



**MEYVE VE SEBZE ATIKLARINDAN
POLİSAKKARİT VE FİTOKİMYASAL
MADDELERİN ÜRETİMİ**

**MELİH GÜZEL
DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Prof. Dr. Özlem AKPINAR
2017
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**MEYVE VE SEBZE ATIKLARINDAN
POLİSAKKARİT VE FİTOKİMYASAL
MADDELERİN ÜRETİMİ**

MELİH GÜZEL

TOKAT
Ekim - 2017

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2015/128 nolu proje ile desteklenmiştir.

Melih GÜZEL tarafından hazırlanan “Meyve ve Sebze Atıklarından Polisakkarit ve Fitokimyasal Maddelerin Üretimi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 6 EKİM 2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI 'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. Özlem AKPINAR
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye

Prof. Dr. Bilge Hilal ÇADIRCI
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye

Yrd. Doç. Dr. Mehmet TOKATLI
Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye

Yrd. Doç. Dr. Nene Meltem KEKLİK
Cumhuriyet Üniversitesi



Üye

Yrd. Doç. Dr. Bayram ÜRKEK
Gümüşhane Üniversitesi



Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

17/10/2017

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MELİH GÜZEL

6 Ekim 2017

ÖZET

DOKTORA TEZİ

MEYVE VE SEBZE ATIKLARINDAN POLİSAKKARİT VE FİTOKİMYASAL MADDELERİN ÜRETİMİ

MELİH GÜZEL

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖZLEM AKPINAR)

Atık, gıda sektörünün önemli konularından birisi olup, atıkların gıda ve diğer endüstri kollarında kullanılabilir forma dönüştürülmesi, atık yönetiminin en önemli konularından birisidir. Bu çalışmada, önemli bir ekonomik değeri olmayan meyve ve sebze kabuklarından (salatalık, limon, mandalina, kivi, kavun, domates, elma, ayva, portakal, nar ve greyfurt) fitokimyasal maddeler ve polisakkarit üretilmiş, bu atıkların gıda ve diğer sanayi kollarında değerlendirilebilir forma dönüştürülmesi sağlanmıştır. İncelenen kabuklar arasında nar kabuğunun, diğer kabuklara göre gıdalarda kullanılabilecek doğal antioksidanların ucuz ve güvenilir kaynağı olan, fenolik bileşenlerin elde edilmesi için önemli bir potansiyel kaynak olduğu tespit edilmiştir. Meyve ve sebze kabuklarından; yüksek esterleşme derecesine, su tutma kapasitesine ve iyi jelleşme özelliklerine sahip pektinler elde edilmiştir. Evsel sirkeden izole edilen *Komagataeibacter hansenii* GA2016'nın yüksek verimle bu çalışmada incelenen meyve ve sebze kabuklarından bakteriyel selüloz ürettiği ve elde edilen bakteriyel selülozların yüksek su tutma kapasitesine, termal kararlılığa, kristaliniteye ve bakteriyel selüloza özgü ince liflere sahip olduğu bulunmuştur. Sonuçlar, meyve ve sebze atıklarının pektin, selüloz ve fitokimyasal gibi maddelerin üretimi amacı ile değerlendirilebileceğini, bu sayede atıkların hem ekonomik değerinin artırılabilceğini, hem de çevreyle dost bir şekilde bertaraf edilebileceğini göstermiştir.

2017, 159 SAYFA

ANAHTAR KELİMELE: Atık Değerlendirme, Fitokimyasal, Pektin, Bakteriyel Selüloz, Meyve ve Sebze Kabukları

ABSTRACT

DOCTORATE THESIS

THE PRODUCTION OF POLYSACCHARIDES AND PHYTOCHEMICALS FROM
FRUIT AND VEGETABLE WASTES

MELİH GÜZEL

GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

SUPERVISOR: PROF. DR. ÖZLEM AKPINAR

Waste is one of the most important issues in the food industry and the conversion of wastes into a form that can be used in food and other industry is one of the most important subjects of the waste management. In this study, phytochemicals and polysaccharide from fruit and vegetable peels (cucumber, lemon, mandarin, kiwi, melon, tomato, apple, quince, orange, pomegranate and grapefruit) which did not have significant economic value were produced and these wastes were converted into products that can be used in food and other industries. Among the peels examined, pomegranate peel was found to be an important potential source of phenolic compounds, which can be used in foods as cheap and natural antioxidant sources. From fruit and vegetable peels, pectins, that had high degree of esterification, water holding capacity and good gel properties, were obtained. It has been found that *Komagataeibacter hansenii* GA2016, isolated from household vinegar, produced bacterial cellulose with high yield from fruit and vegetable peels and all bacterial cellulose had high water holding capacity, high thermal stability, high crystallinity and fine fibers that were specific to bacterial cellulose. The results of this study showed that fruit and vegetable wastes could be used for the production of pectin, cellulose and phytochemicals and by this way the economic value of these wastes could be increased and disposal of these wastes could be done in an environmentally-friendly way.

2017, 159 PAGE

KEYWORDS: Waste Valorization, Phytochemical, Pectin, Bacterial Cellulose, Fruits and Vegetable Peels

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana destek olan, yardımını, bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında göstermiş olduğu ilgi ve destekle birikimlerinden faydalandığım değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özlem AKPINAR'a, tez çalışması süresince düşüncelerini ve deneyimlerini paylaşan ve yol gösterici olan Tez İzleme Komitesi Üyeleri Sayın Prof. Dr. Bilge Hilal ÇADIRCI ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet TOKATLI'ya, tezin değerlendirilmesinde değerli katkılarını sunan jüri üyeleri Sayın Yrd. Doç. Dr. Nene Meltem KEKLİK ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Bayram ÜRKEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimim boyunca ders döneminde ve laboratuvar çalışmalarında imkânlarını, tecrübelerini ve güler yüzlerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan Gaziosmapaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev alan değerli akademik personeline, çalışmamızı finansal açıdan destekleyen Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne sonsuz teşekkürler.

Destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, varlıkları ile bana güven veren, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan çok değerli aileme, tüm çalışmalarım süresince yapmış olduğu yardım, fedakârlık ve özellikle de göstermiş olduğu sabır dolayısıyla eşim Neslihan GÜZEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Melih GÜZEL

6 Ekim 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Meyve ve Sebze Atıkları	3
2.2. Fitokimyasallar	5
2.2.1. Fenolik bileşikler (polifenoller).....	5
2.2.2. Karotenoidler	8
2.2.3. Askorbik asit (C vitamini).....	10
2.2.4. Diğer fitokimyasal bileşikler	11
2.3. Antioksidan Maddeler	15
2.4. Polisakkaritler	17
2.4.1. Pektin.....	18
2.4.2. Selüloz	24
2.4.2.1. Bakteriyel selüloz.....	25
2.4.2.2. BS uygulamaları	34
2.5. Meyve ve Sebze Atıkları	40
2.5.1. Limon (<i>Citrus × limon</i>)	41
2.5.2. Mandalina (<i>Citrus reticulata</i>).....	42
2.5.3. Portakal (<i>Citrus sinensis</i>)	43
2.5.4. Greyfurt (<i>Citrus paradisi</i>)	43
2.5.5. Nar (<i>Punica granatum</i>).....	44
2.5.6. Kivi (<i>Actinidia deliciosa</i>)	45
2.5.7. Elma (<i>Malus domestica</i>).....	45
2.5.8. Ayva (<i>Cydonia oblonga</i>)	46
2.5.9. Hıyar (<i>Salatalık, Cucumis sativus</i>)	46
2.5.10. Kavun (<i>Cucumis melo</i>)	46
2.5.11. Domates (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	47
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	48
3.1. Materyal.....	48
3.2. Yöntem	48
3.2.1. Analitik yöntem	48

3.2.1.1. Kurumadde.....	49
3.2.1.2. Kül	49
3.2.1.3. Yağ.....	49
3.2.1.4. Toplam karotenoid	50
3.2.1.5. β -karoten	50
3.2.1.6. Toplam askorbik asit.....	51
3.2.2. Atıklardan fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonu.....	51
3.2.2.1. Suda çözünür kuru madde.....	51
3.2.2.2. Kalitatif analizler	51
3.2.2.3. Toplam fenolik madde	52
3.2.2.4. Toplam flavonoid.....	53
3.2.2.5. Toplam monomerik antosiyanin	53
3.2.2.6. Antioksidan aktivite	53
3.2.3. Pektin üretimi	54
3.2.3.1. Esterifikasyon, amidasyon derecesi, galakturonik asit miktarı.	55
3.2.3.2. Pektinlerin jel gücü	56
3.2.4. Bakteriyel selüloz üretimi.....	56
3.2.4.1. Meyve ve sebze kabuklarının asit hidrolizi	56
3.2.4.2. Protein	56
3.2.4.3. İndirgen şeker	57
3.2.4.4. Hidrolizasyon ürünlerinin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile kantitatif tayini	57
3.2.4.5. Bakteriyel selüloz üreticisi bakterinin izolasyonu ve tanımlanması.....	57
3.2.4.6. Bakteriyel selüloz üretimi	58
3.2.5. Polisakkarit analizleri	58
3.2.5.1. Çözünürlük testi	59
3.2.5.2. Sıvı tutma kapasitesi	59
3.2.5.3. Fourier transform infrared (FTIR) spektroskopisi	59
3.2.5.4. SEM analizi.....	59
3.2.5.5. X-Ray kırınımı (XRD) analizi	60
3.2.5.6. Termogravimetrik analiz (TG-DTA)	60
3.2.6. İstatiksel analiz	60
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	61
4.1. Kabukların Kurumadde, Kül ve Yağ İçerikleri	61
4.2. Kabukların Toplam Karotenoid, β-karoten ve Askorbik Asit İçerikleri	63
4.3. Kabukların Etanol Ekstraksiyonu	65
4.3.1. Ekstraktların fitokimyasal özellikleri	66
4.3.2. Ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri.....	68
4.3.3. Ekstraktların flavonoid miktarları	69
4.3.4. Ekstraktların toplam monomerik antosiyanin miktarları.....	71
4.3.5. Ekstraktların antioksidan aktiviteleri.....	73
4.4. Meyve ve Sebze Kabuklarından Pektin Üretimi ve Pektinlerin Özellikleri	76
4.4.1. FT-IR analizi	83
4.4.2. SEM analizi	85

4.4.3. XRD analizi	87
4.4.4. Termal analiz	88
4.5. Bakteriyel Selüloz	92
4.5.1. Selüloz üreticisi bakteri izolasyonu ve tanımlanması	92
4.5.2. Kabukların hidrolizasyonu ve hidrolizatların kompozisyonu	93
4.5.3. Meyve ve sebze kabuklarından BS üretimi ve özellikleri	96
4.5.4. FT-IR analizi	100
4.5.5. SEM analizi	102
4.5.6. XRD analizi	106
4.5.7. Termal analiz	109
5. SONUÇ	113
6. KAYNAKLAR	115
7. EKLER	147
7.1. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi (TEAC) Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	147
7.2. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	148
7.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	149
7.4. Toplam Fenolik Madde Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	150
7.5. DNS Metodu Çözeltilisinin Hazırlanması ve Standardı	151
7.6. Bradford Metodu Çözeltilisinin Hazırlanması ve Standardı	152
7.7. Askorbik Asit Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	152
7.8. Flavonoid Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	153
7.9. β -Karoten Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı	154
8. ÖZGEÇMİŞ	155

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
ABTS	2,2'-Azino-bis (3-etilbenzothiazolin-6-sulfonik asit)
BHT	Bütillenmiş Hidroksi Toluen
BLAST	Basic Local Aligment Search Tool
BS	Bakteriyel Selüloz
BSA	Bovine Serum Albumin
DE	Esterifikasyon derecesi
DNS	Dinitrosalisilik Asit
DPPH	2,2 Difenil-1-Pikrohidrozil
FAO	Gıda ve Tarım Teşkilatı
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
FT-IR	Fourier Transformed Infrared
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HMP	Yüksek Metoksilli Pektin
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
HS	Hestrin-Schramm
LMA	Amide Pektin
LMP	Düşük Metoksilli Pektin
PPM	Milyonda Bir Birim (parts per million)
RPM	Dakikadaki Devir Sayısı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TGA	Termogravimetrik Analiz
TPTZ	2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine
TE	Troloks Eşdeğeri
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi
TROLOX	6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Viole
XRD	X-Ray Kırınımı

