayşe örneklerinin pH'sı potansiyometrik olarak pH metre (WTW, pH 537) kullanılarak belirlenmiştir (Anon 1983, Cemeroğlu1992).

2.2.2 Galakturonik asit miktarının belirlenmesi

Örneklerde galakturonik asit tayini Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) kullanılarak Zotou vd (2004) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Analizler Konfrut Gıda A.Ş Akkent Kasabası Çal/Denizli tesisleri mikrobiyoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1 Galakturonik asit ekstraksiyonu

Galakturonik asit ekstraksiyonu Zotou *et al.* (2004) tarafından önerilen metoda göre analizler yapılmıştır. Her bir örnekten 10 g tartılıp 500 mL' lik balona aktarılmıştır. Balondaki örnek üzerine 0.5 g PVPP ((polivinilpoliprolidon) eklenerek 15 dakika elde

çalkalanmıştır. Sonra tek katlı filtre kağıdından süzölmüştür. Süzölen örnekle 3500 rpm devirde 15 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant 0.2 µm'lik filtreden süzöldükten sonra 1:2 oranında su ile seyreltilerek 1 M NaOH ile pH 9.0 ± 0.5'e ayarlanmıştır.

Tablo 2.2. HPLC cihazının özellikleri ve galakturonik asit analizi için kromatografi koşulları

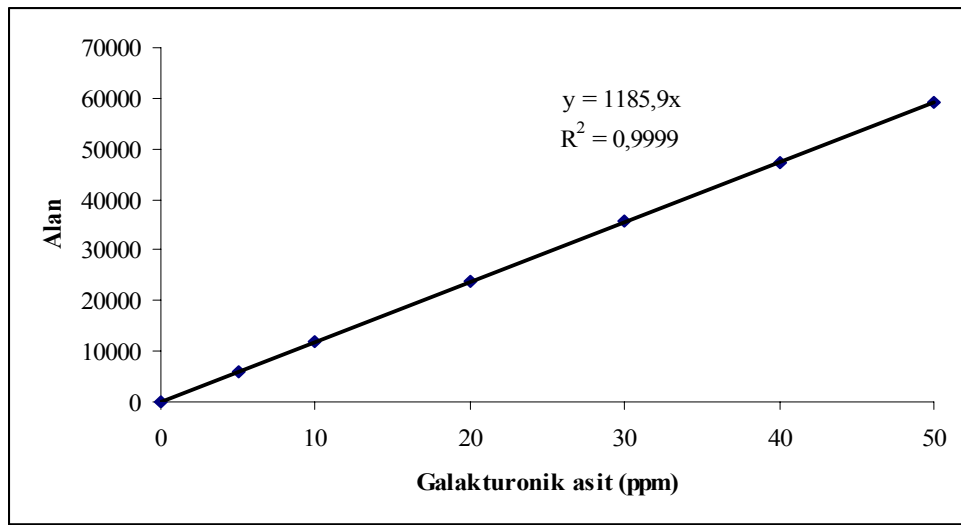
HPLC	SHIMADZU, LC-10 AD (Kyoto-JAPAN)
Kolon fırını	SHIMADZU, CTO-10AS, Sıcaklık 25 °C
Kolon	Reversed-Phase InertsilODs-2 (250 x 4mm, ID)
Pompa	Varian 9010 dörtlü gradient pompa
Degasser	SHIMADZU, DGU-14A
Dedektör	230 nm, PDA (Photo Diode Array), pik saflığının kontrol edilmesi için 190-700 nm arasında spektrum taramalı, bant genişliği= 4 nm
Sistem kontrol	SHIMADZU, SPD-M10A
Mobil Faz	isokratik; 0.02 M KH'PO4 (pH 2.88'e H3P04 ile ayarlanmış)-metanol (98:2)
Akış Hızı	0.6 mL/dak
Enjeksiyon	20 µL

2.2.2.2 Galakturonik asit analizi için HPLC koşulları

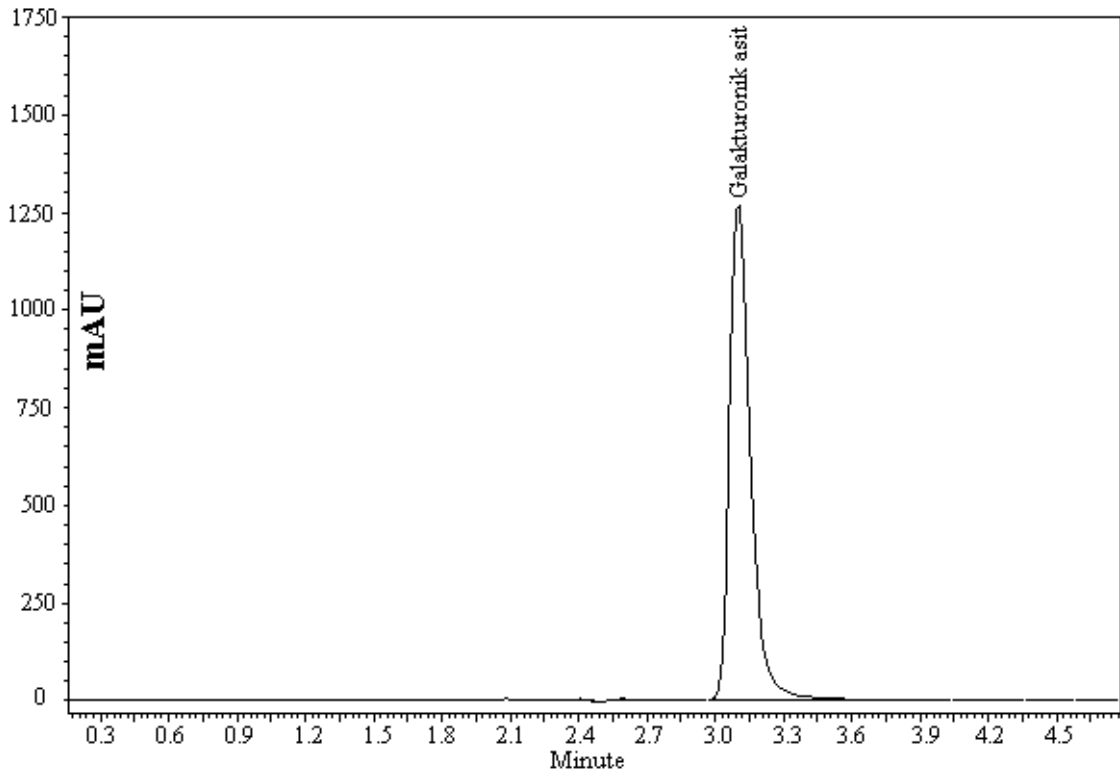
Mayşe örneklerinden yukarıda belirtilen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen galakturonik asit ekstraktları 20 ml'lik test tüplerine alınarak analiz zamanına kadar -18°C'deki derin dondurucuda (Uğur, model 300 L, Nazilli-Aydın/Türkiye) muhafaza edilmiştir. Ekstraktların sıcaklığı oda sıcaklığına ulaştıktan sonra örnekler 0.45 µm'lik mikrofiltreden (Schleicher&Schuell GmbH, FP 0.30/0.45 CA-S, Dassel-GERMANY) eppendorf tüplerine süzölerek HPLC kolonuna 20 µl enjekte edilmiştir. Galakturonik asit analizinde kullanılan tüm kimyasallar HPLC saflığında olup sonuçlar Class-VP version 5.03 paket programı (Shimadzu Corporation, Tokyo-JAPAN) kullanılarak HP marka bilgisayar (Hewlett Packard Co., Washington-USA) ile değerlendirilmiştir. Galakturonik asit analizinde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve kromatografi koşulları Tablo 2.2'de verilmiştir.

2.2.2.3 Galakturonik asit standart eğrisinin hazırlanması

Galakturonik asit analizinde kullanılan standart Sigma'dan (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Sigma, Taufkirchen/ Germany) temin edilmiştir. Standart maddeden mobil faz (isokratik; 0.02 M KH'PO4 (pH 2.88'e H3P04 ile ayarlanmış)- metanol (98:2)) ile hazırlanan 0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, ve 50.0 mg/L'lik çözeltiler cihaza enjekte edilerek standart kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. ($r^2=0.9999$ $y=1185,9x$, $n=7$). Araştırmada kullanılmak üzere hazırlanan galakturonik asit standart eğrisi Şekil 2.1' de, standart galakturonik asit piki (50 mg/L) Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.1 Galakturonik asit standardı ile çizilen kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.2 Standart galakturonik asit piki

2.2.2.4 Galakturonik asit için geri kazanım testi

Hem yöntemin ekstraksiyon verimini, hem de HPLC cihazının çalışma hassasiyetini belirlemek amacıyla galakturonik asit içeriği bilinen 5 farklı örneğe, bilinen konsantrasyonlarda standart galakturonik asitten ilave edildikten sonra yukarıda belirtilen galakturonik asit ekstraksiyon yöntemiyle ekstraksiyon gerçekleştirilerek cihaza enjeksiyon yapılmıştır. Başlangıçtaki galakturonik asit içeriği bilinen 5 farklı numuneden %95.7, %97.2, %95.9, %96.3 ve %96.5 (ort. %96,8) oranında geri kazanım sağlanmıştır.

