



**KARPUZ KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN
PEKTİNİN GELENEKSEL REÇEL ÜRETİMİNDE
KULLANILMASI**

**YÜKSEK LİSANS
TEZİ**

Şebnem Esra ERGÜNER

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2023

Bu tez çalışması 21.FEN.BİL.39 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE
ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KARPUZ KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN PEKTİNİN
GELENEKSEL REÇEL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI**

Şebnem Esra ERGÜNER

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2023

TEZ ONAY SAYFASI

Şebnem Esra ERGÜNER tarafından hazırlanan “Karpuz Kabuğundan Elde Edilen Pektinin Geleneksel Reçel Üretiminde Kullanılması” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 19 / 07 / 2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER
Başkan : Prof. Dr. Harun DIRAMAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Üye : Doç. Dr. Hakan KARACA
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Bekir YALÇIN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19 / 07 / 2023

İmza

Şebnem Esra ERGÜNER

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARPUZ KABUĞUNDAN ELDE EDİLEN PEKTİNİN GELENEKSEL REÇEL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Şebnem Esra ERGÜNER

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

Günümüzde beslenme bilincinin artması toplumu sağlıklı ürünler tüketmeye, üreticiyi de sağlıklı ürünler üretmeye teşvik etmiştir. Üreticiler bünyelerinde üretilen ürünlere fonksiyonel bileşenler ilave ederek fonksiyonel gıdalar üretmeye başlamışlardır. Bu konuda yatırım yapıp AR-GE çalışmalarını hızlandırmışlardır. Özellikle sanayileşmenin artmasıyla gelişen dünyamızda atık olarak değerlendirilen birçok ürün zengin özelliklere sahiptir. Bu atıklardan elde edilen değerleri bileşenler ürünlere eklendiği ve ürün üzerindeki fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri geliştirdiği birçok çalışmada raporlanmıştır. Karpuz kabuğu atık olarak değerlendirilirken aslında pektin, lif ve diğer pek çok minerali bünyesinde bulundurmaktadır. Bu çalışmada atık ürün olarak değerlendirilen karpuz kabuklarına geleneksel asit ekstraksiyonu ve ultrason destekli ekstraksiyon uygulanmıştır. Karpuz kabuğu kurutulup öğütüldükten sonra geleneksek ekstraksiyon için üç farklı pH değeri (1,5-2-3), üç farklı ekstraksiyon sıcaklığı (75°C, 85°C, 95°C) ve üç farklı ekstraksiyon (1-2-3 saat) süresi; ultrason ile ekstraksiyon için pH (1,2,3), ultrason değeri (30 A, 50 A, 70 A), süre (15, 10, 15 dakika) olarak belirlenmiştir. Geleneksek sıcak ekstraksiyon sonucu elde edilen pektinler ayva ve vişne reçeli üretiminde kullanılmıştır. Reçellere uygulanan fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizler sonucu; vişne reçelinde L, a ve b değerlerinde artış gözlenirken ayva reçelinde L, a ve b değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Reçeller

üzerinde pH değerine etki etmediği dolayısıyla üründe tat ve asitlik değerlerini değiştirmedeği gözlenmiştir. Yine vizkozite analizlerinde pektinli reçel örneklerinin yoğunluğu kontrol gruplarının iki katından fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu suda çözünür kuru madde ve indirgen şeker içeriğinin pektin ilaveli reçellerde fazla olduğu tespit edilmiştir. Yine pektin ilaveli örneklerin fenolik madde miktarlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesi bakımından pektinli ayva reçeli pektin içermeyen ayva reçeline göre daha yüksek tespit edilmiştir. Vişne reçellerinde pektin ilavesi sonucu antioksidan aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Kül içeriği bakımından pektinli ayva reçelleri pektinsiz ayva reçellerine göre; pektinsiz vişne reçeli pektinli vişne reçeline göre daha yüksek kül içerdiği tespit edilmiştir.

2023, xv +110 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karpuz kabuğu, pektin, jelleşme, reçel, vişne, ayva

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE USE OF PECTIN OBTAINED FROM WATERMELON PEEL IN THE PRODUCTION OF TRADITIONAL JAMS

Student Şebnem Esra ERGÜNER

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Senem GÜNER

Today, the increasing awareness of nutrition has encouraged society to consume healthy products and the manufacturer to produce healthy products. Manufacturers have started to produce functional foods by adding functional ingredients to the products produced within their bodies. They have invested in this issue and accelerated their R&D activities. Especially in the developing world with the increase of industrialization, many products that are considered as waste have rich properties. The values obtained from these wastes have been reported in many studies in which the components are added to the products and improve their physical, chemical, physicochemical and sensory properties. While watermelon peel is considered as waste, it actually contains such components as pectin, fiber and many other minerals. In this study, conventional acid extraction and ultrasound-assisted extraction were applied to watermelon peels, which were evaluated as waste products. After drying and grinding the watermelon peel, three different pH values (1.5-2-3), three different extraction temperatures (75-85-95°C) and three different extraction times (1-2-3 hours) for conventional extraction; pH (1,2,3), ultrasound value (30 A, 50 A, 70 A) and time (15, 10, 15 minutes) were used for ultrasound extraction.

Pectins obtained as a result of traditional hot extraction are used in quince and cherry jam tracksuits. As a result of the physical, chemical and physicochemical analyzes

applied to the jams; A show is observed in L, a and b values in sour cherry jam. It has been observed that the product, which does not show the pH aging effect on the jams, does not change the taste and acidity values. Again in the viscosity analysis, it is aimed that the density of pectin jam samples is twice as high as the control groups. As a result of the analysis, it was determined that the content of water-soluble dry matter and sugar content was higher in pectin added jams. Again, it was determined that the phenolic content of the pectin added samples was high. Among the antioxidant clusters, pectin content of quince jam with pectin was higher than that of quince jam. It is protected from protective shields as a result of the addition of pectin in sour cherry jams. Quince jams with pectin in ash content are compared to quince jams without pectin; It was determined that pectin-free sour cherry jam did not contain higher ash than pectin-free sour cherry jam.

2023, xv +110 pages

Keywords: Watermelon peel, pectin, gelation, jam, cherry, quince

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca eşsiz bilgi birikimini benimle paylaşarak bana yön gösteren ve bu yolda desteğini esirgmeden sabır ve sevgiyle her daim yanımda olan kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER'e,

Maddi manevi her zaman yanımda olan ve beni her koşulda destekleyen annem SÜREYYA ERGÜNER, babam ADNAN ERGÜNER, canım kardeşlerim BERKE ve TARIK BUĞRA'ya ve evimizin en küçük çocuğu ÇAKIL'a,

Afyonkarahisar'da sahip olduğum tek arkadaşım olan motivasyon ve manevi desteğini esirgemeyen ev arkadaşım ve kardeşim Gizem ERGÜNER'e,

Afyonkarahisar'da pozitifliği ve enerjisiyle bize her daim destek olan Fatih KILINÇ'a,

Analizlerimde desteklerini esirgemeyen bilgi ve birikimleriyle çalışmalarına katkılarını sunan okulumuzda görevli sayın Dr. Öğr. Üy. Mehmet Kılınç, İsmail Güngör, Dr. Öğr. Üy. Tuğba Dedebaş'a

Tez çalışmamı, 21.FEN.BİL.39 numaralı proje kapsamında destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Teşekkür ederim.

Şebnem Esra ERGÜNER

Afyonkarahisar 2023

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Karpuz.....	4
2.2 Vişne	6
2.2.1 Antioksidan Maddeler	9
2.2.2 Fenolik Bileşenler.....	10
2.3 Ayva.....	11
2.4 Reçel	14
2.4.1. Reçel Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	18
2.4.1.1 Meyve ve Meyve Yapısı	18
2.4.1.2 Şeker.....	20
2.4.2 Reçel Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler.....	20
2.4.2.2 Karbonhidrat ve Tatlandırıcılar	22
2.4.2.3 Diğer Maddeler	24
2.4.3 Reçel Üretiminde Ürüne Uygulanan Ön İşlemler	25

2.4.3.1 Yıkama	25
2.4.3.2 Ayıklama, Sap Alma ve Sınıflandırma	25
2.4.3.3 Kabuk Soyma	25
2.4.3.4 Çekirdek Çıkarma	26
2.4.3.5 Doğrama	26
2.4.4 Reçel Üretimi.....	26
2.4.4.1 Pişirme Aşaması.....	26
2.4.4.2 Açık Kazanda Pişirme İşlemi.....	27
2.4.4.3 Vakum Altında Pişirme İşlemi.....	28
2.4.4.4 Geleneksel Yöntemle Ev Tipi Reçel Üretimi.....	30
2.4.5 Reçelin Pişirilmesi Sırasında Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler	30
2.4.5.1 Reçelde HMF Oluşumu.....	31
2.4.6 Dolum	31
2.4.7 Depolama.....	33
2.5 Pektin	33
2.5.1 Pektinin Sınıflandırılması	34
2.5.2 Pektinin Yapısı ve Genel Özellikleri	35
2.5.3 Pektinin Fizikokimyasal Özellikleri	36
2.5.3.1 Fiziksel Özellikleri	36
2.5.3.2 Kimyasal Özellikler	37
2.5.3.3 Esterifikasyon Derecesi.....	38
2.5.4 Pektinin Jelleşmesi ve Jel Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	40
2.5.5 Pektin Ekstraksiyon Yöntemleri.....	42
2.5.5.1 Asit Ekstraksiyonu	43
2.5.5.2 Ultrasonik Ekstraksiyon	47

2.5.5.3 Mikrodalga Ekstraksiyonu	48
2.5.5.4 Enzimatik Ekstraksiyon	49
2.5.5.5 Sub-Kritik Su Ekstraksiyonu.....	50
2.5.5.6 Ohmik Isıtma Ekstraksiyonu.....	51
2.5.5.7 Vurgulu Elektrik Alan Ekstraksiyon	51
2.5.6 Reçel Üretiminde Pektin Kullanımı	52
3. MATERYAL ve METOT	54
3.1 Karpuz Kabuklarının Eldesi.....	54
3.2 Pektin Verimi	55
3.3 Karpuz Kabuklarından Pektin Eldesi.....	56
3.3.1 Sıcak Asit ile Ekstraksiyon Yöntemi.....	56
3.3.2 Ultrason ile Ekstraksiyon Yöntemi	58
3.4 Pektinli Vişne Reçeli Üretimi	61
3.5 Pektinli Ayva Reçeli Üretimi.....	63
3.6 Analizler.....	66
3.6.1 Pektin Eldesi	66
3.6.2 Renk Değeri Ölçümü	66
3.6.3 Viskozite Analizi	67
3.6.4 pH Değeri Ölçümü	68
3.6.5 Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Analizi	69
3.6.6 İndirgen Şeker Analizi.....	71
3.6.7 Toplam Fenolik Madde Analizi.....	75
3.6.8 Antioksidan Aktivite Analizi.....	76
3.6.9 Kül Analizi	78
3.7 Box-Behnken tasarım yöntemi	81
3.8 İstatistiksel Analizler	82

4. BULGULAR	83
4.1 Pektin Eldesi	83
4.2 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Fiziksel Analizlere İlişkin Sonuçlar	87
4.2.1 Renk Değeri Ölçüm Sonuçları.....	89
4.2.2 Vizkozite Analiz Sonuçları.....	90
4.3 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Fizikokimyasal Analizlere İlişkin Sonuçlar.....	90
4.3.1 pH Değeri Ölçüm Sonuçları	90
4.4 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Kimyasal Analizlere İlişkin Sonuçlar	91
4.4.1 Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Analizi Sonuçları	92
4.4.2 İndirgen Şeker Analizi.....	92
4.4.3 Antioksidan Aktivitesi Analizi Sonuçları.....	92
4.4.4 Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları	93
4.4.5 Kül Analizi Sonuçları	93
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	94
6. KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	110

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
µs	Mikro saniye
A	Amper
aw	Su aktivitesi
Bx	Briks derecesi
C	Karbon elementi
C ₂ H ₄ O ₂	Asetik asit
C ₄ H ₆ O ₆	Tartarik asit
C ₆ H ₈ O ₇	Sitrik asit
Ca	Kalsiyum elementi
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
cP	Centipoise
Cu	Bakır
Da	Dalton değeri
Fe	Demir elementi
GHz	Gigahertz
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
HCl	Hidroklorik asit
HNO ₃	Nitrik asit
IU	Uluslararası ünite
K	Potasyum elementi
Kcal	Kilokalori
kHz	Kiloherz
kJ	Kilojoule
KNaC ₄ H ₄ O ₆	Sodyum potasyum tartarat
kV	Kilo volt
Mg	Magnezyum atomu
mHz	Mega herz
mM	Milimolar
mmHg	Milimetre civa
Na	Sodyum elementi
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
Na ₂ SO ₃	Sodyum bi sülfid
nm	Nanometre
P	Fosfor elementi
RE	Retinol eşdeğeri
rpm	1 dakikadaki dönme hızı
Se	Selenyum elementi

Kısaltmalar

a	Renk Değerleri (kırmızı/yeşil)
b	Renk Değerleri (sarı/mavi)
DE	Dekstroz Eküvalent
DNS	(3,5-Dinitro salisilik asit)
DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GRAS	Generally recognized as safe
HM	Yüksek metoksilli pektin
HMF	Hidroksimetilfurfural
IC50	DPPH radikalinin %50 sinin inhibesi için gereken miktar
IEA	İlımlı elektrik alan
L	Örneklerinin parlaklık değerleri
LM	Düşük metoksilli pektin
NaOH	Sodyum hidroksit
OI	Ohmik ısıtma
PVC	Polivinil klorür
rxn	Reaksiyon
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
VEA	Vurgulu elektrik alan

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Reçel üretim prosesi akış şeması.	17
Şekil 2.2 Pektin molekülünün kimyasal yapısı (İnt. Kyn. 4).	34
Şekil 2.3 Pektin molekülü (Atalay vd. 2018).	36
Şekil 2.4 HM pektinin yavaş jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde jel oluşumu ve soğuma ilişkisi (Tokbaş 2009).	39
Şekil 2.5 LM pektinin yavaş jelleşen, orta hızda jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde, jel oluşumu ve soğuma ilişkisi (Tokbaş 2009).	40
Şekil 3. 1 Pektin üretimi akış diyagramı.	61
Şekil 4. 1 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.	86
Şekil 4. 2 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.	86
Şekil 4. 3 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Karpuz meyvesinin 100 gramında bulunan besin öğeleri (Eren 2011).....	5
Çizelge 2.2 Karpuz kabuklarının 100 gramında bulunan besin öğeleri (Feizy vd. 2020).....	6
Çizelge 2.3 Yıllara göre vişne ağaçlarının durumu ve üretim miktarı (İnt. Kyn. 6)	7
Çizelge 2.4 Vişne (Kütahya çeşidi) besin öğeleri (İnt. Kyn. 5)	8
Çizelge 2.5 Vişne reçeli besin öğeleri (İnt. Kyn. 5)	9
Çizelge 2.6 Yıllara göre ayva ağaçlarının durumu ve üretim miktarı (İnt. Kyn. 6)	11
Çizelge 2.7 Ayva (Eşme çeşidi) besin öğeleri (İnt. Kyn. 5).....	13
Çizelge 2.8 Asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler (Cemeroğlu vd. 2005).....	21
Çizelge 2.9 Reçel ve benzeri ürünlerde kuru madde ile pH arasındaki ilişki (Cemeroğlu vd. 2005).....	22
Çizelge 2.10 Reçel ve marmelatlarda kristalizasyonun önlendiği kuru madde ve buna bağlı invert şeker oranları (Cemeroğlu vd. 2005).....	23
Çizelge 3.1 Glikoz standart eğrisi (Karataş 2022).	74
Çizelge 3.2 Gallik asit standart eğrisi (Karataş 2022).....	76
Çizelge 4.1 Ultrasonik yöntemle pektin eldesi.....	84
Çizelge 4.2 Geleneksel sıcak asitle pektin eldesi	85
Çizelge 4.3 Reçeller üzerinde yapılan fiziksel ve fizikokimyasal analiz sonuçları	88
Çizelge 4.4 Reçeller üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları	91

.

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 Reçel görseli (İnt. Kyn. 1).....	15
Resim 2.2 Açık kazan pişirme ünitesi (İnt. Kyn. 2).....	28
Resim 2.3 Vakum altında pişirme ünitesi (İnt. Kyn. 3).	29
Resim 3.1 Karpuz etinden ayrılmış kabuklara ait görsel	54
Resim 3.2 Karpuz kabuğunun yeşil kısmı ayrılarak kurutmaya hazır hale getirilmiş karpuz kabukları	55
Resim 3.3 Geleneksel ekstraksiyon metodu uygulanan pektin	56
Resim 3.4 %96'lık etanol eklenen örneğin 24 saat +4°C'de bekletilmiş hali.....	57
Resim 3.5 Etüvde kurutmadan önce pektin tabakasının petriye yayılmış hali	57
Resim 3.6 Etüvde kurutulan pektinler.....	58
Resim 3.7 Ultrason cihazı prob yerleşimi	58
Resim 3.8 Ultrason cihazı görüntüsü	59
Resim 3.9 Ultrason ile muamele edildikten sonra örnekler	60
Resim 3.10 Açık kazanda pişirme yöntemiyle reçel üretimi	62
Resim 3.11 Vişne reçeli	63
Resim 3.12 Dolumu yapılıp soğumaya alınan reçeller	63
Resim 3.13 Açık kazanda pişirme yöntemiyle reçel üretimi	64
Resim 3.14 Ayva reçeli	65
Resim 3.15 Dolumu yapılıp soğumaya alınan reçeller	65
Resim 3.16 Renk ölçüm cihazı	67
Resim 3.17 Pektinsiz ayva reçelinin pH ölçümü	68
Resim 3.18 Pektinli vişne reçelinin pH ölçümü.....	69
Resim 3.19 Analizde kullanılan refraktometre cihazı.....	70
Resim 3.20 Refraktometre cihazında kuru madde miktarının ölçümü	70
Resim 3.21 Vortex'te homojen hale getirilen örnekler	72
Resim 3.22 Rachelle tuzu eklenip soğumaya bırakılan örnekler	73
Resim 3.23 Spektrofotometrede okumaya hazır hale getirilmiş örnekler.....	73
Resim 3.24 575 nm'de örneklerin Spektrofotometre ile okunması	74
Resim 3.25 DPPH Çözeltisi	77
Resim 3.26 Darası alınan krozelerin tartımı	79
Resim 3.27 Kül fırınında yakılan reçel örnekleri.....	80
Resim 3.28 Yakma işlemi tamamlanmış örneklerin desikatörde soğutulma aşaması	80

Resim 3.29 Üç faktörlü Box-Behnken tasarımı (Keyf 2019)	81
--	----



1. GİRİŞ

19. yüzyılla beraber dünya genelinde sanayileşme sürecinin hızlanması bireylerin tüketimini artırmıştır. Bu durumda artan tüketimle beraber atık miktarı da artış göstermiştir. Çevre kirliliği ve atık birikimiyle metan gazı kaynaklı patlamalar baş göstermiştir. Özellikle kentsel alanlarda bu artış tehlikeli boyutlara ulaşmış ve yönetimi önemli bir konu haline gelmiştir yerel ve ulusal yönetimler sürdürülebilir atık yönetimiyle alakalı politikalar üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu sistemin sağlıklı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için atıkların düzenli ve sistemli bir şekilde toplanması ve işlenmesi gerekmektedir. Özellikle de çabuk bozulabilen bitkisel esaslı atıkların geri kazanımının etkili olabilmesi için sistemin gelişmiş olması gerekmektedir (Yaman 2012).

Ana besin grubunun beşinci basamağı olan meyve ve sebzeler insanların beslenmesinde elzem bir bileşendir. İnsanların sağlıklı beslenmeye olan bilinç düzeyinin ve eğiliminin artmasıyla meyve ve sebzeye olan talepleri de artmıştır (Kaplan 2019, Kaya vd. 2012). Başta kanser olmak üzere birçok hastalığın meyve sebze tüketimiyle ters ilişkisi birçok çalışmayla kanıtlanmıştır (Tokbaş 2009). Meyve ve sebzeler içerdikleri fenolik madde, karotenoid, antioksidan vitamin ve minerallerce zengindirler. Bu bağlamda antioksidan aktiviteleri de yüksektir. Yapılan çalışmalarla kanser dışında kalp damar rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların engellenmesinde spesifik olarak antioksidan maddelerin üzerinde durulmaktadır. Tüketiciler içinde antioksidan kapasitesi bir kalite unsuru haline gelmiştir. Kırmızı ve koyu renkli meyve ve sebzeler özellikle antosiyanin açısından zengindir. Antioksidanlar kısaca oksidasyonu engelleyen ya da kısmen engelleyip geciktirebilen maddeler olarak tanımlanabilmektedir (Sağlam 2007, Tokbaş 2009).

Taze meyve ve sebzelerin yapısının büyük kısmı sudan oluşmaktadır. Bileşimlerindeki vitamin ve mineral maddeler, azotlu bileşikler ve karbonhidratlarca oldukça önemlidir (Kaplan 2019, Kaya vd. 2012). Meyve ve sebzeler yapılarında bulunan bileşenler ve yüksek su içerikler sebebiyle raf ömrü kısa ürünlerdir. Bu gıda ürünlerinin dayanıklılığını sağlamak amacıyla şeker ilavesi kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde meyve veya sebzelere şeker ilavesi ile ısıl işlem uygulanmaktadır. Bu işlemde

elde edilecek son ürün istenilen konsantrasyona geldiğinde işleme son verilir. Buna göre reçel meyve ve sebzelerin şeker ile dayandırılmış bir mamulü olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz ve Fenercioğlu 2008).

Reçel, bileşiminde %60-65 çözünür katı içermekte ve bu maddenin çoğu şekerden ileri gelmektedir. İçerisinde %70 şeker içeren 100 g bir reçel ortalama olarak 368 Kcal enerji vermektedir. Bu haliyle çocuklar ve ağır işte çalışan insanlar için önemli bir gıda maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapımında kullanılan meyve ve sebzeye göre içerdği vitamin ve mineral maddeler değişiklik göstermektedir. Şeker kullanımı sıkıntılı olan diyabetik hastalarına yönelikte reçete çalışmaları yapılmaktadır. Şeker içeriği azaltılan, tatlandırıcı kullanılan ve düşük metoksilli pektinlerle özel olarak hazırlanan reçeller her bireyin kullanımına uygun hale getirilmiştir.

Reçel ürünü akışkan bir yapıya sahip olmalı ekmek dilimi üzerine sürülebilir olmalıdır. Bu yapı meyve bileşiminde doğal olarak bulunan pektin molekülünden ileri gelmektedir. Reçel oluşumu için pektin jelinin de oluşması gerekmektedir. Sadece şeker ile yeterli kıvam sağlanamaz ve beklemeye bağlı kristallenmeler gözlenebilmektedir. Reçele işlenen ürünlerde yeterli jelleşme gözlenmezse dışarıdan pektin ilave edilmesi gerekmektedir. Reçele işlenecek ürün yapısındaki pektin jelinin özellikleri ve oluşma koşulları bilinmelidir (Yılmaz ve Fenercioğlu 2008).

Karpuz meyvesinin sahip olduğu şeker içeriği %8-14 aralığında değişmektedir. Sahip olduğu su miktarı ise %95 civarındadır. Mineral olarak Mg, P, Ca ve Fe; vitamin olarak A,B ve C vitaminlerine sahiptir. Zengin besin bileşimine rağmen yağ, protein ve kalori bakımında yetersiz bir meyvedir (Anonim 1990, Eren 2011).

Dünya genelinde karpuz meyvesinin genel olarak etli kısım tüketilmektedir. Yeşil dış kabuk ve beyaz kısımlar (karpuz kabuğu) atık madde olarak uzaklaştırılmaktadır. Karpuzda kabuk kısmı etli kısmın aksine daha faydalıdır. Bu sebeple etli kısım ve beyaz kısımlar birlikte tüketilmelidir. İnsanların sentezleyemediği maddelerin başında gelen karotenoid ailesinde likopeni de bünyesinde barındırmaktadır. Likopen düzeyi 23-72

$\mu\text{g/g}$ arasında değişmektedir. Likopen maddesi kanser üzerine etkili bir besin bileşeni olarak bilinmektedir (Eren 2011, Feizy vd. 2020).

Bu çalışmada, atık olarak değerlendirilen yüksek pektin içeriğine sahip karpuz kabukları karpuz etinden ve yeşil kabuğundan ayrılmasıyla beyaz kısmı elde edilmiş ve elde edilen bu beyaz kısma farklı ekstraksiyon yöntemleriyle (ultrasonik ve geleneksel sıcak asit) pektin eldesi sağlanmış ve elde edilen pektinin vişne ile ayva reçelleri bileşimine eklenerek karpuz kabuklarının beyaz kısmından elde edilen pektinin kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Karpuz

Kabak veya kabakgillerden *Cucurbitaceae* ailesine dahil olan karpuz (*Citrullus lanatus*), sıcak bölgelerde yetişen bir bitkidir (Terlemez ve Çerçi 2019). Hindistan karpuzun ana vatanı olarak bilinmektedir. Karpuz bitkisinin yabani türleri de bulunmakta ve bunlar sudan ve bazı kurak Afrika bölgelerinde bulunmaktadır. 15. yüzyıldan itibaren Anadolu ve Balkanlardan Avrupa'ya yayıldığı bilinmektedir. Ülkemizde birçok ilde karpuz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bölgesel olarak Ege ile Akdeniz önde gelirken, Güneydoğu Anadolu ve Marmara'da da yetiştirilmektedir (Anonim 1990, Anonim 1995, Eren 2011).

Karpuz ağırlıklı olarak yaz meyvesi olarak üretilmekte ve bu mevsimde taze olarak tüketilmektedir. Mevsim dışı tüketimlerinde pekmez ve reçel gibi dayandırılma yöntemleri kullanılmaktadır. Tek yıllık bir bitki olma özelliğine sahip karpuzun gövdesi tüylerle kaplıdır. Toprak yüzeyindeki kol olarak adlandırılan bitki kısımları 3-4 m'ye varan boyutlarda uzayabilmektedir. Sahip olduğu su oranı bakımından %95'lik değerle bileşiminde en çok su barındıran meyvelerden biridir (Eren 2011).

Çizelge 2.1'de 100 gramdaki besin öğeleri bileşimi verilmiştir. Karpuz bileşimindeki potasyum kan basıncı ve kalp sistemi üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Mineral olarak Mg, P, Ca ve Fe; vitamin olarak A, B ve C vitaminlerine sahiptir. Zengin besin bileşimine rağmen yağ, protein ve kalori bakımında yetersiz bir meyvedir. İçerdiği lif bağırsak sistemi ve bağırsakların çalışması üzerinde yararlı etkilere sahiptir. Karpuz yemeklerden önce tüketildiğinde sayılan faydalar sindirimin de güçlü olmasıyla artmaktadır (Anonim 1990, Eren 2011).

Çizelge 2.1 Karpuz meyvesinin 100 gramında bulunan besin öğeleri (Eren 2011).

Karpuz meyvesinin 100 gramında bulunan besin öğeleri	
Protein	0,5 g
Lif	0,3 g
Kolesterol	0
Fosfor	10 mg
Kalsiyum	7 mg
Demir	0,5 mg
Potasyum	320 mg
A vitamini	590 IU
C vitamin	7 mg

Önemli karotenoid bileşikler arasında yer alan likopen karpuz meyvesinde bolca bulunmaktadır. Günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmalar likopen maddesinin sanıldığı aksine sadece meyvenin renk kalitesi üzerine değil sağlık üzerine de olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. C vitamini yönünden de oldukça zengin olan karpuz çiğ olarak diğer sebze ve meyvelere oranla daha çok tüketilmesi önemli bir meyve olarak karşımıza çıkmasına neden olmaktadır (Karaağaç vd. 2018).

Karpuz bileşiminin %95'i sudan oluştuğu için idrar söktürücü özelliğe sahiptir. Böbreklerin çalışmasını teşvik ederek temizlenmesine yardımcı olmaktadır. Birçok hastalığın ve kanserin oluşmasını engelleyici özellik göstermektedir. İçeriğinde bulunan C vitamini ve antioksidan olması sebebiyle içerdiği beta karoten kansere karşı koruma sağlamaktadır (Eren 2011). Çizelge 2.2'de karpuz kabuklarının 100 gramında bulunan besin öğeleri ve bulunma miktarları verilmiştir.