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Flavonoid alt sınıf temel yapıları.....	7
Şekil 2.2. Antosiyanidinlerin kimyasal yapısı	8
Şekil 2.3. β -karotenin yapısı	9
Şekil 2.4. Askorbik asidin kimyasal yapısı.....	10
Şekil 2.5. Tanen grupları ve moleküler yapıları	12
Şekil 2.6. Steroidal ve triterpenoid saponinlerin aglikan iskeleti	12
Şekil 2.7. Kinonların sınıflandırılması.....	13
Şekil 2.8. Digitoxigenin, digoxigenin ve gitoxigeninin kimyasal yapıları	14
Şekil 2.9. Terpenoidin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 2.10. Kumarinin genel yapısı.....	15
Şekil 2.11. Metil esterler ile kısmen esterleşmiş olan homogalakturnan.....	18
Şekil 2.12. Pektinin yapısının şematik gösterimi.....	19
Şekil 2.13. Selüloz molekülünün moleküler yapısı	24
Şekil 2.14. <i>Acetobacter xylinum</i> tarafında selüloz miyofibrillerinin üretimi ...	28
Şekil 2.15. Glukozdan selüloz üretiminin biyokimyasal yolu	32
Şekil 4.1. Farklı meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektin verimleri .	77
Şekil 4.2. Pektinlerin FTIR spektrumları.....	84
Şekil 4.3. Ticari pektin FTIR spektrumu ve pektinlerin esterleşme dereceleri	85
Şekil 4.4. Pektinlerin taramalı elektron mikrografı	85
Şekil 4.5. Pektinlerin X-ışını difraktogramları	88
Şekil 4.6. Pektinlerin TGA eğrileri	90
Şekil 4.7. Kavun kabuklarından elde edilen pektinin DSC eğrisi	92
Şekil 4.8. <i>Komagataeibacter hansenii</i> GA2016 izolatının 16S rRNA dizisi temel alınarak oluşturulan filogenetik ağacı	93
Şekil 4.9. Hidrolizatların fenolik içeriklerinin BS üretimine etkisi.....	98
Şekil 4.10. BS'lerin FTIR spektrumları.....	101
Şekil 4.11. BS'lerin taramalı elektron mikrografları	103
Şekil 4.12. BS'lerin ortalama lif çapları	106
Şekil 4.13. BS'lerin X-ışını difraktogramları.	108

Şekil 4.14. BS'lerin kristalinite dereceleri.....	109
Şekil 4.15. BS'lerin TGA eğrileri	111
Şekil 4.16. Greyfurt kabuğundan elde edilen BS'nin DSC eğrisi	112



ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Bazı meyve ve sebzelerin pektin içerikleri.....	21
Çizelge 2.2. Ticari kullanım için polisakkarit üretebilen bazı mik.'lar	26
Çizelge 2.3. Bakteriyel selüloz (BS) üreten farklı suşlar.....	29
Çizelge 2.4. BS üreten bazı suşların optimum gelişme koşulları	31
Çizelge 2.5. BS'nin gıda endüstrisinde bazı uygulamaları.....	38
Çizelge 4.1. Kabukların kurumadde, kül ve yağ içerikleri.....	62
Çizelge 4.2. Kabukların toplam karotenoid, β -karoten ve toplam askorbik asit miktarları	64
Çizelge 4.3. Ekstraktların suda çözünür kuru madde miktarları.....	66
Çizelge 4.4. Ekstraktların kalitatif analiz sonuçları	67
Çizelge 4.5. Ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri.....	69
Çizelge 4.6. Ekstraktların toplam flavonoid içerikleri.....	71
Çizelge 4.7. Ekstraktların toplam monomerik antosiyanin içerikleri.....	72
Çizelge 4.8. Ekstraktların antioksidan kapasiteleri.....	74
Çizelge 4.9. Pektinlerin kurumadde ve kül içerikleri ve çözünürlük testi	79
Çizelge 4.10. Pektinlerin esterifikasyon ve amidasyon derecesi ve galakturonik asit miktarları	81
Çizelge 4.11. Pektinlerin sıvı tutma kapasiteleri.....	82
Çizelge 4.12. Pektinlerin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık değerleri.....	90
Çizelge 4.13. Hidrolizatların indirgen şeker, protein konsantrasyonları ve HPLC'de belirlenen bileşenleri.....	94
Çizelge 4.14. Hidrolizatların kalitatif analiz sonuçları.....	95
Çizelge 4.15. Hidrolizatların fenolik içerikleri ve antioksidan kapasiteleri.....	96
Çizelge 4.16. BS üretim verimi, kurumadde ve kül içerikleri	99
Çizelge 4.17. BS'lerin sıvı tutma kapasiteleri.....	100
Çizelge 4.18. BS'lerin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık değerleri.....	111

1. GİRİŞ

Üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda ortaya çıkan ve kullanıcının artık işine yaramayan maddelerin tamamına atık denilmektedir (Anonim, 2017a). Bunlar orman ürünleri, endüstriyel, tarımsal ve evsel atıkları içermektedir. Nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin ivme kazanması, çevreye gelişigüzel bırakılan atıklar günümüzün en önemli çevre sorunlarından biri haline gelmiştir. Yoğun bir emek ve yüksek maliyetler ile yetiştirilen bir bitkinin sadece tüketilen kısmının alınıp geri kalanının atılması, emeğin ve girdilerin de çöpe atılması anlamına geldiğinden (Alkaya ve ark., 2010) atıkların değerlendirilmesi günümüzün önemli alanlarında biridir. Önemli bir ekonomik değeri olmasa da tarım ve sanayi atıklarının bir kısmı hayvan yemi veya gübre olarak kullanılabilirken (Ashoush ve Gadallah, 2011), çekirdek, kök, kabuk ve yapraklar gibi meyve ve sebze atıkları çoğunlukla atılmakta, bu durum gıda ve tarım sektöründe ciddi bir problem oluşturmaktadır.

Daha sağlıklı, güvenli ve yüksek kaliteli gıda ve yenilenebilir biyo-kaynaklara olan talepler, iklim değişikliklerinden kaynaklanan sürdürülebilirlik ve güvenlik sorunları günümüz dünyasının önemli konuları arasında yer almaktadır. Sürdürülebilir ve etkin kaynak kullanımı aynı zamanda, atıkların önlenmesi açısından da hayati önem taşımaktadır. 2020 yılına kadar ki dönemi kapsayacak olan Avrupa Birliği Horizon 2020 Çerçeve Programı, istihdam ve yeni iş imkanları oluşturma potansiyelini dikkate alarak atık konusunu öncelikli alanlar arasına almıştır. 2007-2023 Avrupa Birliği Entegre Çevre Uyum Stratejisi ile Türkiye’de özellikle atık, su, hava, endüstriyel kirliliğin önlenmesi, doğanın korunması gibi alanlara yönelik strateji, amaç, hedef ve faaliyetler ortaya konulmaktadır. Atık yönetimi alanındaki temel düzenleme olan Atık Çerçeve Direktifine göre (2008/98/EC sayılı), atık yönetimi hiyerarşisinde öncelikli olarak atıkların oluşmasının önlenmesi, mümkün olmadığı durumlarda ise atık malzemelerin tekrar kullanılması, geri dönüştürülmesi veya enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır (Anonim, 2014c).

Atık önleme, gıda sektörünün en öncelikli konusu olup, gıda yan ürünlerden tam olarak yararlanmak, atık önlemeye sağlanacak en büyük çözümdür. Avrupa Çevre Ajansı’ndan

alınan verilere göre, 15 AB ülkesinde gıda üretim atıkları toplam üretimin yaklaşık %12.5'ini, AB genelinde ise %26'sını oluşturmaktadır (Ekşi ve ark, 2009). Türkiye'de 1985-1990 yıllarında gerçekleşen endüstriyel ekonomi ile birlikte üretim miktarı ve çeşitliliğin hızlı artışı ile birlikte endüstriyel atık miktarlarında da önemli ölçüde artış meydana gelmiştir (Zanbak, 2002). 2014 yılında Türkiye'de belediyeler tarafından toplanan atık miktarı yaklaşık 28 milyon tondur. Bunun yaklaşık %35.5'i belediye çöplüklerine dökülmekte, %63.6'sı ise düzenli depolama sahalarına gönderilmektedir. %0.4'ü kompost tesislerine gönderilirken, %0.01 ise açıkta yakılmaktadır. Kişi başı günlük ortalama atık miktarı ise 0.99 kg'dır (Anonim, 2017b).

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda meyve ve sebze atıklarının önemli düzeyde polisakkarit, şeker ve insan sağlığı açısından önemli fitokimyasalları içerdiği saptanmıştır. Literatürde çeşitli meyve ve sebze kabuklarından, fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonunu konulu çalışmalar bulunmasında rağmen, kullanılacak atıkları tek tek inceleyen ve sonuçlarını karşılaştıran çalışmalar yeterli değildir. Yapılan çalışmalarda; meyve ve sebze kabuklarından bakteriyel selüloz üretimi oldukça sınırlı sayıda olup çalışmalar genellikle bu atıkları yalnızca karbon kaynağı olarak kullanımı konusundadır. Turunçgil ve elma haricinde diğer meyve ve sebze atıklarının pektin üretim potansiyelini belirleyen konularda ise çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmanın amacı, önemli bir ekonomik değeri olmayan meyve ve sebze kabuklarının (salatalık, limon, mandalina, kivi, kavun, domates, elma, ayva, portakal, nar ve greyfurt) fitokimyasal maddeler ve polisakkarit üretim potansiyelini araştırarak, bu atıkları gıda ve diğer sanayi kollarında değerlendirilebilir forma dönüştürmek ve ekonomik değerlerini artırmaktır. Bu çalışmada önemli bir ekonomik değeri olmayan çeşitli meyve ve sebze kabuklarının kimyasal kompozisyonları ile bu atıklardan fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonunun gerçekleştirildiği en uygun çözücü konsantrasyonları belirlenmiş olup, kabukların fitokimyasal özellikleri incelenmiştir. Kabuklardan büyük ölçeklerde pektin izole edilerek, pektin üretim potansiyelleri ve üretilen pektinlerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca kabuklar seyreltik asitle hidrolize edilerek çözünür şekerlere dönüştürülmüş, evsel olarak üretilen elma sirkesinden bakteriyel selüloz üretebilme yeteneğine sahip bakteri izole edilerek tanımlanmış ve bu bakteri ile meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarından bakteriyel selüloz üretilerek, üretilen bakteriyel selülozların özellikleri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Meyve ve Sebze Atıkları

Atık, 1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu Mevzuatında “Herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan veya bırakılan zararlı maddeler” olarak tanımlanmaktadır (Kaçtıoğlu ve Şengül, 2010). Atıklar katı, sıvı, gaz atıklar ve ambalaj atıkları olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır. Bunların içerisinde sıvı atıklar, kan, dişçilik yıkama suyu, diyaliz makine suyu gibi hastane kaynaklı olanlar, temizlik suyu, kanalizasyon suyu gibi atıklardır. Gaz atıkları nükleer enerji santrali, sanayi, yakım tesisi, fosil yakıt kullanım sonucu oluşan gazlar, çöp birikim ve ayrıştırma alanları gibi atıklardan oluşmaktadır (Karasu, 2013). Ambalaj atığı ise, üretim artığı haricinde, ürünün ya da malzemelerin tüketici veya kullanıcılara ulaştırmak için kullanılan ve kullanıldıktan sonra geri dönüştürülebilir olanlar da dahil tüm atıklara ambalaj atıkları denilmektedir. Katı atıklar oluştukları yere göre ayrıca; evsel, endüstriyel, tehlikeli, özel, tıbbi, tarımsal ve bahçe, inşaat ve moloz atıkları olmak üzere 7’ye ayrılmaktadır. Bunların içerisinde meyve ve sebze kabukları hem evsel hem de endüstriyel katı atık sınıfında yer almaktadır (Sayar, 2012).

Dünyada her yıl gıda endüstrisinde meyve ve sebze işlenmesi esnasında, ekonomik ve çevresel açıdan bir problem teşkil eden büyük miktarda atıklar üretilmektedir (Mahro ve Timm, 2007). Örneğin, meyve suyu ya da konserve endüstrisinde bu oran %30-50’dir (kabuk, çekirdek, posa gibi). Ayrıca hammaddenin yaklaşık %5-30’u taşıma esnasında zarar görmekte ya da paketlenme ve satış için gerekli özelliklerin eksikliğinden dolayı atılmaktadır. Atık yönetimi her yıl tonlarca hammaddenin işlendiği gıda endüstrisi için kritik bir konuyu ifade etmekte olup, özellikle atıkların yüksek oranda organik madde içermesinden dolayı çevre kirliliği ve maliyet açısından önem teşkil etmektedir. Endüstriyel atık olan meyve ve sebze atıkları çoğunlukla büyük miktarlarda süspanse katı atık içermekte olup bu maddelerin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) fazladır. Örneğin, 20°C’de, sudaki organik maddelerin oksitlenerek yapısının bozulabilmesi için 5 günlük inkübasyon periyodu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş moleküler oksijen miktarını ifade eden BOİ₅ değerleri; elma atıkları için 6.4 kg/ton, greyfurt atıkları için 1.9 kg/ton, domates ürünleri için 1.3 kg/ton, turunçgiller

için 3.2 kg/ton ve kurutulmuş meyveler için ise 12 kg/ton olduğu belirtilmektedir (World Bank, 1996).

Atıkların değerlendirilmesi amacıyla dünya genelinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Wolfe ve ark., 2003; Lim ve ark., 2006; Ghasemi ve ark., 2009). Gıda endüstrisi atıklarının sadece bir kısmı kompost edilerek ya da kurutularak yem veya gübre olarak kullanılmaktadır. Ancak bunlardan, ekonomik değeri daha yüksek olan karbonhidratlar, fitokimyasal maddeler elde edilmesi için sürdürülebilir kaynak olarak kullanılması, atık yönetimi açısından daha doğru bir yaklaşımdır (Poli ve ark. 2011).