2.2.3 İstatiksel analizler

2 tekerrür ve 2 paralel olarak gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen tüm veriler Mstad programında istatistiki olarak varyans analizleri yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinden sonra uygulamalar arasında istatistiki yönden fark olan örneklere LSD testi yapılmıştır (Freed 1991).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Farklı Oranda Çürük Elmalardan Elde Edilen Mayşe Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Analiz Sonuçları

3.1.1. Briks değeri

Sağlam ve farklı oranda çürük elmalardan elde edilen, üç farklı dozda mayşe enzimi ilave edilmiş (80, 100, 150 g/ton)ve 4 farklı sürede (0, 15, 30 ve 45 dakika) enzimasyona tabi tutulmuş, 36 farklı mayşe numunesinin briks değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Sağlam elmalardan elde edilen enzimli mayşe örneklerinin briks değerleri 10.57-14.91, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değeri 14.84-16.09 ve %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değeri 13.96-15.02 arasında değişim göstermiştir. %50 oranında çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin briks değerleri, sağlam ve %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin briks değerlerinden yüksek bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değeri, %50 çürük ve %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değerleri ortalaması 12.73 iken, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerininki 15.37 ve %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değerleri ortalaması 14.23 bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen 80 g/ton enzimli mayşe numunelerinin briks değerleri ortalaması, yine aynı numunenin 100 g/ton ve 150 g/ton enzimli örnekleri briks değerleri ortalamasından daha düşük bulunmuştur.

Tüm mayşe örneklerinin, galakturonik asit, briks, asitlik, pH ve renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3.2’de sunulmuştur. Tablo 3.2 ‘ye bakıldığında,

enzim dozajı ve uygulama süresinin elma mayşelerinin briks değerleri üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Buna karşın çürüklük oranının, briks değerleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,01$) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1 Sağlam ve farklı oranda çürük elmalardan farklı oranlarda enzim ilave edilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutularak üretilen mayşe örneklerinin briks değerleri

Enzim Miktarı	Süre (Dakika)	Sağlam Briks *	S.S	%50 Ç* Briks	S.S	% 100 Ç.* Briks	S.S
80 g/ton	0	11.31	±0.85	15.49	±0.13	14.43	±0.24
	15	12.92	±0.28	15.41	±0.15	14.48	±0.58
	30	12.58	±0.69	15.26	±0.08	14.3	±0.79
	45	11.64	±0.12	15.14	±0.21	14.7	±0.47
100 g/ton	0	11.91	±1.22	15.17	±0.34	14.67	±0.23
	15	12.61	±0.13	15.0	±0.01	14.46	±0.25
	30	10.57	±2.45	15.57	±0.37	14.36	±0.08
	45	12.29	±0.92	15.81	±0.39	14.54	±0.36
150 g/ton	0	11.81	±1.06	16.09	±0.76	14.21	±0.40
	15	13.71	±0.33	14.84	±0.43	14.48	±0.01
	30	11.59	±2.14	15.14	±0.38	15.02	±0.83
	45	12.29	±0.37	15.19	±0.50	13.96	±0.04

S.S : Ölçümlerin paralelleriyle olan standart sapmaları

* : Verilen briks değerleri ham verilerdir

Sağlam numunelerden elde edilen tüm mayşe örneklerinin briks değerleri, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin briks değerlerinden düşük çıkmıştır. % 50 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin tamamının briks değerleri, %100 çürük elmalardan elde edilen numunelerinkine göre yüksek çıkmıştır. Genel olarak elmalarda çürüklük değeri arttıkça briks değeri artış göstermiştir. Ancak %100 çürük numunelerin briks değerlerinde %50 çürük numunelerin briks değerlerine göre bir miktar azalış olduğu saptanmıştır (Tablo 3.1). Tablo 3.3'de farklı çürüklük oranına sahip elma mayşesi örneklerinin galakturonik asit, pH, briks, asitlik ve renk değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.2 Mayşe örneklerinin galakturonik asit, briks, asitlik, pH ve Hunter renk değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	Galakturonik Asit (mg/L)		Briks		Asitlik		pH		Renk					
										L		a		b	
		K.O	F	K.O	F	K.O	F	K.O	F	K.O	F	K.O	F	K.O	F
A	2	1283432.38	130404.611**	41.87	76.913**	2.89	2083.662**	0.190	107.698**	25.537	4.8408*	2.22	6.128**	1.31	1.944
B	2	221704.71	22526.562**	0.94	1.679	0.004	2.649	0.001	0.733	7.605	1.4416	0.16	0.449	0.38	0.559
C	3	2049872.20	208279.618**	0.27	0.489	0.000	0.252	0.001	0.481	3.120	0.5914	0.10	0.283	0.20	0.295
A X B	4	46258.44	4700.142**	0.59	1.077	0.001	0.731	0.002	1.044	6.512	1.2344	0.19	0.526	0.34	0.509
A X C	6	277548.25	28200.609**	0.39	0.721	0.00	0.347	0.001	0.510	2.393	0.4537	0.08	0.233	0.46	0.686
B X C	6	66813.79	6788.692**	0.51	0.932	0.001	0.437	0.001	0.518	1.734	0.3288	0.17	0.476	0.38	0.560
A X B X C	12	18859.87	1916.279**	0.34	0.620	0.001	0.455	0.003	1.555	1.817	0.3445	0.14	0.383	0.61	0.897
Hata	36	9.84	-	0.54	-	0.001	-	0.002	-	5.275	-	0.36	-	0.676	-

* : P< 0,05 seviyesinde önemli

A : Çürüklük Oranı

** : P< 0,01 seviyesinde önemli

B : Enzim Dozajı (g/ton)

S.D : Serbestlik Derecesi

C : Uygulama Süresi (dakika)

K.O : Kareler Ortalaması

Tablo 3.3 Farklı çürüklüğe sahip numunelerin Galakturonik asit, briks, pH, asitlik, renk değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Çürüklük Oranı (%)	n	GalA ^{***} (mg/L)	Briks	pH	Asitlik	L ^{**}	a	b
Sağlam	24	621.45a	12.74c	3.30a	0.36c	23.95a	7.35ab	9.93a
% 50 Çürük	24	383.27b	15.37a	3.22b	0.50b	22.43b	7.33a	10.14a
% 100 Çürük	24	159.02c	14.23b	3.12c	1.02a	21.98b	7.13b	9.68a

* : Aynı sütundaki değerler istatistiksel olarak $P < 0,01$ seviyesinde farklıdır.

** : Bu sütundaki değerler istatistiksel olarak $P < 0,05$ seviyesinde farklıdır.

*** : Galakturonik Asit

Briks değerine ilişkin LSD testi sonuçlarına bakılırsa, sağlam, % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen numunelerin belirlenen briks değerleri ortalamaları arasında farklılık görülmektedir. Briks değerleri çürüklük oranının artmasıyla birlikte artmıştır. Ancak % 50 çürük elmalardan elde edilen numunelerin briks değeri ortalaması % 100 çürük elmalardan elde edilenlerin briks değeri ortalamasından yüksek bulunmuştur. Bu durumun sebebi elmadaki şekerlerin çürümenin ilerlemesi ve mikrobiyal gelişimin artmasıyla birlikte, daha farklı metabolitlere dönüşerek toplam çözünür kuru maddenin azalması olabilir. Böylece briks değeri de % 100 çürük elmalardan elde edilen numunelerde diğerlerine göre bir miktar düşük çıkmış olabilir. % 50 çürük elmalardan elde edilen numunelerin briks değerlerinin ise sağlam elmalardan elde edilen numunelerin briks değerine göre yüksek çıkmasının sebebi, sağlam elmaların çürüklere göre daha fazla miktarda depo maddeleri nişasta, pektin vb. yapıları daha fazla içermesi, çürümeye ve mikrobiyal gelişime bağlı olarak ta bu maddelerin daha alt birimlere parçalanarak suda çözünür forma geçerek briks değerine katkı sağlayarak bu değeri yükseltmesi şeklinde açıklanabilir. İşletmelerde hammaddenin uzun süre yığınlar halinde depolanması veya hammadde kabulde çürüklüğe dikkat edilmemesi durumunda meyve suyu verimlerinde kayıplar olabileceği bu sonuçlardan açıkça doğrulanmaktadır. Buradan açıkça anlaşıldığı üzere istatistiksel olarak numunelerin briks değerleri üzerine çürüklük oranı oldukça etkiliyken enzim miktarının ve enzimasyon süresinin etkisi yoktur (Bkz Tablo 3.2). Tüm örneklere ait briks değerleri 2 paralel ve 2 tekerrür olarak yapıldığından, analizlerin doğruluğunun anlaşılması için tek

yönlü varyans analizi uygulanmış ve okumalar arasında herhangi bir fark olmadığı ortaya koyulmuştur ($P>0,05$).

3.1.2. Hunter renk değeri (L, a, b)

Sağlam ve farklı oranda çürük elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin L değerleri Tablo 3.4’de verilmiştir. Sağlam elmalardan üretilen mayşe örneklerinin L değerleri 22.27-26.03 arasında değişmekte iken, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin L değerleri 20.73-25.28 arasında değişmiştir. %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin L değerleri ise 18.88- 26.76 arasında değişim göstermiştir. %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin 8 tanesinin L değeri . %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin L değerlerinden yüksek iken 2 tanesi düşük seviyede bulunmuştur. Sağlam elmalardan üretilen mayşe örneklerinin 9 tanesinin L değeri %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin L değerinden yüksek çıktığı belirlenmiştir. Sağlam elmalardan üretilen mayşe örneklerinin yine 9 tanesinin L değeri %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin L değerlerinden yüksek çıkmıştır. %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin L değerleri ortalaması, sağlam ve %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin L değerleri ortalamasından düşük çıktığı belirlenmiştir. Verilere ait istatistiksel değerlere Tablo 3.2’den bakıldığında enzim dozajı ve uygulama süresinin elma mayşelerinin L değerleri üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Buna karşın çürüklük oranının, L değerleri üzerinde istatistiksel olarak ($P< 0,05$) seviyesinde etkiye sahip olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 3.2). Ayrıca Tablo 3.3’de ki LSD testi sonuçlarına bakıldığında % 50 ve % 100 çürük numunelerin L değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamışken, sağlam elmaların belirlenen L değerleri ortalamaları diğer iki gurubun L değerlerine göre farklı çıkmıştır ($P<0,05$). Tablo 3.3’de çürüklük oranının artmasıyla L değerinde de düşüş olduğu saptanmıştır.

Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin a değerleri Tablo 3.5’de verilmiştir. Sağlam elmalardan üretilen mayşe örneklerinde kırmızılığını ifade eden a değerleri 6.31-8.44 arasında değişirken, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerleri 7.09-8.07 arasında değişmiştir. %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerleri ise 6.44-7.65 arasında değişmiştir. %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a

değerlerinden 7 tanesi sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerlerinden yüksek bulunmuştur. %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin 10 tanesinin a değeri %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinden 8 tanesinin a değerleri %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerlerinden yüksek bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe numunelerinin a değerleri ortalaması 7.43, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin a değerleri ortalaması 7.62 ve %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin a değerleri ortalaması 7.07 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.4 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin L değerleri

Enzim Miktarı (g/ton)	Süre (Dakika)	Sağlam ^{**} L	S.S. [*]	%50 Ç. ^{**} L	S.S. [*]	%100 Ç. ^{**} L	S.S. [*]
80 g/ton	0	23.56	±0.83	22.69	±2.46	19.32	±4.44
	15	24.54	±1.44	24.23	±1.19	18.88	±5.27
	30	23.28	±1.88	25.28	±1.20	23.71	±0.19
	45	22.97	±1.71	24.44	±1.90	24.72	±3.08
100 g/ton	0	22.5	±2.41	22.83	±0.47	26.76	±5.22
	15	24.28	±1.61	21.49	±0.01	19.99	±4.28
	30	26.03	±0.67	24.1	±2.57	21.23	±0.18
	45	24.15	±1.00	20.73	±0.52	22.36	±0.34
150 g/ton	0	22.31	±2.36	20.99	±0.21	20.42	±1.33
	15	22.34	±2.81	21.93	±0.01	20.14	±4.57
	30	23.64	±1.63	21.01	±0.45	22.99	±3.95
	45	22.27	±0.67	22.22	±0.39	19.80	±0.54

* : Ölçümlerin paralelleriyle olan standart sapmaları

** : Verilen L değerleri ham verilerdir

Tablo 3.5 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin a değerleri

Enzim Miktarı (g/ton)	Süre (Dakika)	Sağlam** a	S.S*	% 50 Ç.** a	S.S*	% 100 Ç.** a	S.S*
80 g/ton	0	7.05	±0.64	8.07	±0.29	6.95	±0.34
	15	7.28	±0.06	7.81	±0.27	6.44	±0.77
	30	7.45	±0.64	7.18	±0.16	7.65	±0.48
	45	7.98	±0.98	7.24	±0.47	7.25	±0.30
100 g/ton	0	7.42	±0.38	7.68	±0.11	6.97	±0.23
	15	7.02	±1.24	7.54	±0.32	6.93	±0.56
	30	7.86	±0.81	7.09	±0.57	6.61	±0.06
	45	8.44	±1.82	7.45	±0.28	7.27	±0.54
150 g/ton	0	7.39	±0.35	7.97	±0.07	7.41	±0.51
	15	6.31	±0.37	7.75	±0.03	7.41	±0.54
	30	8.17	±1.25	7.91	±0.03	6.93	±0.07
	45	6.81	±0.21	7.79	±0.33	7.00	±0.48

* : Ölçümlerin paralelleriyle olan standart sapmaları

** : Verilen a değerleri ham verilerdir

Ç : Çürük

Numunelerin a değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3.2’de verilmiştir (Bkz. Tablo 3.2). Tablo 3.2’deki verilere ait istatistiksel değerler, çürüklük oranının a değerleri üzerinde çok önemli ($P < 0,01$) etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Enzim dozajının ve uygulama süresinin a değeri üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığı da Tablo 3.2’de ki sonuçlardan görülmektedir. Zaten Tablo 3.5’de ki ham verilere bakıldığında a değerinin uygulanan enzim miktarı ve enzimasyon süresinden etkilenmediği açıktır.

Tablo 3.3’de ki LSD testi sonuçlarına bakıldığında sağlam numunelerin a değerleri ortalamaları ile % 50 çürük ve % 100 çürük numunelerin a değerleri ortalamaları arasında fark yokken, % 50 çürük ve %100 çürük numunelerin a değerleri ortalamaları birbirinden farklı bulunmuştur ($P < 0,01$). Numunelerin a değerinin çürüklük arttıkça azaldığı açık şekilde görülmektedir. Rakamsal değerler çürüklük oranı arttıkça a değerinin azaldığını ortaya koymuştur. Bu sonuç Kadakal (2000) tarafından elde edilen

sonuçlarla paralellik göstermektedir. Bu duruma çürümenin etkisiyle birlikte elmada meydana gelen kararmanın sebep olabileceği düşünülmektedir.

Sağlam ve farklı oranda çürük elmalardan elde edilen, farklı oranda enzim ilave edilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulan 36 mayşe örneğinin sarılığını ifade eden b değerleri Tablo 3.6'da verilmiştir. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerleri 8.80-10.92 arasında iken, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerleri 9.30-10.61 arasında değişmiştir. %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin b değerleri ise 8.76-10.92 arasında bulunmuştur. %50 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinden 7 tanesinin b değerleri sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerlerinden yüksek iken, sağlam elmalardan üretilen mayşe örneklerinden yine 7 tanesinin b değerleri %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örnekleri b değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinden 9 tanesinin b değerleri %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerlerinden yüksek çıkmıştır. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerleri ortalaması 9.80, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin b değerleri ortalaması 10.05 ve %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örnekleri b değerleri ortalaması 9.58 olarak bulunmuştur. Tüm numunelerin b değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları (Bkz. Tablo 3.2) çürüklük oranının, enzim dozajının ve uygulama süresinin elma mayşelerinin b değerleri üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Yapılan LSD testi sonuçlarına göre b değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar numunelerin b değerleri üzerinde çürüklük oranı, enzim dozajı ve uygulama süresinin herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir. İstatistiksel sonuçlar bu şekilde çıksa da elde edilen ham verilerdeki rakamsal değerler çürüklük oranı ile birlikte b değerinin azaldığını göstermektedir. Genel olarak tüm numunelerin sağlam formlarına göre çürük formları, özellikle % 100 çürük formlarından üretilen mayşe örneklerinin L, a, b değerleri oldukça düşük çıkmıştır. Bu durumun çürümeye bağlı kararmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.6 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin b değerleri

Enzim Miktarı	Süre (Dakika)	Sağlam** b	S.S* ±	%50 Ç.** b	S.S* ±	%100 Ç.** b	S.S* ±
80 g/ton	0	9.00	±1.11	10.48	±0.45	9.59	±0.43
	15	9.42	±0.13	10.59	±0.36	8.76	±1.15
	30	10.08	±1.36	9.3	±0.16	10.92	±1.11
	45	10.15	±0.77	9.38	±0.42	9.51	±0.04
100 g/ton	0	9.81	±0.39	10.41	±0.16	9.66	±0.28
	15	9.28	±3.03	10.04	±0.16	9.33	±0.59
	30	10.34	±0.70	9.64	±0.22	8.84	±0.44
	45	10.73	±1.59	9.65	±0.45	9.93	±0.76
150 g/ton	0	9.77	±0.83	10.09	±0.06	9.51	±0.38
	15	9.28	±0.01	10.53	±0.21	10.12	±0.62
	30	10.92	±1.58	9.89	±0.01	9.25	±0.11
	45	8.80	±0.30	10.61	±0.24	9.53	±0.47

* : Ölçümlerin paralelleriyle olan standart sapmaları

** : Verilen b değerleri ham verilerdir

Ç : Çürük

3.1.3. Asitlik değeri

Sağlam ve farklı oranda çürük, farklı oranda enzim ilave edilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulan mayşe örneklerinin malik asit cinsinden asitlik değerleri ve sağlam elmaların asitlik değerlerine göre gerçekleşen artış miktarları Tablo 3.7’de verilmiştir. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri 0.30-0.40 arasında iken, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri 0.48-0.54 arasında değişmiştir. %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri ise 0.95- 1.02 arasında bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin tamamının asitlik değerleri, %50 çürük ve %100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerlerinden oldukça düşük bulunmuştur. %50 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin tamamının asitlik değerleri de %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin asitlik değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.2.’de farklı miktarlarda mayşe enzimi verilmiş

elma mayşesi örneklerinin galakturonik asit, pH, briks, asitlik ve renk değerlerinin tam şansa bağlı deneme planına göre (3 faktöriyel düzende) yapılmış olan varyans analizi sonuçları verilmiştir (Bkz. Tablo 3.2)