Işık (2019) yaptığı araştırmada dış ve iç kabuğa ait bazı bileşenlerin analizlerini gerçekleştirdi. Karpuz meyvesine ait dış ve iç kabuktaki toplam fenolik madde ve

flavonoid içeriği sırasıyla 40.5 ve 32.4 mg GAE g⁻¹ ve 12.6 and 5.8 mg QE g⁻¹olarak tespit edilmiştir. Dış kabukta doğal olarak bulunan bileşenlerin, oksidasyonu inhibe ederek lipid oksidasyonunu engelleyip raf ömrü süresini artırdığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2.2 Karpuz kabuklarının 100 gramında bulunan besin öğeleri (Feizy vd. 2020).

Karpuz kabuğu besin öğeleri	
Protein	6,77 g
Yağ	0,92 g
Kül	13,2 g
Lif	24 g
Sodyum	53,59 mg
Potasyum	2074 mg
Kalsiyum	468 mg
Bakır	0,59 mg
Demir	12,08 mg
Magnezyum	164,48 mg
Çinko	0,91 mg
Fosfor	107 mg
Serbest radikal süpürge aktivitesi	147,30 mg/kg
Toplam fenol içeriği	2,47 g

2.2 Vişne

Vişnenin (*Prunus cerasus* L.) anavatanı Kuzeydoğu Anadolu'dur. Gülgüller ailesine ait olan bir meyve türü olarak bilinmektedir. Latince'deki adlandırması Giresun'un eski adı olarak bilinen Kerasus'tan esinlenerek konulmuştur. Kendine has lezzete, ekşi tada sahip ve koyu kırmızı kan renginde bir meyve türüdür (Damar 2010).

Çizelge 2.3 Yıllara göre vişne ağaçlarının durumu ve üretim miktarı (İnt. Kyn. 6).

Yıllar	Meyve Veren Vişne Ağacı	Meyve Vermeyen Vişne Ağacı	Üretim
2018	5835	1545	184167
2019	5792	1514	182165
2020	5737	1383	189184
2021	5654	1325	183757
2022	5611	1292	176770

Vişne meyve grubunda olması sebebiyle hassas bir üründür ve raf ömrü sınırlıdır. Bu sebeple dondurarak, kurutarak, reçele ve konserveye işleyerek raf ömrü uzatılarak mevsimi dışında kullanma potansiyeli yaratılmaktadır. Vişne asidik tada sahip olması nedeniyle sınırlı ev tüketimine sahip olup yaygın olarak meyve suyuna işlenmektedir. Randımanı, lezzeti, rengi ve asitlik düzeyinin yeterli olması meyve suyu için tercih edilebilir bir meyve olmasını sağlamaktadır (Başkaya Sezer 2023, Damar 2010). Meyve suyu dışında meyve salatası, likör ve birçok alkollü içecek üretiminde vişne kullanılmaktadır (Taşova ve Güzel 2017). Çizelge 2.3'te vişne ağaçları ve üretim miktarları belirtilmiştir. Çizelge 2.4'de Kütahya çeşidi vişneye ait besin öğeleri tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.4 Vişne (Kütahya çeşidi) besin öğeleri (İnt. Kyn. 5).

Vişne (Kütahya Çeşidi) Besin Öğeleri		
Bileşen	Birim	Ortalama Değer
Enerji	kcal	61
Enerji	kJ	254
Su	g	82,97
Kül	g	0,82
Protein	g	0,59
Azot	g	0,09
Yağ	g	0,45
Karbonhidrat	g	12,02
Lif toplam diyet	g	3,16
Lif suda çözünür	g	0,3
Lif suda çözünmeyen	g	2,41
Sakkaroz	g	0,02
Glukoz	g	8,14
Fruktoz	g	4,68
Laktoz	g	0
Maltoz	g	0
Tuz	mg	6
Demir (Fe)	mg	0,24
Fosfor (P)	mg	34
Kalsiyum (Ca)	mg	23
Magnezyum (Mg)	mg	16
Potasyum (K)	mg	218
Sodyum (Na)	mg	2
Çinko (Zn)	mg	0,07
C vitamini	mg	4,2
L-askorbik asit	mg	2,5
Tiamin	mg	0,016
Riboflavin	mg	0,023
Niasin	mg	0,295
B-6 vitamini	mg	0,01
A vitamini	RE	32
Beta-Karoten	µg	386
Likopen	µg	0
Lutein	µg	9

TS 3958 (Anonim 1987) standardına göre vişne reçeli; "olgun, sağlam, yıkanmış, sap ve çekirdeği ayıklanmış taze veya dondurulmuş vişne (*Prunus cerasus* L.), beyaz şeker, invert şeker şurubu veya yenilebilir glikoz şurubu, içilebilir özellikteki su ve katkı maddelerinin bir veya birkaçının eklenmesiyle elde edilen ve ısıl işlem muamelesiyle

belirli kıvama getirilen mamuldür" şeklinde belirtilmiştir. Çizelge 2.5’de vişne reçeline ait besin öğeleri tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.5 Vişne reçeli besin öğeleri (İnt. Kyn. 5).

Vişne Reçeli Besin Öğeleri		
Bileşen	Birim	Ortalama Değer
Enerji	kcal	276
Enerji	kJ	1156
Su	g	30,04
Kül	g	0,24
Protein	g	0,13
Azot	g	0,02
Yağ	g	0,1
Karbonhidrat	g	67,92
Lif	g	1,58
Tuz	mg	0
Demir (Fe)	mg	0,04
Fosfor (P)	mg	1
Kalsiyum (Ca)	mg	5
Magnezyum (Mg)	mg	3
Potasyum (K)	mg	103
Sodyum (Na)	mg	0
Çinko (Zn)	mg	0
Selenyum (Se)	µg	2,8

2.2.1 Antioksidan Maddeler

Meyve ve sebzeler içerdikleri fenolik madde, karotenoid, antioksidan, vitamin ve minerallerce zengindirler. Bu bağlamda antioksidan aktiviteleri de yüksektir. Kırmızı ve koyu renkli meyve ve sebzeler özellikle antosiyanin açısından zengindir. Kısaca oksidasyonu engelleyen ya da kısmen engelleyip geciktirebilen maddeler olarak tanımlanabilmektedir. Fenolik bileşenler, karotenoidler vitamin E ve C anoksidatif

özellikleri ile ön plana çıkan bileşiklerdir. Fenolik bileşikler metallerle şelat oluşturmaları, lipoksigenaz aktiviteyi engellemeleri ve serbest olan radikalleri bağlamaları antioksidan etkilerine örnek olarak verilebilmektedir. Serbest radikal bir tane ya da bir taneden fazla eşleşmemiş elektron içerip serbest bulunan atom gruplarına verilen isimdir. Oksijenin metabolik reaksiyonu sonucu serbest radikal bileşikler ortaya çıkmaktadır. İnsan vücudunda doğal olarak bulunan ve serbest radikallerin oluşmasını engelleyen veya oluşan serbest radikalleri inhibe eden sistemler bulunmaktadır. Bu koruyucu sistemlere örnek olarak askorbik asit, karotenoidler ve B kompleksi vitaminleri söylenebilmektedir. Bu bileşenler sayesinde insan vücudundaki hasar en aza indirgenmektedir (Sağlam 2007, Tokbaş 2009).

Antioksidanlar gıdalarda üç farklı şekilde yer almaktadır; doğal olarak bulunur, gıdaya eklenir ya da reaksiyon (örneğin Maillard) sonucu oluşmaktadır. Fenolikler de önemli antioksidanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Flavonoidler meyve ve sebzelerde bulunan antioksidan aktivitesi yüksek bileşiklerdir. Meyvelere kırmızı mavi renk sağlayan antosiyaninlerin özellikle üzümü meyvelerde bulunduğu ve bu bileşiğin bazı kanser türlerinde tümör oluşumunu engellediği gözler önüne serilmiştir. Yapılan çalışmalarla kanser dışında kalp damar rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların engellenmesinde spesifik olarak antioksidan maddelerin üzerinde durulmaktadır. Tüketiciler içinde antioksidan kapasitesi bir kalite unsuru haline gelmiştir (Sağlam 2007, Tokbaş 2009).

2.2.2 Fenolik Bileşenler

Fenolik bileşenler doğada bulunmaktadır. İkincil metabolitler olarak adlandırılmaktadır. Bitkilere ait tespit edilmiş 5000 fenolik bileşen bulunmaktadır (Karakaplan 2019, Oğraşıcı 2010). Fenolik bileşenler meyve-sebze üzerinde oksidatif ve duyusal özellikler (tat, koku, renk vb.) üzerine etkili olmaktadır (Robards vd. 1999).

Fenolik bileşikler meyve ve sebze yapısında çok miktarda bulunmaktadır. Serbest radikal yakalayıcısı olarak görev yapar antioksidatif etkiye sahiptirler. Lipit peroksidasyonu reaksiyonlarında metallerle kelat oluşturmaktadırlar (Kris-Etherton vd.

2002). Bu gibi özellikler fenolik bileşiklerin kardiyovasküler ve kanser gibi birçok hastalığı engellediğini gözler önüne sermiştir (Oğraşıcı 2010).

2.3 Ayva

Ayva (*Cydonia oblonga* Miller) yumuşak çekirdekli meyve grubundadır. *Rosaceae* familyasının *Pomoidea* alt familyasına dahil olup altın sarısı rengine sahiptir. Ayvanın milattan önce Anadolu'dan Yunanistan'a getirildiği ve 650 yıllarında burada yetiştirildiği bilinmektedir. Ayvanın anayurdu Kuzey Batı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi çevresi ve Kuzey Anadolu olarak nitelendirilmektedir. Ayva ağacı için ılıman deniz iklimi ve kil miktarı yüksek toprakların olması maksimum verim için önemli olmaktadır. Meyvenin hasat tarihi sonbahar mevsiminin sonu kış mevsiminin başı olarak ekim ayında yapılmaktadır. Ayva cinsine göre hasat ve depolama uygun koşullar sağlandığı takdirde uzayabilmektedir. Ülkemiz sınırlarında İstanbul, Sakarya ve Bursa illeri üretimde önde gelmektedir (Açıkgöz ve Poyraz 2006, Yılmaz ve Fenercioğlu 2008, Zor 2008, Zor ve Şengül 2020). Çizelge 2.6'da son beş yıla ait ülkemizdeki ayva ağaçları ve üretim miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.6 Yıllara göre ayva ağaçlarının durumu ve üretim miktarı (İnt. Kyn. 6).

Yıllar	Meyve Veren Ayva Ağacı	Meyve Vermeyen Ayva Ağacı	Üretim
2018	3 384	690	176479
2019	3 428	804	180542
2020	3 529	949	189251
2021	3 564	922	192012
2022	3 614	908	197503

Ayva meyvesi yuvarlak şekilli iri bir meyve olup sapa doğru daralan bir yapıya sahiptir. Ayvalar meyve biçimine göre iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Elma tipli (maliformis) ve armut tipli (pyriformis) olarak isimlendirilmektedir. Ülkemizde ağırlıklı olarak armut tipi üretim gerçekleştirilmektedir. Pyriformis olarak isimlendirilen ayva tipi yapısında daha az taş hücresi içermekte buna bağlı olarak da daha yumuşak bir meyve etine

sahiptirler. Buna karşın maliformis türlerinde taş hücresi fazladır, meyve eti serttir ve aromatik özellikleri baskın meyvelerdir. Ülkemizde ayva meyvesi çeşidi olarak; ekmek, bardak, şeker, kara ali, limon, tekkeş, eşme, yerli ve çengelköy yetiştirilmektedir. Ayva bölge olarak en çok Marmara bölgesinde yetiştirilmektedir. Eşme ayva türü ulusal ve uluslararası üne sahip ayva çeşidimizdir (Kuzucu ve Sakaldaş 2008, Yılmaz ve Fenercioğlu 2008, Zor ve Şengül 2020).

Ayva meyvesi organik asitlerce, lifçe, potasyum-fosfor-kalsiyum minerallerince zengin antioksidan özelliğine sahip fenolik bileşen kaynağı bir meyve olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayva meyvesi ve meyve yaprağı halk arasında ishale, ateşe ve öksürüğe karşı kullanılmakta yatıştırıcı etkisinden faydalanılmaktadır. Bunun yanında deri hastalıklarında, astım tedavisinde ve kardiyovasküler sistem hastalıklarında kullanıldığı bildirilmiştir. Ayva bileşiminde bulunan biyoaktif bileşenler sebebiyle antioksidan, antimikrobiyal ve antiülseratif etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır. Ortamda bulunan serbest radikallerin yok edilmesine yardımcı olan ayvanın bu sayede lipid metabolizmasını düzenlediği ve hiperlipidemi rahatsızlığını önlediği araştırmalar sonucu ortaya konmuştur. Eski zaman uygarlıklarından Uygur Türkleri de ayvayı hipertansiyon ve kardiyovasküler sistemi rahatsızlıklarına karşı kullandığı tespit edilmiştir. Ayva bileşiminde bulunan fenolik bileşenler gribe karşı antiviral etkisi, kan damarlarına ve gastrointestinal sisteme karşı faydaları olduğu rapor edilmiştir (Karakaya ve Balta 2021, Moreira vd. 2008, Yılmaz ve Fenercioğlu 2008, Zor ve Şengül 2020). Çizelge 2.7’de Eşme cinsi ayvanın besin öğeleri tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.7 Ayva (Eşme çeşidi) besin öğeleri (İnt. Kyn. 5).

Ayva (Eşme Çeşidi) Besin Öğeleri		
Bileşen	Birim	Ortalama Değer
Enerji	kcal	60
Enerji	kJ	251
Su	g	81,91
Kül	g	0,45
Protein	g	0,35
Azot	g	0,06
Yağ	g	0,14
Karbonhidrat	g	13,92
Lif toplam diyet	g	3,23
Lif suda çözünür	g	0,47
Lif suda çözünmeyen	g	2,76
Sakkaroz	g	0,14
Glukoz	g	3,26
Fruktoz	g	4,68
Laktoz	g	0
Maltoz	g	0
Sorbitol	g	6,04
D-mannitol	mg	0
Ksilitol	mg	0
Tuz	mg	14
Demir (Fe)	mg	0,29
Fosfor (P)	mg	14
Kalsiyum (Ca)	mg	11
Magnezyum (Mg)	mg	12
Potasyum (K)	mg	177
Sodyum (Na)	mg	6
Çinko (Zn)	mg	0,08
C vitamini	mg	15,2
L-askorbik asit	mg	13,1
Tiamin	mg	0,014
Riboflavin	mg	0,017
Niasin	mg	0,215
B-6 vitamini	mg	0,049
Folat	µg	4
Avitamini	RE	8
Beta-Karoten	µg	91
Likopen	µg	0
Lutein	µg	10

Ayva doğası gereği sert bir yapı ve buruk bir tada sahiptir. Bu sebeple daha çok reçel, marmelat ve benzeri ürünlere işlenerek kullanılmaktadır. Fenolik içeriği yüksek olan ayvanın etli ve kabuk kısmı birbirlerinden farklı fenolik bileşenler içermektedir.

Meyvenin etli kısmına oranla kabuk kısmı daha çok antioksidan ve fenolik madde içermektedir. Meyve eti yüksek miktarda kafeoilkinik asit içerirken kabuk kısmında hem kafeoilkinik asit hem de flavanol glikozitler yer almaktadır. Meyvenin içerdği tüm fenolik bileşenlerin sağlık üzerine birbirinden farklı olumlu etkileri bulunmaktadır (Karakaya ve Balta 2021).

2.4 Reçel

Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği’ne göre reçel: “Bir veya daha fazla meyvenin püresinin veya pulpunun veya bunların karışımının, içilebilir özellikteki su ve şekerler ile iyi bir jel kıvamına getirilmiş karışımı” olarak ifade edilmiştir (TGG 2006). Kalite bir ürün üretimi için; hammadde, reçete ve teknolojinin en iyi kombinasyonu yapılmalıdır (Tokbaş 2009). Özellikle reçel üretiminde meyve seçimi en önemli aşamalardandır. Reçel bileşimindeki meyve ve diğer bileşenlerin oranları mevzuatlara uyumlu olmalıdır (Tomruk 2015).

Türk Gıda Kodeksi “Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği”ne göre reçeller dört farklı grupta sınıflandırılmıştır:

- Reçel; bir veya daha fazla meyve püresi veya pulpunun veya ikisinin karışımın su ve şeker eklenerek iyi bir jel kıvamına getirilmiş ürün.
- Ekstra Reçel; bir veya daha fazla meyvenin konstre edilmemiş pulpunun su ve şeker eklenerek iyi bir jel kıvamına getirilmiş ürün (reçelden daha çok meyve pulpu içerir)
- Geleneksel Reçel; şeker ilave edilerek ya da edilmeden suyla bütün halde ya da parçalı meyve, bitki kökü, yaprak çiçek gibi bitkinin yenilebilen kısımlarından iyi bir jel kıvamına getirilmiş ürün
- Ekstra Geleneksel Reçel; şeker ilave edilerek ya da edilmeden suyla bütün halde ya da parçalı meyve, bitki kökü, yaprak çiçek gibi bitkinin yenilebilen kısımlarından iyi bir jel kıvamına getirilmiş ürün (Geleneksel reçelden daha çok meyve ya da yenilebilen bitki kısımları içerir) (Kaya vd. 2012). Rsim 2.1’de temsili reçel görseli verilmiştir.



Resim 2.1 Reçel görseli (İnt. Kyn. 1).

Beslenme düzeninde büyük bir yere sahip olan meyveleri reçele işlemek; mevsim dışı tüketimini sağlamak, pazarlama ve pazar payını artırmak için geliştirilmiş, meyvelere birtakım ön işlemler uygulanmasıyla elde edilmektedir. Böylelikle mevsimi dışında bu ürünlerin işlenme durumları gelişmektedir. Meyveler işleneceği zamana kadar birtakım ön işlemlere tabi tutulabilirler. Bu ön işlemler; kurutma, dondurma, ısı uygulama, şeker ve koruyucu madde ilaveleriyle uygulanmaktadır (Kaplan 2006, Tomruk 2015).

Kaliteli bir son ürün uygun reçetenin, iyi hammadde ve teknolojiyle birleştirilmesiyle elde edilir. Reçel üretiminde ilk ve en önemli aşama reçete hazırlamaktır. Bu aşamada uygulanacak teknik, üretilecek ürün, bağlı kalınacak mevzuat ve standartlar göz önüne alınmaktadır. Reçete düzenleme aşamasında ürün özellikleri ve bazı teknik şartların bilinmesi gerekmektedir. Böylece üründeki genel kütle denkliliği ve kuru madde miktarı belirlenmektedir. Tebliğ ve standartlara göre kuru madde, pH ve diğer bileşen yüzdeleri ayarlanabilmektedir (Kıvrak 2010).

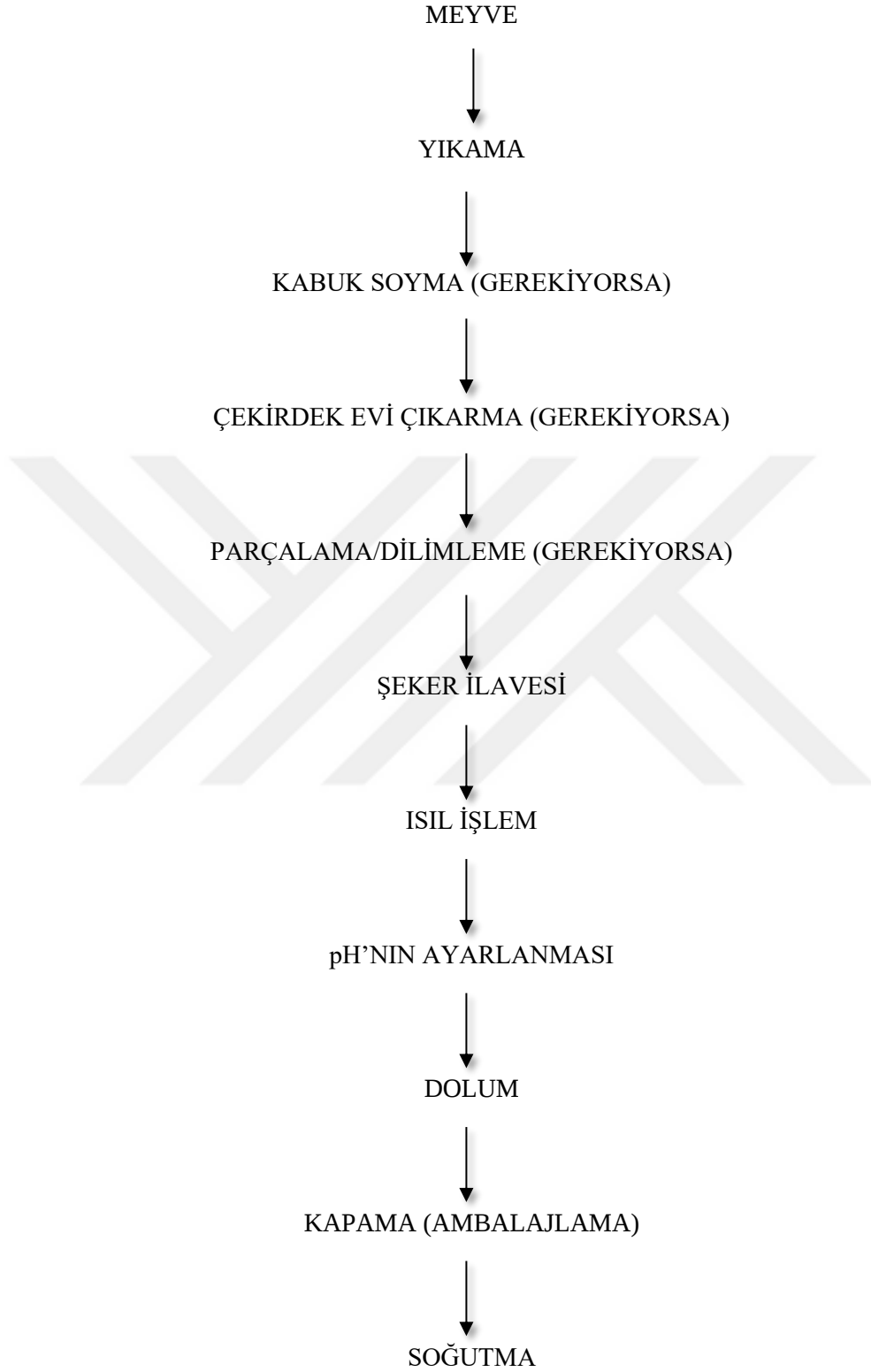
Reçel bileşiminin %60-65 çözünür katı maddelerden oluşmaktadır. Bunun da büyük bir çoğunluğunu şekerlerden meydana gelmektedir (Kaya vd. 2012). Son zamanlarda reçel bileşimine ekstra şeker eklenmeksizin meyvenin kendi şekeri olan fruktoz içeren reçellere raflarda yerini almaktadır (Güllü ve Karagöz 2017).

Şeker üretimi sınırlandırılmış hastalar için diyabetik olarak üretilen ürünlerde bulunmaktadır. Diyabetik ürün çeşitleri:

- Sorbitol: Sorbitol bir şeker alkolü olarak doğada bulunmaktadır. Şeker oranı düşüktür. Reçel ve marmelat ürünlerinde kullanılabilir. Tatlılık derecesi olarak sakkarozun yarısına eşdeğerdir.
- Şeker içeriği azaltılan ürünler: Normal olarak piyasada bulunan ürünlerden en az %20-25 oranında daha az şeker içeriğine sahiptirler (Kılıçer 2011).

Kaliteli bir hammadde ve son ürün eldesi için bir diğer önemli basamak yıkama işlemidir. Etkili bir yıkama işlemi için; ürünlerdeki çürük ve yapısal olarak bozukluklara sahip ürünlerin yanında diğer tüm yabancı cisimler de (sap, kirlilik etkenleri vb.) sistemden uzaklaştırılmalıdır. Meyve türüne göre değişen çekirdek, tohum ve sap çıkarma; kabuk soyma ve dilimleme işlemleri gerçekleştirilmektedir (Tomruk 2015).

Reçel Üretim Prosesi



Şekil 2. 1 Reçel üretim prosesi akış şeması.

2.4.1. Reçel Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Reçel sanayiinde üretilecek üründe kullanılacak hammaddelerin yanında kullanılan katkı maddelerinin de kalite üzerinde payı büyük önem taşımaktadır (Tokbaş 2009). Kullanılan bu yardımcı malzemelerin hem kalitesi hem de kullanım miktarları oldukça önemli olup doğrudan son ürün kalitesini etkilemektedir (Tomruk 2015).

2.4.1.1 Meyve ve Meyve Yapısı

Reçel ve benzeri ürünlerin temel hammaddesi şeker ve meyvedir. Reçel prosesinde ilk taze ürün tercih edilmesine karşın meyve üretim sezonu dışında da üretimde devamlılık sağlanması adına çeşitli ön işlemlere tabii tutulmuş meyve ve çeşidine göre sebzeler muhafaza edilerek kullanılmaktadır (Güllü ve Karagöz 2017, Kıvrak 2010) Ürün bileşimindeki en önemli hammadde olan meyvenin, aroması rengi, tat durumu ve meyvenin yapısal özellikleri direkt olarak kaliteyi engellemektedir. Reçele işlenecek meyve için uygun tür seçimi yapılmalı ve uygulanacak olan proseslere dayanıklı olmalıdır. Uygulanan proses süresince ve sonrasında ürünün bütünlüğünü ve yapısını koruması gerekmektedir. Meyve fiziksel görünüş olarak; sap, yaprak, taş toprak, küflü, ezik, zarara uğramış, ilaç kalıntısı olan ve hastalıklı yapıda bulunmamalıdır. Bu özellikler meyvenin olgunluk durumu ile alakalıdır. Olgunlaşmış meyveler marmelat üretiminde değerlendirilmektedir (Güllü ve Karagöz 2017, Kıvrak 2010, Tomruk 2015).

Reçel eldesinde son ürün kalitesini en çok etkileyen hammadde meyvedir. Bu sebeple kullanılacak meyvelerin, hastalık belirtisi olmayan, yarası ve beresi bulunmayan, taze ve tüketici beğenisi uygun boyutlarda olması bir zorunluluktur. Üretilmek istenen üründe uygun tatta ürün eldesi, uygun reçete ve en önemlisi ürüne uygun teknolojiyi belirleyebilmek adına meyveye özgü; pektin, pH ve kuru madde oranlarının bilinmesi gerekmektedir. Kurulacak kütle dengliği ile bileşime dahil edilecek asit, pektin ve şeker miktarları bulunabilir (Güllü ve Karagöz 2017, Kıvrak 2010, Tosun 1991).

Reçel üretiminde kullanılan meyveleri şu şekilde gruplandırmak mümkündür;

- Yumuşak çekirdekli meyveler: elma, armut, ayva vb.

- Sert çekirdekli meyveler; kayısı, erik, vişnevb.
- Üzümsü meyveler; çilek, böğürtlen, ahududu vb.
- Kuru meyveler.

Üretiminde sayılan bu meyveler dışında patlıcan, domates, havuç, limon gibi sebzelerde kullanılmaktadır. Bitkisel dokularla da hazırlanan reçeller piyasada öne çıkmaktadır. Meyve ve sebze reçelleri dışında çiçek (gül reçeli) ve kabukların (portakal reçeli) kullanıldığı reçellerde piyasada bulunmaktadır (Kıvrak 2010, Tomruk 2015).

Meyve-sebze üretim zamanı dışında da reçel üretiminin devamı amacıyla mevsiminde toplanan ürünler birtakım ön işlemlere tabii tutularak muhafaza edilmekte ve tüm yıl işlenebilmektedir. Temel olarak kullanılan muhafaza yöntemleri şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Dondurarak muhafaza: Kurulum ve üretim açısından maliyetli bir yöntem olsa da bu ön işlemin uygulandığı ürünlerden elde edilen reçeller taze meyve-sebzeden elde edilen reçellerle benzerlik taşımaktadır.
- Isı ile muhafaza: Meyvelerin ısı ile muamale edilip konservelenmesi esasına dayanan yöntemdir.
- Kurutma:
- Şeker ile muhafaza:
- Koruyucu maddeler yardımıyla muhafaza: Meyve ve sebzelerin görünüşünde ve kimyasal yapısındaki değişimleri engellemek adına bazı koruyucu maddelerle muamale edilip depolanması esasına dayanmaktadır. Koruyucu olarak kullanılabilecek maddelerin isimleri ve miktarları için Türk Gıda Kodeksi'ne bakılmalıdır. Kükürdioksit, benzoik asit ve sorbik asit örnek olarak verilebilir (Kaplan 2006, Kılıçer 2011).

Bu bağlamda kısaca bir gıda ürününe uygulanacak işlemlerde en önemli konu; ürünü en iyi koruyan yöntem ya da besinsel faktörlerin en iyi korunduğu yöntem seçilmektedir (Sağlam 2007).