Kabuk, meyve ve sebzelerin soyulabilir dış tabakasıdır. Kalınlık ve lezzetine bağlı olarak meyve kabukları bazen elmada olduğu gibi meyvenin parçası olarak yenmektedir. Bazı durumlarda kabuk, muz ve greyfurtta olduğu gibi hoş olmayan veya yenmez özellikte olduğu için soyulmakta ve atılmaktadır. Turunçgil meyve kabukları acı lezzete sahip oldukları için çiğ olarak genellikle tüketilmemektedir. Acı olan etli beyaz kısmı marmelat ya da meyve çorbası yapımında kullanılmakta (Anonim, 2014a), ayrıca uzakdoğuda çeşitli yemeklerde (chenpi: geleneksel Çin yemeği) kullanılmaktadır.

Kabuklar; diyet lifi, fitokimyasallar gibi sağlığa faydalı birçok maddeye sahiptir. Özellikle insan sağlığına çeşitli olumlu etkileri bulunan polifenoller, karotenoidler ve diğer biyoaktif bileşenler açısından iyi bir kaynak olduğu belirtilmektedir (Larrauri ve ark., 1999; Wolfe ve ark., 2003; Moon ve Shibamoto, 2009). Son yıllarda sentetik maddelere alternatif olarak, doğal fitokimyasalların kullanımı konusuna olan ilgi giderek arttığından, doğal olarak bulunan fitokimyasalların önemi giderek artmış ve gıda, kozmetik ve ilaç sanayinde potansiyel bir pazarın gelişmesini sağlamıştır. Pek çok çalışma meyve ve sebze kabuk ve çekirdeklerinin fitokimyasal içeriğinin yenilebilir dokuya kıyasla daha fazla olduğunu göstermekte (Shrikhande, 2000; Someya ve ark., 2002; George ve ark., 2004), yapılan çalışmalarla, bu yan ürünlerden kozmetik, ilaç ve gıda sanayinde yüksek değerli ürünlerin üretilebileceği gösterilmiştir (Ashoush ve Gadallah, 2011).

2.2. Fitokimyasallar

Bitkilerde ikincil metabolit olarak ortaya çıkan ve depolanan, besin maddesi olarak tüketildiklerinde, sağlık açısından yararlı etkileri olan biyoaktif bileşiklere fitokimyasallar denilmektedir (Visioli ve ark., 2000). Ayrıca, bitkilerin kendine has rengi, kokusu ve tatlarının oluşumunda rol oynamaktadır (Balch ve Balch, 1997). Çoğunlukla kuvvetli antioksidan aktiviteye sahip olup, bağırsak florasını, safra asitlerini ve pH'yı düzenlemekte, hücre içi matriks yapısının korunmasını sağlayarak hücreyi dış etkenlere karşı korumaktadır. Bunun dışında antikarsinojen enzim aktivitelerini arttırmakta, tümör ve kanser oluşumunda etkili olan nitrozaminin oluşmasını önleyici etkiye sahiptir (Güney ve ark., 2003). Fitokimyasallar ve beslenmedeki önemi, bilim ve teknoloji alanlarındaki gelişim, sağlık giderlerindeki yüksek maliyetler, insanların beslenme-sağlık ilişkisinde bilinçlenmesi, hayvansal gıdaların fazla tüketiminin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı giderek artmaktadır (Kırıçoğlu ve Velioğlu, 2001; Sarah, 2001). En bilinen fitokimyasal bileşikler tanenler, fenolik bileşikler (polifenoller), karotenoidler, saponinler, kumarinler, tokoferoller, terpenler, izotiyosiyanatlar, sülfidler, sülforafanlar, terpenoidler, alkaloidler, flavonoidler, fitosteroller, fitoestrogenler, indoller şeklinde sıralanabilir (Dündar, 2001).

2.2.1. Fenolik bileşikler (polifenoller)

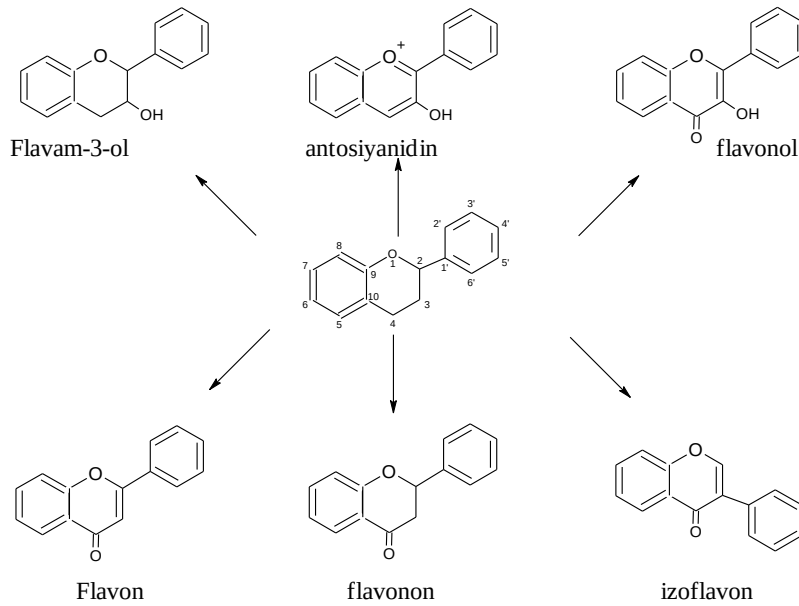
Fitokimyasalların en büyük grubunu fenolik kimyasallar içermektedir. Bitki polifenolleri yüksek bitkilerde geniş bir alana dağılmış ikincil metabolitlerdir. Bu metabolitler; suda çözünür olup moleküler ağırlıklarının 500-4000 Dalton aralığındadır (Haslam, 1998). Tanen gibi bazı polifenollerin sindirim enzimleri aktivitesini azaltma, enerji, protein ve amino asit kullanılabilirliği ve mineral alımını azaltma gibi olumsuz etkilere sahip olmasından dolayı, polifenoller beslenme uzmanları tarafından anti-besin olarak kabul edilmiştir (Salunkhe ve ark., 1982); ancak birçok polifenolün antioksidan aktiviteye sahip olmasının belirlenmesi ile bu bileşiklerin birçoğunun sağlık açısından faydalı olduğu düşüncesi oluşmuştur (Bravo, 1998). Fenoliklerin antioksidan aktiviteleri serbest radikalleri bağlamalarından veya metallerle şelat oluşturmalarından veya lipoksigenaz enzimini inaktive etmelerinden kaynaklanmaktadır. Bir polifenolün antioksidan olarak tanımlanabilmesi için, düşük konsantrasyonlarda bile oksidasyonu geciktirebilme, yavaşlatma veya önleme yeteneğine ve serbest radikale dönüştüğünde

stabil bir formda kalabilme özelliklerine sahip olması gerekmektedir (Scalbert ve ark., 2005). Bitkisel kaynaklar, en güçlü antioksidanlardan olan fenolik maddeleri içermekte ve oksidatif zararlara karşı vücut savunmasını arttırmaktadır. Bu sayede, hem ürünleri bozulmalara karşı korumakta hem de vücudumuza antioksidan madde sağlamaktadır. Fenolik bileşenler antioksidan özelliklerinin yanında; antialerjen, antimutajen, antikanserojen, antiglisemik, antikolesterol, anti-inflamatuar, antimikrobiyal ve sakinleştirici özelliklere de sahip olup kozmetik, ilaç ve gıdalarda ise katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Friedman ve Levin, 2009).

Son yıllarda gıda işleme sonucu oluşan atık kütle, fenolik bileşiklerin ucuz ve güvenilir potansiyel kaynağı olarak dikkat çekmektedir (Makris ve ark., 2007; Ghafoor ve ark., 2009; Cam ve Aaby, 2010). Yapılan çalışmalarda, limon, portakal ve greyfurt meyvelerinin kabuklarının toplam fenolik içeriklerinin meyve pulplarından yaklaşık olarak %15 daha fazla olduğu (Gorinstein ve ark., 2001), elma, şeftali, armut, sarı ve beyaz nektarin kabuklarının meyve pulplarından yaklaşık iki kat daha fazla fenolik madde içerdiği, muz pulpunun 232 mg/100 g fenolik madde içerirken, kabukta bulunan fenolik içeriğin ise bu değerin 4 katı olduğu (Someya ve ark., 2002), nar kabuklarının 249.4 mg/g fenolik bileşik içerdiği, buna karşın meyve pulpunda ise bu değerin 24.4 mg/g olduğu, mango, longan, avakado ve jackfruit gibi birçok meyvenin çekirdeklerinin fenolik içeriklerinin yenilir kısımlardan daha fazla olduğu, üzüm suyu ve beyaz şarap üretiminden elde edilen üzüm çekirdekleri ve kabuklarının özellikle mono, oligo ve polimerik proantosiyanidin gibi birçok fenolik bileşiğin kaynağı olduğu (Shrikhande, 2000), domates çekirdek ve kabuklarının fenolik madde flavonoid, likopen, askorbik asit içeriğinin ve antioksidan aktivitelerinin domates pulpundan daha zengin olduğu belirtilmiştir (George ve ark., 2004).

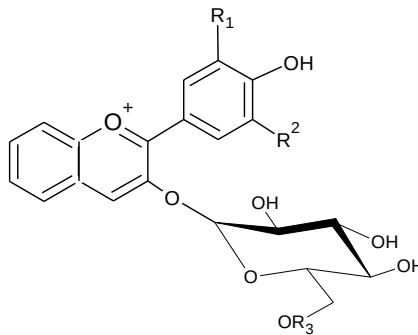
Fenolik maddeler yapılarına göre flavonoidler (antosiyanidinler, flavonlar, flavonollar, flavanonlar, proantosiyanidinler, kateşinler ve löykoantosiyanidinler), fenolik asitler, lignanlar ve stilbenler olarak ayrılmaktadır (Şekil 2.1) (Kim ve Lee, 2004; Fernandez ve ark., 2008). Flavonoidler gösterdikleri biyolojik etkileri ile sekonder metabolitler içinde en önemli bileşikler sınıfında yer almaktadır. Flavonoid bileşikler, iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesi ile oluşmuş olup 15 karbon atomu içeren iskeleti C6-C3-C6 konfigürasyonunda düzenlenmiştir (Şekil 2.1). Flavonoid bileşiklerinin antioksidan

(Bors ve Saran, 1987; Larson, 1988), antimikrobiyal (Pratt ve Hudson, 1990), antiviral, antiülser, hipolidemik, hepatoprotektif (Hikino ve Kiso, 1988; Wagner, 1989; Wagner ve ark., 1991), iltihaba karşı (Moroney ve ark., 1988), bazı flavonoidlerin (kersetin ve kamferolun) antitumör ve antikarsinojen (Huang ve ark., 1983; Kato ve ark., 1983; Verma ve ark., 1988; Deschner ve ark., 1991) gibi çok çeşitli biyokimyasal ve farmakolojik aktivite gösterdikleri anlaşılmıştır. Bugüne kadar yapılan araştırmalarda, bitkilerden 4000'den fazla flavonoid bileşiği izole edilmiş ve yapıları aydınlatılmıştır. Flavonoid bileşikler ayrıca fotosentez ve büyüme hormonlarına etki etmektedir. Yapılan araştırmalarda flavonoid bileşiklerinin bitkilerde azotun tutulmasını düzenleyen bakteriyel genlerde yer aldıkları bildirilmiştir (Firmin ve ark. 1986; Peters ve ark. 1986). Bu bileşiklerin sahip olduğu antioksidan özellik, çeşitli ürün ve malzemelerde boya olarak, metaller ile tepkimeye bulunma ve tanenlerin bileşenine katılmaları sayesinde gıda, tekstil, deri, metalürji, tıp, ziraat gibi alanlarda kullanılabilme potansiyelinden dolayı son yıllarda endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılması amacıyla çalışma sayısı giderek artmaktadır. C vitamini ile birlikte et ve ürünlerinin olgunlaştırmasını hızlandırmasından dolayı et ve konserve sanayisinde de kullanıldığı ve bazı flavonoid bileşiklerinin UV ışınlarından koruma özelliğine sahip olmalarından dolayı kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı (Harmandar ve Bilaloğlu, 1999) belirtilmektedir.