Tablo 3.2’de ki varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, çürüklük oranının asitlik üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu, enzim dozajı ve enzimasyon süresinin asitlik üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinden 80 g/ton enzim verilerek farklı sürelerde enzimasyona tutulmuş numunelerin asitlik değerleri ortalaması 0,33 g/100g, 100 g/ton enzim uygulanmış olan numuneler için 0,35 g/100g ve 150 g/ton enzim verilmiş numunelerin asitlik değerleri ortalaması 0,36 g/100g olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.7 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin malik asit cinsinden asitlik değerleri

Enzim Miktarı	Süre (Dakika)	Sağlam Asitlik** (g/100g)	%50 Ç. Asitlik** (g/100g)	Artış (%)*	% 100 Ç. Asitlik** (g/100g)	Artış (%)*
80 g/ton	0	0.30	0.51	+70,00	0.99	+230,00
	15	0.36	0.49	+36,11	0.99	+175,00
	30	0.34	0.5	+47,06	0.99	+191,18
	45	0.30	0.49	+63,33	1.01	+236,67
100 g/ton	0	0.40	0.49	+22,50	1.02	+155,00
	15	0.36	0.49	+36,11	0.98	+172,22
	30	0.31	0.51	+64,52	0.98	+216,13
	45	0.33	0.50	+51,52	0.97	+193,94
150 g/ton	0	0.34	0.54	+58,82	0.95	+179,41
	15	0.40	0.48	+20,00	0.98	+145,00
	30	0.32	0.48	+50,00	1.01	+215,63
	45	0.37	0.51	+37,84	0.96	+159,46

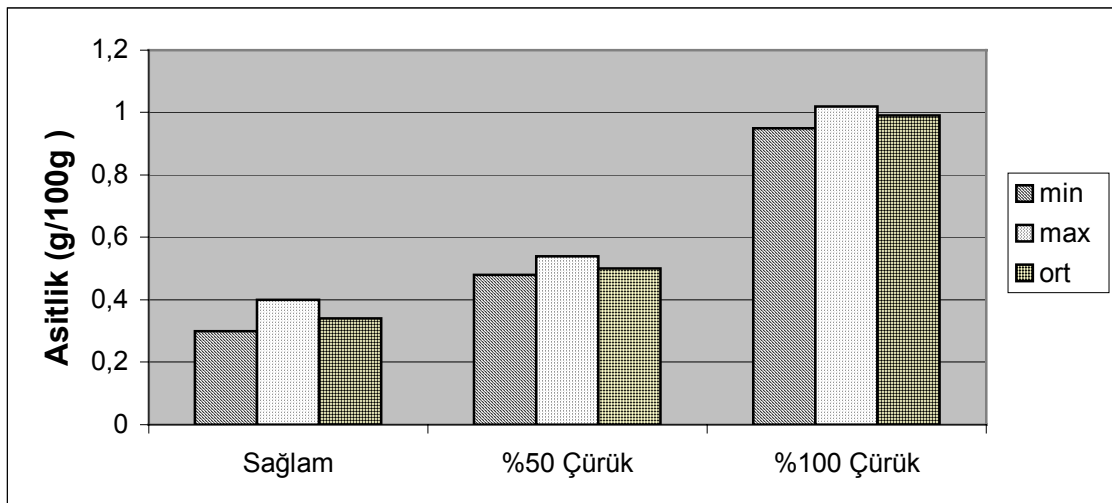
* Artışlar sağlam elmalara göre verilmiştir.

** Asitlik malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Tablo 3.3’teki LSD testi sonuçlarına bakıldığında, sağlam, % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri ortalamaları istatistiksel

olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Asitlik değerleri çürüklük oranının artmasıyla birlikte artmıştır. Buradan açıkça anlaşıldığı üzere istatistiksel olarak numunelerin asitlik değerleri üzerine çürüklük oranı oldukça etkiliyken enzim miktarının ve uygulama süresinin etkisi yoktur.

Şekil 3.1’de farklı oranda çürük elmalardan üretilen mayşelerinin ortalama asitlik değerleri verilmiştir. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri ortalaması 0.34 g/100 gr, %50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri ortalaması 0.50 g/100 gr bulunurken, %100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri ortalaması 0.99 g/100 gr olarak bulunmuştur. Genel olarak elmalarda çürüklük oranı arttıkça asitlikte de bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu duruma % 100 çürümüş elmaların, çürümüş halde uzun süre beklemiş olmasının sebep olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3.1 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen mayşe örneklerinin ortalama asitlik miktarları

3.1.4. pH değeri

Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip farklı oranda enzim ilave edilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulan mayşe örneklerinin pH değerleri Tablo 3.8’de verilmiştir. Sağlam elmaların parçalanıp enzim ilave edilmesiyle ve farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulmasıyla elde edilen mayşe örneklerinin pH değerleri 3,25-3,40, aynı şekilde fakat % 50 çürük elmalardan hazırlanan mayşe örneklerinin pH değerleri

3,16- 3,24 ve % 100 çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin pH değerleri 3,10- 3,16 arasında değişmiştir. Sağlam elmalardan elde edilen numunelerin tümünün pH değerleri % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen numunelerin tümünün pH değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Yine aynı şekilde % 50 çürük elmalardan üretilen numunelerin pH değerleri % 100 çürük elmalardan üretilen numunelerin pH değerlerine göre yüksek bulunmuştur. Tablo 3.8'e bakıldığında en düşük pH değerlerinin % 100 çürük numunelerin pH değerleri olduğu görülmektedir.

Tablo 3.8 Sağlam ve farklı çürüklük oranına sahip elmalardan üretilen enzimli mayşe örneklerinin pH değerleri

Enzim Miktarı	Süre (Dakika)	Sağlam** pH	S.S*	%50 Ç.** pH	S.S*	%100 Ç.** pH	S.S*
80 (g/ton)	0	3,32	±0.04	3,19	±0.02	3,12	±0.01
	15	3,38	±0.04	3,21	±0.01	3,11	±0.01
	30	3,25	±0.12	3,17	±0.01	3,14	±0.03
	45	3,25	±0.08	3,16	±0.05	3,21	±0.04
100 (g/ton)	0	3,25	±0.01	3,23	±0.01	3,12	±0.01
	15	3,33	±0.03	3,21	±0.01	3,10	±0.00
	30	3,28	±0.01	3,22	±0.01	3,10	±0.00
	45	3,32	±0.01	3,23	±0.01	3,11	±0.05
150 (g/ton)	0	3,34	±0.01	3,24	±0.00	3,10	±0.01
	15	3,25	±0.02	3,24	±0.00	3,16	±0.01
	30	3,38	±0.07	3,21	±0.01	3,12	±0.05
	45	3,40	±0.11	3,23	±0.01	3,16	±0.05

* : Ölçümlerin paralelleriyle olan standart sapmaları

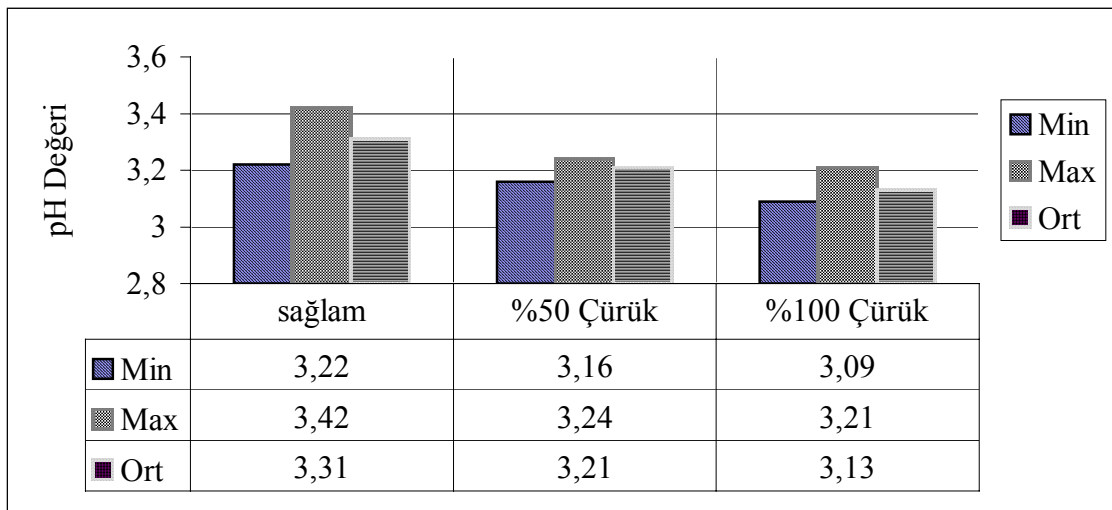
** : Verilen pH değerleri ham verilerdir

Ç : Çürük

Verilerin varyans analizi sonucu, çürüklük oranının pH değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğunu, enzim dozajı ve enzimasyon süresinin pH üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.2). LSD testi (Bkz. Tablo 3.3) sağlam, % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin pH değerleri ortalamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. pH değerleri çürüklük oranının artmasıyla azalma göstermiştir. Asitlik

değeri ile pH arasındaki ilişki göz önüne alındığında çıkan bu sonuç beklenen bir durumdur. Çürüklüğün artmasıyla, asitlikte meydana gelen artış, pH değerinin de düşmesine sebep olmuştur. Buradan anlaşıldığı üzere istatistiksel olarak numunelerin pH değerleri üzerine çürüklük oranı oldukça etkiliyken enzim miktarının ve uygulama süresinin etkisi yoktur.

Sağlam numunelerin ortalama pH değeri 3,31, %50 çürük numunelerin pH değeri 3,21 ve %100 çürük numunelerin pH değeri 3,13 olarak bulunmuştur. Şekil 3.2’de farklı oranda çürük elmalardan üretilen mayşelerin pH değerleri ortalaması ile minimum ve maksimum değerleri verilmiştir.