2.4.1.2 Şeker

Reçel ve reçel benzeri ürünlerin yapımında üründeki tat ve aromayı sağlamanın dışında ürün kuru madde miktarını yükseltmek ve mikroorganizmalarca ürünün bozulmasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Üretilecek üründe kullanılacak şeker miktarı meyve durumuna göre belirlenmektedir. Meyvenin tatlılığı, olgunluğu ve cinsi şeker miktarını etkilemektedir.

Reçel ve benzeri ürünlerin üretiminde en çok tercih edilen ürün çay şekeri yani sakkarozdur. Ürün üretimlerinde genelde sadece sakkaroz kullanılmamaktadır. Çünkü sakkaroz, ısı ve asit ile reaksiyona girerek parçalanır. Parçalanma ürünü olarak glikoz ve fruktoz oluşur. Şekerin inversiyona uğraması olarak adlandırılan bu inversiyon durumu şekerde kristalizasyona neden olmaktadır. Kristalizasyon halk arasında şekerlenme olarak bilinmektedir. Şekerlenme problemi, glikoz şurubu ilavesi veya sakkaroz ve invert şekerin karıştırılarak üretime dahil edilmesi ile engellenebilmektedir. Bahsi geçen invert şeker aslında sakkarozun inversiyona uğramış yani parçalanmış halidir. Glikoz ve fruktozdan oluşmaktadır. Reçel ve benzeri ürünlerde ortalama olarak %68 kuru madde miktarı bulunmaktadır. Bu kuru maddedeki şeker oranının %30 ila %35'i invert şekerden oluşursa üründe kristalizasyon problemi engellenmiş olmaktadır (Anonim 2011).

2.4.2 Reçel Üretiminde Kullanılan Yardımcı Maddeler

2.3.2.1. Asitler ve Tuzlar

Reçel bileşiminin pH'sını ayarlamak ve ürüne dengeli bir tat kazandırmak adına reçel prosesinde asitlerden yararlanılmaktadır. Bu asitlere; sitrik, laktik, malik, fosforik ve tartarik asitler örnek olarak verilebilmektedir. Reçel standartlarında kullanımına müsaade edilen ve üreticinin de sıklıkla kullandığı sitrik asit uygun fiyatlı ve bulunabilirliğinin kolaylığı açısından tercih edilmektedir (Güllü ve Karagöz 2017, Kıvrak 2010).

Türkiye topraklarında yetişen meyvelerin bileşiminde asit miktarının düşük olması nedeniyle reçel üretiminde asit kullanımı zorunlu bir proses olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı meyve bileşimlerinin de yüksek asit içermesi tüketimini olumsuz etkilemektedir. Bu durum da ortam pH'sı istenilen değerlerin altında kalmaktadır. pH dengesini sağlamak adına sodyum sitrat gibi tampon tuzları kullanılabilir (Anonim 2011, Cemeroğlu vd. 2005, Kıvrak 2010).

Ürün bileşimine dahil edilecek asit çözelti halinde prosese dahil olmaktadır. Asit su içerisinde çözdürülerek reçel bileşimine eklenir. Pektin jelinin oluşumunu olumsuz etkilememesi adına asit ürün bileşimine sonradan dahil edilmektedir (Anonim 2011, Kıvrak 2010). Çizelge 2.8'de Asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.8 Asitlerin pH düşürme ve ekşiliklerine ait değerler (Cemeroğlu vd. 2005).

Asit Çeşitleri	pH derecesini aynı oranda düşürmek için gerekli asit, kısım olarak	Aynı asit lezzetini elde etmek için gerekli asit, kısım olarak
Sitrik asit	1.00	1.00
Malik asit	1.00	0.80
Laktik asit	1.00	1.25
Tartarik asit	0.56	1.00
Fosforik asit	0.23	0.90

Çizelge 2.9'da Reçel ve benzeri ürünlerde kuru madde ile pH arasında ilişki değerlerine ait tablo verilmiştir.

Çizelge 2.9 Reçel ve benzeri ürünlerde kuru madde ile pH arasındaki ilişki (Cemeroğlu vd. 2005).

Kuru madde oranı (%)	pH değeri
75-85	3.1-3.5
72-75	3.1-3.4
68-72	3.0-3.3
64-68	2.9-3.1
60-64	2.8-3.0
55-60	2.6-2.8

2.4.2.2 Karbonhidrat ve Tatlandırıcılar

Reçel bileşiminde meyveden elde edilen kuru maddeye ek olarak jel oluşumunu sağlamak ve su aktivitesini (a_w) düşürüp ürün kalitesini korumak amacıyla reçelde %68 çözünür kuru madde bulunması gerekmektedir. Karbonhidrat ve tatlandırıcıların reçel prosesindeki görevi ürüne; tat, aroma, kıvam ve renk oluşumunda katkı sağlamaktır. Bunun yanında ortamda serbest olarak bulunan suyu bağlayarak mikroorganizmaların üremesi engellenip ürün muhafazası sağlanmaktadır (Kıvrak 2010).

Çizelge 2.3'te görüldüğü üzere düşük kuru madde miktarı, invert şekerin üründe bulunma oranını o derece geniş bir skalada değiştirmektedir. Kuru madde miktarı yüksek olan son ürünlerde kristalizasyon olayına dikkat edilmesi gerekmekte ve engellenmesi zorlaşmaktadır. İnvert şeker oranını yükseltmek kristalizasyon ihtimalini ortadan kaldırmamaktadır. Üretim sırasında sıcaklığın yükselmesiyle su-sakkaroz çözeltisinin doymuşluk oranı artar. Yani sakkaroz çözünme oranı artmış olur. Prosese dahil edilecek olan invert şeker oranları tabloda verilen alt değerlere yakın seçilmektedir. Bu problemin ortadan kalkması için sakkaroz bileşiğinin invert şekere dönüşmesi gerekmektedir. Sakkarozun, enzimlerle veya asitlerle parçalanarak glukoz ve fruktoza monosakkaritlerine indirgenmesinden elde edilen ürüne invert şeker adı verilmektedir. İnvert şekerin suda çözünürlüğü sakkaroz bileşiğinden daha yüksektir. Tatlılık derecesi sakkarozdan fazladır. Gerçekleşen inversiyonla tatlı ürün elde edilirken

kuru madde miktarı da yükseltilmiş olmaktadır. Örnek olarak; kuru madde miktarı %68 olan bir ürüne eklenecek olan invert şeker miktarı %20-24 arasındadır. Ürünün devam eden proseslerinde (soğuma ve depolama) inversiyon olayı devam ederek tablodaki üst limitlere yaklaşmaktadır. İnvert şeker oranı %55-70 arasında olan reçellerde krsitalizasyon gözlemlenmiştir. Bu durum glikozun kristalleşmesine örnek gösterilebilir (Kıvrak 2010, Tokbaş 2009). Çizelge 2.10'da Reçel ve marmelatlarda kristalizasyonun önlendiği kuru madde ve buna bağlı invert şeker oranlarını gösteren değerler tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.10 Reçel ve marmelatlarda kristalizasyonun önlendiği kuru madde ve buna bağlı invert şeker oranları (Cemeroğlu vd. 2005).

Ürünün kuru madde oranı (%)	Üründe invert şeker oranı
65	3-43
68	11-38
70	20-36
72	28-34

Kristalizasyonun engellenmesi için kullanılacak bir diğer yöntem de ürün bileşimine dahil edilecek şekerin bir bölümü glikoz şurubu şeklinde eklenmektedir. Glikoz şurubu nişasta şurubu olarak da adlandırılmaktadır. Bu ürün rafine edilen mısır ya da patates nişastasının hidroliziyle elde edilmektedir. Tatlı, renksiz ve vizkozitesi yüksek bir üründür. Ürün bileşimdeki kuru maddenin %5-15'lik kısmı glikoz şurubundan sağlanırsa üründe kristalizasyon gerçekleşmemektedir (Anonim 2011, Cemeroğlu vd. 2005, Kıvrak 2010). Glikoz şurubu dışında yüksek fruktozlu mısır şurubu ve nişasta şurubuna benzer monosakkarit çözeltilerde kullanılabilmektedir (Tokbaş 2009).

Dekstroz ekilavent yani DE değeri nişasta bazlı tatlandırıcı şurupların kuru maddesindeki invert şeker yüzdesinin ifade etmektedir. DE değeri 60'ın üzerinde olan nişasta şurupları yüksek dönüşümlü olarak tanımlanmaktadır. Bu tatlandırıcıların kullanımı tebliğ ve standartlarla sınırlandırılmıştır. Ülkemiz reçel sanayinde en çok toz şekerler tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Suda 100°C'de sakkaroz %84,1 oranında

özünmektedir. Bu durumda üründe %70 sakkaroz bulunmakta ve ürünün kaynama sıcaklığı 105,5°C'ye çıkmaktadır.

Tatlandırıcı olarak şeker alkollerinden (sorbitol, mannitol,vb.) de yararlanılmaktadır. Şeker alkollerini diğeri şekerlerden daha düşük kalori miktarına sahip olduğundan dolayı diyabetik ürünlerde kullanılmaktadır. Yapay tatlandırıcılar etikette bildirilmek suretiyle kullanılabilir. Kalori değeri olmayan; asesülfam K, sakarin, aspartam gibi tatlandırıcılar ve metoksil derecesi düşük olan LM pektinlerin kullanıldığı diyet reçelleri üretilmektedir (Bilişli 1998, Kıvrak 2010).

2.4.2.3 Diğeri Maddeler

Ürün bileşiminde kıvam sağlamak ve bazı yardımcı maddelerin (pektin, asit) özünerek prosese dahil edilmesi amacıyla su kullanılmaktadır. Bahsi geçen yardımcı maddeler dışında kullanılan tüm katkıları ülke mevzuatlarında listelenmiş ve sınırlandırılmıştır. Örneğinin açık renge sahip bazı reçel proseslerinde rengin korunup esmerleşmenin engellenmesi amacıyla askorbik asit bileşime dahil edilmektedir. Bunun dışında antosiyanine zengin vişne vb. reçel üretimlerinde askorbik asitin kullanılmamasının nedeni H₂O₂'nin açığa çıkması ve ürün rengini bozmasıdır (Anonim 2011, Kıvrak 2010, Yapo vd. 2007). Doğal olarak üretilen reçel bileşimindeki asit oranının düşük olması sonucu tampon tuzları (sodyum sitrat gibi) eklenerek ortam pH dengesi istenilen düzeye getirilebilmektedir. Ürün muhafazasını artırmak için benzoik asit standartların elverdiği ölçüde eklenebilmektedir. Hassas yapıdaki ürünlerde meyve dokusunun dayanıklılığını artırmak amacıyla yine standartlarda belirtilen limitlerde kalsiyum klorür (CaCl₂) kullanılmaktadır (Kaplan 2006, Kıvrak 2010, Özdoğan, 2006).

Reçel üretiminde temel hammaddeler dışında renk maddeleri, jelleştirici materyaller, aroma ve lezzet materyalleri de tebliğde izin verilmişse kullanılabilir. Etiketle tüketiciye beyan edilmelidir (Anonim 2011).

2.4.3 Reçel Üretiminde Ürüne Uygulanan Ön İşlemler

2.4.3.1 Yıkama

Reçel üretim prosesinde kullanılacak materyale uygulanacak ilk işlem yıkama işlemidir. Yıkama işlemi kullanılacak materyal üzerinde yabancı madde, toz, toprak, zirai ilaç kalıntısı vb. istenmeyen maddelerden arındırmaktadır. Yıkama işlemi kullanılacak materyale özgü seçilir ve materyal bütünlüğünü bozmaması beklenmektedir. Yıkama prosesi üç adımda gerçekleştirilir. Bunlar; ön yıkama, yıkama ve durulamadır. Yıkama suyunun mikrobiyolojik ve fiziksel özellikleri uygun olmalıdır. Bu aşamada yıkama makinalarından da yararlanılmaktadır. Bu makinalarda çalkalama ve püskürtme esas alınarak temizleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kullanılacak ürüne göre; bantlı (hafif duşlu veya suya daldırarak), silindirli sistemlerle yıkama (dayanıklı materyaller), basınçlı yıkama (hassas meyveler için uygun değildir) sistemleri olarak çeşitlendirilebilmektedir (Anonim 2011).

2.4.3.2 Ayıklama, Sap Alma ve Sınıflandırma

Temizlenmiş materyalde kusurlar daha kolay seçilebilmektedir. Kullanılacak ürüne göre bu aşamada yaprak, dal ve tüketime uygun olmayan her türlü kısım ayrılmaktadır. Materyal özelliklerine göre elle veya makinayla ayırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada genel olarak bir bant üzerinden ilerleyen ürünler renk, şekil, boyut, olgunluk durumu ve sertlikleri bakımından ayrılmaktadır. Sınıflandırma işlemi ayırma işleminden sonra materyale göre silindir sistemlerde de yapılmaktadır. Silindir üzerindeki çaplardan geçen ürünler boyut sınıflandırmasına tabii olmaktadır. Bantlı sistemlerde meyve hareketsiz ilerler ve uygun boyuta geldiğinde banttan düşerek ayrılmaktadır. Bantlı sistemler daha hassas ürünlerde kullanılmaktadır (Anonim 2011).

2.4.3.3 Kabuk Soyma

Birçok üründe kabuk soyma aşaması uygulanmaktadır. Kabuk soymada kullanılan yöntemler şu şekildedir;

- El ile: İşçinin bol ve işin ucuz olduğu bölgelerde tercih edilmektedir. Dezavantajları; kayıp fazla, kontaminasyon riski yüksek ve uzun süren bir işlem olmasıdır.
- Buhar ile: Basınçlı olarak buhar veren sistemlerde bir süre bekletilen ürünler basınçlı su gücünden yararlanarak kabukları soyulmaktadır. Şeftali vb.
- Mekanik yol ile: Bu sistemde soyucu bıçaklar kullanılmaktadır. Sert meyvelerde tercih edilen bir yöntemdir. Elma, armut vb.
- Törpüleme ile: Silindir sistemlerde çok sert ürünlerin makine dönüşüyle ürünler makina çeperlerine çarptırılarak törpülenir yani kabukları soyulur. Havuç vb.
- Kimyasal bileşikler ile: Sodyum hidroksit ile kabuk soyma işlemi gerçekleştirilir. Alkali ile kabuk soyma işlemi olarak da adlandırılmaktadır (Anonim 2011).

2.4.3.4 Çekirdek Çıkarma

Reçel üretiminde kullanılacak birçok meyve için geçerli bir proses adımı olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletme kapasitesine göre elle veya çeşitli makinaların kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Anonim 2011).

2.4.3.5 Doğrama

Reçel üretim prosesinde hammadde olarak kullanılacak materyale uygulanan son işlem doğrama aşamasıdır. Genel olarak ikiye iki, ikiye dört cm vb. doğrama şekilleri kullanılmaktadır (Anonim 2011).

2.4.4 Reçel Üretimi

2.4.4.1 Pişirme Aşaması

Reçel üretimi endüstriyel olarak vakum altında ve açık kazanda üretilebilir. Pişirme işlemindeki temel amaç ürün bileşimindeki serbest suyu buharlaştırmak, kıvamlı ve kuru madde içeriği yüksek ürün elde etmektir (Cemeroğlu vd. 2003). Pişirme sırasında

ürüne özgü tat ve aroma sağlanırken; şeker inversiyonu sağlanması, kristalizasyonun önlenmesi, meyveye şeker geçişi, mikroorganizma ve enzimlerin inaktivasyonu içinde oldukça önem taşımaktadır (Anonim 2011, Tomruk 2015).

2.4.4.2 Açık Kazanda Pişirme İşlemi

Açık kazanda pişirme yönteminde kullanılan kazanlar; paslanmaz çelikten yapılmış yarı küre ve hacmi geniş bir skala arasında değişebilen ürünlerdir. Belli başlı özellikleri;

- Kazanlar buharlı veya ceketli olabilmektedir.
- Boşaltma sistemi bulunmaktadır.
- Paslanmaz çelikten yapılmaktadır.
- Karıştırma işlemi kazan boyutuna göre otomatik veya elle yapılabilmektedir (Tomruk 2015).

Açık kazanda üretim aşamasında kullanılacak malzemeler belli bir sıraya göre sisteme ilave edilmektedir. Örneğin reçel bileşiminde kristalize toz şeker kullanılacaksa işlem başlangıcında su ve şekerin bir kısmı ile tüm meyve eklenirken kaynama işleminden sonra kalan şeker sisteme eklenir. Kaynama işlemi istenilen briks miktarına kadar devam eder. Eğer glikoz şurubu kullanılacaksa şekerin hepsi ilk aşamada kazana alınır. Kaynama sürecinde ürünün kuru madde oranı aralıklarla kontrol edilmekte ve %67-68 düzeyine geldiğinde işlem sonlandırılmaktadır. Bu aşamadan sonra ürüne sitrik asit ve pektin ilavesi yapılmaktadır (Cemeroğlu vd. 2005). Hızlı jelleşen pektinler bu pişirme türünde kullanılmaktadır (Kaplan 2006). Bu işlemde sıcaklık düzeyi 100°C üzerine çıkabilmektedir. Son ürün büyük ambalajlarda ve cam materyallere gerekli soğutma yapılmadan aktarılırsa birtakım sıkıntılarla karşılaşılabilir. Ürün soğutma sıcaklığı olarak 85-88 °C tavsiye edilmektedir (Aslanova 2005, Yılmaz 2007). Resim 2.2’de açık kazanda pişirme ünitesine ait görsel verilmiştir.



Resim 2.2 Açık kazan pişirme ünitesi (İnt. Kyn. 2).

Kontrolsüz ısınma sonucunda son üründe;

- Esmerleşme (tat kaybı)
- Meyvede renk kaybı
- Vitamin kayıpları
- HMF oluşumu gözlenmektedir (Aslanova 2005, Kıvrak 2010).

2.4.4.3 Vakum Altında Pişirme İşlemi

650-675 mm Hg basınç altında 60°C dolaylarında vakum altında gerçekleşen reçel üretim prosesidir. Bu sistem ısıtma tankı ve buhar ceketli tank, karıştırıcı buhar ceketli evaporatör ve pişirme amacıyla kullanılan kazan içermektedir. Vakum altında pişirme sistemi; şeker ve suyun sisteme eklenip 60-65° ısıtılması, meyve ilavesi ve bu karışımın belirlenen vakum altında briks oranı %67-68 oluncaya kadar pişirilmesine dayanmaktadır. Kuru madde miktarı istenilen düzeye (%67-68) ulaştığında açık kazana geçilerek burada asit ve pektin eldesiyle ürünün son halini alması sağlanmaktadır (Cemeroğlu vd. 2005). Bu pişirme tekniğinde orta ve yavaş jelleşme özelliğine sahip pektinler kullanılmaktadır (Kaplan 2006). Vakum çıkışı reçelin sıcaklığı 60°C civarında olmaktadır. Muhafaza süresinin optimizasyonu için ürünün dolum sıcaklığı 85-88°C olması tavsiye edilmektedir (Aslanova 2005).

Bu pişirme yönteminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Üretim kapasitesi olarak tercih sebebidir.
- Son ürün kalitesi yüksektir.
- Reçel, renk ve aroma açısından iyi düzeydedir.
- Ürün bileşiminde fiziksel şekil bozuklukları (dağılma vs) gözlenmez.
- Enerji kullanımı sınırlıdır.
- Sistem vakum altında olduğu için ürün oksijenle en az düzeyde temas eder ve oksidasyon oluşması engellenir.
- Dolum sistemine direk aktarılan ürünün dolum sıcaklık kontrolü daha kolay yapılabilir (Anonim 2011, Tomruk 2015).

Sistem dezavantajı olarak maliyetli bir proses basamağıdır. Kullanılacak pektin türü iyi belirlenmelidir. Bu sistemde yavaş ve orta hızda jelleşen pektin kullanımı uygundur. Hızlı jelleşen pektin kullanımı sonucunda üründe homojen olmayan pıhtılar gözlenmektedir. Son ürünlerdeki kristalizasyonun önüne geçmek için nişasta şurupları veya invert şekerler prosese dahil edilmektedir. Ya da şeker sisteme ilave edilmeden kısmi inversiyona tabii tutulmalıdır. Kükürt dioksit ile muamele edilmiş ürünlerde vakum altında pişirme yöntemi kullanılamaz. Kükürt dioksit açık kazanda uzaklaştırılmalıdır (Anonim 2011). Resim 2.3’de vakum altında pişirme ünitesine ait görsel verilmiştir.



Resim 2.3 Vakum altında pişirme ünitesi (İnt. Kyn. 3).

Koyu renkli meyveler 68-72°C işlenirken, ayva kayısı gibi açık renge sahip meyve reçelleri 76°C’ye kadar varan pişirme sıcaklıklarına tabi tutulmaktadır. Bu farkın temel

sebebi açık renkli meyvelerde tüketici beğenisinin renk koyulaştıkça artmasıdır (Cemeroğlu vd. 2005).

2.4.4.4 Geleneksel Yöntemle Ev Tipi Reçel Üretimi

Reçel üretimi ev koşullarında da gerçekleştirilmektedir. Bu üretim tipinde endüstriyel üretimden farklı olarak meyveler bir gün önce şekerde dinlendirilmektedir. Elde edilen karışım açık kazanda pişirme yöntemine benzer şekilde yüksek sıcaklıkta ve atmosferik basınçta gerçekleştirilmektedir. Pişirme sırasında kuru madde miktarı artışı kaynama noktasını yükseltmekte bu durumda pişme sıcaklığı 100°C üstüne çıkmaktadır. Pişirme süresince yüksek sıcaklık maruziyetinden dolayı renk koyulaşması (enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu) gözlenmekte bu durum HMF denilen hidroksimetil furfural artışına neden olmaktadır.

Ev tipi üretimde kıvam ve reçel rengi arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Eğer reçel üretimi renk durumuna göre sonlandırılırsa ürün kuru maddesi daha düşük olmaktadır. Eğer kıvam göz önüne alınırsa bu durumda da renkte koyulaşmalar gözlenmektedir. Genel olarak ev tipi üretimlerde reçel rengi istenilen seviyeye ulaştığında işleme son verilerek ürün güneş altına alınır ve burada ürün kuru maddesi artırılmaya çalışılmaktadır. Bu durum ev üretim sürecini uzatmakla beraber açık alanda ürün mikrobiyal yükünde de artış gözlenmektedir.

2.4.5 Reçelin Pişirilmesi Sırasında Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

Bir gıda üretimindeki dikkat edilecek hususlardan biride son ürünlerdeki kalitenin korunmasıdır. Özellikle besin öğelerinin etkilemeyen veya en az etkileyen proses seçimi en önemli noktadır (Sağlam 2007, Tokbaş 2009). Reçel üretiminde pişirme aşaması son kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Pişirme sırasında meyve içerisine şeker nüfus edip şeker inversiyonu oluşturmaktadır. Yine üründe tat ve aroma oluşmasını sağlamaktadır. Ürüne aşırı ısı uygulanması sonucu üründe HMF artışı, vitamin kayıpları ve meyve renginin kaybolup esmerleşmesi gibi problem ortaya çıkmaktadır (Kıvrak 2010, Tomruk 2015).

Reçel ve marmelatlar pişirme esnasında muamele edildikleri ısı enerjisi ile renklerinde esmerleşme görülmektedir. Esmerleşme reaksiyonu pişirme prosesiyle başlayıp ürün depolanmasında da devam etmektedir. Yani sıcaklık artışıyla reaksiyon tetiklenmekte buna karşın düşük sıcaklığa sahip depolama sıcaklıklarında da reaksiyon çok yavaş da olsa devam etmektedir. Bahsi geçen reaksiyonlar, amin grupları ve indirgen şekerler arasında gerçekleşmektedir. Özellikle de pH'sı düşük ve L-askorbik asit içeren ürünlerde gözlenmektedir (Kıvrak 2010, Tomruk 2015).

Esmerleşme reaksiyonları, enzimatik olmayan türde ise bunlar Maillard Reaksiyonu olarak isimlendirilmektedir. Reaksiyon sonucu melanoidin meydana gelmektedir. Melanoidin, esmer renkli bir bileşiktir. Reaksiyon sonucu melanoidin yanında HMF gibi birçok yan ürün de oluşmaktadır (Özdoğan 2021, Tomruk 2015).

2.4.5.1 Reçelde HMF Oluşumu

Reçel ve benzeri şeker ihtiva eden ürünlerde sıcaklıkla doğru orantılı oluşan bir reaksiyondur. Heksozların pH'ı düşük ortamda ısıya maruz kalmalarıyla oluşmaktadır. Renk, tat ve kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Reçel, marmelat, salça ve meyve suyu gibi ürünlerde uygulanan ısı işlem ile pirrolidin karbonik asit ile birlikte kalite değerlendirmede kullanılmaktadır. Zincirleme Maillard reaksiyonlarının sonucunda amino asitlere ait amino grubu ile şekerlerin karbonil grupları arasında bahsi geçen reaksiyon gerçekleşmektedir. Bu reaksiyon sonucunda farklı molekül ağırlıklarına sahip bileşikler ve uçucu ürünler meydana gelmektedir. HMF miktarı insan vücudu üzerine kanserojen etkide bulunabileceği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Batu vd. 2014, Güzel ve Mercan 2004, Tomruk 2015).

2.4.6 Dolum

Reçel prosesindeki son aşama dolum aşamasıdır. Dolum aşamasını kapak kapama, ısıtma işlemi uygulama ve etiketleme prosesleri takip etmektedir. Dolum işlemi volumetrik şekilde ayarlı dolum makinalarınca yapılmaktadır. Tane içermeyen reçel ve

marmelatlarla daha kolay kullanılabilen sistem gelişen teknoloji ile taneli reçellerde de rahatlıkla kullanılabilir. Açık kazanda ve vakum altında üretilen reçellerde dolum aşaması arasında farklar bulunmaktadır.

Açık kazanlarda uygulanan pişirme işlemi sonrası ürün 100°C üzerindedir. Bu sıcaklıklarda dolumda; üründe geç soğuma, uzun süren soğuma sonucu karamelizasyon ve renk aroma kaybı, HMF oluşumu gibi problemler görülmektedir. Bu durumları engellemek için pişirme sonrası ürün derhal 80-85°C'ye soğutulmaktadır. Soğuma işleminin hızlı yapılması HMF oluşumu devam ettiği için önem arz etmektedir.

Vakum altında pişirme işlemi sonrası ürün sıcaklığı 60°C dolaylarındadır. Bu sıcaklık dolum için yeterli olmadığından ürün 80-85°C'ye ısıtılmaktadır. Vakum altında pişirmenin açık kazana göre avantajı ısıtma işleminin daha kolay yapılması ve HMF oluşumunun en az düzeyde tutulabilmesidir. Hangi yöntemle pişirilirse pişirilsin 82°C altında dolum yapıldıysa ürüne pastörizasyon işlemi uygulanmalıdır. Pastörizasyon sıcaklığı 82-88°C arasında 15-30 dakika süreyle uygulanmaktadır.

Ambalaj çeşidi seçimi materyale bağlı, kullanıma bağlı ve miktara bağlı olarak çeşitli şekil ve gramajlarda olabilmektedir. Ambalaj olarak cam ambalajlar, plastik (PVC) tek kullanımlık ürünler ve laklanmış teneke ambalajlar kullanılmaktadır.

Cam ambalajlar kimyasal tepkimeye en az giren ambalaj türüdür. Dolum sonrası tepe bölümünde %6-12'lik bir boşluk bırakılmalıdır. Tepe boşluğu İç Basınç Yönetmeliği'nce belirlenmiştir.

Reçel kullanımında tercih edilen bir diğer ambalajlama materyali laklanmış ya da kalaylanmış teneke kutulardır. Kullanılan madeni özelliğe sahip laklanmış kapaklar bir seferliğine kullanılmalıdır. Laklama malzemesi olarak sentetik ya da organik kaplama materyalleri kullanılmaktadır. Teneke ambalajlar gıdanın teneke kutuyla tepkimeye girmesini (korozyon ihtimali) ve gıdaya metal geçişini engellemektedir.

Bir diğerkaplama materyali PVC ambalajlardır. PVC ambalajlar herhangi bir madde, su ve gaz geçirgenliğini engellemektedir. Bu ambalajlarla üretilen ürünler piknik tipi ürünler olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan PVC maddesi ürün ile reaksiyona girmeyecek, elde edilen son ürünün özelliklerini etkilemeyecek ve son ürünü tüketiciye ulaşincaya kadar korunaklı bir şekilde muhafaza edecek ürünler olmalıdır.

Dolumu, kapama işlemi ve gerekliyse pastörize edilen son ürünler etiketlenme aşamasına gelmektedir. Etiketle bulunacak bilgiler Türk Gıda Kodeksi'nce belirtilmiş ve uyulması zorunludur. Bunlar; ürünün adı, içindekiler bölümü, ürünün net ve brüt miktarları, firma adı-adresi, ürüne ait parti ve son kullanma tarihi, üretildiği ülke, kullanma ve muhafaza şartları, üretim izni vb. diğeryasal bilgilerdir (Anonim 2011).