Şekil 2.1. Flavonoid alt sınıf temel yapıları (Harmandar ve Bilaloğlu, 1999)

Antosiyanidinlerin şekerler ile glikozit yaparak oluşan antosiyanin flavonidi, meyve ve sebzelerde pembeden, kırmızı ve mor tonları gibi çeşitli renklerden sorumlu, suda çözünebilen pigmentlerdir (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Bu nedenle gıdaların renklendirilmesinde doğal boya olarak sentetik boyalara karşı alternatif olarak kabul edilmektedir. Reçel, jöle, içecek, dondurma, yoğurt, konserve meyve, gıda süslemeleri, şekerleme gibi gıda ürünlerinde doğal renklendirici olarak geniş bir aralıkta kullanılmaktadır. Suda çözünebilir olan antosiyaninler hücre sitoplazmasında bazı şeker ve şeker olmayan maddeler ile oluşmaktadır. Şeker içermeyen kısmını antosiyanidinlerden oluşur. Antosiyanidin, gıdada şekerlerle esterleşmiş ya da p-kumarik asit, ferulik asit, kafeik asit, malonik asit, vanilik asit ya da asetik asit molekülleri ile birleşmiş olarak bulunmaktadır. Antosiyaninlerin antioksidan aktivitesi, antosiyanidin ve bunlara bağlı şekerlerin yerleri ve sayısına göre değişmekte olup, yapılarındaki hidroksi sayısının artması ile, β -halkasında o-dihidroksi yapı, üç ve dördüncü karbonda hidroksil yapıların bağlanması ile aktivite artmaktadır (Koca ve ark., 2006). Glikolizasyon antosiyaninlerin stabilitesini arttırmaktadır. Antosiyanin aglikonları siyanidin, delfinidin, malvidin, pelargonidin, peonidin ve petunidin içermektedir (Kylil, 2011). Moleküldeki hidroksil sayısındaki artış ile mavi renk, metoksil grubundaki artış ile de kırmızı ton artmakta (Canbaş, 1983) renk kaybı ise pH 3.2-3.5 arasında en fazla olmaktadır (Ribéreau-Gayon ve ark., 2000). Şekil 2.2’de antosiyanidinlerin kimyasal yapısı verilmiştir.



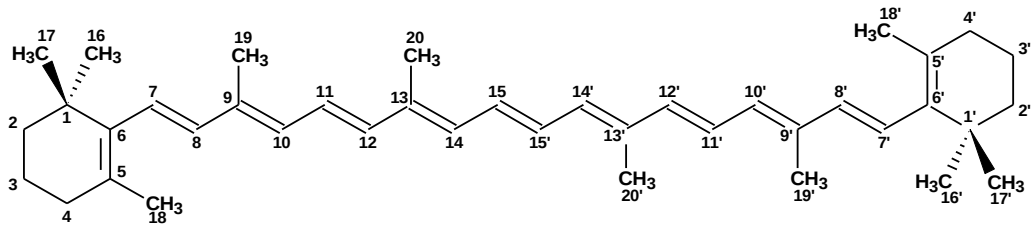
Şekil 2.2. Antosiyanidinlerin kimyasal yapısı (Fraga, 2010)

2.2.2. Karotenoidler

Karotenoidler bitki ve diğer bazı fotosentetik mikroorganizmalarda bulunan biyolojik pigmentlerdir ve klorofilden sonra doğada en yaygın olarak bulunan renk

pigmentleridir. Bilinen 600'ün üzerinde karotenoid bulunmakta, karotenler ve ksantofiller bir sınıfını oluşturmaktadır. Sarı, turuncu ve kırmızı pigmentleri yüksek oranda içeren bu bileşimler meyve ve sebzelerde bulunmakta ve örneğin kuşlar tarafından tüketildiğinde yumurtanın sarısına dahil olmaktadır. Hayvansal organizmalar karotenoidleri sentezleyemez ve onları beslenme yoluyla elde etmek zorundadır. Bu bileşikler, yağa turuncu-kırmızı renk vermektedir. Toplam karotenoidlerin yaklaşık %90'ını α - ve β -karoten, geri kalanı ise δ - ve γ -karoten, fitofluen, fitoen, zeakaroten, likopen, neurosporen ve α - ve β -zeakaroten olduğu bildirilmiştir (Larson, 1997). β -karoten, α -karoten ve ε -karoten A vitamini aktivitesine sahiptir. Gıdalarda en yaygın karotenoidler arasında bulunan β -karoten iki adet β -iyonon halkası içermekte bundan dolayı en yüksek provitamin aktivitesine sahiptir (Stahl ve Sies, 1996) (Şekil 2.3). Havuçta bulunan toplam karotenoid madde miktarının %44-79'unu β -karoten oluşturmaktadır. Mango, kayısı, maydonoz, tatlı patates, hindiba, kırmızıbiber, ıspanak ve marul havuç dışında β -karoten içeren başlıca gıdalar olup (Erge, 2007), 50 farklı karotenoid arasında en yüksek provitamin A aktivitesine β -karoten sahiptir (West ve ark., 1999; Krinsky ve Johnson, 2005; Fraser ve ark., 2009).

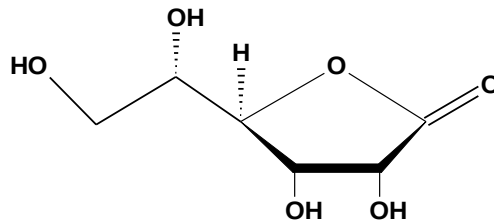
Karotenoidler serbest radikallerin bertaraf ederek bağışıklığı güçlendirmektedir. Diyet ve kan plazmasında β -karoten içeriğinin yüksek olduğu kişilerde, akciğer kanser riskinin azaldığı ancak yüksek dozda β -karoten kullanmasının sigara kullanan kişilerde kanser riskini arttırdığı bildirilmiştir (Larson, 1997). γ -karoten, likopen ve lutein gibi karotenlerin rahim, prostat, meme, kolorektal, akciğer kanserine (Bendich, 1989) ve sindirim sistemi kanserine (Francheschi, 1989) karşı koruduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.3. β -karotenin yapısı (Stahl ve Sies, 1996)

2.2.3. Askorbik asit (C vitamini)

Askorbik asit (Şekil 2.4) önemli bir besin ögesi olması yanında aynı zamanda kuvvetli antioksidan özellikleri nedeniyle de önem taşımaktadır. Vücutta sentezlenemediğinden dolayı dışarıdan alınması zorunlu olan ve suda çözünen bir bileşiktir. Kalp-damar hastalıkları, sinirsel hastalıklar ve bazı kanser türlerine karşı risk azaltıcı etkisinin yanında radikallerin oluşturduğu DNA hasarlarını önlemede de etkilidir. Sahip oldukları antioksidan özellikleri sayesinde, lipid oksidasyonunu serbest radikal ve oksijen bağlayıcı olarak indirgen özellik göstererek, daha az reaktif olan türlerine dönüştürerek, oksijen ve karbon merkezli radikalleri etkisiz hale getirmek ve bazı antioksidanları yenilemek şeklinde göstermektedir (Koca ve Karadeniz, 2005). Bu sayede yağ ve yüksek oranda yağ içeren gıdaların özellikleri bozulmadan muhafaza edilebilmesi, sebze-meyvelerin oksidasyon sonucu esmerleşme ve kararmaların önlenmesi, dondurulmuş meyvelerin erimesi esnasında koku ve renklerini yitirmemesi sağlanmaktadır. Askorbik asit antioksidan olarak, dondurulmuş meyvelerde ve gıda sanayinde uzun zamandır yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aynı zamanda oksijen tutucu olarak görev yaptığından dolayı, anaerob bir ortam oluşturarak probiyotik kültürlerin canlılığının devam etmesini sağlamaktadır (Dave ve Shah, 1997). En önemli askorbik asit kaynakları arasında turunçgil meyveleri, biber, kabak, çilek, lifli yeşil sebzeler ve lahanagiller yer almaktadır (Koca ve Karadeniz, 2005). Eksikliğinde skorbüt hastalığına yol açmakta olup, ağır skorbüt rahatsızlığı 50–100 mg/gün C vitamini ile engellenebilmektedir (Larson, 1997). Yapılan çalışmalarda özellikle turunçgil meyvelerinin kabukları önemli miktarda mineral madde ve vitamin içerdiği belirtilmektedir. Bazı meyvelerde örneğin portakalda, meyve kabuğunun, meyve suyundan çok daha fazla miktarda askorbik asit içerdiği belirtilmektedir (Anonim, 2014b).

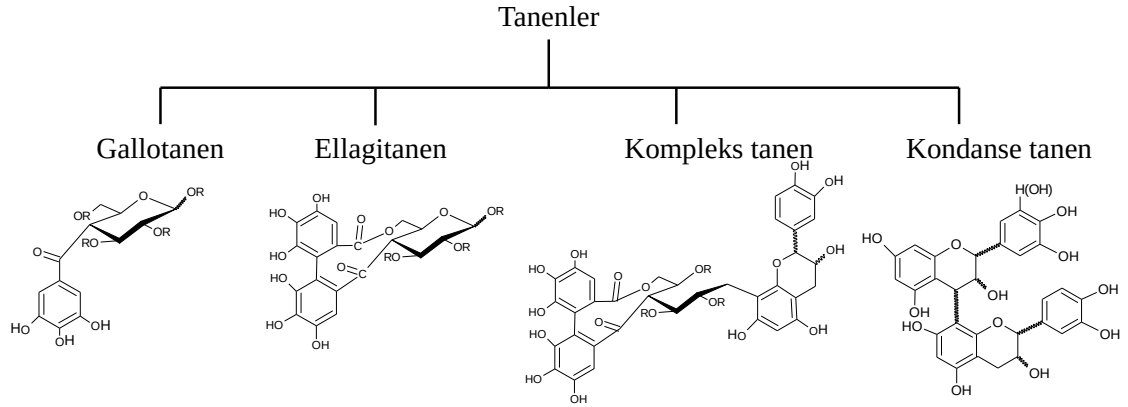


Şekil 2.4. Askorbik asidin kimyasal yapısı (Koca ve Karadeniz, 2005)

2.2.4. Diğer fitokimyasal bileşikler

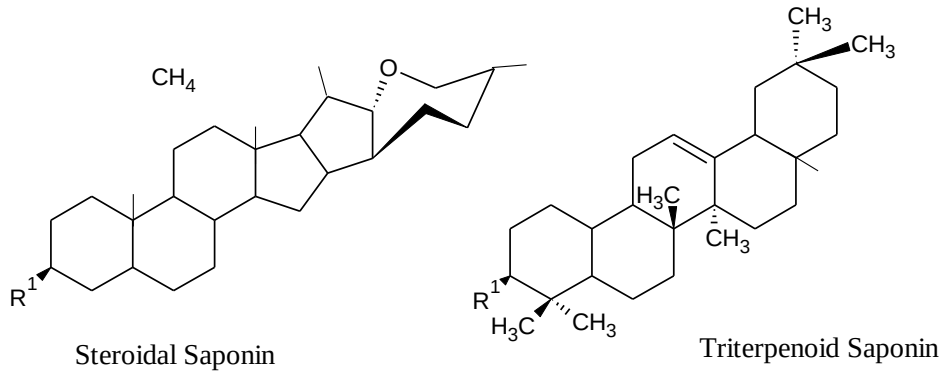
Çalışmamızda tanen, kinon, kardiyak glikozit, terpenoid ve kumarin olmak üzere diğer fitokimyasal bileşikler de varlığı incelenen bitkilerde kalitatif olarak incelenmiştir. Bu bileşenler içerisinde yüksek yapılı bitkilerde daha fazla bulunan tanenlerin yapısı, farklı kimyasal özelliklere sahip, suda çözünür ve polifenolik karakterlidir. Ellagitannen, gallotanen, kompleks tanen ve kondense tanen olarak dört gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.5) (Khanbabaee ve Ree, 2001).

Tanenler bitkilerde çoğunlukla kabuk, kök, yaprak, meyve ve tohum kısmında bulunabilmekte ve açık sarıdan beyaza farklı renge sahip, gevşek yapıda ve buruk tada sahip bileşikler (Chung ve ark., 1998; Khanbabaee ve Ree, 2001) olup bitkinin en önemli savunma mekanizmalarından birini oluşturmaktadır (Razzaghi-Abyaneh ve ark., 2005). Örneğin, bitkinin tomurcuğunda bulunan tanen bitkiyi donmaktan, yaprak dokularında bulunanlar yapraklara buruk tat vererek hayvanlardan, köklerde bulunanlar bitki kökünü patojenlerden, tohumlarda bulunan tanenler ise allelopatik ve bakterisidal etki göstererek bitki türlerinin devamını sağlamaktadır (Aydın ve Üstün, 2007; Cannas, 2014). Tanenler protein, nişasta ve sindirim enzimleriyle birlikte gıdaların besin değerlerinde kayıplara neden olmakta (Chung ve Wong, 1998), bunun dışında enzimatik esmerleşme reksiyonları nedeniyle gıda teknolojisi açısından da problem oluşturmakta, ayrıca tanen A ve B12 vitaminleri ve iki değerlikli demir iyonunun emilimini düşürmektedir (Carrera ve ark., 1973; Suschetet, 1975). 1 mol tanenin 12 mol proteini bağlayabilme kapasitesinin olduğu (Zitko ve Rosik, 1962), bu nedenle gastrointestinal bölgede proteinleri daha az sindirilebilir komplekslere dönüştürdüğü bildirilmektedir. Güneydoğu Asya ve Hindistan'ın doğu bölgelerinde %11-26 tanen içeren "betel nut" adındaki meyvenin yanak ve gırtlak kanserlerine neden olduğu (Chung ve Wong, 1998), yüksek oranda tanen içeren çayın tüketiminin kanser oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir (Kinlen ve ark., 1988). Buna karşın, özellikle Uzakdoğu'da yaygın olarak tüketilmeke olan yeşil çayda yüksek oranda tanen bulunduğu, çay tüketiminin mide kanserine karşı koruyucu olduğu belirtilmektedir (Kono ve ark., 1988). Çalışmalarda tanenlerin önemli bir antimutajen madde olduğu, antikanserojen ve antimutajen etkilerinin antioksidatif özelliklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Chung ve ark., 1998; Chung ve Wong, 1998).