Şekil 3.2 Sağlam ve farklı oranlarda çürük elmalardan üretilen mayşe örneklerinin ortalama pH değerleri

3.1.5. Galakturonik Asit Miktarı

Farklı çürüklük oranına sahip elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin galakturonik asit miktarları HPLC yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. HPLC cihazının ve farklı çürüklük oranına sahip mayşe örneklerinden galakturonik asitin ekstraksiyon verimini belirlemek amacıyla başlangıçtaki galakturonik asit düzeyleri bilinen örneklere 5 farklı konsantrasyonda galakturonik asit eklenerek geri kazanım çalışması yapılmıştır. Çalışma sonunda 5 farklı konsantrasyon için geri kazanım miktarının %95.7-97.2

arasında ortalama %96.8 (\pm 0.56) olduğu saptanmıştır. Örneklerin galakturonik asit miktarları geri kazanım oranına göre düzeltilmiştir.

Farklı çürüklük oranına sahip elmalardan farklı dozlarda enzim verilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulan mayşe örneklerinin belirlenen galakturonik asit konsantrasyonları Tablo 3.9'da bu değerlere ait varyans analizi sonuçları ise, Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.9 Farklı oranda çürük elmalardan üretilip 3 farklı dozda mayşe enzimi verilerek 4 farklı sürede enzimasyon uygulanan mayşe örneklerinde Galakturonik asit değerleri (mg/L).

Enzim Miktarı (g/ton)	Süre (Dakika)	Sağlam numune Gala (mg/L)	%50 Çürük numune Gala (mg/L)	%100 Çürük numune Gala (mg/L)
80 (g/ton)	0	110.8	75.4	33.16
	15	200.5	130.3	45.11
	30	608.4	404.2	171.68
	45	887.7	593.9	241.54
100 (g/ton)	0	114.8	77.4	32.96
	15	264.5	162.3	94.91
	30	699.2	449.6	199.84
	45	1354.5	827.1	370.9
150 (g/ton)	0	106.9	73.7	32.38
	15	364.54	282.4	108.91
	30	899.2	549.6	202.84
	45	1854.5	977.3	370.9

Tablo 3.9 incelendiğinde başlangıçtaki (0.dakika) galakturonik asit miktarları, sağlam elmalardan elde edilen mayşe örnekleri için 110.8 mg/L, % 50 çürük elmalardan elde edilen mayşe örnekleri için 75.4 mg/L ve % 100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örnekleri için 33.16 mg/L olarak bulunmuştur. Sağlam elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonları % 50 ve % 100 çürük elmalardan elde edilenlere göre daha yüksektir.

Tüm verilere ait varyans analizleri sonuçlarına bakıldığında (Bkz. Tablo 3.2), farklı çürüklük oranına sahip, farklı dozlarda (80, 100, 150 g/ton) mayşe enzimi verilerek farklı sürelerde enzimasyona tabi tutulan mayşe örneklerinde, çürüklük oranının, enzim dozajının ve uygulama süresinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca çürüklük oranı x enzim dozajı interaksiyonunun, çürüklük oranı x uygulama süresi interaksiyonunun, enzim dozajı x uygulama süresi interaksiyonunun ve çürüklük oranı x enzim dozajı x uygulama süresi interaksiyonunun galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde çok önemli bir ($P<0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkiye sahip faktörlere LSD testi uygulanmıştır. Galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkiye sahip muamelelerin LSD testi sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10 Galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkiye sahip muamelelerin LSD testi sonuçları

Enzim Dozajı (g/ton)	n	GalA* (mg/L)	Uygulama Süresi (Dk)	n	GalA* (mg/L)	Çürüklük Oranı (%)	n	GalA* (mg/L)
80 g/ton	24	292.52c	0	18	72.33d	Sağlam	24	621.45a
100 g/ton	24	386.47b	15	18	184.97c	% 50 Çürük	24	383.27b
150 g/ton	24	484.74a	30	18	464.92b	% 100 Çürük	24	159.02c
			45	18	829.43a			

* : Aynı sütundaki değerler birbirinden istatistiksel olarak $P<0,01$ seviyesinde farklıdır.

Tablo 3.10'a bakıldığında sağlam, % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin belirlenen galakturonik asit değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmektedir ($P<0,01$). Her üç çürüklük oranına sahip numunelerin galakturonik asit değerleri ortalamaları birbirinden farklıdır ($P<0,01$) Galakturonik asit değerleri çürüklük oranının artmasıyla birlikte azalma göstermiştir. Zaten yukarıdaki ham verilere ait değerlere (Tablo 3.9) bakıldığında da çürüklük oranı arttıkça galakturonik asit konsantrasyonunun azaldığı görülmektedir. Sağlam numunelerin istatistiksel olarak ortalama galakturonik asit konsantrasyonu 621.45 mg/L iken %50 çürük numunelerde 383.72 mg/L ve %100 çürük numunelerde 159.02 mg/L

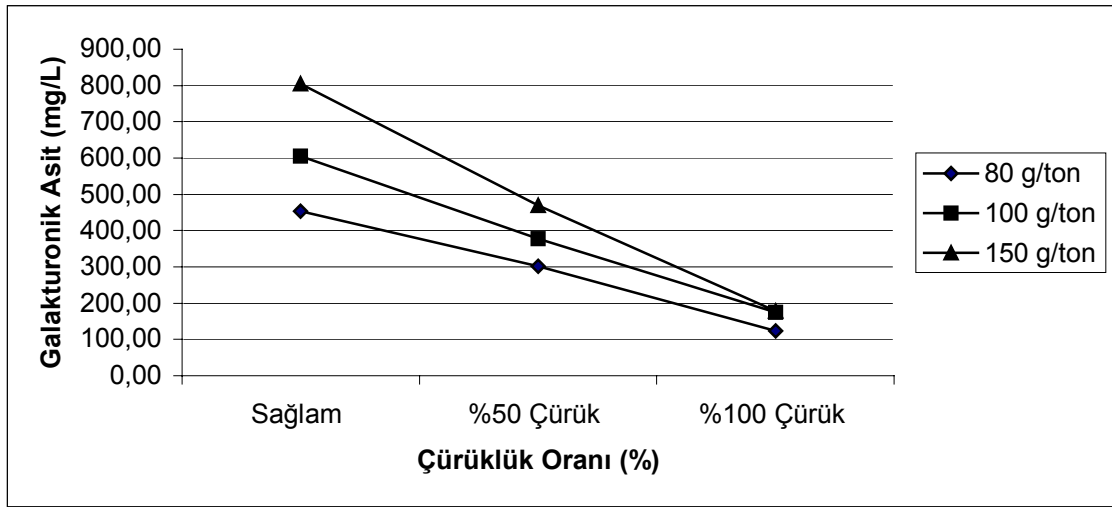
olduğu belirlenmiştir. Bu durumun iki sebebi olabileceği düşünülmektedir. Birinci sebep olarak, çürüklüğün artmasıyla meyvenin yapısında doğal halde bulunan pektin miktarının azalması ve buna bağlı olarak ta oluşan galakturonik asit konsantrasyonun sağlam elmalardan elde edilenlere göre düşük seviyede kalması gösterilebilir. Çürümeyle birlikte, meyvede doğal halde bulunan meyvenin kendi pektolitik enzimleri serbest hale gelerek pektini daha alt birimlere parçalamakta ve ortamdaki pektinin azalması söz konusu olabilir. Diğer sebebi ise, çürüklüğün artması ile birlikte pektin daha alt birimlere indirgenmekte oluşan galakturonik asit monosakkarit düzeyinde olan bir bileşik olduğundan ortamda bulunan mikroorganizmalar için besin ögesi olarak kullanılabilmesi ve bunun sonucunda galakturonik asit konsantrasyonunun düşebileceği yönündeki görüştür.

Uygulanan enzim dozajının örneklerin galakturonik asit konsantrasyonları üzerinde etkisi olduğu Tablo 3.2’de ki varyans analizi sonuçlarından anlaşılmaktadır. Verilere LSD testi uygulanması sonucu elde edilen sonuçlara bakıldığında (Tablo 3.10) 80 g/ton enzimlenmiş, 100 g/ton enzimlenmiş ve 150 g/ton enzimlenmiş numunelerin belirlenen galakturonik asit değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Her üç enzim dozu uygulanmış numunelerin galakturonik asit değerleri ortalamaları birbirinden farklıdır. Uygulanan enzim dozu arttıkça galakturonik asit ortalamalarının da yükseldiği görülmektedir. Zaten ham verilere bakıldığında en yüksek galakturonik asit konsantrasyonuna 150 g/ton enzim uygulanmış numunede rastlanılmıştır. Bu sonuç beklenen bir durumdur. Ortamda bulunan enzim miktarı arttıkça daha çok pektin parçalanacağından galakturonik asit miktarının yükseldiği düşünülmektedir.

Elma mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde etkili olan çürüklük oranı x enzim dozajı interaksyonunun seyri Şekil 3.3’de verilmiştir.