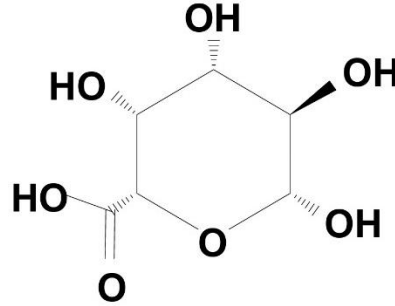
2.4.7 Depolama

Türk Gıda Kodeksi 'Gıdaların Taşınması ve Depolanması' bölümüne göre gerçekleştirilmelidir. Nem ve ışık almayan oda sıcaklığı olarak 18-22°C arasındaki depolar depolamaya uygundur. Diğertüm fiziksel şartlar ilgili yönetmenliğe göre yapılmalıdır. Depolar Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından denetlenmektedir (Anonim 2011).

2.5 Pektin

Pektin; sebze ve meyvelerin, tüm genç bitki hücre aralarında ve hücre duvarlarında yer alan, kompleks kolloidal bir yapıda olup yeşil olmayan bitki hücre duvarlarından ekstrakte edilmektedir (Ridley vd. 2001, Yılmaz vd. 2016). Sebze ve meyvelerde farklı miktarlarda bulunurlar (Yılmaz vd. 2016). Pektin miktarı hücrenin olgunlaşmasına bağlı olarak azalmaktadır (Demirel 2017). Bitkilerde farklılık gösteren hücre duvarı tek tabakalı veya üç tabakalı olabilmektedir. Bu tabakaların arasında kalarak iç ve dış bölümü ayıran orta lamel kısmı pektik maddelerden meydana gelmiştir. Pektin doğal harç malzemesi olarak hücreleri birbirine bağlamaktadır. Hücre çekirdeğinin bölünmesiyle oluşan pektik maddeler hücreye ikiye böler. Bu bölünme sonucu orta

kısımda kalan selülozik zar olarak adlandırılan yapı pektik maddelere dönüşmektedir (Yılmaz vd. 2016). Şekil 2.1’de pektin molekülünün kimyasal yapısı verilmiştir.



Şekil 2.2 Pektin molekülünün kimyasal yapısı (İnt. Kyn. 4).

2.5.1 Pektinin Sınıflandırılması

Amerikan Kimya Derneği pektik maddeleri dört ana grupta sınıflandırmıştır:

1. Protopektinler
2. Pektinik asitler
3. Pektik asitler
4. Pektinler

Pektik maddelerin sınıflandırılmasının nedeni polimer zincirlerinde bulunan galakturonik asitin kimyasal özelliklerinin farklılaşmasına dayanmaktadır.

1. Protopektin

Sınıflandırılan yapılardan protopektin hariç diğer pektik asit, pektinik asit ve pektinler suda çözünmektedir. Protopektinler soğuk suda çözünmeyen bir yapıyken sıcak su, tuz ve asit çözeltilerinde bitkilerden ekstrakte edilebilmektedir.

2. Pektinik asitler

Pektinik asitler yapılarında bulunan bazı karboksil gruplarının var olan metil grubuyla esterleşmesi sonucu bir ara ürün olarak meydana gelmektedir. Bu asitlerin tek değerlikli tuzuna pektinat denilmektedir. Şeker, asit ve ortama metoksil değeri düşük metal iyonu

eklenmesiyle jel oluşturmaktadırlar. Meyvelerin olgunlaşmasıyla pektik maddeler kimyasal değişime uğramaktadır. Olgunlaşma devam ettikçe pektinik asitler pektik asite dönüşmektedir. Bu sebeple olgunlaşmış meyve mamüllerinde (reçel, marmelat) jel yapısı zayıflamış olarak karşımıza çıkmaktadır.

3. Pektik asitler

Pektik asitler yapılarında metil ester grubu olmayan poligalakturonik asitlerden meydana gelmektedir. Bu asitlerin tek değerlikli tuzlarına ise pektat denilmektedir. Pektin moleküllerinden bütün metil gruplarının ayrılmasıyla oluşmaktadır.

4. Pektin

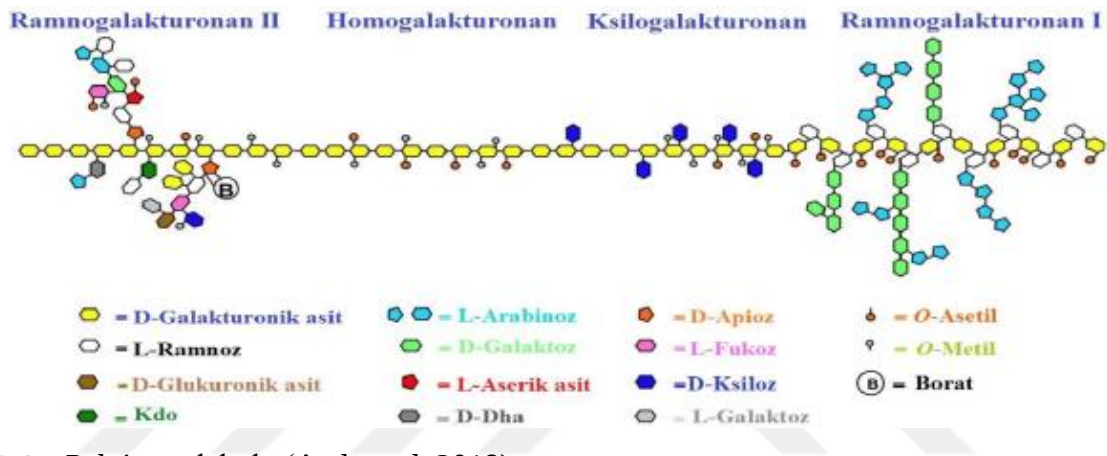
Pektin molekülü yapısında değişen oranlarda metil ester grubu barındıran, uygun koşulların sağlandığında asit ve şekerle jel oluşturup suda çözünen pektik asitlere denilmektedir. Pektin tozu su içerisinde hızlı bir şekilde hidrate olarak kümeleşme eğilimi göstermektedir (Demirel 2017, Muslu 2016, Yılmaz vd. 2016).

2.5.2 Pektinin Yapısı ve Genel Özellikleri

Bitkisel kökenli stabilizatör olan pektin aynı zamanda asidik karaktere sahip bir polisakkarit olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz vd. 2016, Demirel 2017). Pektin hidrolizi sonucu ortaya çıkan metanol ve galakturonik asit, bir polisakkarit olan D-galakturonik asit veya D-galakturonik asidin metil esterinden oluşmaktadır. D-galakturonik asitler α -1-4 bağlarıyla oluşan düz bir zincir şeklinde yapıyla karşımıza çıkmaktadır. Üronik bir asit olan D-galakturonik asit, D-galaktoza ait son alkol grubunun yükseltgenmesiyle meydana gelir. D-galakturonik asit bileşimden ayrı olarak da pektinler yapılarında diğer şekerleri de bulundurmaktadır. Bunlar; D-galaktoz, L-ramnoz, L-arabinoz yapıda en çok bulunan şekerlere örnek verilebilir. Şeker molekülleri kovalent bağlar ile pektin molekülüne bağlanmıştır (Chan vd. 2017, Yılmaz vd. 2016).

Pektin molekülünün yüksek su tutma kapasitesi anhidrogalakturonik asit ünitesine sahip olmasının yanında karmaşık ve kolloidal karbonhidrat moleküllerinden ileri

gelmektedir. 300-1000 glakturonik asit ünitesi içeren pektinin molekül ağırlığı 30000-300000 Da arasındadır (Lee, 1938). Molekül ağırlığının geniş bir aralıkta değişmesi pektin eldesi sürecinin ve yapıların farklı olmasında ileri gelmektedir. Pektinin sahip olduğu üç boyutlu selülozik yapı sentezi sırasındaki moleküler ve kimyasal yapısını değiştirebilmektedir (Demirel 2017). Pektinin yapısında bulunan galakturonik asitin karboksil grubu, var olan metil gruplarıyla; serbest, kısmen esterleşmiş veya kısmen katyonlarla nötrleşmiş olarak bulunabilmektedir (Yılmaz vd. 2016, Muslu 2016). Şekil 2.2’de pektin molekülü yapısı verilmiştir.



Şekil 2.3 Pektin molekülü (Atalay vd. 2018).

2.5.3 Pektinin Fizikokimyasal Özellikleri

2.5.3.1 Fiziksel Özellikleri

Pektin açık renkli bir madde olup suda çözünmektedir. Çözünen pektini çöktürmek için çözelti içerisine; suda çözünabilen polimerler, bazı proteinler, aseton vb. çözücüler, Cu²⁺ gibi çok değerlikli katyonlar eklenebilmektedir.

Pektin molekülünün belirli bir erime noktası bulunmamaktadır. Isı ile kömürleşme eğilimi göstermektedir. Sıcaklığa karşı en hassas pektin pancardan elde edilen pektin molekülüdür.

Pektin ortalama molekül ağırlığı 10000-40000 Da arasındadır. Molekül ağırlığının geniş bir aralıkta değişmesi pektin eldesi sürecinin, elde edilen pektin ölçme yönteminin ve pektin yapıların farklı olmasında ileri gelmektedir.

Pektinin viskozitesini etkileyen başlıca etmenler;

- Esterleşme derecesi,
- Ph,
- Sıcaklık
- Konsantrasyon
- Molekül ağırlığı
- Ortamdaki elektrolit varlığı ve
- Esterleşme derecesi olarak sıralanabilir (Arslan 1994, Muslu 2016).

2.5.3.2 Kimyasal Özellikler

Pektinin keşfi günümüzden yaklaşık 200 yıl önceye dayanmaktadır. Buna rağmen moleküle ait kompozisyon ve kimyasal yapı hakkında kesin bilgiler mevcut değildir. Yapıyı belirlemenin bu denli zor olmasının sebebi pektin molekülünün; bitki büyümeye devam ederken, bitkiden izole edilirken ve depolama sırasında değişime uğramasıdır. Pektin linear bir polisakkarit olarak bilinir. Diğer bitki polisakkaritlerine benzer olarak; kompozisyonu, polidispers ve polimoleküler yapısı ekstraksiyon yöntemine ve bitki çeşidine göre değişmektedir.

Pektin yapısında bulunan serbest olarak bulunan karboksil grubu sebebiyle sulu çözeltilerinde asidik karakter gösterir. Pektin molekül yapısındaki karboksil grubunun nötralleşmediği durumlarda %0,5-1'lik sulu çözeltide 3,2-3,4 arasında pH değerlerine sahiptir.

Pektin molekülü içerisindeki galakturonik asitin hidrolize edilebilmesi için sıcak asit ile ekstrakte edilmesi gerekmektedir. Galakturonik asit üzerinde sıcaklık ve asit parametrelerinin birleşimi hidroliz etkisi yaratır. Sıcaklık değerlerinin daha düşük

olduğu durumlarda asitler, glikozid bağlar yerine metil ester gruplarından ayrılma gerçekleştirir. Sıcaklık değerlerindeki bir derece artış glikozid bağlarının hidrolizi sonucunda molekül ağırlığının düşmesine sebebiyet vermektedir. Pektin moleküllerinin ağırlığı korunmak istenirse uygun şartlarda asitlerle deesterifikasyon yapması sağlanabilir (Muslu 2016).

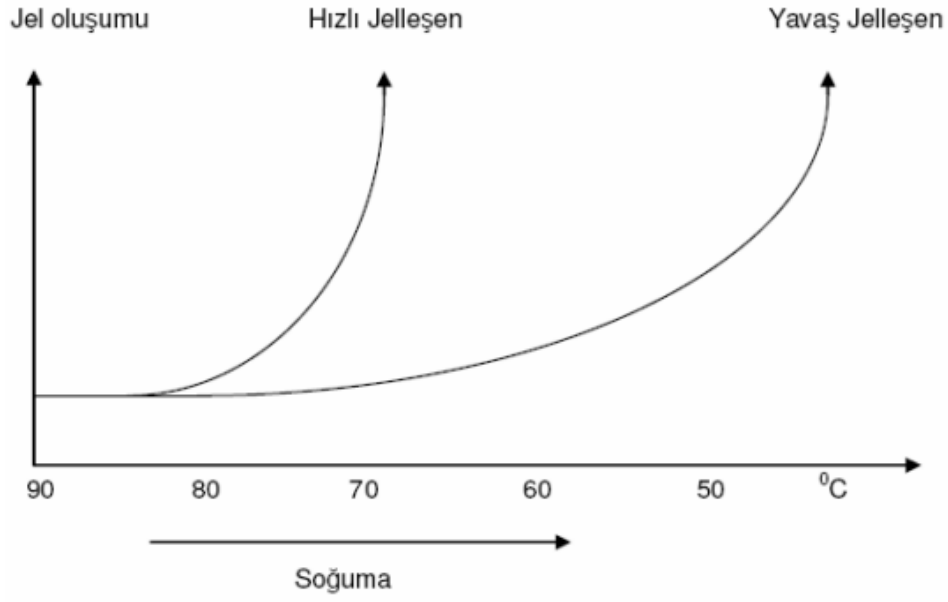
2.5.3.3 Esterifikasyon Derecesi

Pektin başlangıçta esterifikasyon derecesi yüksek bir moleküldür. Bu esterifikasyon derecesi olgunluğa, türe ve dokuya bağlı olarak artabilmektedir. Dokulardaki deesterifikasyon oranları %60-90 aralığında değişmektedir (Muslu 2016). Ortama göre hızlı ve orta hızda jelleşebilen pektinlerde bulunmakta ve bunlar ara nitelikteki pektinler olarak nitelendirilmektedir (Kaplan 2006).

Pektinler deesterifikasyon derecesine göre ikiye ayrılmaktadır:

1. Düşük metoksilli (LM) pektin (%20-40 deesterifikasyon düşük metoksilli)
2. Yüksek metoksilli (HM) pektin (%60-75 deesterifikasyon yüksek metoksilli)

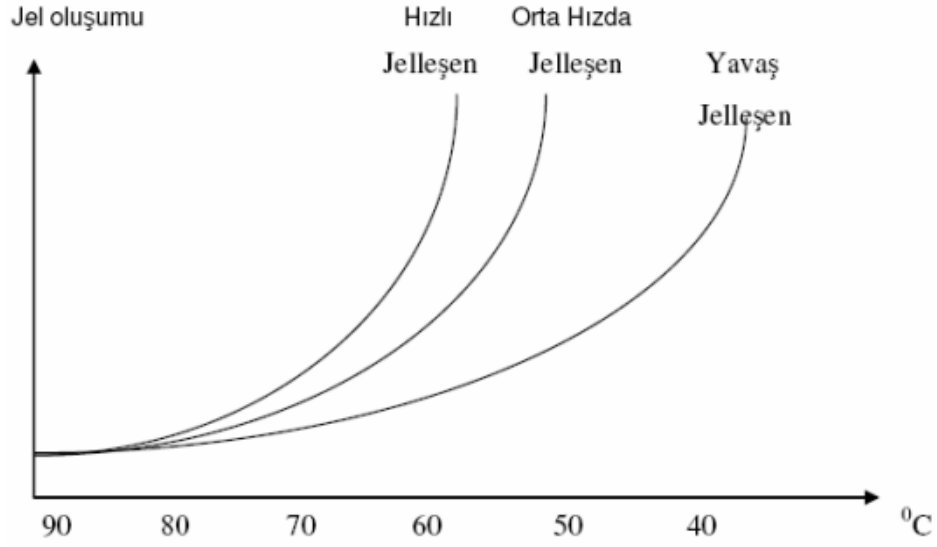
HM grubu pektinlerin jel formülasyonu oluşturabilmeleri için dar bir pH (pH 3'lerde jel oluşumu başlamaktadır) aralığı ve miktar olarak az bir pektin yeterlidir. Yüksek metoksilli pektinler sıcak suda çözülmesine karşın sıcaklığa bağlı olarak bozulabilmektedir. HM pektinler çözelti içerisinde çözünürken topaklaşmasını önlemek amacıyla şekerler çözücü ajan olarak kullanılmaktadırlar (Yılmaz vd. 2017). 88°C'de jel yapısının oluşmaya başladığı gözlenir ve ürün dolum sıcaklığı 90°C'nin üstünde olup dolum yapıldığında kullanılmaktadır (Kaplan 2006). Şekil 2.3'de HM pektinin yavaş jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde jel oluşumu ve soğuma ilişkisine ait tablo verilmiştir.



Şekil 2.4 HM pektinin yavaş jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde jel oluşumu ve soğuma ilişkisi (Tokbaş 2009).

Düşük metoksil derecesine sahip pektinler, yüksek metoksilli pektinler gibi pH'a karşı duyarlı değildir ve ortamda jel oluşturabilmek için iki değerlikli iyonlara (Ca, Mg gibi) ihtiyaç duyarlar 55-65°C'de jel oluşumu başlamaktadır. Yüksek dolum sıcaklığının yapılamadığı ürünlerde yani soğutma işlemi uygulanan ürünlerde LM pektinler kullanılmaktadır (Dickinson vd. 2003, Kaplan 2006, Yılmaz vd. 2017). Kısaca özetlemek gerekirse HM pektinler şeker içeriği yüksek ve düşük pH'ya sahip ürünlerde daha iyi jel yapısı oluştururken LM pektinler daha yüksek pH'da ve düşük şeker içeriğine sahip son ürün eldesinde kullanılmaktadır (Kaplan 2006, Şen vd. 2021).

Pektin çözeltileri uygun şartlar altında non-newtonian akış, pseudoplastik davranış göstermektedirler. Çözünürlük, jelleşme ve viskozite birbirleri ile bağlantılıdır (Yılmaz vd. 2017). Şekil 2.4'de LM pektinin yavaş jelleşen, orta hızda jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde, jel oluşumu ve soğuma ilişkisine ait tablo verilmiştir.



Şekil 2.5 LM pektinin yavaş jelleşen, orta hızda jelleşen ve hızlı jelleşen tiplerinde, jel oluşumu ve soğuma ilişkisi (Tokbaş 2009).

2.5.4 Pektinin Jelleşmesi ve Jel Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Pektin molekülü uygun şartlar sağlandığı takdirde asit ve şekerlerle jel meydana getirir. Pektin jeli oluşumu; komşu olan iki hidroksil grupları arasında veya komşu iki karboksil grubu arasında hidrojen bağıyla gerçekleşmektedir. Bu ağ yapısı üç boyutlu oluşarak şeker şurubunu ortada tutar. Kıvamlı bir jel yapısı için sulu pektin çözeltisi, asit ve şekerler ısıtılıp soğutulur. Pektin molekülünün ana zincirindeki galaktronik asite bağlı karboksilik asitlerle esterleşmiş metil grupları jelin; oluşma zamanını, kıvam ve jel kuvvetini belirlemektedir. Jel oluşumu esnasında ortamda bulunan su miktarı azalmaktadır. Jel oluşumunu ve jelin mekanik özelliklerini etkileyen parametreleri şu şekilde sıralamak mümkündür;

- pH
- Pektinin molekül ağırlığı
- Pektin cinsi
- Pektin yapısı
- Pektinin esterleşme derecesi
- Pektinin suda erime durumu
- Ortamdaki elektrolit varlığı

- Ortamda bulunan şeker cinsi
- Ortamda bulunan şeker miktarı

Jel oluşumunu etkileyen en önemli etmenlerden biri olan pH, meyvedeki asitin az olduğu durumlarda iyi bir jel yapısı meydana gelmesi engellemektedir. Genel kabul olarak pH 3,5 altında daha iyi sonuçlar alınabildiği ifade edilmiştir. Buna karşın çok düşük pH (örneğin 2,8 altı) seviyelerinde de jelde sulanma gözlenebilmektedir. Bu sebeple en iyi jel oluşum pH değeri 2,8 ile 3,2 arasında olduğu tespit edilmiştir. Asitli ortamın pektin liflerinde esneklik kabiliyetini artırması pH'nın jel oluşumuna etkisi olarak açıklanmaktadır. Bu sebeple 2,8 pH altında pektin lifleri gevşek bir ağ yapısına sahipken, 2,8-3,2 pH değerleri arasında pektinin sahip olduğu ağı yapı en iyi seviyeye gelmektedir.

Düşük miktarda serbest bulunan karboksil grupları içeren yani yüksek molekül ağırlıklı metil ester gruplarının fazla olduğu pektin moleküllerinde daha iyi jel oluşumu gözlenmiştir. Düşük molekül ağırlığına sahip pektinlerde bulunan yüksek asetil grubu stearik etkiyle kıvamı düşük ürüne sebebiyet vermektedir. Bahsi geçen bu stearik etkiyi geçersiz kılmak için asit ortamında ekstraksiyon yapılması gerekmektedir. Bu ekstraksiyonla pektin moleküllerinin sahip olduğu stearik etki, asetil gruplarının deasetilasyonu ile giderilmekte ve jelleşme gücü artırılabilir (Muslu 2016).

Yüksek metoksilli pektinlerin yapısında bulunan karboksil gruplarının ortamdan ayrılmasıyla elektrostatik itim gücü azalır ve ağ yapısı oluşamaz. Jel oluşumunda asidik ortam bu nedenle önemlidir. HM pektinin jel oluşumu için şeker ihtiyacı vardır. Pektin liflerinin oluşturduğu ağ yapısı üç boyutlu oluşarak şeker şurubunu ortada tutar. LM pektinleri jel oluşumu için ortamda Ca iyonuna ihtiyaç duymaktadır. İki değerliğe sahip katyonlar bahsedilen üç boyutlu ağ yapısını oluşturup molekülleri birbirine bağlamaktadır (Muslu 2016).

2.5.5 Pektin Ekstraksiyon Yöntemleri

Pektin verimini ve kalitesini artırmak için seçilen ekstraksiyon yöntemi oldukça önemlidir. Ekstraksiyona etki eden faktörler;

- Ortam koşulları (sıcaklık, basınç, süre vb),
- Çözücü oranı,
- Çözücü türü,
- Pektin elde edilecek partikül büyüklüğü şeklinde sıralanabilmektedir (Atalay vd. 2018).

Pektin üretiminde bitki hücre duvarlarında ve orta lamellerde bulunan protopektin seyreltik asit ve sıcaklık yardımıyla ekstrakte edilebilmektedir. Elde edilen ekstrakta alkol ilavesiyle pektin flokleştirilip süzülerek yapıdan ayrılır ve ardından kurutulup öğütülerek kullanıma hazır hale getirilmektedir (Atalay vd. 2018).

Pektin eldesi sırasında meyve-sebze yapısında bulunan enzimler aktif hale gelmektedir. Enzimlerin inaktive edilmesi için pektin elde edilecek materyalin kurutulması gerekmektedir (Atalay vd. 2018).

Kurutma işlemi öncesinde kullanılacak materyale yıkama işlemi uygulanması tavsiye edilmektedir. Bu işlemin amacı materyalde bulunan asit ve şekerlerin uzaklaştırılması ve analizi etkilememesi sebebiyle gerçekleştirilmektedir. Pektin elde edilecek materyale uygulanan düşük asit uygulamasıyla pektin zinciri ve hücre duvarı bağları yani pektini tutan bağlar kırılmaktadır. Böylece pektinler sıvı faza geçiş gösterebilmektedir. Pektin molekülü asit hidrolizi sonucunda bazı metil ve asetil gruplarını da kaybetmektedir (Atalay vd. 2018).

Pektin eldesi ürüne uygulanan sıcaklık, asitlik ve uygulama süresine bağlı olarak artış göstermektedir. Buna karşın düşük asitlik ve yüksek sıcaklık uygulaması uzun süre devam ettiği takdirde pektin polimer yapısının kısaldığı ve elde edilen pektinin fonksiyonel özelliklerini yitirdiği raporlanmıştır (Atalay vd. 2018). Asit ekstraksiyonu

ile pektin eldesi sonrası analiz bitiminde pektinin filtre edilerek veya santrifüjle ayrılması gerekmektedir. Filtre veya santrifüj sonrası kalan kısımlar hayvan yemi sanayiinde değerlendirilmektedir. (Atalay vd. 2018).

Sıvı kısmından arındırılmış pektin içerisinde istenmeyen maddeler bulunmaktadır. Şeker, polifenoller, pigmentler ve diğer alkolde çözünebilen bileşenler alkolle yıkama ve filtre etme sonucu sistemden uzaklaştırılmaktadır. Son olarak elde edilen saf pektin kurutulup öğütüldükten sonra muhafaza edilmektedir (Atalay vd. 2018).

Geleneksel yöntemlerin dezavantajı ekstraksiyon süresini uzatmanın yanında kuvvetli asit kullanılmasıdır. Kuvvetli asit aşındırıcı ve tehlikeli bir materyaldir. Ekipman korozyonlarına sebebiyet verebilmektedir. Asitlerin eliminasyonu için daha fazla sıvı kullanılmasına neden olarak bakım ve arıtma dolayısıyla da maliyet artışına neden olmaktadır. Pektin ekstraksiyonunda asit kullanılmaksızın pektin elde edilebilen yöntemlerin geliştirilmesi maliyet üzerinde azaltıcı eğilim gösterecektir (Liew vd. 2018).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yaygın olarak tercih edilen sıcak asit ekstraksiyonu yerini; enzimatik, ultrasonik, mikrodalga ve sub-kritik su ekstraksiyonu yöntemlerine bırakmıştır. Alternatif yöntemlerin kullanılmasındaki temel amaç çözücü kullanımını en aza indirmek ya da sınırlamaktır. Bu şekilde insan ve çevre sağlığını tehdit eden kimyasalların oluşumun azalması, zamandan tasarruf edilmesi ve bu sayede enerjiden de tasarruf edilmesi, kalitesi ve verimi yüksek pektin elde edilmesi amaçlanmaktadır (Atalay vd. 2018, Freitas vd. 2020, Saberian vd. 2017).

2.5.5.1 Asit Ekstraksiyonu

Sürekli karıştırılan sistemler kullanılarak sıcaklığın 80 ile 100°C'de arasında asitlendirilmiş su içerisinde ekstrakte edilmektedir. Sıcak asit yöntemi kullanımında mineral asitler tercih edildiği takdirde bazı değerli bileşenlerin kaybı veya bozulması ve maliyet artışı meydana gelebilmektedir. Yine yöntemle ilgili olarak verim ve kalite yeterli düzeyde olmayabilmektedir. Kalite ve verim yetersizliği son üründe kalite

kusurlarını etkileyebileceği için farklı çözücü ve uygulama yöntemleri çeşitlendirilmiştir. Mineral asitler organik asitlere göre daha etkili ve ucuz olmalarına karşın çevresel şartlar üzerine daha az etkisi olan organik asitler tercih edilmektedir. Sitrik asit ve asetik asit gibi organik asitler ön plana çıkmaktadır. Bunun dışında organik asitler daha düşük ayrışma sabitlerinden dolayı daha düşük hidroliz yeteneğine sahiptirler böylece üretilen pektin en az seviyede depolimerleşmektedir (Atalay vd. 2018).

Pektin eldesinde en çok tercih edilen yöntem sıcak asitle ekstraksiyon yöntemidir. Pektin ekstraksiyonunda çözücü olarak;

- HCl (hidroklorik asit)
- H₂SO₄ (sülfürik asit)
- HNO₃ (nitrik asit) vb. mineral asitler
- C₆H₈O₇(sitrik asit)
- C₄H₆O₆ (tartarik asit)
- C₂H₄O₂ (asetik asit) vb. organik asitler kullanılabilmektedir (Atalay vd. 2018).

Yapo ve arkadaşları (2007) şeker pancarından elde ettikleri pektinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Şeker pancarının pektin eldesi için optimum koşulların pH 1,5'da 80°C'de 1 saat süre ile sıcak ekstraksiyonla muamele edilmesi olduğunu raporlamışlardır.

Muslu (2016) gerçekleştirdiği araştırmada şeker pancarı, elma ve portakal posalarından sıcak asit ekstraksiyonu ile pektin elde ederek pektinlerin moleküler ve reolojik özelliklerini incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre; kurutulmuş şeker pancarı posası için optimum koşullar 80°C'de 1,20 pH çözelti içerisinde 5 saat ekstrakte edilmesiyle olduğu raporlamıştır ve verimi %19,63 olarak belirtmişlerdir. Elma posası ekstraksiyonu için optimum koşullar 89°C'de 1,5 pH çözelti içerisinde 2 saat ekstrakte edilmesiyle olduğu raporlamıştır ve verimi %11,36 olarak belirtmişlerdir. Elma posası ekstraksiyonu için optimum koşullar 89°C'de 1,88 pH 5 saat ekstrakte edilmesiyle olduğu raporlamıştır ve verimi %28,44 olarak belirtmişlerdir. Sıcaklık ve uygulama süresinin artıp pH değerlerini düşmesiyle verimin arttığını raporlamışlardır.