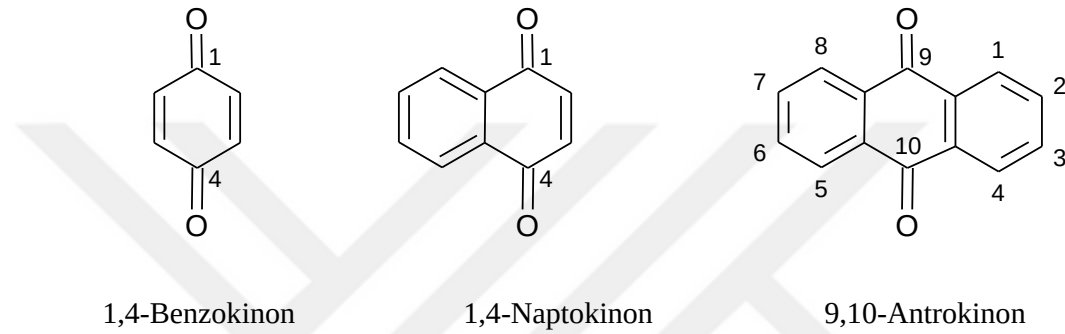
Şekil 2.5. Tanen grupları ve moleküler yapıları (Cannas, 2014)

Saponinler genellikle sulu çözeltilerde karıştırıldığında stabil köpük oluşturan, alyuvarların hemolizini sağlayan triterpenik veya steroidal bir aglikona sahip glikozitlerdir. Ayrıca kolesterol ile kompleks oluşturarak, değişken sıcaklı hayvanlarda toksik özellik göstermekte, antifungal ve antibiyotik aktivite gibi bazı özelliklere sahiptir (Fidan ve Dündar, 2007). Bu bitki sekonder metabolitlerinin pankreatik lipazı inhibe ettiği ve böylece obezite ve ilgili hastalıkların tedavisi için potansiyel bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Garza ve ark., 2011). Saponinlerin yapılarında glikan ve aglikan olarak farklı yapılar bulunmakta, aglikan kısmın özelliklerine göre steroidal saponin ve triterpenoidal saponin olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Yeşilada, 1995) (Şekil 2.6). Her iki tip saponinler yapılarındaki karbonhidrat zinciri sayısı, aglikan kısmında bulunan şeker grubu sayılarına göre monodezmodize, bidezmozide ve tridezmozide olarak adlandırılmaktadır (Fidan ve Dündar, 2007).



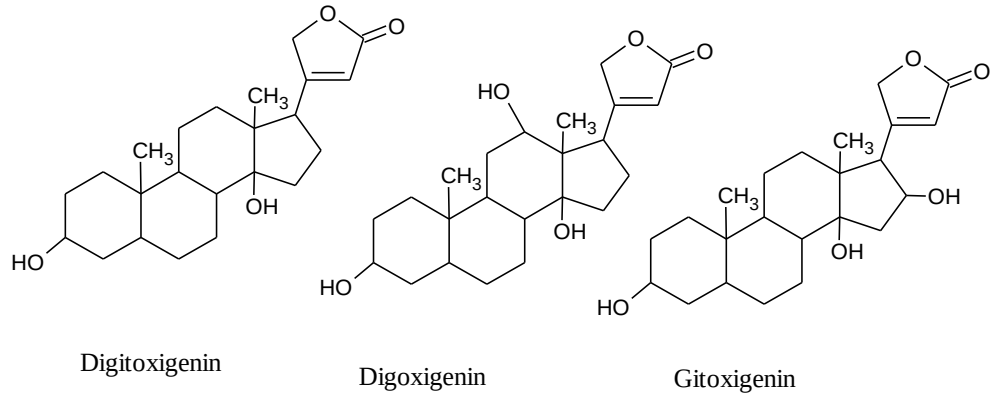
Şekil 2.6. Steroidal ve triterpenoid saponinlerin aglikan iskeleti (Tucci ve ark., 2010)

Aromatik monosiklik veya doymamış bir siklik ketondan meydana gelen kinonlar, yapısal olarak benzokinon, naptakinon ve antrakinin olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır (Şekil 2.7) (Cardon, 2007). Renklendirme özelliğine sahip maddelerin çoğunluğunu oluşturan içerisinde endüstriyel seviyede en önemli kinonlar arasında Meksika koşinil türlerinden karminik asit ve lak böceğinden elde edilen karmesik asit antrokinonlar yer almaktadır (Vargas ve ark., 2000). Kinon bileşikler, antikanser, antiviral, antifungal, antibakteriyel, antitümör ve sitotoksik aktivite göstermektedir (Dongmo ve ark., 2015).



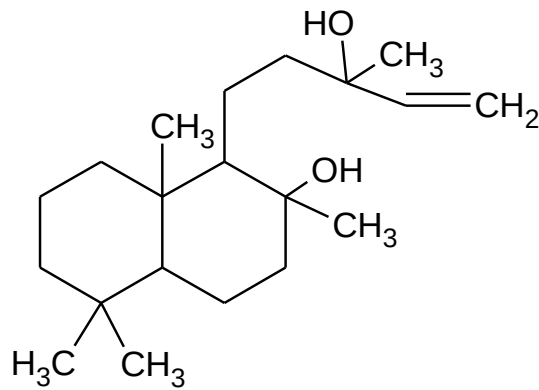
Şekil 2.7. Kinonların sınıflandırılması (Vargas ve ark., 2000)

İlk olarak 18. yüzyılda William Withering tarafından *Digitalis purpurea* bitkisinin kalp yetmezliği tedavisinde kullanılması ile ortaya çıkan kardiyak glikozitler, uzun yıllardan beri kalp yetmezliği tedavisinde kullanılmaktadır (Hamlyn ve ark., 1991; Ark, 2009). Özellikle 1960'ların ortalarından bu yana, epidemiyolojik çalışmalarla elde edilen ilk gözlemlere göre; kardiyak glikozitlerinin, kanser hastaları gibi ilaçlarla tedavi olmayan hastalarda ölüm oranlarını anlamlı derecede düşürdüğü belirlenmiştir (Trenti ve ark., 2014; Xue ve ark., 2014; Xue ve ark., 2015). Kardiyak glikozitler kimyasal yapılarına göre digitoxigenin, digoxigenin ve ditoxigenin olmak üzere 3'e ayrılır (Şekil 2.8) (Trenti ve ark., 2014). Yapılan bazı çalışmalarda, ouabainin (*Strophanthus gratus* tohumlarından elde edilen kalp üzerine uyarıcı etkiye sahip bir glikozid) memelilerde endojen olduğunu saptanmıştır (Hamlyn ve ark., 1991). Sonraki yıllarda ise diğerlerinin de endojen oldukları rapor edilmiştir. Bu glikozitlerin memelilerin böbrek üstü bezlerinden sentezlenip salgılandığı bulunmuştur (Liu ve ark., 2002; Schoner, 2002).



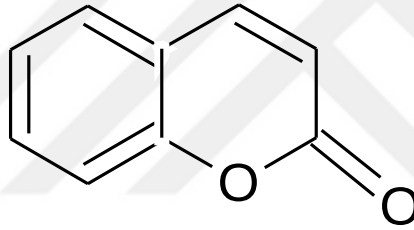
Şekil 2.8. Digitoxigenin, digoxigenin ve gitoxigeninin kimyasal yapıları (Trenti ve ark., 2014)

Terpenoidler bitki ve bazı hayvanlarda bulunan hoş kokulu doğal bileşiklerdir (Şekil 2.9). Önemli biyolojik role sahip olan terpenoidler esansiyel yağlarda, şarap, bira ve bazı içeceklerde bulunur. Özellikle mayalı içeceklerde önemli lezzet bileşenlerini oluşturur (Wu ve ark., 2015). Günümüzde 30000'in üstünde terpenoid bileşik tanımlanmıştır. Antimikrobiyal özelliğe sahip terpenoidler; farmakolojide antibiyotik, antihiperglisemik, antiinflamatuvar, antikanser ajanı olarak; çeşni ve çeşitli besinsel ilave şeklinde ve toksin gibi çeşitli kullanım alanlarına sahiptir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013). Terpenoidler bitkilere otçul böceklerle karşı savunma mekanizması oluşturur. Ayrıca doku yaralanmalarında da oldukça önemli bir role sahiptir. Örneğin; bitki yaralanmalarında terpenoid sentezi ve miktarı artmaktadır (Burney ve ark., 2012). Yapılan bazı çalışmalarda ise terpenoidlerin; kırışıklıkları ve derideki yaşlanmayı geciktirdiği saptanmıştır (Kapoor ve ark., 2009).



Şekil 2.9. Terpenoidin kimyasal yapısı (Wu ve ark., 2012)

Kumarin ve türevi olan bileşikler, yararlı farmakolojik aktivite gösteren doğal bileşiklerdir (Şekil 2.10). Antikoagulan (Kidane ve ark., 2004), antifungal (Ito ve ark., 2003), antikanserojen, antimikrobiyal (Chaichi ve ark., 2003; Ito ve ark., 2003), etkin flüoresans, optik beyazlatıcı reaktif olarak ve lazer boyarmadde yapısında kullanımı gibi birçok özelliğe sahiptir (Zahradnik, 1992; Bulut ve Erkan, 2001; Gündüz ve ark., 2006). Aynı zamanda hücre içi pH ölçümlerinde, beyin ve deri hastalıklarının tedavisinde güçlü bir ilaç olarak da kullanılmaktadır (Chaichi ve ark., 2003). Hoş bir kokuya sahip olan kumarin, parfüm, sabun ve temizlik ürünlerinde koku verici olarak ve hoş olmayan kokuları maskelemek amacıyla kullanılmaktadır. Kumarin hoş kokusu nedeniyle gıda sanayisinde de bir dönem tatlandırıcı olarak kullanılmış fakat; hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda toksik özelliğine rastlandığından dolayı kullanımından vazgeçilmiştir (Yao ve ark., 2008).



Şekil 2.10. Kumarinin genel yapısı (Chaichi ve ark., 2003)

2.3. Antioksidan Maddeler

Canlı sistemlerde gerçekleşen bütün fizyolojik süreçlerde enzim, hormon gibi farklı sistemler tarafından yönetilen oksidasyon ve indirgenme gibi reaksiyonların kombinasyonları gerçekleşmektedir (Cuttler ve Pryor, 1984). Serbest radikaller, son yörüngelerinde eşleşmemiş elektron içeren, açık elektron kabuğu konfigürasyonuna sahip atom veya molekülleri ifade etmekte (Slater, 1984) ve yaklaşık %1-3 oksijen, vücut tarafından reaktif oksijen türlerine dönüştürülmektedir (Seifried ve ark., 2007). Radikaller başlıca 3 temel mekanizma ile oluşmakta olup bunlar; kovalent bağlı bir molekülün ortak elektronlardan birisinin kalarak homolitik bölünmesi, molekülden bir elektron kaybı veya bir molekülün heterolitik olarak bölünmesi ve bir moleküle bir elektronun eklenmesi şeklindedir (Kılınç ve Kılınç, 2002). Reaktif oksijen (ROS) ve nitrojen türleri (RNS)'nin canlı organizmalarda lipid, protein, enzim ve nükleik asitlere

hasar vererek; iltihap, kanser, damar tıkanıklığı, diyabet, karaciğer zedelenmesi, Alzheimer, Parkinson ve koroner kalp hastalıkları gibi birçok hastalığın oluşumuna neden olan hücre veya doku zedelenmesine sebep olmaktadır (Duan ve ark., 2006). Normal şartlar altında vücut endojen antioksidanlarla, üretilen serbest radikallere karşı durumu dengede tutabilir ve hidroksil radikalleri ('OH), peroksil radikalleri ('OOR), süperoksit anyonları (O_2^-) ve peroksi nitrit (ONOO^-) gibi ROS ve RNS'lerin neden olduğu oksidatif zararlardan doku ve organları korumaktadır. İnsan vücudundaki antioksidan dengesi yaş ilerlemesi ve çevre kirliliği, yorgunluk, aşırı kalori alımı ve yüksek yağlı diyetler gibi diğer faktörler nedeniyle değişebilmektedir. Canlılarda oksidan/antioksidan dengesinin antioksidan aleyhine bozulması, oksidatif stres gelişimine neden olmaktadır. Beyin, sınırlı antioksidan kapasitesine ve yüksek enerji gereksimine ihtiyaç duyduğundan oksidatif strese çok duyarlıdır. Bu nedenle oksidatif stres şizofreni, duygu durum bozuklukları, otizm, dikkat eksikliği ve hiperaktivite gibi ruhsal rahatsızlıklara (Mazlum, 2012), göz, beyin, eklem, cilt, böbrek ve akciğer rahatsızlıklarına, bunun yanı sıra günümüzde sıklıkla rastlanan tip 2 diyabete de neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Halifeoğlu ve ark., 2005; Cihaner, 2009; Samaranayaka ve ark., 2011).