Şekil 3.3’ten görüldüğü gibi, tüm enzim dozlarında (80, 100, 150 g/ton) sağlam elmalardan elde edilen numunelerin galakturonik asit konsantrasyonları, % 50 çürük ve % 100 çürük elmalardan elde edilen numunelerin galakturonik asit konsantrasyonlarından daha yüksek bulunmuştur. Çürüklük oranının artması galakturonik asit konsantrasyonunun düşmesine yol açarken, enzim dozajının artması galakturonik asit konsantrasyonunun artmasına sebep olmaktadır. En düşük

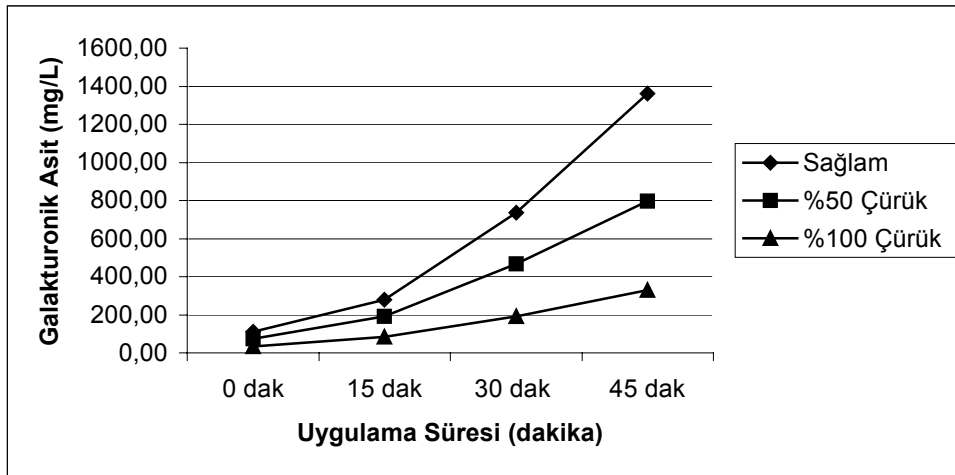
galakturonik asit konsantrasyonuna % 100 çürük elmalardan elde edilen ve 80 g/ton mayşe enzimi verilen numunelerde rastlanmıştır.



Şekil 3.3 Farklı çürüklük oranına sahip ve farklı dozlarda enzim ilave edilen mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, çürüklük oranı x enzim dozajı interaksyonunun etkisi.

Uygulama süresinin örneklerin galakturonik asit konsantrasyonları üzerinde etkisi olduğu Tablo 3.2’de ki varyans analizi sonuçlarından anlaşılmaktadır. LSD testi sonucu elde edilen verilere bakıldığında (Tablo 3.10) 0 dakika, 15 dakika, 30 dakika ve 45 dakika enzimasyona tabi tutulmuş numunelerin belirlenen galakturonik asit değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Her 4 farklı sürede enzimasyona tabi tutulan mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonları ortalamaları birbirinden farklıdır. Tablo 3.10’a bakıldığında uygulama süresinin artmasıyla birlikte galakturonik asit konsantrasyonunun da arttığı görülmektedir. Bu durum beklenen bir durumdur. Enzimasyon süresi uzadığında enzimler daha uzun süre çalışacağından ve daha çok pektin parçalanacağı için, bunun sonucunda da galakturonik asit konsantrasyonunun yükseldiği düşünülmektedir.

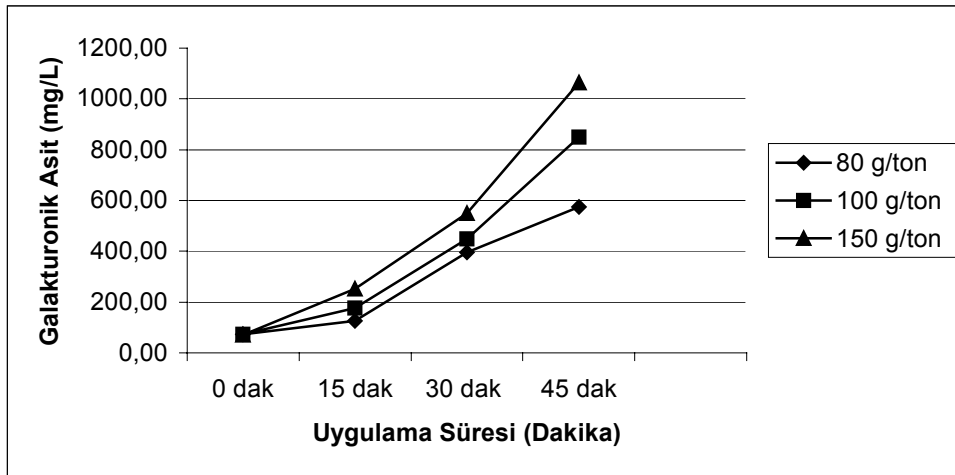
Elma mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde etkili olan çürüklük oranı x uygulama süresi interaksyonunun seyri Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4 Farklı ürüklük oranına sahip ve farklı sürelerde mayşe enzimasyonuna tabi tutulan, mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, ürüklük oranı x uygulama süresi interaksiyonunun etkisi.

Şekil 3.4 incelendiğinde ürüklük oranı ile birlikte uygulama süresinin galakturonik asit konsantrasyonuna etkisi olduğu görölmektedir. Çürüklük oranı arttıkça galakturonik asit seviyesi azalırken enzim uygulama süresinin artmasıyla galakturonik asit seviyesinin de arttığı açıktır. Her bir üç farklı ürüklük oranına sahip mayşe numunelerinin galakturonik asit konsantrasyonları enzim uygulama süresi arttıkça yükselmiştir. Her üç farklı çürüklüğe sahip numunelerde, mayşe enzimasyonunun (uygulama süresi) 0 ile 15. dakikaları arasındaki galakturonik asit seviyesindeki artış fazla miktarda değilken, 15. dakika ile 30. dakika ve 30. dakika ile 45. dakikalar arasındaki artış oldukça fazladır. İlk 15 dakika artış az bir şekilde olurken 15. dakikadan sonra daha da fazla olmuştur. Galakturonik asit seviyesinin 1000 mg/L düzeyinin altında olması arzulanan bir durumdur. Son zamanlarda düşük galakturonik asit ve sellobioz konsantrasyonuna sahip elma sularının iyi kaliteye işaret ettiği Maier (2003) tarafından bildirilmiştir. Şekil 3.4 incelendiğinde sağlam elmalardan elde edilmiş mayşe numunelerine 150 g/ton enzim uygulanması ve 45 dakika süreyle enzimasyona bırakılması sonucunda galakturonik asit konsantrasyonunun 1000 mg/L'den yukarılara çıktığı görölmektedir.

Elma mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde etkili olan enzim dozajı x uygulama süresi interaksiyonunun seyri Şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5 Üç farklı dozajda (80, 100, 150 g/ton) mayşe enzimi ilave edilerek farklı sürelerde mayşe enzimasyonuna tabi tutulan, mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde, Enzim dozajı x uygulama süresi interaksiyonunun etkisi.

Şekil 3.5’de uygulama süresi ile birlikte enzim dozajının örneklerin galakturonik asit konsantrasyonları üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Farklı dozajlarda mayşe enzimi verilmiş mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyon değerlerinde uygulama süresince bir artış olduğu ve bu artışın sürekli ve yükselen bir artış olduğu da görülmektedir. 150 g/ton mayşe enzimi verilen örneklerin galakturonik asit konsantrasyonlarının, uygulama süresinin 45. dakikasında 1000 mg/L düzeyini aştığı görülmektedir. Uygulama süresince tüm numunelerin galakturonik asit konsantrasyonları artış göstermiştir. Uygulama süresi ve uygulanan enzim dozajının artmasıyla galakturonik asit konsantrasyonunda da sürekli bir artış tespit edilmiştir. Bu sonuç beklenen bir durumdur. Bu duruma enzim miktarının artmasıyla birlikte daha fazla pektinin parçalanması ve enzimasyon süresinin de arttırılmasıyla bu parçalanmanın daha da devam etmesi sebep olabilir. Bunların sonucunda da mayşe de ve bunun devamı olarakta elde edilen elma suyu konsantresinde galakturonik asit konsantrasyonu yükselecektir. Son yıllarda enzim üreten firmalar, mayşe enzimasyonu sonucu son üründe daha düşük seviyede galakturonik asit oluşmasını sağlayacak enzimler geliştirmekte ve yapılan çalışmalar devam etmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elma mayşesi örneklerinde, çürüklük oranının artmasıyla briks değeri artmıştır. Bu duruma meyvede bulunan kompleks bileşiklerin, çürümenin etkisiyle daha alt birimlere parçalanması ve toplam çözünür kuru maddeye etki etmesi sebep olabilir. Ancak % 50 çürüklük oranından sonraki daha ileri derecedeki çürüklükte parçalanma daha alt seviyelere kadar gerçekleştiğinden ve meyve dokusunun çok fazla zarar görmesinden dolayı briks değerinin düştüğü söylenebilir. Örneklerin briks değeri üzerinde uygulanan enzim dozajı ve uygulama süresinin herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.2). Elma suyu konsantresi üretiminde en yüksek verimde meyveden meyve suyu alınması ve yüksek kapasitede üretim amaçlandığından % 50 çürük ve daha fazla çürümüş elmaların kullanılması durumunda briks değeri düşeceğinden, meyve suyu verimi açısından, çürük elmaların üretimde kullanılmaması gerekmektedir.