Şen ve arkadaşları (2021) yaptıkları çalışmada mandalina, nar ve balkabağına ait meyve kabuklarından sıcak asit yöntemiyle pektin ekstrakte etmişlerdir. İki farklı çözücü etkinliği kıyaslanmıştır (HCl ve sitrik asit). Elde ettikleri sonuçlara göre mandalina için organik asit olan sitrik asit çözeltisi içerisinde 90°C’de %14,5 verimli pektin elde etmişlerdir. Nar ve balkabağı kabuklarından yine sitrik asit çözeltisi içerisinde 90°C’de sırasıyla %9,25 ve 4,80 verim ile pektin elde edilmiştir. Genel olarak organik çözücü içerisinde 90°C’de en yüksek verim elde edildiğini raporlamışlardır.

Qiu ve arkadaşları (2010) atık olarak değerlendirilen muz kabuklarına bazı ön işlemler uyguladıktan sonra sıcak asit ekstraksiyon yöntemiyle pektin elde etmişlerdir. Muz kabuğundan pektin eldesi için optimum koşulları 1,5 pH düzeyinde ayarlanmış çözelti içerisinde 85,5°C’de iki saat ekstrakte ederek bulduklarını belirtmişlerdir

Abid ve arkadaşları (2017) meyve suyu sanayinde atık olarak değerlendirilen nar kabuklarından sıcak asit ekstraksiyon yöntemiyle pektin elde etmişlerdir. Nar kabukları pektin eldesi için 20mM nitrik asit çözeltisi içerisinde 86°C’de 80 dk ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Nar kabuklarında %6,8-10,1 pektin elde edildiği raporlanmıştır.

Pereira ve arkadaşları (2016) atık olarak değerlendirilen nar kabuklarından pektin ekstraksiyonu gerçekleştirmişlerdir. Deneme deseni olarak pH 2-4, sıcaklık 70-90°C’de, 40-150 dk kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda optimum ekstraksiyon koşulları 2,5 pH çözeltide 88°C’de 120 dk süreyle gerçekleştirilen analiz sonuçları olduğu tespit edilmiştir.

Jafari ve arkadaşları (2017) havuç prinasından pektin ekstrakte etmişlerdir. Havuç prinasından elde edilen pektinin düşük metoksilli olduğu raporlanmıştır. Optimum ekstraksiyon koşullarını 90°C’de 80 dk süre ile pH 1,3 olarak tespit etmişlerdir. Uygulanan yöntem ile pektin veriminin maksimum %16 olduğunu tespit edilmiştir.

Morales-Contreras ve arkadaşları (2017) domates kabuklarından pektin ekstrakte etmişlerdir. Ön işlem olarak domates kabukları 10 dakika süre ile ağartma işlemine tabi

tutulmuştur. Ardından 0,1 N HCl çözeltisinde 100°C’de 20 dakika gibi kısa bir sürede pektin eldesi sağlanmışlardır. Bu yöntemle elde edilen pektin miktarı %20 olarak raporlanmışlardır.

Urias-Orona ve arkadaşları (2010) nohuttan pektin ekstrakte etmişlerdir. Nohut kabuğunu ayırmak için bazı ön işlemler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen pektinin düşük metoksilli pektin olduğu ve ortama Ca iyonu eklenmesiyle jelleşme meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Chaharbaghi ve arkadaşları (2017) antepfıstığından pektin ekstraksiyonu gerçekleştirmişlerdir. Deneme deseni 50-90°C, 30-150 dk ekstraksiyon süresi ve pH 0,5-2,5 olarak belirlenmiştir. Pektin ekstraksiyonu için pH 0,5’deki çözeltide 90°C’de 30 dk sürenin optimum koşullar olduğu tespit edilmiştir. Bu deneme deseniyle pektin veriminin %22 olduğu raporlanmıştır.

Bir diğer literatür araştırmasında Faravash ve Ashtiani (2008) gerçekleştirdikleri çalışmada şeftali posasından pektin ekstrakte etmişlerdir. Pektin ekstraksiyonunda iki yeni parametre olarak etanol-ekstrakt oranı (ER) ve ekstrakt buharlaşmasını tanımlamışlardır. Elde ettikleri deneme desenine göre maksimum verim %9,94 olarak tespit edilmiştir. 120 dk’da 1,5 ER değerinde verimin en yüksek seviyede olduğu raporlanmıştır.

Uguzdoğan ve arkadaşları (2023) kuşburnu meyvesinden ve kuşburnu atıklarından geleneksel yöntem kullanarak pektin ekstraksiyonu gerçekleştirmişlerdir. Deneme deseni olarak 1-3 pH, 70-90°C ve 1-12 saat aralıklarını kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kuşburnu meyvesinden 0,2N Ca’da 90°C’de 90 dk süreli ekstraksiyonda pektin verimi %13,08 tespit edilirken kuşburnu atıklarında 0,2 Ca’da, 90°C’de, 90 dakikada verim %12,43 olarak tespit edilmiştir.

2.5.5.2 Ultrasonik Ekstraksiyon

Ultrasonik sistemin temeli ses dalgalarına dayanmaktadır. İnsan kulağı 1-16 kHz arasındaki sesleri duyma potansiyeline sahiptir. Bu yöntem sayesinde katı, sıvı veya gaz formundaki materyallere 20 kHz'den daha yüksek frekanslar uygulanarak materyalde mekanik titreşim uygulanabilmektedir. Bu yöntemin temel prensibi materyal içerisinde ani sıcaklık ve basınç değişimi sayesinde patlayan hava kabarcığı oluşmasını sağlamaktadır. Bu olay kavitasyon olarak isimlendirilmekte ve ekstraksiyon eldesinin de temelini oluşturmaktadır. Kavitasyon olayı hücre bütünlüğünü bozarak hücre içerisine çözücü girişini artırmaktadır. Ekstraksiyon dışında ultrasonik yöntem ile materyaller üzerinde kurutma, enzimlerin inaktivasyonu, homojenize etme ve emülsifikasyon işlemleri uygulanabilmektedir. Geleneksel yöntemle kıyasla zamandan, çözücünden ve enerjiden tasarrufun yanında verim artışı ve sıcaklığın kullanılmadığı proseslerde tercih edilmektedir (Atalay vd. 2018, Demirdöven vd. 2021).

Grassino ve arkadaşları (2016) domates sanayisinin atıkları olan domates kabuklarında pektin ekstraksiyonu gerçekleştirmişlerdir. Geleneksel ve ultrason destekli yöntem kullanılmıştır. Geleneksel yöntemdeki 1440 dk ekstraksiyon süresi ultrason destekli ekstraksiyon ile 15dk'ya indirdiğini raporlamışlardır. Ultrason destekli ekstraksiyonun çevre dostu ve avantajlı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen pektin miktarı %15-36 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Freitas ve arkadaşları (2020) ultrason destekli ekstraksiyon yöntemi ile çarkıfelek meyvesinin kabuğundan pektin ekstrakte etmişlerdir. Ekstraksiyon koşulları 644 W/cm² güç yoğunluğunda 85°C'de 1:30 örnek/ekstrakt oranı şeklinde ayarlanmıştır. En yüksek pektin verimi %12,67 olarak belirtilmiştir. Geleneksel yöntemle ek olarak uygulanan ultrason desteğinin ekstraksiyon süresini kısalttığı belirtilmiştir.

2.5.5.3 Mikrodalga Ekstraksiyonu

Mikrodalgalar magnetronlar tarafından üretilen elektromanyetik dalgalardır. İyonize edici özelliğe sahip olmamakla birlikte frekansları 300 MHz-300 GHz aralığında yer almaktadır. İyonize ışınlar gibi molekülde bulunan kimyasal bağlara herhangi bir etkileri söz konusu olmamaktadır. Mikrodalga sistemi; kurutma, ekstraksiyon, enzimlerin inhibe ve inaktive edilmesi ve mikroorganizmaların inaktivasyonlarında kullanılmaktadır. Isının bir formu olarak düşünmek doğru olmamakla birlikte sistemde meydana gelen ısı elektromanyetik dalgaların ürün ile teması sonrası meydana gelmektedir. Sistemde oluşan ısı moleküllerin birçok kez maruz kaldığı polariteden veya iyonların çarpışmasıyla oluşan sürtünme kuvvetinden ileri gelmektedir.

Ortamdaki su molekülleri polar yapılarından dolayı mikrodalga enerjisi ile ısınır ve faz değiştirir. Bu dönüşüm ekstrakte edilecek hücrede basınca neden olmakta ve hücre çeperlerinin parçalanmasıyla çözücü etkinliği sağlanmaktadır. Bu sistemin en büyük avantajları; kaliteli son ürün, kısa süre ve buna bağlı düşük enerji maliyeti, ısının materyale eşit nüfus etmesi ve çözücü kullanımının en az düzeye indirilmesidir. Çevre dostu bir sistemdir. Sistemin dezavantajı büyük miktarlarda ürünle çalışmaktır.

Mikrodalgada ekstraksiyon yöntemi pektinin yanında birçok biyoaktif bileşen eldesi amacıyla da kullanılabilir. Pektin eldesinden ekstraksiyon süresinin 15 dakika civarında olmasıyla kaliteli pektin eldesinde tercih edilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Atalay vd. 2018).

Tektaş Aşan (2018) greyfurt kabuklarından geleneksel ve mikrodalga destekli ekstraksiyon ile pektin elde ederek pektinlerin karakterizasyonunu gerçekleştirmiş ve kayısı marmeladı üzerinde analizler gerçekleştirmiştir. Box-Behnken tasarım yönteminin deneme desenine göre ekstraksiyonlar oluşturulmuştur. Klasik yöntemde 80°C’de, pH 1’de 3 saat ekstraksiyonla elde edilen pektin verimi %35,95 olarak raporlanmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyonda pH 1’de 90 saniye uygulanan işlemde pektin verimi %21,88 olarak tespit edilmiştir. Mikrodalga sisteminin zamandan tasarruf ettiği ve üretilen marmelatlarda duyu kalitesinin üstün olduğu raporlanmıştır.

2.5.5.4 Enzimatik Ekstraksiyon

Ekstraksiyonda kullanılan enzimler çözücü ile çözünen arasındaki reaksiyonun enerjisini düşürerek reaksiyonun hızlanmasını sağlamaktadır. Geleneksel yöntemlerde yapılan ekstraksiyonlarda ürün içerisinde çok az miktarda da olsa ürün kalabilmesi enzimatik ekstraksiyon yöntemini popüler hale getirmiştir. Bu yöntem ile kullanılan çözücü miktarını azaltır veya reaksiyon verimini artırılmaktadır (Atalay 2018, Şengül ve Topdaş 2019).

Enzimatik ekstraksiyon;

- Enzim konsantresi
- Ortam sıcaklığı
- Ortam pH'ı
- Reaksiyon süresi
- Reaksiyon tipi
- Etki edilecek alanın büyüklüğüne bağlı olarak etki etmektedir.

Enzimatik ekstraksiyon iki şekilde gerçekleşmektedir; enzim ekstrakte edilecek hücre duvarına etki etmesi sağlanır ya da ekstrakte edilecek bileşene doğrudan etki etmesi sağlanmaktadır. İlk yöntem tercih edilmektedir. Kullanılan enzim çeşidi olarak selüloz, proteaz, α -amilaz gibi birçok enzim örnek verilebilmektedir. Geleneksel yöntemle göre verim artar, düşük sıcaklıkta ve enerji gereksinimi sağlar, geleneksel yöntemle birleştirilerek çözücü miktarı azaltılabilir, yüksek sıcaklığın neden olduğu ekipman korozyonunu engellemektedir. Sistem atıklarının nötralize edilmesi gerekmemektedir. Bu sistemin tek dezavantajı maliyetli bir yöntem olmasıdır. Mevcut enzimler yetersiz kalması ve bazı çevresel faktörlerden etkilenmesi spesifik enzim ihtiyacı doğurmakta bu durumda maliyete yansımaktadır. Maliyetli ve zor bir yöntem olması sebebiyle akademik çalışmalarda kullanılmaktadır (Atalay vd. 2018).

Dominiak ve arkadaşları (2014) en verimli enzim preparatını *Penicillium funiculosum*'dan Laminex C2K'yı türetmişlerdir. pH 3,5'te, 50°C'de 4 saat süre ile uygulanmasıyla elde edilmiştir. Enzimatik ekstraksiyonla elde edilen pektinler Ca

iyonlarına duyarlılığının düşük olması, şeker varlığında düşük pH'larda dahi jel oluşturmasıyla öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmayla elde edilen pektinin sütlü içeceklerin sahip olduğu pH düzeyinde ürün stabilitesini sağladığını raporlamışlardır.

Sabater ve arkadaşları (2018) enginar yan ürünlerinden enzimatik ekstraksiyon yöntemiyle pektin elde etmişlerdir. Ürün konsantrasyonu %2-7, enzim dozu 2,2-13,3 ve ekstraksiyon süresini 6-24 saat arasında belirlenen deneme desenine göre optimum koşullar tespit edilmiştir. Verimin en yüksek olduğu koşullar; 27,2 saat, 10,1 enzim dozu ve %6,5 ürün konsantrasyonuna sahip olan deneme deseni olarak tespit edilmiştir. Elde edilen pektinin düşük metoksilli gruba ait olduğu ve gıda ürünlerinde kullanılabileceği raporlanmıştır.

2.5.5.5 Sub-Kritik Su Ekstraksiyonu

Bu yöntemin temeli suyun faz değişimine uğramaksızın basınç yardımıyla 100°C üzerine çıkmasıdır. Bu yöntem basınçlı sıcak su ekstraksiyonu ya da aşırı ısıtılmış su ekstraksiyonu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Suyun sıcaklığa bağlı olarak yüzey gerilimi ve viskozitesi azalırken, buhar basıncı ve difüzyon hızı artmaktadır. Yine sıcaklık artışıyla çözücünün sahip olduğu düşük dielektrik sabiti pektinin çözünmesi üzerine olumlu etki yapmaktadır. Bu yöntemi tercih edilir kılan nokta çözücü olarak solvent kullanılma zorunluluğunu ortadan kaldırmasıdır. Bu sebeple GRAS (Generally Recognized As Safe) yani güvenli yöntem olarak kabul edilmekte ve gıda dışında ilaç sanayini değerli bileşenlerini elde etmekte de kullanılmaktadır. Yine ekstraksiyon süresini kısaltarak kaliteli ürün eldesi sağlamaktadır. Buna karşın pahalı bir teknolojidir (Atalay vd. 2018).

Liew ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmada pomelo kabuklarından sub-kritik ekstraksiyon yöntemini kullanarak düşük metoksilli pektin elde etmişlerdir. Optimum koşul olarak 30 bar basınç altında 120°C'de pektin %19,6 verimle ekstrakte edilmiştir.

Muñoz-Almagro ve arkadaşları (2019) kakao çekirdeklerinden sub-kritik ekstraksiyon yöntemiyle pektin elde etmişlerdir. Ekstraksiyon koşulları 121°C'de 103,4 bar basınç

altında ve 30 dk süre ile uygulanmıştır ve %10,9 verim ile pektin elde edilmiştir. Geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine göre; 3 kat daha kısa sürede, verimi yüksek, yüksek molekül ağırlığına sahip ve galakturonik asit içeriği yüksek pektin elde edilmiştir.

2.5.5.6 Ohmik Isıtma Ekstraksiyonu

Diğer bir adı Joule ısıtma olarak bilinmektedir. Ohmik ısıtma alternatif (düşük frekanslı elektriksel işlemler) ısıtma teknolojisi olarak geliştirilmiştir. Gıda üzerinden alternatif geçirilmesi ve gıdanın verdiği elektriksel direnç üzerinden ısıtma işlemi gerçekleşmektedir. Ohmik ısıtma uygulanan gıda homojen ve hızlı ısınmaktadır. Gıda üzerinde besinsel, yapısal ve organoleptik özellikleri en az etkileyen yöntemler arasındadır. Bu sayede kaliteli ürün eldesinde yararlanılmaktadır. Çevre dostu bir yöntem olması sebebiyle de tercih edilmektedir. Ohmik ısıtma gıdalarda ekstraksiyon, ağartma, fermentasyon, buharlaştırma, sterilizasyon ve pastörizasyon gibi temel işlemlerde kullanılmaktadır (Çabas ve İçier 2021, Saberian vd. 2017).

Saberian ve arkadaşları (2017) portakal pektini üzerinde ohmik ısıtma ile ekstraksiyon metodunu denemişlerdir. Voltaj değerleri 7-15 V/cm, süre 5-30 dakika ve sıcaklık 50-90°C deneme desenini uygulamışlardır. Elektrot boşluğu 6,6 cm, elektrot çapı 5 cm olarak ayarlanmıştır. 30 ml örnek ile çalışılmıştır. 90°C’de 30 dakika süre ile uygulanan 15 V/cm pektinin optimum elde edildiği koşullar olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda verimi 100g’da 14,32 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen pektinlerin yüksek derecede esterleşme yeteneğine sahip oldukları bildirilmiştir. Yöntemin verimi hücre duvarlarında yıkımın fazla olması ve ekstratın etkinliğini artırması olarak raporlanmıştır.

2.5.5.7 Vurgulu Elektrik Alan Ekstraksiyon

Düşük frekanslı elektriksel işlemler grubuna giren bir diğer yöntem ise vurgulu elektrik alan yöntemidir. Vurgulu alan teknolojisi temeli, gıda üzerine 1-10 µs süre ile 15-80kV/cm yüksek şiddete sahip elektrik uygulamasına dayanmaktadır. OI 100 V/cm,

IEA 1000 V/cm düzeyinde kalırken VEA daha yüksek elektrik alan uygulamasına sahiptir. Elektriksel alan altında elektrik akımının da yardımıyla mikrosaniye sürede hücre duvarına zarar vermektedir. Bu olaya elektroporasyon adı verilmektedir.

2.5.6 Reçel Üretiminde Pektin Kullanımı

Reçel prosesine eklenecek pektin sıvı forma sahip ise herhangi bir ön işlem gerekmeksizin doğrudan üretime dahil edilmektedir. Kullanılacak pektin miktarı belirlendikten sonra prosese uygun aşamada eklenmektedir.

Reçel üretiminde kullanılacak pektin katı formda ise kullanılmadan önce suda çözündürülmelidir. Çözündürme işlemi yapmadan direk olarak eklenen pektin topaklaşır ve kullanım amacına hizmet etmez. Toz formundaki pektin reçel prosesine 3 farklı şekilde eklenmektedir:

- Reçel prosesinde kullanılacak şeker ve pektinin tümü ayrı bir kapta homojen hale getirilir. Sıcak su içerisine yavaş yavaş eklenirken karıştırma işlemine ara vermeden devam edilir. Tüm karışım bu şekilde suda çözündürülür ve elde edilen çözelti 1 dakika süreyle kaynatılıp prosese dahil edilmeye hazır hale gelmiş olmaktadır. Elde edilen çözelti bekletilecekse 50-60°C'ye soğutularak pektin degradasyonu engellenmelidir.
- Doğrudan çözme yönteminin esası sıcak su içerisinde yalnızca pektinin çözündürülmesine dayanmaktadır. 60 ila 100°C suya pektin doğrudan ilave edilerek 4000 devir/dk ile çalışan mikserler kullanılarak çözünme işlemi gerçekleştirilmektedir.
- Bir diğer pektin kullanma metodu dispersiyon yöntemidir. Toz formundaki pektin %65 şeker miktarına sahip şeker şurubu içerisine eklenmektedir. Pektin şeker şurubu içerisinde çözünemez ve çözünemediği için dispersiyon halinde dağılım gösterir. Homojen karışım elde edildikten sonra tank içerisine 85-100°C 'de sıcak su yavaşça eklenerek karıştırma işlemine ara vermeden devam edilir.

Pektinin ortamdaki konsantrasyonu %4'e düştüğü zaman pektinin tam olarak çözünp kullanıma hazır hale geldiği anlaşılmaktadır (Cemeroğlu vd. 2004).

Reçel üretiminde kullanılacak pektin eldesi için bitkisel atıklardan geri dönüştürme yöntemleri tercih edilebilmektedir. Ticari pektin eldesinde en çok tercih edilen ürünler elma posası, turunçgil kabukları ve şeker endüstrisinin atığı olan şeker pancarı posasıdır. Şeker pancarı posasından ekstrakte edilen pektin zayıf jelleşme yeteneği göstermektedir.

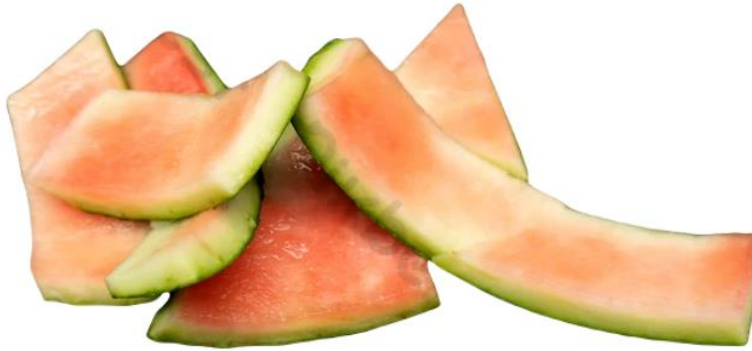


3. MATERYAL ve METOT

Pektin eldesinde kullanılacak karpuzlar Afyonkarahisar ilinde yerel bir satıcıdan temin edilmiştir. Meyve kabuğu etinden beklenmeksizin ayrılmış ve kurutulup muhafaza edilmiştir. Reçel yapımı için kullanılacak olan vişne ve ayvalar Afyonkarahisar ilinde yerel bir satıcıdan temin edilmiştir. Uygun koşullarda analiz zamanına kadar muhafaza edilmiştir. Pektin eldesi, reçel üretimi ve reçellere uygulanan analizler Afyon Kocatepe Üniversitesi'nde Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1 Karpuz Kabuklarının Eldesi

Analizlerde kullanılacak olan karpuz, limon tuzu ve şeker Afyonkarahisar ilinde yerel bir satıcıdan temin edilmiştir. Karpuz kabuklarının etli kısmı ile kabuk kısmı ayrıldı. Etli kısım ayrıldıktan sonra yeşil kabuk kısmı da sıyrılarak karpuz kabuğunun beyaz kısmı elde edildi. Ayırma işlemi sonrası karpuz kabukları güneşte kurutma yöntemi ile kurutulup analizler gerçekleştirilinceye kadar serin ve kuru bir yerde muhafaza edildi. Resim 3.1'de Karpuz etinden ayrılmış kabuklara ait görsel verilmiştir.



Resim 3.1 Karpuz etinden ayrılmış kabuklara ait görsel.

Resim 3.2'de Karpuz kabuğunun yeşil kısmı ayrılarak kurutmaya hazır hale getirilmiş karpuz kabuklarına ait görsel verilmiştir.



Resim 3.2 Karpuz kabuğunun yeşil kısmı ayrılarak kurutmaya hazır hale getirilmiş karpuz kabukları.

Erukainure vd. (2010) gerçekleştirdikleri araştırmada karpuzun kabuk ve etli kısmı karşılaştırılmıştır. Karpuzun etli kısmının nem değeri %91,45, ham yağ değeri %0,15, ham protein değeri %0,61 ve ham selüloz içeriği %0,4 olduğu tespit edilmiştir. Karpuz kabuğunun nem değeri %91,22, ham yağ değeri %0,69, ham protein değeri %1,52 ve ham selüloz içeriği %0,97 olduğu tespit edilmiştir.

3.2 Pektin Verimi

Kurutulup toz halinde öğütülmüş karpuz kabukları analiz için hazır hale getirildi. Pektin eldesi için geleneksel sıcak asit ve ultrasonik yöntemleri tercih edildi. Geleneksel sıcak asit yöntemiyle pektin eldesi için üç faktörlü (sıcaklık, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1,5-2-3; sıcaklık 75-85-95°C; süre 1-2-3 saat olarak belirlendi.

Ultrasonik yöntemle pektin eldesi için üç faktörlü (ultrason, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1-2-3; ultrason değeri 30 A-50 A-70 A; süre 15-10-15 dakika olarak belirlendi.

3.3 Karpuz Kabuklarından Pektin Eldesi

3.3.1 Sıcak Asit ile Ekstraksiyon Yöntemi

Pektin geleneksel sıcak asit yöntemi ve ultrasonik yöntemleri kullanılarak elde edildi. Geleneksel sıcak asit yöntemi için sitrik asit ($C_6H_8O_6$) ve saf su kullanılarak uygun pH elde edildikten sonra ısıtıcı tabla üzerinde örnekler kaynamaya bırakıldı. Resim 3.3’de geleneksel ekstraksiyon deney düzeneği görseli verilmiştir.



Resim 3.3 Geleneksel ekstraksiyon metodu uygulanan pektin.

Kaynama sırasında belirlenen gramajlarda karpuz kabuğu tozu kaynayan beher içerisine alınarak belirlenen süre ve sıcaklıkta bekletildi. Süre sonunda örnekler soğumaya bırakıldı. Soğuyan örnekler filtre kağıdından geçirilerek süzülüp ayrı bir kaba alındı. Filtre kağıdı üzerinde kalan tortu %96’lık etanolle iki kere yıkanıp süzülerek ortamdan uzaklaştırıldı. Elde edilen süzüntü içerisine %96’lık etanol 1:2 oranında eklendi. Erlenlerin ağzı hava almayacak şekilde kapatılmış ve $+4^{\circ}C$ ’de 24 saat süre boyunca bekletildi. Resim 3.4’de 24 saat süre sonunda floklaşmış pektin örneği görseli verilmiştir.



Resim 3.4 %96'lık etanol eklenen örneğin 24 saat +4°C'de bekletilmiş hali.

Süre sonunda kabın üst kısımlarında tortulaşan yapılar filtre kağıdı ve huni yardımıyla süzüldü. Filtre kağıdının üzerinde kalan tortular iki defa %96'lık etanolle yıkanarak darası alınmış bir petri kabına alındı. Eşit kuruma sağlamak amacıyla petri yüzeyine pektin tabakası ince bir tabaka halinde yayıldı. Resim 3.5'de pektin tabakasının etüvde kurutma öncesi görseli verilmiştir.



Resim 3.5 Etüvde kurutmadan önce pektin tabakasının petriye yayılmış hali.

Örnekler 60°'deki etüvde tamamen kuruyana kadar bekletildi. Süre sonunda desikatörde oda sıcaklığına gelen örnekler tartıldı. Tartım sonrası elde edilmiş olan pektinler toz haline getirilerek uygun kavanozlara etiketlenerek alınıp +4°C'de muhafaza edildi. Resim 3.6'da etüvde kurutulan pektin örnekleri verilmiştir.



Resim 3.6 Etüvde kurutulan pektinler.

3.3.2 Ultrason ile Ekstraksiyon Yöntemi

Box-Behnken tasarım yönteminin belirlediği deneme desenlerine göre Nano Linker Ultrasonic Homogenizer NL650 cihazında pektin ekstraksiyonu yapılmıştır. Toz hale getirilmiş karpuz kabuklarından 2,5 g alınmış ve deneme desenindeki pH, süre ve amper değerleri uygulanmıştır. Örnekler üzerine 100 ml uygun pH'lı su ilave edilmiş ve cihaz tablasına yerleştirilmiştir. Cihaz tablası manuel olarak prob örnek içerisine girene kadar kaldırılmıştır. Probun zemine temas etmemesine dikkat edilmiştir. Resim 3.7'de ultrason ile ekstraksiyona ait deney düzeneği verilmiştir.



Resim 3.7 Ultrason cihazı prob yerleşimi .

Cihaz beş saniye örnek içerisinde hareket edip bir saniye duracak şekilde ayarlanmıştır. Süre sonunda cihazın ışıkları kapandığında manuel sistemle tabla aşağıya indirilerek örnek cihaz içerisinden çıkarılmıştır. Resim 3.8’de ultrason cihazı görseli verilmiştir.



Resim 3.8 Ultrason cihazı görüntüsü.