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleme ya da mevcut radikalleri süpürme yollarıyla hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında çoğunlukla fenolik fonksiyon taşıyan molekülleri ifade etmektedir (Kahkönen ve ark., 1999; Nagai ve ark., 2005). Antioksidanlar, oksidatif sürecin farklı aşamalarında etkili olmaktadır. Bu aşamalar; başlangıç radikallerini ve peroksil radikallerini süpürücü, metal iyonlarını bağlayıcı ve oksidatif hasar görmüş biyomolekülleri uzaklaştırıcı olarak sıralanabilir (Moure ve ark., 2001). Antioksidanlar oksidatif süreci azaltmak için hem gıda sistemlerinde hem de insan vücudunda hayati bir rol oynamaktadır (Samaranayaka ve ark., 2011). Oksijenli solunum yapan organizmalar, ROS ve RNS türlerinin neden olduğu hasarı önlemek için antioksidan savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Savunma mekanizması enzimatik veya non-enzimatik olabilir. Enzimatik mekanizmalar; süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon redüktaz ve peroksidaz gibi enzimlerle gerçekleşir. Diğer yandan, non-enzimatik mekanizmalar, askorbik asit, α -tokoferol, β -karoten, glutatyon, flavonoidler, ürik asit, sistein, K vitamini, serum albumin, bilirübin, eser elementler (çinko ve selenyum) gibi yakalama ajanları ve antioksidanlardan

oluşmaktadır (Chae ve ark., 2004). Her iki aşama da oksidatif reaksiyonlardan kaynaklanan hasarın giderilmesine katkı sağlamaktadır (Mosquera ve ark., 2007). Bu maddeler ayrıca hücre zararı ve tümör gelişimini önleyerek, yaşlılık etkilerinin en aza indirilmesi ile sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sağlamaktadır. Aynı zamanda cildin elastikiyetini artırmakta ve daha canlı bir görünüm kazanmasını sağlamaktadır. *Herpes simplex* virüsünün neden olduğu deri yaralarını da bir nebze önleyerek deri kanserine karşı da koruyucu etki gösterebilmektedir (Baysal ve Yıldız, 2003).

Bütillenmiş hidroksi tolueen (BHT), hidroksi anisol (BHA), propilgallat (PL) ve tersiyer bütıl hidrokinin (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar serbest radikal süpürücü etkilerinin yüksek olması nedeniyle gıdalara katkı maddesi olarak katılmaktadır (Sasaki ve ark., 2002); ancak sentetik antioksidan maddelerin, yan etkilerinin bulunması ve toksik etkileri nedeniyle doğal kaynaklı antioksidanlara ilgi giderek artmakta olup (Yen ve Chang, 2003; Gonçaves ve ark., 2005), bitkisel kaynaklı yüzlerce maddenin gıdalarda antioksidan olarak kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır. İnsanlar tarafından bu maddeler yüzlerce yıldır tüketilmekte veya gıdalara ilave edildiklerinde tüketiciler tarafından güvenilir olduğu görülmektedir (Turhan ve Üstün, 2006; Altuğ, 2009). Meyve ve sebze kabuklarının, diğer fraksiyonlarından çok daha fazla miktarda antioksidan özelliğe sahip faydalı bileşenleri ihtiva ettiği belirtilmektedir (Wolfe ve ark., 2003; Lim ve ark., 2006; Ghasemi ve ark., 2009).

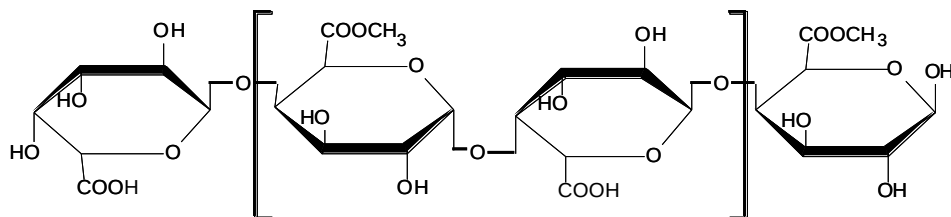
2.4. Polisakkaritler

Polisakkaritler, doğada yaygın olarak bulunan makro moleküllerdir. Doğada, bitkiler, hayvanlar ve farklı temel biyolojik işlevleri gösteren bazı mikroorganizmalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Fonksiyonel özelliklerine bağlı olarak, enerji depo maddesi (ör. bitkilerde nişasta ve inulin, hayvanlarda glikojen), canlı hücrelerin mekanik şekil ve sertliğini sağlayan yapı elemanları (bitki hücre duvarında selüloz, hemiselüloz, pektin ve eklem bacaklıların dış kabuklarında kitin) ve su bağlayıcı olarak (bitkilerde agar, pektin ve alginatlar, hayvanlarda mukopolisakkaritler) olarak görev yapmaktadır. Morfolojik yapılarına göre hücre duvarının yapısını oluşturan hücre duvarı polisakkaritlerini ifade eden hücre içi polisakkaritleri ve hücre duvarının dışında bulunan hücre dışı polisakkaritleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Wilkinson, 1958).

Polisakkaritler, gıdalarda besin maddesi, gıda katkı maddesi ve yem olarak, malzeme biliminde farklı biyoteknolojik uygulamalarda polimerik malzeme formülasyonlarında, sağlık sektöründe biyolojik olarak aktif moleküllerin kaynağı olarak ya da ilaç dağıtım sistemlerinde, biyoyakıt ve enerji üretiminde kullanılmaktadır. Pektin, nişasta, selüloz, hemiselüloz ve inülin gibi polisakkaritler bitki ve sebzelerin ana bileşeni olmalarının yanında, emülsiyon oluşturma, viskoelastikiyet, polielektrolit konformasyon, biyoyuymululuk, stabilizan gibi fizikokimyasal özelliklere de sahiptir (Persin ve ark., 2010). Ayrıca, farklı yapı ve özelliklere sahip olan diğer bazı polisakkaritler, devamlı izole edilmekte ve birçok endüstriyel sektör için araştırılmaya devam edilmektedir.

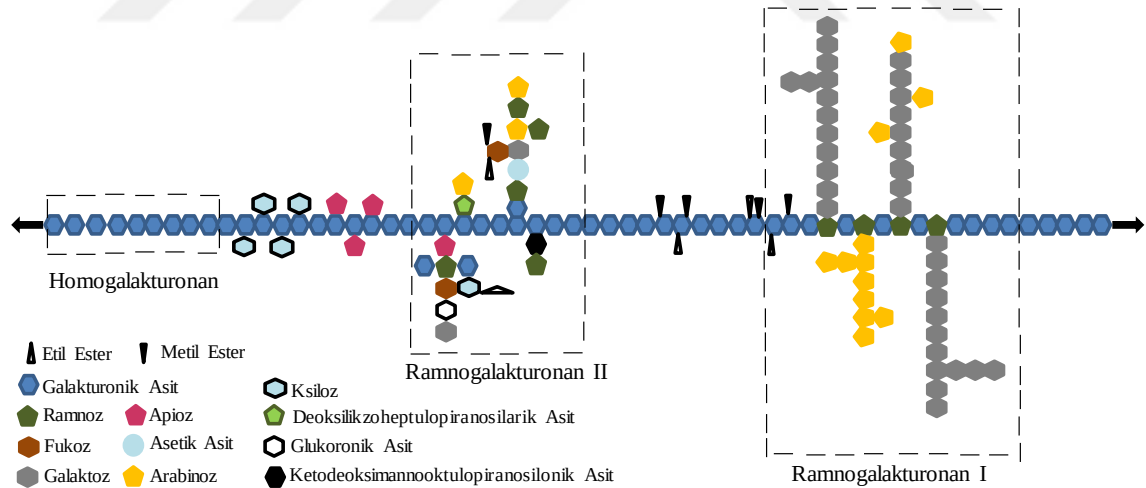
2.4.1. Pektin

Pektin selüloz ve hemiselüloz gibi yüksek bitkilerin hücre duvarında bulunan bir polisakkarittir (Celestino ve ark., 2006). Pektinler diğer hücre duvarı elemanlarıyla olan etkileşimi sayesinde bitkiye esneklik ve mekanik güç kazandırmaktadır (Rosenbohm ve ark., 2003). Bitki hücresinin büyümesindeki birçok fizyolojik süreçte hücre duvarı özelliklerinin kontrol edilmesinde veya fitopatojenlere karşı bitki savunmasında görev almaktadır (Videcoq ve ark., 2011). Pektin molekülü galakturonik asit birimlerinin α -1,4 bağı ile bağlanması ile oluşan düz zincirli bir polimerdir (Walter, 1991; Belitz ve ark., 2004). Yapısında dört temel birim bulunmaktadır; ramnogalakturonan I, ramnogalakturonan II, ksilogalakturonan ve temel bileşen olan homogalakturonandır (Yang ve ark., 2013). Homogalakturonan α -(1-4) D-galakturonik asit birimlerinin bağlanması ile uzun lineer poligalakturonik zinciri oluşturmaktadır (Belitz ve ark., 2004; Ngouémazong ve ark., 2012; Torralbo ve ark., 2012). Homogalakturon (Şekil 2.11) pektin molekülünün temelini oluşturmakta olup bazı bitkilerde bu yapıda karboksil (-COOH) grupları, metil esterlenmiş (-COOCH₃) ya da asetlenmiş olarak bulunmaktadır (Yuliarti, 2011; Ngouémazong ve ark., 2012).



Şekil 2.11. Metil esterler ile kısmen esterleşmiş olan homogalakturonan (Yuliarti, 2011)

Şekil 2.12’de pektin molekülünün yapısı görülmektedir. Buna göre pektin molekülünün lineer kısmını homogalakturnan zinciri oluşturmaktadır, yan zincirler ise ramnogalakturnan I ve ramnogalakturnan II’den oluşmaktadır (Willats ve ark., 2006; Maxwell ve ark., 2011). Ramnogalakturnan I (dallanmış bölge) bölgesinde lineer zincir, tekrar eden galakturonik asit (GalA) ve ramnoz (Rha) moleküllerinin bağlanması $4\text{-}\alpha\text{-D-GalA-(1,2)-}\alpha\text{-L-Rha-1}$ ile oluşmuş ve ramnoz moleküllerine glikan zincirleri bağlanmıştır. Bu zincirler arabinan, galaktan ve arabinagalaktan gibi nötral şekerlerden meydana gelen yan zincirleri oluşturmaktadır. Nötral şekerlerin zincir uzunluğu izolasyon metoduna ve bitkisel kaynağa bağlı olarak değişmektedir (Willats ve ark., 2006; Maxwell ve ark., 2011; Yuliarti, 2011; Torralbo ve ark., 2012). Ramnogalakturnan II bölgesinde ise lineer zincir homogalakturnan molekülünden oluşmakta ve bu bölgedeki yan zincirleri ramnoz, apioz, fukoz gibi moleküller oluşturmaktadır. Ksilogalakturnan bölgesinde ise homogalakturnan lineer zinciri oluşturmaktadır ve yan zincirler ksiloz içermektedir (Willats ve ark., 2006; Maxwell ve ark., 2011; Torralbo ve ark., 2012).



Şekil 2.12. Pektinin yapısının şematik gösterimi (Maxwell ve ark., 2011)

Pektin molekülündeki galakturonik asidin bir kısmı metil alkol ile esterleşmiştir ve metoksil gruplarının varlığı pektinin metoksil derecesini vermektedir. Pektinin metoksil derecesi bitkinin çeşidine ve meyvenin olgunlaşma süresine göre çeşitlilik göstermektedir. Pektin molekülündeki her 100 galakturonik asit ünitesinin esterleşmiş

olanlarının miktarı pektinin esterleşme derecesini vermekte (Cemeroğlu, 2004), buna göre %50'den fazla esterleşme derecesine sahip ise yüksek metoksilli pektin (HMP), %50 nin altında ise düşük metoksilli pektin (LMP) olarak adlandırılmaktadır (Morris ve ark., 2000; Fu ve Rao, 2001; Girard ve ark., 2002; Torralbo ve ark. 2012; Yapo ve Koffi, 2013). Düşük metoksilli pektinin diğer bir çeşidi ise amide pektindir (LMA) ve bu LMP'nin amonyak ile işlem görmesi ile metil ester gruplarının %15-25'inin amid gruplarına dönüşmesi sonucunda oluşmaktadır (Dongowski ve ark., 1997; Yuliarti, 2011).