Farklı çürüklük oranına sahip elma mayşesi örneklerinin, L değeri üzerinde istatistiksel olarak enzim dozajı ve uygulama süresinin etkisi olmadığı tespit edilmişken, çürüklük oranının ($P<0,05$) önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 3.2). Çürüklük oranının artmasıyla L değerinde düşüş gerçekleşmiştir. L değeri renk açısından açıklığı koyuluğu ifade ettiğinden, çürüklükle birlikte elma mayşesi renginin daha da koyulaştığı elde edilen sonuçlardan görülmektedir. Numunelerin a değerlerine ilişkin istatistiksel sonuçlarda, çürüklük oranının a değerleri üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Enzim dozajının ve uygulama süresinin a değeri üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Verilere ilişkin LSD testi sonuçlarından (Bkz. Tablo 3.3) sağlam numunelerin a değerleri ortalamaları ile % 50 çürük ve % 100 çürük numunelerin a değerleri ortalamaları arasında fark yokken, % 50 çürük ve %100 çürük numunelerin a değerleri ortalamaları birbirinden farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Numunelerin a değerinin çürüklük artıkça azaldığı açık şekilde görülmektedir. Yine b değerine ilişkin elde edilen ham verilerdeki rakamsal değerler çürüklük oranı ile birlikte b değerinin azaldığını göstermektedir. Genel olarak tüm

numunelerin sağlam formlarına göre çürük formları, özellikle % 100 çürük formlarından üretilen mayşe örneklerinin L, a, b değerleri oldukça düşük çıkmıştır. Bu durumun çürümeye bağlı kararmadan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mayşe renginin elde edilecek elma suyu konsantresine de yansıtacağı kaçınılmaz olduğundan çürük elmaların kullanılması durumunda daha koyu renkli bir elma suyu konsantresi elde olunacağı açıktır. Özetle % 50 ve daha fazla oranda çürük elma içeren hammadde kullanılması durumunda elde edilen elma suyu renginin sağlam elmalardan üretilen elma sularına göre daha koyu renkli olacağı kaçınılmazdır. Elma suyu konsantresinde renk önemli bir kalite kriteri olduğundan, işletmelerin kullanacakları hammaddenin sağlamlığına dikkat etmeleri, diğer birçok kalite parametresinin (patulin, fumarik asit vb.) yanı sıra renk değeri açısından da, kendi yararlarına olacaktır. Yapılan çalışmada ise L, a ve b değerinin uygulanan enzim dozajı ve uygulama süresinden etkilenmediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçların ışığında % 50 ve üzerinde çürüklük oranına sahip elmaların elma suyu konsantresi üretiminde kullanılması durumunda L, a, b değerlerinde azalma meydana gelmesinin kaçınılmaz olacağı söylenebilir.

Çürüklük oranı % 50 ve % 100 olan elmalardan elde edilen mayşe örneklerinin asitlik değerleri, sağlam elmalardan elde edilen örneklere göre yüksek çıkmıştır. Elma suyu konsantresi ticaretinde asitliğin yüksek olması istenen bir durumdur fakat burada ortaya çıkan asitlik elmaların çürümüş halde uzun süre beklemiş olmasından kaynaklandığı için istenilen bir durum olmaktan çıkmıştır. Çürüklükle birlikte asitliğin artmasının yanı sıra patulin, HMF ve fumarik asit gibi kalite parametrelerinin Kadakal (2000)'ın yaptığı çalışmada çürüklüğün artmasıyla istenen düzeyin üzerine çıktığı tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada elma suyu konsantresi üretiminde galakturonik asit konsantrasyonunun uygulanan işlemlerden etkilenip etkilenmediği tespit edilmeye çalışılmış ve galakturonik asit konsantrasyonunun istenen düzeyde olması için hangi sürede ve ne kadar enzim verilmeli sorularının cevapları aranmıştır. İşletmeler ne kadar bilinçli de olsa uygulanan enzim miktar ve süresinin iyi ayarlanıp kontrol edilememesi durumunda, elde edilen son üründe galakturonik asit konsantrasyonunun 1000 mg /L düzeyini aştığı bunun sonucunda da ürün pazarlamasında sorunlar çıktığı görülebilmektedir. Böyle bir durum müşterilerde, satın aldıkları elma suyu konsantresinin bilinen doğal yöntemin (presleme) dışında üretilmiş olabileceği fikri

uyanmakta ve fiyat kırma isteği ile birlikte ürün reddine kadar varacak sonuçlar doğurabilmektedir.

Bilindiği gibi Türkiye, iklim ve toprak koşulları bakımından elma üretimine uygun olup, buna paralel olarak elma suyu konsantresinde de azımsanamayacak kadar üretim ve ihracat yapan bir ülkedir. Elma suyu konsantresine olan dış talep miktarı yıldan yıla artış göstermekte iken, ülkemizde çok fazla tanınan ve tüketilen bir içecek olmamasına rağmen son zamanlarda bir çok yerli firma tarafından da elma suyu üretilmekte ve iç piyasada da marketlerde yerini almaktadır. Ancak elma suyu konsantresi talep eden birçok ülke talep ettiği elma suyu konsantresindeki galakturonik asit miktarını 1000 mg/L 'nin altında istemekte ve bunu yasal bir parametre haline getirmeye çalışmaktadır. Ülkemiz açısından son derece önemli olan meyve suyu sanayinin dünya piyasasında rekabet edebilmesi ya da elma suyu konsantresi üretiminde fazla miktarda galakturonik asit oluşumuna bağlı doğacak sorunların çözümünde, galakturonik asit oluşum miktarının bazı şartlarda ne ölçüde etkilendiğinin iyi bilinmesi faydalı olacaktır. Böylece ülkemiz elma suyu konsantresinde dış pazarda yerini koruyarak ve pazar payını arttırarak, ekonomimize daha fazla parasal katkı sağlanmasına yardımcı olacaktır. Yapılan bu çalışmada, üç farklı (sağlam, % 50 ve %100 çürük) çürüklük oranına sahip, farklı dozlarda (80, 100 ve 150 g/ton) mayşe enzimi verilerek farklı sürelerde (0, 15, 30 ve 45 dakika) mayşe enzimasyonuna tabi tutulan mayşe örneklerinin galakturonik asit konsantrasyonları belirlenmiş ve tüm verilerin istatistiksel analizi sonucunda galakturonik asit konsantrasyonu üzerinde çürüklük oranının, enzim dozajının ve uygulama süresinin önemli ($P<0,01$) bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çürüklüğün artmasıyla birlikte örneklerdeki galakturonik asit konsantrasyonunun azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek galakturonik asit konsantrasyonuna sağlam elmalardan elde edilen numunelerde rastlanılmıştır. Elma suyu konsantresi üretiminde sağlam elmaların kullanılması gerektiğinden, yapılan bu çalışmanın ışığında elma sularında galakturonik asit konsantrasyonunun istenen sınır değerlerde kalabilmesi için, mayşe enzimasyonun, 80 g /ton enzim verildiğinde 45 dakika, 100 g /ton enzim verildiğinde 30 dakika süre ile yapılması gerektiğini söyleyebiliriz. Uygulanan enzim dozajının 100 g /ton'u aşması durumunda, enzimasyon süresinin çok dikkatli takip edilip biran önce sonlandırılması gerekebileceğinden, mayşe enzimasyonunda 100 g/ton'u aşmamaya dikkat edilmelidir. 100 g /ton mayşe enzimi kullanılması durumunda enzimasyonun 30. dakikalarda sonlandırılmasının uygun olacağı aksi takdirde son üründe galakturonik asit

konsantrasyonunun 1000 mg/L' yi aşabileceği belirlenmiştir. 150 g /ton mayşe enzimi kullanılması durumunda ise galakturonik asit konsantrasyonu açısından 30 dakikadan fazla enzimasyon yapılmaması bu çalışmada sonucunda ortaya çıkan bir diğer sonuçtur. Hem galakturonik asit konsantrasyonunun istenen düzeyde tutulabilmesi hem de enzim maliyetlerinin meyve suyu fabrikalarında önemli bir girdi oluşturması ve bu girdinin optimum düzeyde tutulabilmesi için, pratikte mayşe enzimasyonu için 100 g /ton'dan daha yüksek dozlarda enzim kullanılmamasının uygun olacağı bu çalışma sonucunda tespit edilmiştir.

Bu çalışmada % 50 ve % 100 oranında çürük elmalardan elde edilen numunelerin galakturonik asit konsantrasyonları 1000 mg /L 'nin altında bulunmuştur. Çürük elmalarda meyve dokusu ve pektin çürümenin ve meyvenin kendi doğal pektolitik enzimleriyle çürümenin de etkisiyle meyveler işleme alınmadan parçalandığından, mayşe enzimasyonu sonucu bu parçalanmanın daha ileri seviyelere gittiği ve bunun sonucunda ortamdaki galakturonik asitin daha alt birimlere parçalandığı bu yüzden sağlam numunelere göre daha düşük miktarda galakturonik asit oluştuğu düşünülmektedir.

Galakturonik asit miktarı düşük olan elma suyu konsantrelerinin iyi kalitede olduğu elma suyu pazarında bilinmekte ancak bu durumun üretimde sadece sağlam elmaların kullanılması durumunda bir anlam ifade edeceği sonucu bu çalışmadan çıkarılabilecek bir diğer sonuçtur. Zaten meyve suyu üretimde sağlam ve yeterli olgunluğa ulaşmış meyvelerin kullanılması hem elde edilecek meyve suyu kalitesi hem de verimin yüksek tutulması açısından zorunlu bir durumdur. Bunun aksi bir durum düşünülmediği için, elma sularında galakturonik asit önümüzdeki günlerde bir kalite parametresi olarak resmileşmesi söz konusudur.