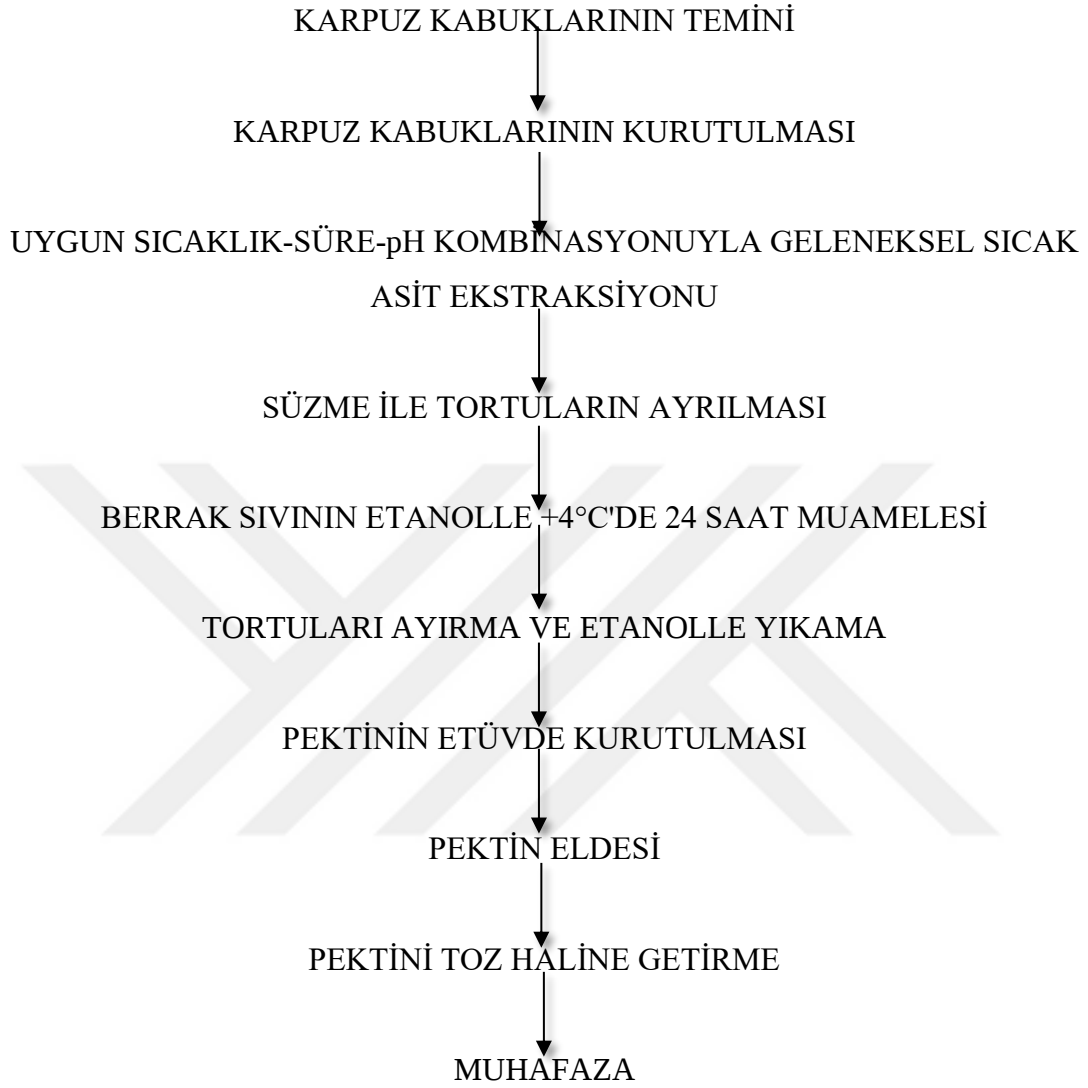
Elde edilen bulamaç şeklindeki örnek süzme kağıdı yardımıyla süzölmüş ve filtre üstünde kalan tortular sistemden ayrılmıştır. Resim 3.9’da ultrasonik yöntemle ekstrakte edilen örneğe ait görsel verilmiştir.



Resim 3.9 Ultrason ile muamele edildikten sonra örnekler.

Elde edilen sıvı haldeki çözelti kadar üzeri etanolle kapatılmış ve $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat beklemeye alınmıştır. Süre sonunda filtre kağıdı ile süzme işlemi tekrarlanmış ve filtre üzerinde kalan tortu %96'lık etanolle iki defa yıkanarak darası alınmış cam petri üzerine alınmıştır. Eşit kuruma sağlamak amacıyla petri yüzeyine pektin tabakası ince bir tabaka halinde yayılmıştır. Örnekler 60°C 'deki etüvde tamamen kuruyana kadar bekletilmiştir. Süre sonunda desikatörde oda sıcaklığına gelen örnekler tartılmıştır. Tartım sonrası elde edilmiş olan pektinler toz haline getirilerek uygun kavanozlara etiketlenerek alınıp $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Pektin Üretimi Akış Şeması



Şekil 3. 1 Pektin üretimi akış diyagramı.

3.4 Pektinli Vişne Reçeli Üretimi

Reçel formülasyonu sanayi tipi vişne reçeli üreten yerel bir firma reçetesine göre yapıldı. Bu formülasyona göre gerekli hammaddeler temin edildi. Gerekli kütle dengliği yapılarak aşağıdaki formülasyon oluşturuldu.

- 1 kg su

- 1,175 kg şeker (yerel bir marketten alınan kristalize toz şeker kullanıldı)
- 0,416 kg meyve (mevsiminde toplanıp analiz zamanına kadar dondurulan vişneler kullanıldı)
- 4,58 g sitrik asit (sıcak su ile çözdürme işlemi yapılarak eklendi)
- 2,5 g pektin (sıcak su ile çözdürme işlemi yapılarak eklendi)

Reçel üretimi için açık kazanda pişirme yöntemi tercih edildi. İlk olarak bir litre su ocak üzerine alınarak kaynatıldı. Kaynayan su içerisine şeker eklenerek 45 dk kaynamaya bırakıldı. Hazırlanan şerbetin uzun süre kaynatılmasıyla reçelde beklemeye bağlı oluşan kristallenmenin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Süre sonunda şerbet içerisine sıcak suda çözdürülen sitrik asit eklenerek beş dakika daha kaynaması sağlandı. Ardından dondurulup oda sıcaklığında buzunu salan meyveler şerbet içerisine eklendi. Resim 3.10'da vişne reçelinin açık kazanda üretimine ait görsel verilmiştir.



Resim 3.10 Açık kazanda pişirme yöntemiyle reçel üretimi.

Elde edilen karışım kaynamaya başladıktan sonra içerisine iki farklı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen pektinler ayrı ayrı eklendi. Ekstrakte edilen pektinin çözünmesinin hızlı olması için boyut küçültme işlemine tabi tutularak un haline getirildikten sonra reçel bileşimine dahil edildi. Reçel formülasyonu iki saat açık kazanda pişirilerek suyunu çekmesi ve istenilen kıvama gelmesi sonucu soğumaya alındı. Resim 3.11'de üretimi tamamlanan vişne reçeli görseli verilmiştir.



Resim 3.11 Vişne reçeli.

190 ml'lik cam kavanozlara 85°C'de dolumu gerçekleştirildi. Kapağı kapatılıp ters çevrilerek vakum etkisi sağlandı. Analiz sürecine kadar beklemeye alındı. Resim 3.12'de dolumu yapılan vişne reçelinin görseli verilmiştir.



Resim 3.12 Dolumu yapıp soğumaya alınan reçeller.

3.5 Pektinli Ayva Reçeli Üretimi

Reçel formülasyonu sanayi tipi ayva reçeli üreten yerel bir firma reçetesine göre yapıldı. Bu formülasyona göre gerekli hammaddeler temin edildi. Gerekli kütle denklığı yapılarak aşağıdaki formülasyon oluşturuldu.

- 0,4 kg meyve (analiz zamanı yerel pazardan temin edilen ayvalar kullanıldı)
- 0,66 kg şeker (yerel bir marketten alınan kristalize toz şeker kullanıldı)
- 0,05 kg pektin (sıcak su ile çözündürme işlemi yapılarak eklendi)
- 1 g sitrik asit (sıcak su ile çözündürme işlemi yapılarak eklendi)
- Yeteri kadar su

Reçel üretimi için açık kazanda pişirme yöntemi tercih edildi. İlk olarak bir litre su ocak üzerine alınarak kaynatıldı. Kaynayan su içerisine şeker eklenerek 45 dk kaynamaya bırakıldı. Hazırlanan şerbetin uzun süre kaynatılmasıyla reçelde beklemeye bağlı oluşan kristallenmenin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Süre sonunda şerbet içerisine sıcak suda çözdürülen sitrik asit eklenerek beş dakika daha kaynaması sağlandı. Ardından meyveler şerbet içerisine eklendi. Resim 3.13’de ayva reçeline ait açık kazandaüretimine ait görsel verilmiştir.



Resim 3.13 Açık kazanda pişirme yöntemiyle reçel üretimi.

Elde edilen karışım kaynamaya başladıktan sonra içerisine pektin iki farklı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen pektinler ayrı ayrı eklendi. Ekstrakte edilen pektinin çözünmesinin hızlı olması için boyut küçültme işlemine tabi tutularak un haline getirildikten sonra reçel bileşimine dahil edildi. Reçel formülasyonu iki saat açık kazanda pişirilerek suyunu çekmesi ve istenilen kıvama gelmesi sonucu soğumaya alındı. Resim 3.14’de üretimi tamamlanan ayva reçeline ait görsel verilmiştir.



Resim 3.14 Ayva reçeli.

190 ml'lik cam kavanozlara 85°C'de dolumu gerçekleştirildi. Kapağı kapatılıp ters çevrilerek vakum etkisi sağlandı. Analiz sürecine kadar beklemeye alındı. Resim 3.15'de dolumu yapılan ayva reçelinin görseli verilmiştir.



Resim 3.15 Dolumu yapıp soğumaya alınan reçeller.

Yılmaz ve Fenercioğlu (2008) yaptıkları çalışmada reçel işlemede kullanılacak en uygun türün Yerli ve Çengelköy çeşitleri olduğunu bildirmişlerdi. Ekmek ve Eşme çeşitlerinin de pektin içeriğinin diğer türlerden düşük olmasına karşın reçele işlenebildiğini raporlamışlardır.

3.6 Analizler

Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen reçeller üzerinde fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

- Fiziksel Analizler
 - Renk Analizi
 - Viskozite Analizi
- Fizikokimyasal Analizler
 - pH Analizi
- Kimyasal Analizler
 - Suda Çözünür Kuru Madde Analizi
 - İndirgen Şeker Analizi
 - Fenolik Madde Analizi
 - Antioksidan Aktivite Analizi
 - Kül Analizi

3.6.1 Pektin Eldesi

Geleneksel sıcak asit yöntemiyle pektin eldesi için üç faktörlü (sıcaklık, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1,5-2-3; sıcaklık 75-85-95°C; süre 1-2-3 saat olarak belirlendi.

Ultrasonik yöntemle pektin eldesi için üç faktörlü (ultrason, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1-2-3; ultrason değeri 30 A-50 A-70 A; süre 15-10-15 dakika olarak belirlendi.

3.6.2 Renk Değeri Ölçümü

Elde edilen reçellerde seyreltme işlemi yapılmadan direkt olarak Konika Minolta (Chroma meter CR-400) ile CIE LAB Renk ölçüm cihazı kullanılarak parlaklık değeri

(L) ve renk koordinatları (a, b) tespit edilmiştir (Cemeroğlu 1992). Resim 3.16’da kullanılan renk cihazına ait görsel verilmiştir.

L*; 0=siyah, 100=beyaz koyuluk /açıklık,

a*; +a kırmızı, -a yeşil,

b*; +b sarı, -b mavi renk yoğunluklarını göstermiştir.



Resim 3.16 Renk ölçüm cihazı.

Konika Minolta (Chroma meter CR-400) ile CIE LAB Renk ölçüm cihazı ile renk ölçümünden önce cihazın sahip olduğu beyaz ve siyah zemin üzerinde kalibre edilmiştir. Üretilen pektinli ve pektinsiz reçeller temiz petrilere beyaz bir zemine alınmıştır. Üstlerine sırasıyla cam kapaklar kapatılarak ölçüm yapılmıştır.

3.6.3 Viskozite Analizi

Reçellerin vizkozite ölçümleri Brookfield viscometer-DV II Pro cihazında gerçekleştirilmiştir. Reçelin sıvı kısmı bir behere alınmış ve cihaz probu reçel içerisine daldırılmıştır. Cihazda prob olarak 7 numaralı spindle kullanılmıştır. 100 rpm’de ayarlanan cihaz ile reçeller oda sıcaklığında (20°C’de) vizkozite değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar cP (centipoise) cinsinden verilmiştir (Karataş 2022).

3.6.4 pH Değeri Ölçümü

Hanna HI 9812-5 pH meter (Almanya) markalı cihaz ile potansiyometrik olarak reçel örneklerinin pH değerleri saptanmıştır (Cemeroğlu 1992). Resim 3.17’de ve Resim 3.18’de sırasıyla pektinsiz ayva ve pektinli vişne reçellerine ait pH ölçme düzeneğinin görseline verilmiştir.



Resim 3.17 Pektinsiz ayva reçelinin pH ölçümü.



Resim 3.18 Pektinli vişne reçelinin pH ölçümü.

Manyetik karıştırıcı üzerine 5 ml reçel örneği 45 ml saf su alınmıştır. Karışım içerisine balık atılarak karışımın homojenize olması sağlanmıştır. Homojenize görünüm elde edildikten sonra pH metre probu karışım içerisine daldırılarak sabitlenene kadar beklenmiştir. Değer sabitlendiğinde reçel örneğinin pH derecesi tespit edilmiş olmaktadır.

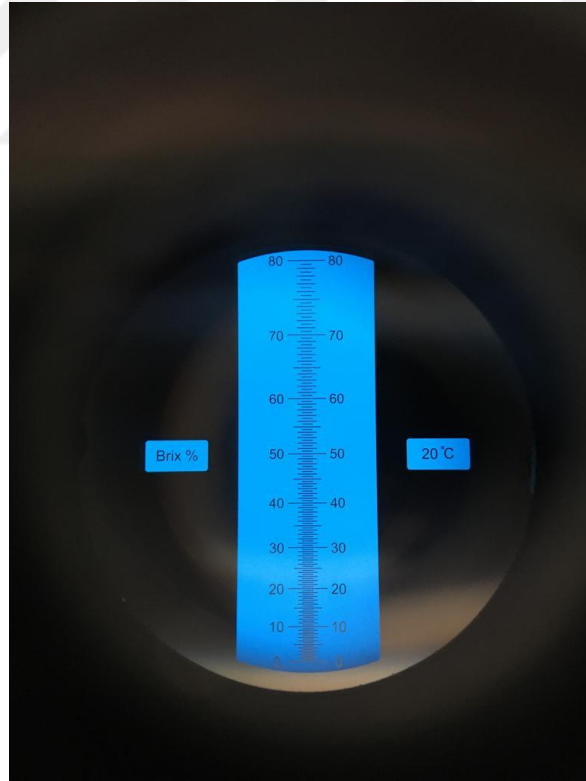
3.6.5 Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Analizi

Greinorm Brix Refractometre (Briks %0-80, Greiner Glasistrumente GmbH- Almanya el refraktometresi örneklerin kuru madde düzeyi % °Briks olarak tespit edilmiştir (Cemeroğlu 1992). Resim 3.19’da analizde kullanılan refraktometre cihazı görseli verilmiştir.



Resim 3.19 Analizde kullanılan refraktometre cihazı.

Resim 3.20’de analizde kullanılan refraktometre cihazının ölçüm derecesine ait görsel verilmiştir.



Resim 3.20 Refraktometre cihazında kuru madde miktarının ölçümü.

Greinorm Brix Refractometre refraktometresi haznesine reçel rneği seyreltilmeksizin damlatılmıştır ve kapağı yavaşça kapatılarak tüm yüzeye dağılması sağlanmıştır. Güneş veya yapay ışık kaynağına ürünün u kısmı doğrultarak ürün kuru madde bileşimi okunmuştur. Kullanılan refraktometre 80°Bx'e kadar ölçüm yapabilmektedir. Pektinsiz rnekler refraktometrede okunabilirken pektin ilaveli örnekler refraktometrenin °Bx derecesinden dolayı okunamamış olup °Bx derecesi 80'in üzerindedir.

3.6.6 İndirgen şeker Analizi

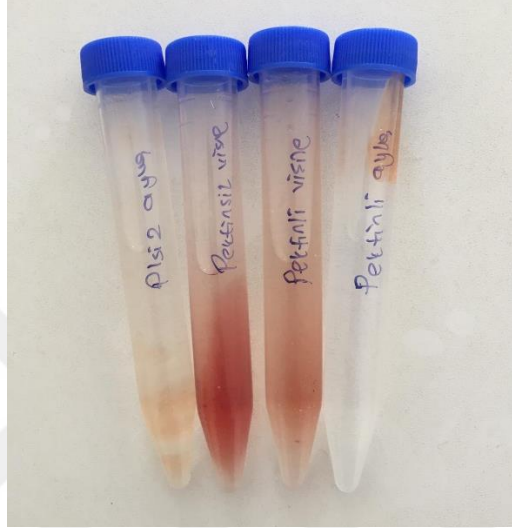
Reçel içerisinde bulunan indirgen şekerlerin, Fehling zeltisinin sahip olduğu bakır-2 oksidi çözünmeyen bakır-1 okside indirgemesi ilkesinden yararlanılarak şeker tayini gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1970).

Ayva ve vişneden elde edilen pektinli ve pektinsiz olarak iki çeşitte üretilen reçellerde indirgen şeker tayini değiştirilmiş Miller metoduna göre DNS (3,5-Dinitro salisilik asit) zeltisiyle gerçekleştirilmiştir (Forouchi ve Gunn 1983)

Analizde kullanılacak olan çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

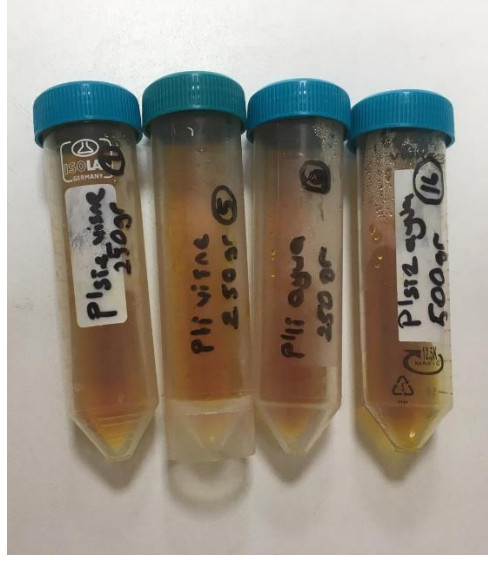
- DNS zeltisi:
 - 10 g DNS
 - 10 g NaOH
 - 1,6 g fenol'n az miktar suda eritilerek karışım litreye tamamlanmıştır. Elde edilen çözelti kullanılmadan hemen önce her 100 ml için 1 ml Sodyum sülfit çözeltisi eklenmiş ve homojen hale getirilmiştir.
- Rachelle tuzu:
 - 40 g sodyum-potasyum tartarat tartılıp saf su ile 100 ml'e tamamlanmıştır.
- Sodyum sülfit
 - %10'luk sodyum bi sülfit çözeltisi 100 ml'lik olarak hazırlanmıştır.

Reçel örnekleri iki tekerrür olacak şekilde 0.25 ve 0,5 g tartılmıştır. Tartılan ürünler üzerine 10 ml saf su eklenmiştir. Örnek Vortex makinası ile homojen hale gelene kadar karışması sağlanmıştır. Resim 3.21’de vortex makinası ile analize homojenize edilen örneklerin görseli verilmiştir.



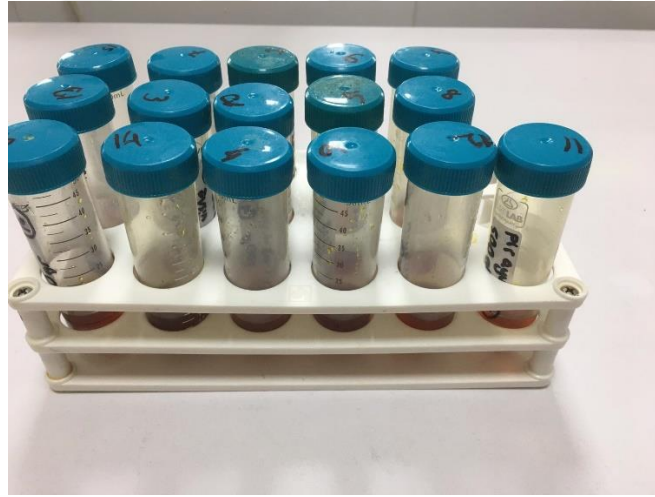
Resim 3.21 Vortex’te homojen hale getirilen örnekler.

Homojen hale gelen örnekten 1 ml ayrı bir kaba alınmış ve üzerine 2 ml DNS çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım kaynar su banyosuna alınarak 15 dakika boyunca beklenmiştir. Süre sonunda karışımındaki sarı-kahverengi rengin stabilizasyonunun sağlanması amacıyla Rachelle tuzu ile hazırlanan çözeltiden 1 ml ilave edilerek soğumaya bırakılmıştır. Resim 3.22’de Rachelle tuzu eklenen örneklere ait görsel verilmiştir.



Resim 3.22 Rachele tuzu eklenip soğumaya bırakılan örnekler.

Ürünler oda sıcaklığına geldiklerinde 5 ml saf su ilavesi yapılmış ve örnekler homojen hale getirilmiştir. Resim 3.23’de indirgen şeker analizine hazır hale getirilen örneklere ait görsel verilmiştir.



Resim 3.23 Spektrofotometrede okumaya hazır hale getirilmiş örnekler.

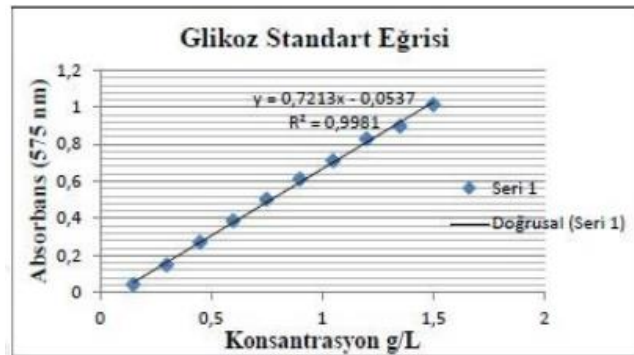
Spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) 575 nm (nanometre) dalga boyunda saf su ile sıfırlanmış ardından diğer örneklerin saf su yani şahit numuneye karşı absorbans değerleri ölçülmüştür. Resim 3.24’de indirgen şeker analizinde kullanılan spektrofotometre ait görsel verilmiştir.



Resim 3.24 575 nm’de örneklerin Spektrofotometre ile okunması.

Hesaplama g/L glikoz içeren çözeltilerden yola çıkılarak çizilmiş olan standart eğri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometrede okunan değerler glikoz standart eğrisini tanımlayan regresyon eşitliğinde yerine konulmuştur. Bu değerlerin çözeltilere uygulanan seyreltme oranlarıyla çarpılması toplam indirgen şeker miktarını vermiştir (Forouchi ve Gunn 1983). Çizelge 3.1’de indirgen şeker miktarının hesaplanmasında kullanılan glikoz standart eğrisi tablosu verilmiştir.

Çizelge 3.1 Glikoz standart eğrisi (Karataş 2022).



3.6.7 Toplam Fenolik Madde Analizi

Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen vişne ile ayva reçel örneklerinin toplam fenolik madde miktarları tayininde Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılmıştır (Singleton ve Rossi 1965). Elde edilen örnekler spektrofotometrede okunmuştur. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Galik asit standart eğrisinden yararlanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğerince belirlenmiştir (mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / g kuru ağırlık)

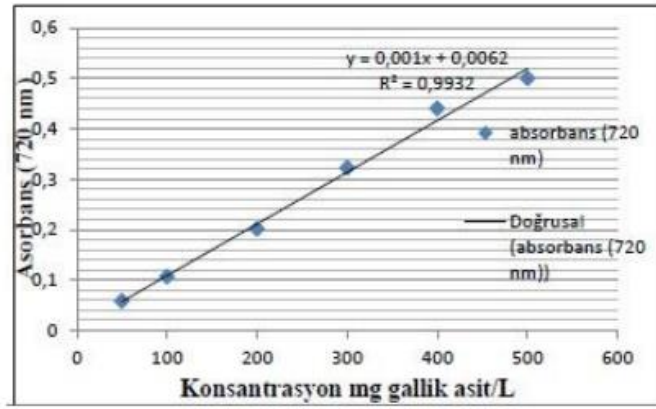
Analizde kullanılacak örnekler için %80'lik metanol çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerden 1 g tartılarak üzerlerine hazırlanan çözeltiden 10 ml eklenmiştir. Hazırlanan örneklerden 400 µl (mikrolitre) cam tüpe alınmıştır. Çözelti üzerine 1:9 oranında seyreltilen Folin çözeltisinden 2 ml eklenmiştir. Folin ilave edilen karışıma %7,5 sodyum karbonat (Na_2CO_3)'dan 1,6 ml ilave edilmiştir. Elde edilen karışım karanlık bir ortamda bir saat bekletilmiştir. Süre sonunda Shimadzu UV-1208 markalı spektrofotometrede metanol ile sıfırlanmış ve 765 nm aralığında okuma yapılmıştır. Kontrol örneği olarak olarak 2 ml Folin, 1,6 ml Na_2CO_3 karıştırılarak 1 saat bekletilerek diğer örneklerle okuma yapılmıştır (Anonim 2011b).

Analizde kullanılacak olan çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

- Folin (1:9 oranında)
 - Deneyde kullanılacak olan sıvı halde olan folinden 1:9 oranında bir çözelti elde edebilmek için 5 ml folin ve 45 ml saf su alınıp çözelti homojen haline getirilmiştir. Gün ışığına maruz kalmamasına dikkat edilmiştir. Kullanımdan hemen önce hazırlanmıştır.
- Sodyum Karbonat %7,5
 - 7,5 g Na_2CO_3 tartılarak 100 ml saf ile tamamlanmıştır

Çizelge 3.2'de toplam fenolik madde miktarı tespitinde kullanılan gallik asit standart eğrisi grafiği verilmiştir.

Çizelge 3.2 Gallik asit standart eğrisi (Karataş 2022).



3.6.8 Antioksidan Aktivite Analizi

Reçel örneklerinde DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) kullanılarak serbest radikal süpürme aktiviteleri belirlenmiştir (Brand Willams vd. 1995). DPPH radikali yoğun mor renkli stabil bir bileşiktir. Antioksidan aktiviteye sahip örnek ile reaksiyona sokularak indirgenmektedir. Reaksiyon sonucu mor renkte azalma gözlenip sarı renkte artış tespit edilmektedir (Öztürk 2015). Yapılan analiz sonucu elde edilen örnekler spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunarak absorbans değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak serbest radikal süpürge aktivitesi (% inhibisyon) değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Inhibasyon} = \left[\frac{K - \ddot{O}}{K} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

Ö: Antioksidan bulunan örneğin absorbansı

K: Antioksidan bulunmayan kontrol absorbansı

Analizde kullanılacak örnekler için %80'lik metanol çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerden 1 g tartılarak üzerlerine hazırlanan çözeltiden 10 ml eklenmiştir. Elde edilen çözeltiden 100 mikrolitre alınarak cam deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 3,9 ml seyreltilmiş DPPH çözeltisinden eklenmiştir. Elde edilen karışım 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Okuma öncesi örnekler üzerine 5 ml metanol ilave edilmiştir. Kontrol

örneği olarak 100 mikrolitre etanol, 3,9 ml seyreltilmiş DPPH’li çözelti kullanılmıştır. Metanol ile spektrofotometre sıfırlanmıştır. 517 nm dalga boyunda örnekler üzerinde okuma yapılmıştır.

Analizde kullanılacak olan çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

- DPPH:
 - DPPH hassas teraziyle 0,0394 g tartılarak 100 ml metanolde çözündürülerek hazırlanmıştır. Analiz süresince de çözelti gün ışığına maruz kalmayacak şekilde folyo ile sarılmıştır. DPPH 100 milimolarlık hazırlanarak stok çözelti olarak güneş görmeyen +4°C’de saklanmıştır. Resim 3.25’de hazırlanan stok DPPH görseli verilmiştir.



Resim 3.25 DPPH Çözeltisi.

- Seyreltilmiş DPPH:
 - Stok olarak hazırlanan DPPH çözeltisinden 10 ml alınarak üzerine 90 ml metanol eklenmiştir. DPPH 1:9 oranında seyreltilmiştir.

Örneğin hacmine göre elde edilen inhibisyon yüzdesi grafiğe aktarılmıştır. %50 inhibisyon için gerekli miktar tespit edilmiştir. Bu miktar IC₅₀ değeri olarak ifade edilmektedir. IC₅₀ ortamda bulunan DPPH radikallerinin %50’sinin inhibe etmek için

gereken miktarı vermektedir. IC50 değerinin düşük olması antioksidan aktivitesinin örnekte fazla olduğunu göstermektedir (Molyneux 2004, Öztürk 2015).