LMP düşük şekerli suda çözünebilir kurumaddesi %60 altında olan reçel ve jölelerde kullanılırken HMP ise suda çözünür kurumaddesi %60 üzerinde olan yüksek şekerli reçel ve jölelerde kullanılmaktadır. HMP, pH 3.5'in altındaki koşullarda, konsantrasyonu %55'in üzerindeki süktroz çözeltisi ile ısıtıldığında, kolayca jelleşebilmektedir. Meyvenin doğal kalsiyum içeriği LMA pektinde jel oluşturmak için yeterli olmasına karşın jel oluşumunda LMP pektin için çoğunlukla kalsiyum tuzu ilavesi gerekmektedir (Seggiani ve ark., 2009). HMP'ler jel oluşum sürelerine göre, esterifikasyon derecesi %70 ve üzerinde olanlar hızlı jelleşen ve esterifikasyon derecesi %50-70 olanlar ise yavaş jelleşen olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. LMP ise yavaş jelleşmektedir (Arslan, 1994). Esterleşme derecesi %85 ve üzerinde olan pektinler ise asit ilave edilmeksizin süktrozla jel oluşturmaktadır (El-Nawawi ve Heikel, 1997). LMP ile jel oluşumu için belli bir şeker konsantrasyonuna ihtiyaç duyulmadığından, şeker hastaları için üretilen diyet ürünlerinde de kullanılmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Bitkilerde yaygın olarak bulunmasına rağmen; pektin çoğu bitkiden ekonomik olarak üretilmemektedir. Bazı bitkisel dokularda yeterli miktarda bulunmamakta, bazılarında ise fazla oranda içermesine rağmen, elde edilen pektin nitelikleri açısından kullanıma uygun değildir (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Bu nedenle pektinin ticari üretimi turunçgil kabukları, elma posası, ayçiçeği tablası ve şeker pancarı küspesinden yapılmaktadır (Ranganna, 2008). Turunçgil meyveleri içerisinde de en fazla limon, portakal ve greyfurt kullanılmaktadır. Son yıllarda pektin ekstraksiyonu için alternatif olabilecek kaynaklar araştırılmaktadır. Tespih çiçeği (*Canna edulis*) (Zhang ve ark., 2011), yeşil çay (*Camellia sinensis*) yaprakları (Ele-Ekouna ve ark., 2011), incir sarmaşığı (*Ficus pumila*) tohumları (Liang ve ark., 2012), Lobeira (*Solanum lycocarpum*) meyvesi

(Torralbo ve ark., 2012), passion meyvesi (*Passiflora edulis*) (Pinheiro ve ark., 2008; Kulkarni ve Vijayanand, 2010), kakao (*Theobroma cacao*) kabukları (Vriesmann ve ark., 2011), akebya meyvesinin (*Akebia trifoliata* var. *australis*) kabukları (Jiang ve ark., 2012), dragon meyvesi (İsmail ve ark., 2012), papaya, mango (Buchholt ve ark., 2004; Guo ve ark., 2013), yuza meyvesi (*Citrus junos*) posası (Lim ve ark., 2012) bunlardan bazılarıdır. Çizelge 2.1’de bazı meyve ve sebzelerin içerdikleri pektin miktarları ve özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı meyve ve sebzelerin pektin içerikleri (Baker, 1997; Aehle, 2004; Çelik, 2007)

Meyve	Pektin (%)	Metilasyon (%)	Doku
Elma	0.5-1.6	80-92	Taze
Kuşüzümü	1.0-1.2	50-80	Taze
Üzüm	0.1-0.4	50-65	Taze
Portakal kabuğu	3.5-5.5	65	Taze
Armut	0.7-0.9	50-70	Taze
Ananas	0.04-0.1	22-40	Taze
Çilek	0.5-0.7	20-60	Taze
Portakal	12.4-28.0	-	Kuru madde
Muz	0.7-1.2	-	Taze
Şeker Pancarı	10.0-13.0	-	Kuru madde
Domates	2.4-4.8	-	Kuru madde
Havuç	1.17-2.92	-	Taze

Ticari pektin üretimi temel olarak; hammaddeden sıcak asidik su ile pektinin ekstraksiyonu, ekstrakte edilen pektinin alkol ile çöktürülmesi ve saflaştırılması aşamalarından oluşmaktadır. Elde edilen pektinin kalitesi ve miktarı doğru ekstraksiyon yönteminin seçimine ve ekstraksiyon koşullarının kontrolüne bağlıdır.

Geleneksel olarak LMP, asidik ya da alkali koşullarda HMP'nin deesterifikasyonu ile elde edilmektedir. Pektinin deesterifikasyonunda amonyak kullanılırsa amid grupları moleküle bağlanmakta ve LMA elde edilmektedir. Dünya çapında yıllık pektin tüketim miktarı yaklaşık 45 milyon kg, küresel piyasa değerinin ise en az 400 milyon avro olduğu tahmin edilmektedir (Willats ve ark., 2006).

Pektin ekstraksiyonu için, en yaygın olarak sıcak asidik su ile ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bunun dışında enzimatik (Zykwinska ve ark., 2009), ultrasonik (Bagherian ve ark., 2011; Guo ve ark., 2013), mikrodalga (Liu ve ark., 2006; Bagherian ve ark., 2011; Guo ve ark., 2012; Guo ve ark., 2013), yüksek basınçla ekstraksiyon (Guo ve ark., 2012; Guo ve ark., 2013) ve yüksek frekanslı elektrik alan (Guo ve ark., 2013) yöntemleri ile de pektin ekstraksiyonu araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda ekstraksiyonda en çok hidroklorik, sülfürik ve nitrik asidin kullanıldığı görölmektedir; ancak mineral asitlerin çevreye zararları ve sağlık üzerine olumsuz etkileri düşünöldüğünden, alternatif olarak sitrik gibi organik asitler de pektin ekstraksiyonu için kullanılmaktadır (Virk ve Sogi, 2004; Kliemann ve ark., 2009; Yapo, 2009; Vriesmann ve ark., 2011).

Pektin, çoğunlukla meyve bazlı ürünlerde jel oluşumu sağlamak, katılaştırma ve fiziksel stabilite sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. HMP çoğunlukla meyve aromalı meyve jöleleri, şarap zambı üretmek için kullanılmaktadır. Aynı zamanda çırpma ajanları ile birlikte hava içeren ürünler için kullanılmaktadır. LMP, HMP'ye göre daha yüksek pH değerinde jel oluşturabilmekte ve nane, tarçın aromalı ürünler gibi meyve aroması içermeyen jöleler için, düşük konsantrasyonlarda çikolata dolguları gibi yarı jelleşmiş yapı elde etmek için kullanılmaktadır.

Şeker pancarı pektini meyve bazlı konsantrelerde bir jel oluşmadan viskozite ve meyve suyunun şeker ve doğal pektin içerdiği meyveli içeceklerde ağız hissi sağlamaktadır. Şeker ve/veya doğal pektin içeriğinin herhangi birinin eksikliği ağız hissinde kayıba neden olmaktadır ve bu his az bir miktar pektin ilavesi ile düzeltilebilmektedir. Ayrıca pektin kurutulmuş meyve suyu tozlarında doğal ağız hissi sağlamak için kullanılmaktadır. Protein içeren içecekler düşük pH koşullarında ısıtıldıklarında, proteinler çökelme ve topaklanma eğilimindedir. Pektin iyonik çekim yoluyla protein partiküllerine bağlanarak ısıl işlem esnasında proteinleri agregasyondan korumaktadır.

Genellikle LMP meyveli yoğurt üretiminde, meyve parçacıklarının yoğurt içine kolayca aktarılıp karıştırılması için kısmen yumuşak bir tiksotropik jel dokusu oluşturmak için ve meyve parçacıklarının homojen dağılımı sağlamak için kullanılmaktadır. LMA ise yoğurt üretiminde kullanıldığında su tutma kapasitesi, kalsiyum reaktivitesi ve süt proteinleri ile mükemmel etkileşim sağlamaktadır. Pektin ekmeğin hacmini artırmak ve depolama esnasında nemli ve yumuşak tutmasını sağlamak amacıyla çeşitli ekmek ve hamur ürünlerinde kullanılmaktadır. Tereyağı ve az yağlı sürme yağlarda yağ yerine de ilave edilmektedir. Bu ürünlerde pektin su bağlayarak bu sayede emülsiyon stabilitesini artırmaktadır. LMP su tutma kapasitesini, tiksotropik davranışları ve ağız hissini geliştirmek amacıyla barbekü soslarında ve ketçaplarda kıvam verici olarak kullanılmaktadır (Westerlund ve ark.,1991; Anonim, 2016d).

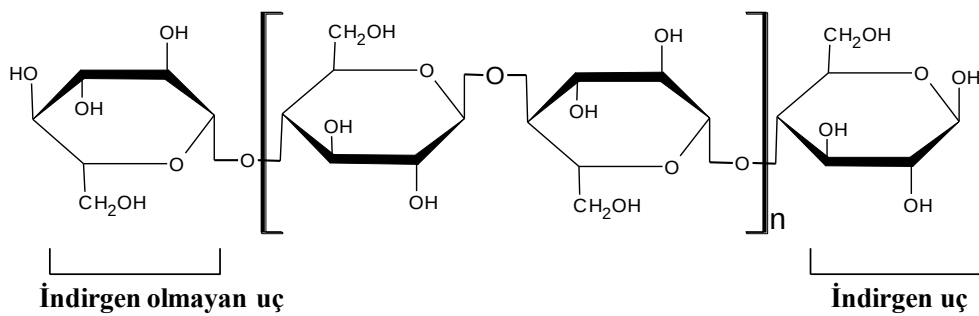
Gıda endüstrisi açısından önemli olduğu kadar pektin diğer birçok endüstride de önemlidir. Tek başına ya da diğer polimerler ile birlikte ilaç kapsülasyonunda kullanıldıklarında, kolondaki bakteriler pektini parçalayarak ilacın kolonda salınmasını sağlamaktadır. Uzun yıllar boyunca pektin antidiyare ajanı olarak kullanılmıştır. Pektinin kolesterolü düşürdüğü, kilo kontrolünü kolaylaştırdığı, sindirim sisteminde şişerek uzun süreli tokluk hissini oluşturduğu, kan şekeri seviyesini korumaya yardımcı olduğu belirtilmekte, prostat kanser hücrelerinin yayılmasını engellediği, alerjenleri baskılayarak belirli alerjik hastalıkları tedavi etmek ve/veya vücutta diğer alerji mücadele ajanlarının aktivitelerini teşvik ettiği bildirilmiştir. Yapısında yüksek miktarda iyonik grup içerdiğinden dioksin gibi kimyasalları ve ağır metalleri vücuttan uzaklaştırabilmektedir (Guilherme ve ark., 2010). Modifiye pektinin, pro-metastatik protein galektin 3'e bağlanarak, aktivitesini inhibe ederek anti kanser özellik gösterdiği bildirilmiştir (Maxwell ve ark., 2012).

Pektin; ostomi (ince bağırsağın karın cildine ağızlaştırılması) cihazları ve yara pansumanında da kullanılmaktadır. Karboksimetil selüloz ve jelatin gibi diğer suda çözünür polimerler ile beraber pudra, poliizobutilen gibi yapışkan bir polimer ile karıştırılarak kalın bir tabaka haline getirilmekte ve bu şekilde ostomi cihazının cilde temas eden parçasını oluşturmaktadır. Bunun dışında cilt ve saç bakım ürünleri ve renkli kozmetik gibi kişisel bakım uygulamalarında da kullanılan pektin; bu ürünlerde yapının

sağlanmasını ve cilt yüzeyinde bir jel formu oluşturarak cildin nem kazanmasını sağlamaktadır (Anonim, 2016d).

2.4.2. Selüloz

Selüloz dünyada en yaygın olarak bulunan organik bir polimerdir. Hemen hemen tüm yeşil bitkilerin iskelet yapısında bulunmaktadır. Ağaçlar ve otlar gibi gıda dışı bitkilerde hemiselüloz ve lignin ile birlikte (%40-60 selüloz, %20-40 hemiselüloz ve %10-25 lignin) bol miktarda bulunmaktadır (Lynd ve ark., 2002; Yang ve ark., 2007). Ayrıca bitki olmayan bakteri, alg ve hayvanlar tarafından da üretilabilmektedir. Selüloz, D-glukopiranoz birimlerinin β -1,4 glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan lineer bir polimerdir (Şekil 2.13). Her bir glukoz molekülü birbirine 180° 'lik açı ile C1 ve C4 glikosidik oksijen bağları ile bağlıdır. Bu yüzden polimerin tekrarlanan ünitesi glukoz değil selobiyozdur (Akpınar, 2003). Selüloz I, II, III ve IV olmak üzere dört ana polimorfu bulunmaktadır. Selüloz I çoğunlukla, alomorf I $_{\alpha}$ (bakteri ve alg) ve I $_{\beta}$ (yüksek bitkiler) içeren saf selülozda bulunmaktadır (Kontturi ve ark, 2006; Perez ve Samain, 2010). Selüloz I konsantre alkali çözeltilerle muamele edildiğinde termodinamik açıdan daha kararlı kristal bir form olan selüloz II'ye dönüşmektedir. Selüloz III, selüloz mikrokristallerinin süper kritik amonyak ile muamele edilmesi ile elde edilmektedir. Selüloz IV $_I$ ve IV $_{II}$, selüloz III'ün 260°C 'de gliserolde ısıtılması ile oluşmaktadır (Peter, 2001).