KAYNAKLAR

- Anonymous, (1981) Elma Suyu Konsantresi Standardı, TS. 3686, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara.
- Artık, N., Gökmen, V., Poyrazoğlu, E., ve 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., Cemeroğlu, B., Aydar, G., ve Sağlam, N. (1992) Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Aktif Kömür Kullanımı Üzerine Araştırmalar, **TÜBİTAK**, Proje No:TOAG – 753, Ankara.
- Artık, N., ve Halkman, K. (1994) Türkiye’de Meyve Suyu Üretimi ve Tüketimi, Meyve Suyu Teknolojisinde Gelişmeler Sempozyumu, 1-3 Haziran 1994, Ankara, S:13.
- Artık, N., Cemeroğlu, B., Aydar, G. ve Sağlam, N. (1995) Aktif Kömür Kullanılarak Elma Suyu Konsantresinde Patulin Miktarını Azaltma Olanakları, **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, 19: 259-265.
- Baciu, I-E. and Jördening, H-J., (2003) Kinetics of Galacturonic Acid Release From Sugar-beet pulp, *Enzyme and Microbial Technology*, 34: 505-512.
- Batu, A. Thompson, A.K., Ghafir, S.A.M. and Abdel-Rahman, N.A., (1997) Minolta ve Hunter Renk Ölçüm Aletleri ile Domates, Elma ve Muzun Renk Değerlerinin Karşılaştırılması, **Gıda**, 22(4): 301-307.
- Can, A.G., ve Ekşi, A., (1983) Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oranı Üzerine Araştırma, **Gıda**, 8(2):51-54.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. (1986) Meyve Sebze İşleme Teknolojisi, **Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6**, Ankara, 495s.
- Cemeroğlu, B. (1992) Meyve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları, **Biltav Yayınları**, Ankara, 350s.
- Cemeroğlu, B. ve Karadeniz, F., (2001) Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, **Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları**, Yayın No: 25, Ankara, 384s.
- Dickens, F and Jones, H.E.H., (1961) Carcinogenic Activity of A Series of Reactive Lactones and Related Substances, **British Journal of Cancer**, 15:85-100.

- Ekşi, A. Ve Artık, N. (1986) Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural Miktarı Üzerine Pastörizasyon Sonrası Soğutma İşleminin Etkisi, **Gıda**, 11(3): 139-143.
- Ekşi, A. (1988) Meyve Suyu Durultma Tekniği, **Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:9**, Ankara, 127s.
- Ekşi, A. (2003) Meyve Suyu Sektörü İçin Gelecek Tasarımı ve Meyvede Meyve Suyu Gelişmeler ve Eğilimler Semineri, 29-30 Mayıs 2003, **Meyve Suyu Endüstrisi Derneği Yayın No: 1**, S: 7-12.
- Ekşi, A. (2004) Meyve Suyu Tanı Değerleri ve Yorumu, **Meyve Suyu Tanı Değerleri ve Kalite Kontrolü Semineri**, Ankara, 32s.
- Frank, H.K. (1970) Toxinbildende Schimmelpilze, **Confructa**, 15(2):68-71.
- Frank, H.K. (1974) Toxische Stoffwechselprodukt von Schimmelpilzen, *Alimenta*, 13: 98-101.
- Freed, R. D. (1991) MSTATC, Microcomputer Statistical Program Experimental Design, Data Management and Data Analysis, **Michigan State University**, Michigan, USA.
- Fuleki, E., Pelayo, E. and Palabay, R. B. (1995) Carboxylic Acid Composition of Varietal Juices Produced from Fresh and Stored Apples. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 43(3) : 598-607.
- Gökalp, H.Y., Nas, S. ve Certel, M. (1996) Biyokimya-I ‘Temel Yapılar ve Kavramlar’, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:001, 400s
- Harrison, M.A. (1989) Presence and Stability of Patulin Apple Products, A Review, **Journal of Food Safety**, 9: 147-153.
- Kadalkal, Ç. (2000) Elma Suyu Üretimi Esnasında Patulin İçeriğindeki Değişimler., Yüksek Lisans Tezi, **Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Denizli, 99s
- Kadalkal, Ç., ve 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.
- Kolukısa, G., Artık, N. ve Yıldız, O., (1990) Aktif Kömürün Renk Kontrolü Amacıyla Elma Suyu Konsantresi (ESK) Üretiminde Kullanımı, **Gıda**, 15(5): 263-269.
- Körük, B. (1997) Meyve Suyunda Fumarik Asit Oluşma Nedenleri, Yüksek Lisans Semineri, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Maier, G., (2003) Enzymatic Applications in Fruit Juice Industry, Meyve Suyu 2003 Gelişmeler ve Eğilimler Semineri, **Meyve Suyu Endüstri Derneği Yayın No:1**, S:121-129.

- Mutlu, M., Hizarcıoğlu, N. and Gökmen, V. (1997) Patulin Adsorption Kinetics on Activated Carbon, Activation Energy and Heat of Adsorption, *Journal of Food Science*, 62(1): 128-130.
- Okamura, T., Horie, N., Miyazaki, Y. and Ohsugi, M. (1997) Fumaric acid, Anti-Thrombin Substance from *Rhizopus Javanicus*. *Journal of Nutrition Science Vitaminol*, 43: 241-247.
- Özçelik, S. (1979) Niğde, Amasya ve Erzincan İllerinde Üretilen Önemli Elma Çeşitlerinde Mikrobiyal Bozulmalar ve Bozulan Elmalarda Patulin Oluşumu, Doçentlik Tezi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum*, 81s.
- Özçelik, S. (1980) Niğde, Amasya ve Erzincan İllerinde Üretilen Önemli Elma Çeşitlerinde Mikrobiyal Bozulmalar ve Bozulan Elmalarda Patulin Oluşumu, TÜBİTAK/ Bilim Kongresi, TOAG Tebliğleri (**Gıda ve Fermantasyon**).
- Özin, K. (1992) Dünyada ve Türkiye’de Meyve Suyu Tüketimi ve Ticareti, Meyve Suyu Endüstrisinde Kalite Kontrol Semineri, **Gıda Araştırma Fonu, Yayın No:1**, Ankara. S:300.
- Prieta, J., Moreno, M.A., Blanco, J.L., Suarez, G. and Dominguez, L. (1992) Determination of Patulin by Diphasic Dialysis Extraction and Thin-Layer Chromatography, *Journal of Food Protection*, 55(12): 1001-1002.
- Rovira, R. Ribera, F., Sanchis, V. And Canela, R., (1993) Improvements in the Quantitation of Patulin in Apple Juice by High-Performance Liquid Chromatography, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41(2):214-216.
- Schobinger, U. (1988) Handbuch der Lebensmitteltechnologie fruct und Gemusesäfte, Jale Acar, **Hacettepe Üniversitesi**, Ankara, 602s.
- Scott, P. M. and Kennedy, B.P.C. (1973) Improved Method for the Thin Layer Chromatographic Determination of Patulin in Apple Juice, *Journal of Association of Analytical Chemists*, 56(4): 813-816.
- Stutz, C. (1992) Meyve Suyu Teknolojisinde Mayşe Enzimasyonu, Meyve Suyu Endüstrisinde Kalite Kontrol Semineri, **Gıda Araştırma Fonu, Yayın No:1**, Ankara. S:115-128.
- Telatar, K.Y., (1985) Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF). II. Farklı Elma Suyu Konsantresinin Depolanması Sürecinde HMF Oluşumu ve Buna Bağlı Olarak Bazı Bileşim Öğelerinde Meydana Gelen Değişimler, **Gıda**, 10(5): 271-280.
- Tijkens, M.M. and Evelo, R.W., Vitali, A.A. and Eiroa, M.N.U., (1992) Migration of Patulin in Apples, *Journal of Food Protection*, 55(11): 902-904.
- Uygun, M. (1998) Elma Suyunda Sıvı Kromatografisi ile Patulin Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.

- Web_1. (2005). Meyed's web site. Türkiye'deki Meyve Üretim Miktarı, (<http://Meyed.org.tr>), (25.04.2006)
- Web_2. (2004). Türkiye'de Meyve Suyu Üretimi, [http:// www.die.gov.tr](http://www.die.gov.tr).
- Web_3. (2006). Galacturonic Acid, <http://www.reciprocalnet.org>. (20.04.2006).
- Wolfram, M.L., Kashimuva, N. and Horton, D., (1974) Factors Affecting the Maillard Browning Reaction Between Sugars and Amino Acids. Studies on the Non-Enzymatic Browning of Dehydrated Orange Juice, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 22(5): 796-800.
- Woller, R. und Majerus, P.(1982) Patulin in Obsterzeugnissen-Eigenschaften, Bildungund Vorkommen, **Flüssiges Obst**. 49: 564-570.
- Yıkar,E. (2003) Elma, **Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları**, Sayı:4:(7)
- Zotou, A.,Loukou, Z. and Karava, O. (2004) Method Development for the Determination of Seven Organic Acids in Wines by Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography, **Chromatographia** (No.1/2), 60: 39-44.
- Zyren, J., and Elkins, E.R., (1985) Interlaboratory variability of methods used for detection of economic adulteration in apple juice. **Journal of the Association off Official Analytical Chemists**, 68: 672-676.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şadiye Arpaç
Ana adı : Gülsüm
Baba Adı : Mustafa Ali
Doğum Yeri ve Tarihi : Tavas, 18.08.1981
Lisans Eğitimi ve Mezuniyet Tarihi : Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, Çamlık- DENİZLİ
10.07.2002
Medeni Hali : Bekar
Çalıştığı Yer : Özel Sektör
Bildiği Yabancı Dil, Aldığı Belge : İngilizce