3.6.9 Kül Analizi

Reçel örnekleri 600°C'deki kül fırınına alınarak beyaz kül oluşturuncaya kadar yakılmıştır. Örnekler ara ara tartılarak sabit tartım değerlerine ulaşıldıktan sonra işlem sonlandırılmıştır. Krozeler tartılarak sonuçlar g/L cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 2010).

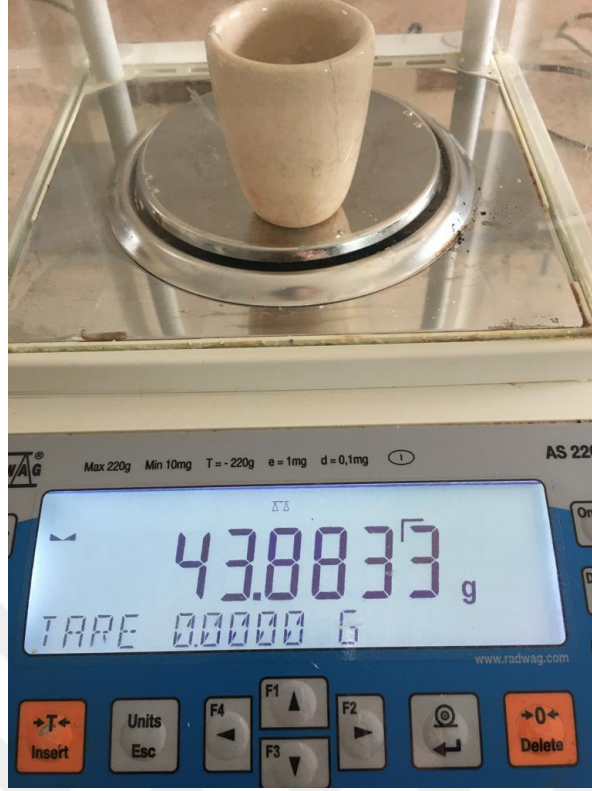
$$\% \text{ Toplam Kül} = [(dara+kül)-dara / (dara+örnek)-dara] \times 100$$

Dara: krozenin sabit tartıma geldikten sonraki ağırlığı

Kül: yakma işlemi ardından oluşan kül miktarı

Örnek: başta yakılan örnek miktarı

Kül krozeleri sabit tartıma gelmeleri için 400°C'lik kül fırınında 30 dk bekletilmiş ardından bir desikatörde 4 adet olacak şekilde desikatörlere alınmış ve oda sıcaklığına gelmeleri beklenmiştir. Oda sıcaklığına gelen krozeler hassas terazide tartılmış ve darası alınan krozelere 5 g reçel örneklerinden eklenerek numaralandırılmıştır. Resim 3.26'da darası alınan kül krozelerinin tartım düzeneğine ait görsel verilmiştir.



Resim 3.26 Darası alınan krozelerin tartımı.

Örnekler ilk olarak fazla sularının uçurulması için etüve alınmış ve burada 60°C’de 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda fazla suyu uçurulan örnekler 600°C’deki kül fırınına alınarak beyaz kül oluşturuncaya kadar yakılmıştır. Kül krozeleri 3 saatte bir tartılarak sabit tartıma gelip gelmedikleri kontrol edilmiştir. Kül analizi toplamda 24 saat sürmüştür. Resim 3.27’de kül analizinde kullanılan fırının iç düzeneğine ait görsele yer verilmiştir.



Resim 3.27 Kül fırınında yakılan reçel örnekleri.

Örnekler ara ara tartılarak sabit tartım değerlerine ulaşıldıktan sonra desikatörlere alınarak soğutulmuştur. Soğuyan krezeler tartılarak sonuçlar g/L cinsinden hesaplanmıştır. Resim3.28’de kül analizi sonrası örneklerin soğutulma aşamasına ait görsel verilmiştir.

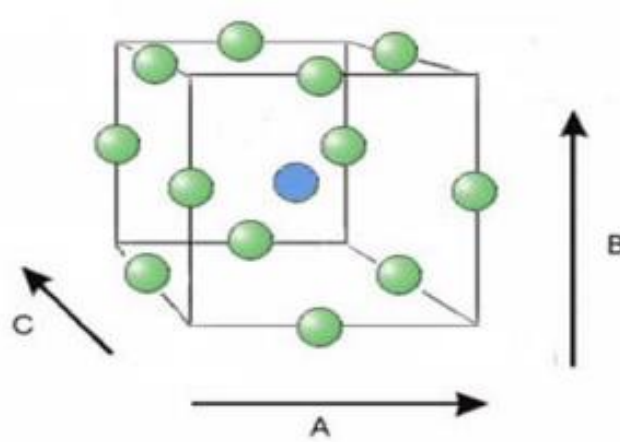


Resim 3.28 Yakma işlemi tamamlanmış örneklerin desikatörde soğutulma aşaması.

3.7 Box-Behnken tasarım yöntemi

Oluşturulmuş modellerin gelişimi ve optimum olarak deney faktörlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir tasarımdır. -1, 0 ve +1 olmak üzere üç seviyeden oluşmaktadır. Cevap yüzeyi, cevap sayısı ve faktörleri artırılabilen ikinci derece çok değişkenli bir polinom vermektedir. Elde edilen maksimum ve minimum değerlerin arasında cevap yüzeyleri sonuçlarını vermektedir (Khajeh, 2009, Tripathi vd. 2009).

Faktöriyel tasarımlarına ek olarak çalışma ortamının uç noktalarını bir araya getiren orta noktalar ve çalışma ortamının merkezinde yapılmış olan tekrarlı deneyler kullanılmaktadır. Box behnken faktöriyel tasarımı, i ve merkezi bileşik tasarımına ek bir yöntem olması ve daha az deney sayısı içermesi ile avantaj sağlamaktadır (Keyf 2019). Resim 3.29’da Box-Behnken tasarım yöntemine ait görsel verilmiştir.



Resim 3.29 Üç faktörlü Box-Behnken tasarımı (Keyf 2019)

Bu çalışmada Box-Behnken Tasarım yöntemi ile model eldesi için ikinci dereeden polinom (Quadratic) model olarak kullanılmıştır (Korkut 2011).

$$Y: \beta_0 + \beta_A A + \beta_B B + \beta_C C + \beta_{AB} AB + \beta_{AC} AC + \beta_{BC} BC + \beta_{AA} A^2 + \beta_{BB} B^2 + \beta_{CC} C^2 \quad (3.2)$$

Tasarımdaki deney sayısı (N), ve olmak üzere,

$$N = 2k(k - 1) + n_0 \quad (3.3)$$

n_0 : merkezde tekrarlanan deney sayısı

k : faktör sayısı

N : deney sayısı (Keyf 2019).

3.8 İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada analiz ve verilerin görselleştirilmesinde JMP PRO11 yazılımı kullanılmıştır. Fiziksel, fiziko-kimyasal ve kimyasal analizlerin sonuçları istatistiksel olarak tek yönlü ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. Analizler iki tekkerrürlü yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Farklı sonuçlar için $p < 0,05$ anlamlı değer olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Pektin Eldesi

Ultrason uygulamasıyla elde edilen pektinlerde 70A, 10 dakika ve pH 3 de 1,932 g pektin ile en verimli yöntem olarak tespit edildi. Ardından 30A, 10 dakika, pH 3'te 1,108 g pektin elde edildi. Üçüncü olarak en verimli yöntem 50 A, 10 dakika pH 2 ile 1,064 g pektin elde edildi. En çok verim alınan bu yöntemler arasından ilki seçilerek reçel yapımında kullanmak ve gerekli analizleri yapmak amacıyla pektin çıkartıldı. Çizelge 4.1 incelendiğinde ultrasonla pektin eldesinde yüksek ultrason değerleri uygulanmasının en önemli faktör olduğu tespit edildi. Yüksek ultrason değeri ve nispeten yüksek p derecelerinde pektin veriminin arttığı tespit edildi. Çizelge 4.1'de Ultrasonik Yöntemle Pektin Eldesi tablosunda elde edilen pektin miktarları verilmiştir.

Geleneksel sıcak asit yöntemiyle pektin eldesi için üç faktörlü (sıcaklık, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1,5-2-3; sıcaklık 75-85-95°C; süre 1-2-3 saat olarak belirlendi.

Sıcak asit yöntemiyle elde edilen pektinlerde 95°C, pH 2, 3 saat uygulama ile %38,92 veriminde pektin elde edildi. Ardından 95°C, pH 3, 2 saat uygulama ile %23,86 oranında verimle pektin elde edildi. Üçüncü olarak en verimli yöntem 95°C, pH 2, 1 saat uygulama ile %16,82 verimli pektin elde edildi. En çok verim alınan bu yöntemler arasından ilki seçilerek reçel yapımında kullanmak ve gerekli analizleri yapmak amacıyla pektin çıkartıldı. Çizelge 4.2 incelendiğinde sıcak asit yönteminde en etkili faktörün sıcaklık olduğu tespit edildi. Yüksek sıcaklık ve düşük pH ve uzun uygulama sürelerinin pektin eldesini artırdığı tespit edildi. Çizelge 4.2'de Geleneksel Sıcak Asit Yöntemiyle elde edilen pektin miktarları verilmiştir.

Ultrasonik yöntemle pektin eldesi için üç faktörlü (ultrason, pH, süre) deneme dizaynı uygulandı. Deneme dizaynında pH 1-2-3; ultrason değeri 30 A-50 A-70 A; süre 15-10-15 dakika olarak belirlendi. Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimine ait istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1 Ultrasonik yöntemle pektin eldesi

Ultrasonik Yöntemle Pektin Eldesi						
Ultrason Değeri	Süre (dakika)	pH	Kap Dara (g)	Örnek Miktarı (g)	Toplam Ağırlık (g)	% Verim
30 A	15	2	49,3758	0,0123	49,3881	0,492
70 A	5	2	51,5749	0,0231	51,5980	0,924
50 A	10	2	51,8971	0,0266	51,9237	1,064
50 A	10	2	47,9316	0,0190	47,9506	0,760
50 A	10	2	49,8000	0,0182	49,8182	0,728
70 A	10	3	49,3724	0,0483	49,4207	1,932
50 A	5	3	51,5956	0,0230	51,5726	0,920
30 A	10	3	51,9240	0,0277	51,8963	1,108
50 A	15	3	47,9584	0,0273	47,9311	1,092
50 A	15	1	17,2102	0,0159	17,2268	0,636
50 A	5	1	18,3779	0,0032	18,3811	0,128
70 A	10	1	17,4439	0,0232	17,4671	0,928
30 A	10	1	18,1238	0,0015	18,1253	0,06

Çizelge 4.2 Geleneksel sıcak asitle pektin eldesi

Geleneksel Sıcak Asitle Pektin Eldesi							
Sıcaklık	pH	Süre	Örnek Miktarı	Kap Dara	Son Tartım	Elde Edilen Pektin Miktarı	% Verim
95	2	3	2,5022	30,9573	31,9312	0,9739	38,92175
95	2	1	2,5015	32,4014	32,8223	0,4209	16,8259
85	2	2	2,5006	30,8863	31,2082	0,3219	12,87291
95	3	2	2,5002	31,2531	31,8378	0,5847	23,38613
85	3	1	2,5015	30,6023	30,7877	0,1854	7,411553
85	3	3	2,5003	30,8259	31,1737	0,3478	13,91033
75	2	3	2,5014	32,1792	32,4057	0,2265	9,054929
85	2	2	2,5012	31,0769	31,2310	0,1541	6,161043
75	2	1	2,5004	31,2447	31,3016	0,0569	2,275636
85	2	2	2,5003	31,4899	31,6226	0,1327	5,307363
75	1	2	2,5011	48,7456	48,7607	0,0151	0,603734
95	1	2	2,5022	49,8070	50,0825	0,2755	11,01031
85	2	3	2,5016	30,9482	31,3399	0,3917	15,65798
75	3	2	2,5016	53,1107	53,1134	0,0027	0,107931
85	2	2	2,5011	32,1709	32,2870	0,1161	4,641958
85	1	1	2,5031	49,9529	50,1476	0,1967	7,858256

Factor Coding: Actual

Verim (%)

Design Points:

● Above Surface

○ Below Surface

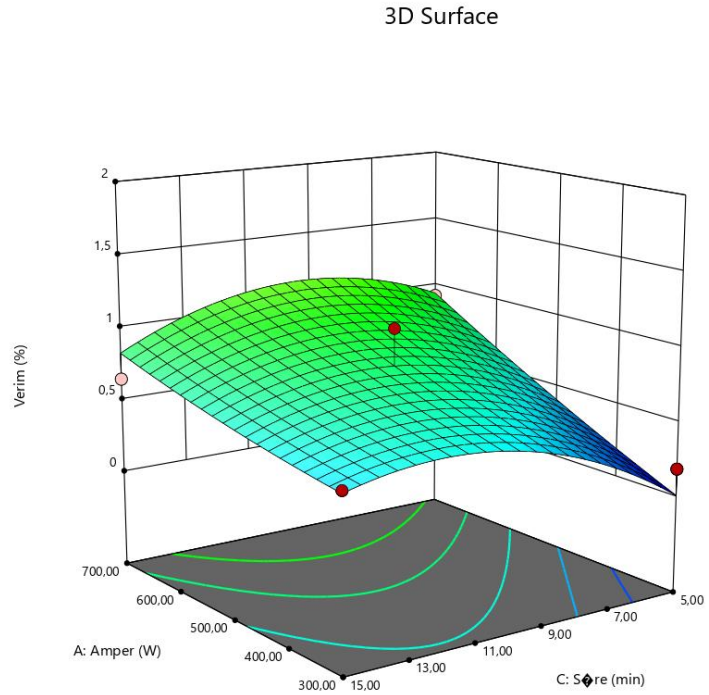
0,06 1,932

X1 = A

X2 = C

Actual Factor

B = 2,00



Şekil 4. 1 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.

Factor Coding: Actual

Verim (%)

Design Points:

● Above Surface

○ Below Surface

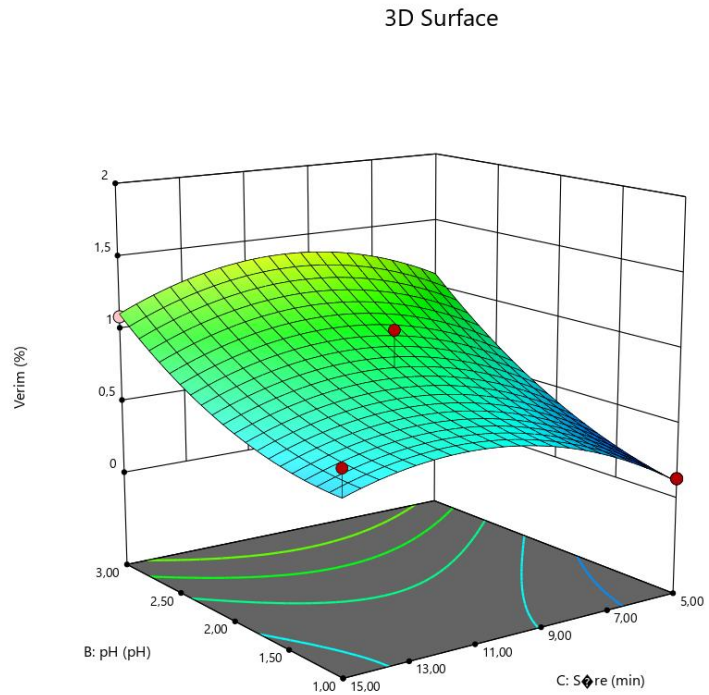
0,06 1,932

X1 = B

X2 = C

Actual Factor

A = 500,00



Şekil 4. 2 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.

Factor Coding: Actual

3D Surface

Verim (%)

Design Points:

● Above Surface

○ Below Surface

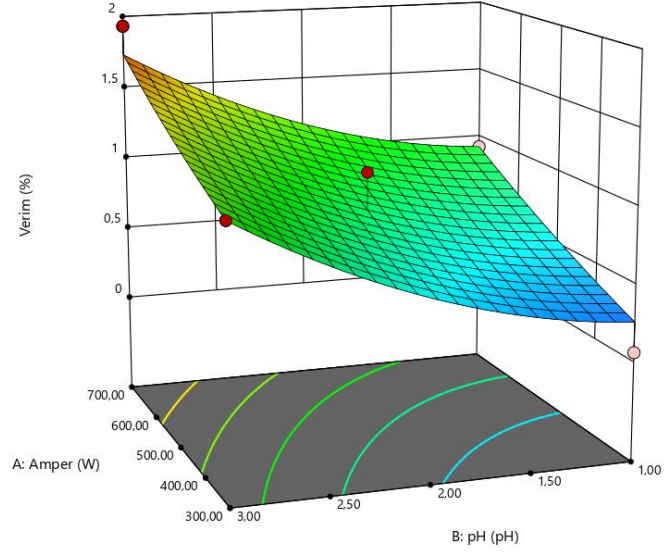
0,06 1,932

X1 = A

X2 = B

Actual Factor

C = 10,00



Şekil 4. 3 Ultrason destekli ekstraksiyonda pektin verimi grafikleri.

Karpuz kabuklarından pektin elde etmede kullanılan bir diğer yöntem ultrason yöntemidir. Bu yöntemde sıcaklık, süre ve dakikaya bağlı pektin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1’de de görüldüğü üzere ortamın pH düzeyi ve seçilen amper birimi ekstraksiyon üzerinde etkilidir. Buna karşın sürenin ultrason destekli ekstraksiyonda etkisiz olduğu tespit edilmiştir. Amper birimi ve pH ile doğru orantılı olan pektin verimi üzerinde ekstraksiyon süresinin etkili olmadığı tespit edilmiştir.

4.2 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Fiziksel Analizlere İlişkin Sonuçlar

Reçeller Üzerinde Yapılan Fiziksel ve Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Örnek	Renk			Vizkozite (cP)	pH
	L	a	b		
Pektinsiz Vişne	35,7325±1,1706 ^b	9,1375±0,6099 ^b	1,95000±0,2969 ^d	66±8,4853 ^d	3,2
Pektinli Vişne	36,4200±0,1851 ^b	10,0625±0,2939 ^a	3,7450±0,3575 ^c	152±10,6066 ^c	3,1
Pektinsiz Ayva	42,0200±0,8450 ^a	6,8500±0,3930 ^c	7,6200±1,0990 ^a	300±14,1421 ^b	3,5
Pektinli Ayva	40,8475±0,7071 ^a	4,4725±0,1910 ^d	5,64775±0,3419 ^b	815±21,2132 ^a	3,6

Çizelge 4.3 Reçeller üzerinde yapılan fiziksel ve fizikokimyasal analiz sonuçları

Sonuçlar “Ortalama±Standart hata” olarak verilmiştir (N=2). Farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen sütun değerleri birbirinden farklıdır (P< 0,05).

4.2.1 Renk Değeri Ölçüm Sonuçları

Pektinli ve pektinsiz olmak üzere üretilen vişne ile ayva reçellerinde yapılan renk ölçümü analizinde üç farklı bölgeden dört okuma yapıldı. Okuma sonuçları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Yapılan okumalara göre pektinsiz vişne reçelinde L değerleri; 37,38-35,66-34,67 ve 35,22 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 35,73 olarak hesaplandı. Pektinsiz vişne reçeli örneğinde a değerleri sırasıyla; 8,57-9,66-8,65 ve 9,67 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 9,13 olarak hesaplandı. Son olarak reçel örneklerine ait b değerleri sırasıyla; 1,81-2,16-1,60 ve 2,33 olarak tespit edildi. Elde edilen değerlerin ortalaması 1,95 olarak hesaplandı.

Pektinli vişne reçelinde L değerleri; 36,57-36,65-36,17 ve 36,39 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 36,44 olarak hesaplandı. Pektinli vişne reçeli örneğinde a değerleri sırasıyla; 9,96-9,92-9,87 ve 10,5 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 10,06 olarak hesaplandı. Son olarak reçel örneklerine ait b değerleri sırasıyla; 3,86-3,80-3,24 ve 4,08 olarak tespit edildi. Elde edilen değerlerin ortalaması 3,74 olarak hesaplandı. Renk değerleri ölçüm sonuçları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Renk analizi sonuçlarına göre pektinsiz ayva reçelinde L değerleri; 41,25-41,66-43,21 ve 41,96 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 42,02 olarak hesaplandı. Pektinsiz ayva reçeli a değerleri sırasıyla 6,51-6,52-+7,27 ve 7,1 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 6,85 olarak hesaplandı. Son olarak pektinsiz ayva reçellerinde b değerleri sırasıyla; 6,04-7,91-7,94 ve 8,59 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 7,62 olarak hesaplandı.

Pektinli ayva reçeli üzerinde gerçekleştirilen renk analizi sonuçlarına göre L değerleri sırasıyla; 40,62-40,45-41,9 ve 40,42 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 40,85 olarak hesaplandı. Pektinli ayva reçelleri a değerleri sırasıyla; 4,73-4,50-4,33 ve 4,36 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 4,47 olarak hesaplandı. Son olarak pektinli ayva reçellerine ait b değeri okumaları sırasıyla; 5,87-5,75-5,83 ve 5,14 olarak tespit edildi. Elde edilen verilerin ortalaması 5,65 olarak hesaplandı.

4.2.2 Vizkozite Analiz Sonuçları

Üretilen reçellerde Brookfield viscometer-DV II Pro cihazında viskozite değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Cihaz probu olarak 7 numaralı spindle kullanılarak 100 Rpm’de ölçüm gerçekleştirilmiştir. Pektinsiz vişnelerde yapılan paralel ölçümlerde vizkozite değerleri 60-72 rpm arasında değişirken pektin ilaveli vişnelerde 145-160 rpm arasında değerler gözlenmiştir. Yine pektinsiz ayva reçelinde 290-310 rpm vizkozite değerlerine sahipken pektinli ayva reçelinin 800-830 rpm değerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.3’da tespit edilen en küçük ve en büyük değerler aktarılmıştır.

4.3 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Fizikokimyasal Analizlere İlişkin Sonuçlar

4.3.1 pH Değeri Ölçüm Sonuçları

Reçel örneklerinden elde edilen pH değeri ölçüm sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Elde edilen değerlerin birbirlerine yakın oldukları tespit edilmiştir. Pektisiz vişne reçelinde tespit edilen pH derecesi 3.2 pektinli vişne reçelinin pH değeri 3.1 olarak tespit edilmiştir. Pektinsiz ayva reçelinin pH değeri 3.6 pektinli ayva reçelinin pH değeri 3.5 olarak tespit edilmiştir.

Cemeroğlu ve arkadaşları (2005), reçel ve benzeri ürünlerde jel oluşumunun kaliteli olması için pH derecesinin 2.8-3.2 değerleri arasında bulunması gerektiğinin üstünde durmuşlardır. Bahsi geçen bu pH derecesi ürünün kuru madde içeriğine bağlı değişmektedir.

4.4 Pektinli ve Pektinsiz olarak Üretilen Vişne ile Ayva Reçellerine Yapılan Kimyasal Analizlere İlişkin Sonuçlar

Reçeller Üzerinde Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları					
Örnek	Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx)	İndirgen Şeker (g/L)	Antioksidan Kapasitesi (%)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)	Kül Miktarı (g)
Pektinsiz Vişne	77,5	0,0192±0,0054 ^a	39,39	89,247±2,6501 ^b	0,0049±0,00084 ^b
Pektinli Vişne	Ölçülemedi	0,0201±0,0065 ^a	36,63	123,620±5,6255 ^a	0,0042±0,00007 ^b
Pektinsiz Ayva	79	0,0271±0,0078 ^a	31,95	73,080±2,7221 ^c	0,0071±0,0005 ^a
Pektinli Ayva	Ölçülemedi	0,0232±0,0044 ^a	40,77	88,847±7,5381 ^b	0,0074±0,0007 ^a

Sonuçlar “Ortalama±Standart hata” olarak verilmiştir (N=2). Farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen sütun değerleri birbirinden farklıdır (P< 0,05).

Çizelge 4.4 Reçeller üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları

4.4.1 Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Analizi Sonuçları

Vişne ve ayva reçellerinin suda çözünür kuru madde ölçümleri refraktometre ile yapıldı. Yapılan analizde 80 °Bx derecesine sahip refraktometre kullanıldı. Pektinsiz örneklerin briks dereceleri ölçülebilenken pektin ilaveli reçellerde ölçüm gerçekleştirilemedi. Bu durum refraktometre kuru madde ölçüm düzeyinin düşük olmasından kaynaklanmıştır. Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere pektinsiz vişne ve ayva reçellerinin briks dereceleri pektinsiz reçel örneklerinden daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

4.4.2 İndirgen Şeker Analizi

Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen reçeller üzerinde yapılan indirgen şeker tayini sonucu ortalama olarak g/L cinsinden pektinsiz vişne reçelinde 0,01937, pektinli vişne reçelinde 0,02018, pektinsiz ayva reçelinde 0,02714 ve son olarak pektinli ayva reçelinde 0,02322 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4’de indirgen şeker değerleri g/L değerinde gösterilmiştir.

4.4.3 Antioksidan Aktivitesi Analizi Sonuçları

Yapılan antioksidan tayininde pektin ilave edilen vişne reçel örneklerinde antioksidan aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Pektinsiz vişne reçelinde %39 düzeyinde iken pektinli örneklerde %36 civarında tespit edilmiştir. Buna karşın ayva reçellerinde pektinsiz örnekler %31 iken pektin ilaveli ayva reçellerinde antioksidan seviyesi %40 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4’de antioksidan analizi sonuçları gösterilmiştir.

Zor ve Şengül (2020) ayva reçellerinde ambalaj materyali (cam-plastik), muhafaza sıcaklığı (4-20°C) ve muhafaza süresi üzerindeki etkileşimi araştırmışlardır. Yapılan çalışmada antioksidan özelliklerin düşük sıcaklarda daha iyi korunduğu ve zamana bağlı azaldığı rapor edilmiştir. Plastik ambalaj materyallerinde antioksidan seviyesinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Reçellerin kristalize olmadığı tespit edilmiş ve cam ambalaj materyalinin yapılan analizlerin genelinde daha iyi sonuçlara sahip olduğu bildirilmiştir.

4.4.4 Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçları

Toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğerince belirlenmiştir. (mg gallik asit eşdeğeri (GAE) / g kuru ağırlık). Çizelge 4.12’de Toplam fenolik madde tayini sonuçları verilmiştir. Elde edilen reçel örneklerinde reçel bileşiminde bulunan pektinin toplam fenolik madde düzeyini artırdığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere ortalama olarak pektinsiz vişne reçeli fenolik madde miktarı 89 mg (GAE) / g, pektinli vişne reçeli örnekleri 123 mg (GAE) / g, pektinsiz ayva reçeli örnekleri 72 mg (GAE) / g ve pektinli ayva reçeli 88 mg (GAE) / g olarak tespit edilmiştir.

4.4.5 Kül Analizi Sonuçları

Yapılan kül tayini ardından elde edilen sonuçlar incelendiğinde ortalama olarak kül miktarları sırasıyla pektinli ayva, pektinsiz ayva, pektinsiz vişne ve pektinli vişne olarak belirlenmiştir. Kül miktarları ortalama olarak pektinsiz vişne reçelinde 0,0049 g, pektinli vişne reçelinde 0,042 g, pektinsiz ayva reçelinde 0,0071 g ve son olarak pektinli ayva reçelinde 0,0074 g olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4 ‘de yapılan kül tayininin sonuçları verilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Pektinli ve pektinsiz olmak üzere iki çeşitte üretilen vişne ve ayva reçellerinde beklenildiği şekilde pektin ilaveli örneklerin viskozite değerleri şahit numunelere (pektin ilave edilmeyen reçel örneklerine göre) göre artış göstermiştir. Renk analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ayva meyvesinin doğal olarak pektin içeriğinin yüksek olması pektin ilaveli vişne reçeline göre daha yüksek değerler elde edilmesine neden olmuştur. Pektin ilaveli vişne reçeli örnekleri pektin ilavesiz vişne reçeli örneklerinin iki katından daha yüksek viskozite değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Ayva reçellerindeki durumda vişne reçellerindeki orana benzemekte olup pektinli ayva reçelleri pektinsiz ayva reçellerine göre iki kat daha fazla viskozite değerine sahiptir. Viskozite analizi sonucu elde edilen pektinin reçel üretiminde kıvam verici madde olarak başarıyla kullanılabileceğini gözler önüne sermiştir. Elde edilen pektin kalitesinin yüksek olduğu ve vişne ile ayva reçellerinde kıvam bakımından tercih edilebileceği tespit edilmiştir.

Renk analizine göre elde edilen pektinli vişne reçelinin pektinsiz vişne reçeline göre L değerleri daha yüksektir. L değeri yükseldikçe renk açılmaktadır. Pektinli vişne reçellerinin sahip oldukları a değeri daha yüksektir. Renk analizindeki a değeri kırmızı yeşil renk oranını belirtmektedir ve a değerindeki yükselme ürünündeki kırmızı rengin daha baskın olduğu belirtmektedir. Son olarak pektinli vişne reçellerinin b değerleri pektinsiz vişne reçellerine göre daha yüksektir. Renk analizinde b değeri sarı mavi renk oranını belirtmektedir ve b değerindeki yükselme ürünündeki mavi rengin daha baskın olduğunu göstermektedir. Renk değerlerine bakılarak elde edilen pektinin vişne reçellerindeki renk kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğunu gözler önüne sermiştir.

Renk analizine göre elde edilen pektinli ayva reçellerinin pektinsiz ayva reçelleri arasında L değerleri bakımından çok az farkla pektinli ayvalar düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir. L değeri yükseldikçe renk açılmaktadır. Pektinli ayva reçellerinin sahip oldukları a değerleri daha düşüktür. Renk analizinde a değeri kırmızı yeşil renk oranını belirtmektedir. Son olarak pektinli ayva reçellerindeki b değerleri pektinsiz ayva reçellerindeki b değerlerine göre daha düşüktür. Renk analizinde b değeri sarı mavi renk oranını belirtmektedir ve b değerindeki düşüş mavi rengin

baskınlığı göstermektedir. Ayva reçeli bileşimine pektin eklenmesiyle renk değerlerinde düşüş tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3'e göre pektinsiz vişne reçeline ait L değeri ortalama olarak 35,73, a değeri 9,13, b değeri 1,95 olarak bulunmuştur. Pektinli vişne reçeline ait L değeri ortalama olarak 36,42, a değeri 10,06, b değeri 3,75 olarak tespit edilmiştir. Pektinsiz ayva reçeline ait L değeri ortalama olarak 42,02, a değeri 6,85, b değeri 7,62 olarak tespit edilmiştir. Pektinli ayva reçeline ait L değeri ortalama olarak 40,85, a değeri 4,47, b değeri 5,65 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3'de L değeri Lightness değerine karşılık gelmektedir. Pektinli ve pektinsiz ayva reçellerinin parlaklık değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı değildir. Yine pektinli-pektinsiz vişne reçelleri ve pektinli-pektinsiz ayva reçellerine ait lightness değerlerinde de istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir. Ama pektinli-pektinsiz ayva reçeli ve pektinli-pektinsiz vişne reçelleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). L değeri en yüksek olan reçel sırasıyla pektinsiz ayva, pektinli ayva, pektinli vişne ve pektinsiz vişne reçeli şeklindedir. Pektinli ve pektinsiz ayva reçellerinin L değerleri ortalaması 1,1725 olarak tespit edilmiştir. Pektinli ve pektinsiz vişne reçellerinin L değerleri ortalaması 0,6875 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere ayva ve vişne reçellerinin parlaklık dereceleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur. Bu durumun sebebi vişnenin yapısı gereği ışığı daha çok kırmasına dayanabilmektedir. Bunun yanında reçel örneklerinde kullanılan pektininin ürünün L değerlerini arttırdığı da yapılan analizler sonucu tespit edilmiştir.

Renk değerlerinden a değeri artıkça kırmızı renge yaklaşıldığı değer düştükçe yeşil renge yaklaşıldığı bilinmektedir. İstatistiksel olarak tüm örneklerin a değeri birbirlerinden farklı olarak tespit edilmiştir. En yüksek a değeri sırasıyla pektinli vişne, pektinsiz vişne, pektinli ayva ve pektinsiz ayva şeklinde tespit edilmiştir. Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen vişne reçellerinin kırmızılık değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Pektinli ve pektinsiz ayva reçeline ait örneklerin kırmızılık değerleri daha düşük bulunmuştur. Pektinli ve pektinsiz vişne reçellerinin ortalama a değeri istatistiksel olarak 0,9250 olarak tespit edilirken, pektinli ve

pektinsiz olarak üretilen ayva reçelinde ortalama a değeri 2,3775 olarak tespit edilmiştir.

Renk değerlerinden b değeri artıkça sarı renge yaklaşıırken değer düştükçe mavi renge yaklaşıldığı bilinmektedir. İstatistiksel olarak tüm örneklerin b değerleri birbirlerinden farklı olarak tespit edilmiştir. En yüksek b değerleri sırasıyla pektinsiz ayva, pektinli ayva, pektinli vişne ve pektinsiz vişne şeklindedir. Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen ayva reçellerinde b değeri pektinli ve pektinsiz olarak üretilen vişne reçellerine göre daha yüksek tespit edilmiştir. İstatistiksel analiz verilerine göre ayva ve vişne reçelleri istatistiksel olarak birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. Pektinli ve pektinsiz ayva b değeri ortalaması 1,9725 olarak tespit edilirken pektinli ve pektinsiz vişne reçellerinin b değeri ortalaması 1,7950 olarak tespit edilmiştir. Üretilen pektinin vişnedeki doğal olarak bulunan antosiyanin yapısını bozmayıp reaksiyona sebep olmamasıyla vişne reçelindeki renk değerlerinin korunduğu gözlemlenmiştir. Ayva reçelindeki renk değerlerinin pektin ilavesiz örneklerle oranla daha düşük çıkması renk maddeleriyle bileşime eklenen pektinin reaksiyona girip ürünlerdeki renk değerlerini düşürmesi sonucu meydana gelmiştir.

Zor ve Şengül (2020) ayva reçelinin L, a, b değerlerinin sırasıyla 35,91-8,20 ve 12,35 olarak raporlamışlardır. Renk değerleri hammaddenin yani ayvanın yetiştirme koşulları ve cinsine göre değişiklik gösterebildiği tespit edildi. Reçellere pektin ilavesinin vişne reçelinde kırmızılık ve parlaklık değerlerini, ayva reçelinde ise sarılık ve parlaklık değerlerinin artırarak istenilen renk düzeylerini sağlamaya yardımcı olduğu yapılan analizlerle tespit edildi.

Koca ve Üstün (2009) vişne reçellerinin depolama sonucu renk değerlerindeki değişimi incelemiştir. Reçel üretimi sonrası 0. Günde renk değerleri; L değeri 15,08, a değeri 3,80 ve b değeri 1,97 olarak tespit edildi.

Pektinli ve pektinsiz olarak üretilen vişne ile ayva reçel örneklerinde yapılan kuru madde tayinine ait analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Pektinli reçel örneklerinde pektinsiz örneklerle yakın suda çözünür kuru madde yani °Bx değerlerine

sahip oldukları tespit edilmiştir. Pektinli örneklerinin briks derecesinin 80'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Refraktometre ölçüm derecesinin yeterli olmaması nedeniyle tam ölçüm sonucu belirlenememiştir. Briks ölçüm derecelerine göre pektinli ilaveli reçel örneklerinin daha yüksek suda çözünür kuru madde miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel firma reçetelerine göre yapılan reçel örnekleri tebliğde belirtilen °Bx değerlerinin üzerindedir.

Kaya ve arkadaşları (2012) vişne reçellerinde suda çözünür kuru madde miktarını %73,92-79,41 olarak raporlamışlardır.

Reçeller üzerinde yapılan pH analizi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sonuçların birbirlerine yakın oldukları tespit edilmiştir. Pektinsiz vişne reçelinde tespit edilen pH derecesi 3,2 olarak pektinli vişne reçelinin pH değeri 3,1 olarak tespit edilmiştir. Pektinsiz ayva reçelinin pH değeri 3,6 olarak pektinli ayva reçelinin pH değeri 3,5 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen pektinin reçel pH değerlerine yani dolayısıyla tat ve asiditeyi etkilemediği tespit edilmiştir.

Kaya ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada ticari olarak pazarlanan vişne reçellerinin pH derecesi 3,11-3,35 arasında değiştiği raporlanmıştır. Zor ve Şengül (2020) ayva reçelinin pH değerini 3,13 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.3'de pektinsiz vişne reçelinin vizkozite değeri 66, pektinli vişne reçelinin değeri 152, pektinsiz ayva reçeli 300, pektinli ayva reçeli 815 cP olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.3'de viskozite değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde tüm örneklerin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Ayva ve vişne reçelleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.0,05$). Vizkozite değerleri sırasıyla pektinli ayva, pektinsiz ayva, pektinli vişne ve pektinsiz vişne reçeli şeklindedir. Pektinsiz reçel örnekleri birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlıdır. Pektinli ve pektinsiz vişne reçellerinin ortalama vizkozite değerinin 86,50 olduğu tespit edilmiştir. Ortama ilave edilen pektinin kıvam üzerinde etkili olduğu sonuçlar üzerinden anlaşılmaktadır. Elde edilen pektinin vişne ve ayva reçellerinde vizkozite artışını sağladığı ve kıvamlı yoğun bir ürün eldesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4'e göre reçellerin antioksidan içeriğine pektin bileşiğinin etkisi olmamaktadır. Buna karşın pektinli ve pektinsiz ayva reçellerinde pektinli örneğin antioksidan içeriğini artırdığı tespit edilmiştir. Vişne reçellerinde pektinsiz vişne reçeli pektinli örneğe göre çok az bir farkla yüksek antioksidan seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4'e göre ortalama indirgen şeker içeriği pektinli ayva için 0,0232, pektinsiz ayva için 0,0271, pektinli vişne 0,0201 ve pektinsiz vişne için 0,0192 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4'de indirgen şeker oranları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İndirgen şeker analizi sonuçları pektinli ve pektinsiz ayva ile vişne reçellerinde istatistiksel olarak bir fark yaratmamıştır. İndirgen şeker oranı sırasıyla pektinsiz ayva, pektinli ayva, pektinli vişne ve pektinsiz vişne şeklindedir. Pektinli ve pektinsiz ayva reçellerinde indirgen şeker miktarı ortalama olarak 0,0039, pektinli ve pektinsiz vişne reçelinde ortalama 0,0009 olarak tespit edilmiştir. Üretilen vişne ve ayva reçellerinin istatistiksel olarak şeker içeriği birbirlerine benzer tespit edilmiştir ($p>0,05$). Reçel üretiminde kullanılan pektinin elde edilen reçelin içerdiği indirgen şeker miktarına herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4'de fenolik madde değerleri ortalama olarak; pektinsiz vişne reçelinde 89,24, pektinli vişne reçelinde 123,62, pektinsiz ayva reçelinde 73,08 ve pektinli ayva reçelinde 88,84 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4'de fenolik madde miktarları istatistiksel olarak gösterilmiştir. Üretilen reçellere ait fenolik madde miktarları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Fenolik madde miktarları sırasıyla pektinli vişne, pektinsiz vişne, pektinli ayva ve pektinsiz ayva şeklindedir. Pektinsiz ayva ile vişne reçeli istatistiksel olarak benzer sonuçlara sahiptir. Vişne meyvesi doğal yapısı gereğince yüksek fenolik madde içeriğine sahiptir. Elde edilen reçel örneklerinde de vişne reçelleri yüksek fenolik madde içermektedir. Ayva meyvesi doğası gereği düşük fenolik madde miktarına sahiptir. Pektin ilavesinin ürünün fenolik madde düzeyinde artışa neden olduğu yapılan analizlerle tespit edilmiştir.

Kaya ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmadan vişne reçelinde toplam fenolik madde miktarını 1176,3-2100,5 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Reçel örneklerine ait kül analizi sonuçları Çizelge 4.4'de istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kül içerikleri sırasıyla pektinli ayva, pektinsiz ayva, pektinsiz vişne ve pektinli vişne şeklindedir. Ayva ve vişne reçelleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.0,05$). Pektinli ve pektinsiz ayva reçeli ile pektinli ve pektinsiz vişne reçellerinin birbirlerine benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Pektinli ve pektinsiz vişne ile ayva reçellerinin kül miktarları ortalama olarak 0,0006 olarak bulunmuştur. Pektin ilavesinin kül miktarı üzerine etkisinin olmadığı yorumu yapılabilmektedir. Meyve yapısında bulunan su içeriği gereği ayva reçellerinin kül miktarı vişnelere göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Kaya ve arkadaşları (2012) ticari çilek reçelleri üzerinde birtakım analizler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan kül analizinde vişne reçellerinde %0,20-0,36 oranında kül içeriği tespit edilmiştir. Kül içeriğinin meyve oranı ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan analiz sonuçlarına bakılarak vişne ve ayva reçeli üretiminde karpuz kabuğundan elde edilen pektinin kullanımının; reçelin fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abid M, Cheikhrouhou S, Renard C M G C, Bureau S, Cuvelier G, Attia H, Ayadi MA, 2017, Characterization of Pectins Extracted from Pomegranate Peel and Their Gelling Properties, Food Chemistry, 215, 318-325.
- Açıkgöz Ç, Poyraz Z, 2006, Extraction and Characterization of Pectin Obtained from Quince (*Cydonia vulgaris Pers.*), Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12, 27-34.
- Anonymus, 1970, Official Methods of Analysis, 11th edition, AOAC, Arlington, VA.
- Anonim, 1987, TS 3958, Vişne Reçeli Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1990, Karpuz Yetiştiriciliği, T.K.Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 1995, Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt II, T.K.Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2010, Gıdalarda Gravimetrik Analizler 2, Gıda Teknolojisi, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 47, Ankara.
- Anonim, 2011, Reçel Üretimi, Gıda Teknolojisi, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 61, Ankara.
- Anonim, 2011b, Gıdalarda Şeker Tayini, Gıda Teknolojisi, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 45, Ankara.
- Arslan N, 1994, Pektinin Fizikokimyasal Özellikleri, Üretimi ve Gıdalarda Kullanımı, GIDA, 19,187-192.
- Aslanova D, 2005, Reçel üretimi ve Depolanması Sürecinde HMF Oluşum Kinetiği, Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 51, Ankara.
- Atalay D, Türken T, Erge H S, 2018, Pektin; Kaynakları ve Ekstraksiyon Yöntemleri, Gıda, 43, 1002-1018, doi: 10.15237/gida.GD18089.
- Başkaya Sezer D, 2023, Konvansiyonel ve Mikrodalga ile Kurutulmuş Vişne Posası Yağının Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özelliklerinin Karşılaştırılması, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26, 442-450.

- Batu A, Aydoğmuş R E, Batu H S, 2014, Gıdalarda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9, 40-55.
- Bilişli A, 1998, Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi, Tav Yayınları, Yalova.
- Brand Williams W, Cuvelier M E, Berset C, 1995, Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. LWT-Food Science and Technology, 28, 25–30.
- Cemeroğlu B, 1992, Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz metodları. Biltav Yayınları, 381, Ankara.
- Cemeroğlu, B, 2004. Meyve ve Sebze işleme Teknolojisi, Ankara.
- Cemeroğlu B, Karadeniz F ve Özkan M, 2003, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:28, 690, Ankara.
- Cemeroğlu B, Karadeniz, F ve Özkan M, 2005, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 3, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 28, 690, Ankara.
- Chaharbaghi E, Khodaiyan F, Hosseini S S, 2017, Optimization of Pectin Extraction from Pistachio Green Hull as a New Source, Carbohydrate Polymers, 173, 107-113.
- Chan S Y, Choo W S, Young D J, Loh X J, 2017, Pectin as a Rheology Modifier: Origin, Structure, Commercial Production and Rheology, Carbohydrate Polymers, 161, 118-139.
- Çabas B M, İçier F, 2021, Düşük Frekansta Elektriksel İşlem Destekli Ekstraksiyon Yöntemleri ile Gıdalardan Değerli Bileşen Eldesi, Akademik Gıda, 19, 185-197.
- Damar İ, 2010, Vişne suyunun Antosiyanin Profili ve Antioksidan Kapasitesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72, Ankara.
- Demirel H, 2017, Farklı Turuncgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanım İmkanları, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 63, Konya.
- Demirdöven A, Tokatlı K, Korkmaz Y, 2021, Geleneksel ve Ultrasonik Yöntemlerle Vişne Posası Antosiyaninlerinin Ekstraksiyonu, GIDA, 46, 168-179.
- Dickinson E, 2003, Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, Food hydrocolloid, 17, 25-39.

- Dominiak M, Søndergaard K, Wichmann J, Vidal-Melgosa S, Willats W, Meyer A, Mikkelsen J, 2014, Application of Enzymes for Efficient Extraction, Modification, and Development of Functional Properties of Lime Peçtin, Food Hydrocolloids, 40, 273-282.
- Eren Y, 2011, Farklı Yöntemlerle Farklı Zamanlarda Karpuz Pekmezi Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 66.
- Erukainure O L, Oke O V, Daramola A O, Adenekan S O, Umanhonlen E E, 2010. Improvement of The Biochemical Properties of Watermelon Rinds Subjected to Saccharomyces Cerevisiae Solid Media Fermentation. Pakistan Journal of Nutrition, 9, 806-809.
- Faravash R S ve Ashtiani F Z, 2008, The İnfluence of Acid Volume, Ethanol-to Extract Ratio and Acid-Washing Time on The Yield of Pectic Substances Extraction From Peach Pomace, Food Hydrocolloids, 22, 196-202.
- Feizy J, Jahani M, Ahmadi S, 2020, Antioxidant Activity and Mineral Content of Watermelon Peel, Journal of Food and Bioprocess Engineering, 3, 35-40.
- Forouchi E, D J Gunn, 1983, Some Effects Of Metal İons On The Estimation of Reducing Sugars İn Biological Media, Biotechnol, Bioeng, 25, 1905–1911.
- Freitas C M P, Sousa R C S, Dias M M S, Coimbra J S R, 2020, Extraction of Pectin From Passion Fruit Peel”. Food Engineering Reviews, 12, 460-472.
- Güllü M, Karagöz Ş, 2017, Türk Kültüründe Kış Hazırlıkları: Reçel Türlerinin ve Üretim Metotlarının Değerlendirilmesi, Al-Farabi, 2, 156-167.
- Güzel Y M, Mercan T, 2004, Farklı Reçeteler Kullanılarak Üretilen Çilek Reçellerinde Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve Depolama Süresindeki Değişimi, Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi, 6, 1-7.
- Işık M, 2019, Karpuzun (Citrullus Lanatus) Dış ve İç Kabuğundaki Antioksidanların Koruyucu Etkisi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9, 1460-1466.

- Jafari F, Khodaiyan F, Kiani H, Hosseini S S, 2017, Pectin from Carrot Pomace: Optimization of Extraction and Physicochemical Properties, Carbohydrate Polymers, 157, 1315-1322.
- Kaplan B, 2006, Çukurova Bölgesinde Satışa Sunulan Bazı Reçellerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Türk Gıda Kodeksine Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, 72, Adana.
- Kaplan B, 2019, Hünnap P (*Zizyphus jujuba* Mill.) Meyvesinden Üretilen Reçel ve Marmelatların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, 79, Gümüşhane.
- Karaağaç O, Balkaya A, Kafkas N E, 2018, Karpuzda (*Citrullus Lanatus*) Meyve Kalitesi ve Aroma Özellikleri Üzerine Anaçların Etkisi, Anadolu Tarım Bilim Dergisi, 33, 1308-8769.
- Karakaplan M, 2019, Nar, Ayva ve Elma Sularında Fenolik Bileşiklerin HPLC ve LC-MS/MS ile İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 102, İstanbul.
- Karakaya O, Balta M F, 2021, ‘Eşme’ Ayva Çeşidinin Farklı Meyve Kısımlarının Biyoaktif İçerikleri, Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 7(3): 344 – 352.
- Karataş D, 2022, Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* L.) ‘Dan Sirke Üretimi ve Kırmızı Pancar Sirkelerinin Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri, Afyonkocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 72, Afyonkarahisar.
- Kaya C, Kıvrak A, Esin Y, 2012, Ticari Çilek, Kayısı ve Vişne Reçellerinin Özellikleri, Akademik Gıda, 10,31-36.
- Keyf S, 2019, Hidrofobik Bakır Stearat Sentezinin Box-Behnken Tasarımıyla Modellenmesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 834-840.
- Khajeh M, 2009, Application of Box–Behnken Design in the Optimization of a Magnetic Nanoparticle Procedure for Zinc Determination in Analytical Samples by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, Journal of Hazardous Materials, 172, 385-389.

- Kılıçer M C, 2011, Geleneksel Yollarla Üretilen Reçel Örneklerindeki Hidroksimetilfurfural'ın Miktar Tayini, Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, 62, Kayseri.
- Kıvrak A, 2010, Ticari Olarak Üretilen Bazı Reçellerin Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 97, Tokat.
- Korkut A, Bolat E, 2011, Siirt Fıstığı Kabuklarının Piroliz Ürün Verimlerinin Çeşitli Deneysel Tasarım Yöntemleri ile Modellenmesi, Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 29, 52-64.
- Kris-Etherton P, Hecker K D, Bonanome A, Coval S M, Binkoski A E, Hilpert K F, Griel A E, Etherton T D, 2002, Bioactive Compounds in Foods: Their Role in The Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. The American Journal of Medicine, 9B 113,71-88.
- Kuzucu C F, Sakaldaş M, 2008, The Effect of Different Harvest Times and Packaging Types on Fruit Quality of Cydonia Oblongo cv. 'EŞME', J.Agric, Fac.HR.U, 12, 33-39.
- Koca İ, Üstün N S, 2009, Colour Stability in Sour Cherry Jam During Storage, Asian Journal of Chemistry, Vol. 21, 1011-1016.
- Lee F A, 1938, Basic Food Chemistry 2th Edition, New York, The Avi Publishing Company.
- Liew S Q, Teoh W H, Tan C K, Yusoff R, Ngoh G C, 2018, Subcritical Water Extraction of Low Methoxyl Pectin from Pomelo (Citrus grandis (L.) Osbeck) peels, International Journal of Biological Macromolecules, 116, 128-135.
- Molyneux P, 2004, The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity, Sonklanakaran Journal Of Science And Technology, 26, 211-219.
- Morales-Contreras B E, Contreras-Esquivel J C, Wicker L, Ochoa-Martínez L A, Morales-Castro J, 2017, Husk tomato (Physalis ixocarpa Brot.) waste as a promising source of pectin: Extraction and physicochemical characterization, Journal of Food Science, 82, 1594-1601.

- Moreira R, Chenlo F, Torres M.D Vallejo N, 2008, Thermodynamic analysis of Experimental Sorption Isotherms of Loquat and Quince Fruit, J. of Food Eng, 88, 514-521.
- Muñoz-Almagro N, Valadez-Carmona L, Mendiola J A, Ibáñez E, Villamiel M, 2019, Structural Characterisation of Pectin Obtained from Cacao Pod Husk. Comparison of Conventional and Subcritical Water Extraction, Carbohydrate Polymers, 217, 69-78.
- Muslu A, 2016, Gıda Artıklarından Elde Edilen Pektinin Modifiye Edilmesi, Moleküler ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70, İstanbul.
- Oğraşıcı E, 2019, Ayva Nektarında Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 68, Ankara.
- Özdoğan F, 2006, Domates Reçel Ürünlerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104, Çanakkale.
- Özdoğan N, 2021, Çeşitli Reçel Örneklerinde Dikarbonil Bileşiklerinin Biyoerişilebilir Miktarlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 92, İstanbul.
- Öztürk S, 2015, Kara Havuçtan Sirke Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70, Ankara.
- Pereira P H F, Oliveira T Í S, Rosa M F, Cavalcante F L, Moates G K, Wellner N, Waldron K W, Azeredo K M C, 2016, Pectin Extraction from Pomegranate Peels With Citric Acid, International Journal of Biological Macromolecules, 88, 373-379.
- Robards K, Prenzler P D, Tucker G, Swatsitang P, Glover W, 1999, Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits, Food Chem, 66, 401- 436.
- Ridley B L, O'Neil M A, Mohnen D, 2001, Pectins: Structure, Biosynthesis, and Oligogalacturonide-related Signalling Phytochemistry, 57, 929–967.

- Sabater C, Corzo N, Olano A, Montilla A, 2018, Enzymatic Extraction of Pectin from Artichoke (*Cynara scolymus* L.) By-Products Using Celluclast®1.5L, Carbohydrate Polymers, 190, 43-49.
- Saberian H, Hamidi-Esfahani Z, Ahmadi Gavlighi H, Barzegar M., 2017, Optimization of Pectin Extraction from Orange Juice Waste Assisted by Ohmic Heating. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 117, 154–161.
- Sağlam S, 2007, Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Singleton V L, Rossi, J A, 1965, Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent, American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144–158.
- Şen E, Özdemir S, Uğuzdoğan E, 2021, Meyve Kabuğu Atıklarından Pektin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 27, 863-872.
- Şengül M, Topdaş E F, 2019, Katı-Sıvı Ekstraksiyonunda Kullanılan Modern Teknikler ve Bu Teknikler Arasında Ultrason Yardımlı Ekstraksiyonun Yeri, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 50, 201-216.
- Taşova M, Güzel M, 2017, İstanbul Çeşidi Vişnenin (*Prunus cerasus* L.) Fiziko-Mekanik Özellikleri ile Renk Değerlerinin Belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6, 73-80.
- Tektaş Taşan N, 2018, Greyfurt Kabuğundan Mikrodalga Destekli Pektin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 80, Tokat.
- Terlemez F, Çerçi İ H, 2019, Pazarlama Dışı Olan Karpuzlardan (*Citrullus lanatus*) Hayvan Beslemede Kullanılabilecek Yan Ürünlerin Elde Edilmesi, Depolanması, Bazı Besin Madde ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6, 835–844.
- TGK, 2006, Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği, Resmî Gazete: 26392.

- Tokbaş H, 2009, Karadut Meyvesinin (*Morus nigra* L.) Reçel ile Marmelata İşlenmesi ve Ürünlerin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 127, Tokat.
- Tomruk D, 2015, Vakum Pişirme Fonksiyonuna Sahip Ev Tipi Cihaz Geliştirilmesi, Geliştirilen Cihazın Performansının Reçel Üretiminde Test Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 119, İzmir.
- Tosun İ, 1991, Standardı Olan Bazı Reçel Çeşitlerinin Bileşimi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 75, Samsun.
- Tripathi P, Srivastava V C, Kumari A, 2009, Optimization of an Azo Dye Batch Adsorption Parameters Using Box–Behnken Design, *Desalination*, 249, 1273-1279.
- Uguzdoğan E, Kamberlioğlu N, Ölçeşer C B, Düzyol F, Cücen Z, Hajivev V, 2023, Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Meyvesi ve Atıklarından Pektin Ekstraksiyonu, *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg.*, doi: 10.5505/pajes.2023.03271.
- Yaman K, 2012, Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakóltesi Dergisi*, 12, 339-348.
- Yapo B M, Robert C I, Etienne B, Wathelet M P, 2007, Effect of Extraction Conditions on The Yield, Purity and Surface Properties of Sugar Beet Pulp Pectin Extracts, *Food Chemistry*, 100, 1356-1364.
- Yılmaz M, 2007, Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 41, Adana.
- Yılmaz M, Fenercioğlu H, 2008, Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Yılmaz M, Muslu A, Dertli E, Toker Ö, 2016, şeker Pancarı Kúspesinden Elde Edilen Pektinin Modifiye Edilerek Karakterize Edilmesi, Moleküler ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 13, 10-20.
- Yılmaz M, Muslu A, Karasu S, Dertli E, 2017, Portakal Posasından Modifiye Pektin Eldesi ve Optimizasyonu, Kompozisyonel ve Yatışkan Faz Özelliklerinin Karakterizasyonu, *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 14, 71 – 80.

- Zor M, 2008, Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63, Ankara,
- Zor M, Şengül M, 2020, Ayva (*Cydonia oblonga* Miller) Meyvesi ile Farklı Ambalaj ve Sıcaklıklarda Depolanan Ayva Reçelinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi, 51, 97-108.
- Qiu L, Zhao G, Wu H, Jiang L, Li X, Liu J, 2010, Investigation of combined effects of independent variables on extraction of pectin from banana peel using response surface methodology, Carbohydrate Polymers, 80, 326-331.



İnternet Kaynakları

- 1-<https://www.sekercity.com/UserFiles/Fotograflar/3578-877buyuk1jpg-877buyuk1.jpg>
(12.12.2021)
- 2-<https://www.bigtem.com/tr-tr/catalogue/diger-makineler/acik-pisirme-kazani/100/10624> (03.03.2022)
- 3-<https://www.kinemak.com.tr/urunlerimiz/sut-tozu-pas-ve-gida-end%C3%BCstrisi-makinalari/vakum-kazanlari.html> (28.04.2023)
- 4-<https://okimya.com.tr/wp-content/uploads/2020/04/PEKT%C4%B0N-MOLEK%C3%9CL-YAPISI.jpg> (28.04.2023)
- 5-<https://turkomp.gov.tr/main> (12.05.2023)
- 6-<https://www.tuik.gov.tr/> (13.06.2023)