Şekil 2.13. Selüloz molekülünün moleküler yapısı

Doğal selülozun polimerizasyon derecesi elde edildiği kaynağa göre 1000 ile 30000 arasında değişmektedir, buna karşılık zincir uzunlukları 500 ile 15000 nm arasında değişmektedir. Intra ve intermoleküler hidrojen ve van der Waals bağları sebebiyle

selülozun yapısı oldukça karardır. Intramoleküler hidrojen bağları zincirdeki glukoz moleküllerinin birbirine olan pozisyonlarını etkileyerek, polimerin hafifçe bükölmesini kurdale gibi bir şekil almasını sağlamaktadır (Gardner ve Blackwell, 1974). Hidrojen bağları çoğunlukla selüloz zinciri içi interaksiyonlarından sorumlu iken zayıf CH-O hidrojen bağları ve van der Waals interaksiyonları ise selülozun zincirler arası interaksiyonlarına katkıda bulunmaktadır (Li ve Renneckar, 2011). Intra ve intermoleküler hidrojen ve van der Waals bağları selüloz zincirlerini bir araya getirerek oluşturdukları kristalit bölgeler amorf bölgelerle ayrılmıştır. Selülozun kristallik derecesi orijine ve örneğe uygulanan muamele yöntemine göre değişir. Genelde doğal selüloz %70 kristallik derecesine sahip olup kristallik derecesi en fazla olan Valonia selüloz, en az olan ise asitle muamele edilmiş selülozdur (Akpınar, 2003).

2.4.2.1. Bakteriyel selüloz

Pek çok mikroorganizma, karbon ve enerji kaynağı olarak hücre içi polisakkarit sentezleyebildikleri gibi hücre içinde oluştuktan sonra hücre dışına da polisakkarit sentezleyebilmektedir. Birçok farklı polisakkarit ve birkaç proteinden oluşan bu yapılar kapsöl ve slime layer (cıvık tabaka) olarak isimlendirilir (Brock ve ark., 1994). Hücre dışı polisakkaritler ya da ekzopolisakkaritler, ya kapsöl formunda hücre yüzeyine kovalent bağlı olarak ya da balık şeklinde hücre duvarına zayıf bir şekilde bağlı olarak bulunmaktadır (Sutherland, 1994; Sutherland, 1998). Bu polisakkaritler, kendini üreten suşlar tarafından katabolize edilemediklerinden, enerji kaynağı olarak kullanılamamakta, fakat mikroorganizmayı veya ortamı koruyarak dış ortamdan gelebilecek zararlı bir etkiye karşı bariyer oluşturmaktadır (Kılıç, 2001).

Mikrobiyal kaynaklardan elde edilen ve endüstriyel olarak önemli olan başlıca polisakkaritler genel olarak; bakteriyel selüloz (*Gluconacetobacte xylinum*), ksantan (*Xanthomonas campestris*), süksinoglukan (*Rhizobium*, *Agrobacterium* sp., *Pseudomonas* sp.), gellan (*Pseudomonas elodea*), velan (*Alcaligenes* sp.), emölсан (*Acinetobacter calcoaceticus*), alginatlar (*Azotobacter vinelandii*), dekstran (*Leuconostoc* sp.), ramsan (*Alcaligenes* sp.), pullulan (*Auerobasidium pullulans*)’dır (Crescenzi ve ark.,1991). Bu polisakkaritler gıda endüstrisinde ksantan ve gellanın Amerika ve Avrupa’da gıda ilavesi olarak izin verilmesinden sonra daha fazla ilgi

kazanmıştır (Lin ve ark., 1984; Ravella ve ark., 2010). Çizelge 2.2’de ticari kullanım için polisakkarit üreten bazı mikroorganizmalar verilmiştir.

Çizelge 2.2. Ticari kullanım için polisakkarit üretebilen bazı mikroorganizmalar (Ahmad ve ark., 2015)

Mikrobiyal Kaynak	Polisakkarit	Referans
<i>Gluconacetobacter xylinum</i>	Selüloz	Huang ve ark., 2010
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Süksinoglikan	Chouly ve ark., 1995
<i>A.tumefaciens</i>	Süksinoglikan	Kaneda ve ark., 2002
<i>Rhizobium meliloti</i>	Süksinoglikan	Chouly ve ark., 1995
<i>Halomonas eurihalina</i>	Levam	Béjar ve ark., 1998
<i>Zymomonas mobilis</i>	Levan	Bekers ve ark., 2005
<i>Leuconostoc dextranicum</i>	Glukan	Majumder ve Goyal, 2009
<i>L. mesenteroides</i>	Dextran	Falconer ve ark., 2011
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Alginat	Schürks ve ark., 2002
<i>P.putida</i>	Alginat	Çelik ve ark., 2008
<i>Sphingomonas elodea</i>	Gellan	Gonçalves ve ark., 2009
<i>S. paucimobilis</i>	Gellan	Wu ve ark., 2011
<i>Xanthamonas sp.</i>	Xanthan gum	Sanderson, 1982

Selüloz endüstriyel olarak çoğunlukla odun ve pamuktan üretilmekte olup, saf olarak elde edilmesi için yapıdan lignin ve hemiselülozun ayrılması gerekmektedir (Brown ve Saxena, 1997). Bu işlemin zor ve masraflı olması, ayrıca orman alanlarının daralması gibi nedenlerden dolayı alternatif selüloz kaynakları araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda, bakteriler tarafından üretilen bakteriyel selüloz (BS) son yıllarda daha çok dikkat çekmeye başlamıştır. BS’de β -1→4 glukan zincirinden oluşmakta; glukan

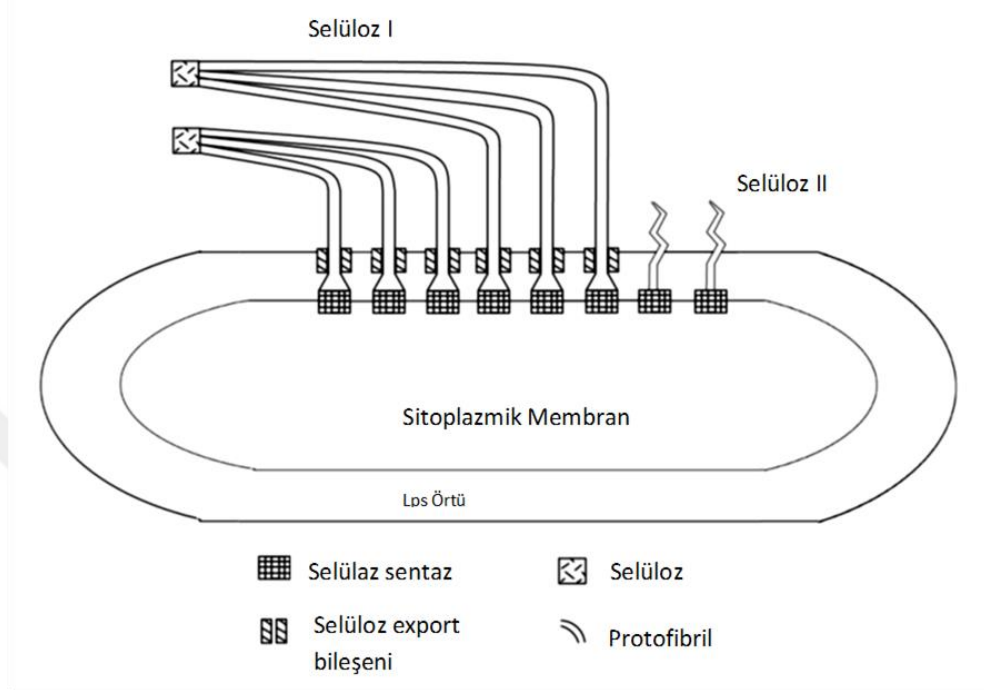
zincirleri moleküler arası ve içi hidrojen bağlarıyla bir arada tutunmakta (Ul-Islam ve ark., 2012) ve bitkisel selülozun tersine saflaştırılma işlemi gerekmemektedir (Lynd ve ark., 2002; Brown, 2004).

BS bakteriler tarafından oksijen basıncının yüksek olduğu yüzeylerde üretilmekte ve konumlandırılmaktadır. Bakterileri su miktarında azalmaya, pH değişimlerine, UV ışınlarına, patojenik mikroorganizmalar gibi kötü çevre koşullarından korumaktadır (Ross ve ark., 1991; Bielecki ve ark., 2000; Iguchi ve ark., 2000). BS ile örtülü olan asetik asit bakterilerinin 1 saat UV ışınlanması sonucu %23'ünün canlı kaldığı belirtilmiştir (Ross ve ark., 1991).

Suda çözünmez, elastik, yüksek gerilime dirençli bir yapıya sahip (Watanabe ve ark., 1998) olan ağsı yapıdaki BS'nin kristalizasyon derecesi oldukça yüksektir (Yamanaka ve Sugiyama, 2000). Bu özellikleri, bitki orijinli selülozda bulunmamaktadır (Watanabe ve ark., 1998; Yamanaka ve Sugiyama, 2000). Ayrıca yüzey alanı bitkisel selüloza göre yaklaşık 200 kat daha büyük olan (Johnson ve Neogi, 1989; Bielecki ve ark., 2000) BS, yüksek su tutma kapasitesine sahiptir (Johnson ve Neogi, 1989; Watanabe ve ark., 1998; Yamanaka ve Sugiyama, 2000). BS mikrofibrillerinin bitki selülozlarından yaklaşık 100 kat daha ince ve gözenekli bir yapıya sahip olduğu bildirilmiştir (Chawla ve ark., 2009; Gayathry ve Gopalaswamy, 2014). Bu özelliği sayesinde açık yaralarda enfeksiyona karşı etkili bir fiziksel bariyer olarak görev yapmakta, gözenekli yapısı sayesinde de antibiyotik veya ilaçların transferini rahatlıkla sağlamaktadır (Czaja ve ark., 2006). Kurutulmuş 0.01-0.5 mm kalınlığında bir BS tabakası, ses dalgalarını hızlı bir şekilde iletebilme (Johnson ve Neogi, 1989; Ross ve ark., 1991; Jonas ve Farah, 1998; Vandamme ve ark., 1998) özelliğine sahip olup, akustik membran olarak kullanılmaktadır (Ross ve ark., 1991; Jonas ve Farah, 1998; Vandamme ve ark., 1998).

BS üreticisi olan *Acetobacter xylinum*, selüloz I ve termodinamik açıdan stabil yapıda bulunan selüloz II yapılarını üretmekte (Şekil 2.14) (Chawla ve ark., 2009) olup, bu iki form X-ray, nükleer magnetik rezonans, Raman spektroskopisi ve Infrared analizi ile tespit edilebilmektedir (Johnson ve Neogi, 1989). Sentez işlemi esnasında glukoz zincir protofibrilleri bakteriyel hücre duvarından salgılanmakta ve bir araya toplanarak nanofibril selüloz şeritleri oluşmaktadır (Ross ve ark., 1991). Bu şeritler BS'nin çok gözenekli matrisli örümcek ağı şeklindeki yapısını oluşturmakta (Dahman, 2009; Maria

ve ark., 2010) ve aynı zamanda hidrofilik ve biyolojik olarak parçalanabilme yeteneğine sahiptir (Klemm ve ark., 2005).



Şekil 2.14. *A. xylinum* tarafında selüloz miyofibrillerinin üretimi (Chawla ve ark. 2009)

BS *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*, *Agrobacterium*, *Aerobacter*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Komagataeibacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Salmonella* ve *Escherichia* cinsi gibi çeşitli bakteri türleri tarafından üretilmektedir (Brown, 2004; Shoda ve Sugano, 2005; Morgan ve ark., 2013; Lin ve ark., 2016). En iyi BS üreticisi asetik asit bakterisi olan *Acetobacter xylinum* ve *A. aceti* ssp. *xylinum*, *A. xylinus* sinonimleridir (Drysdaile ve Fleet, 1988; Çoban ve Bıyık, 2008). Ayrıca *Gluconacetobacter hansenii*, *G. europaeus*, *G. oboediens* ve *G. intermedius* da BS üreten önemli suşlar arasında yer almaktadır (Yamada ve ark., 1998; Yamada, 2000; Çoban ve Bıyık, 2008; Ha ve Park, 2012; Lin ve ark., 2016). Asetik asit bakterileri *Acetobacteracea* familyasında olup (De Ley ve ark., 1984; Stackebrandt, 1998), *Acetobacter* (Beijerinck, 1898), *Gluconobacter* (Asai, 1935), *Acidomonas* (Urakami ve ark., 1989), *Gluconacetobacter* (Yamada ve ark., 1997), *Asaia* (Yamada, 2000) ve *Kozakia* (Lisdiyanti ve ark., 2002) cinslerini içermektedir (Holt, 1994). En yüksek BS üretimi olan *Acetobacter* türleri *A. xylinum*, *A. pasteurianus*, *A. aceti*, *A. hansenii*, *A.*

lovaniensis, *A. liquefaciens*'dir (De Ley, 1984; Swings, 1992; Çoban ve Bıyık, 2008). Selüloz üreten çeşitli suşlar ve bunların üretim miktarları sistematik olarak Çizelge 2.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 2.3. Bakteriyel selüloz üreten farklı suşlar

Mikroorganizma	Karbon Kay.	Ek Kaynak	Kültür Süresi	Miktar (g/L)	Kaynak
<i>A. xylinum</i> BRC 5	Glukoz	Etanol, oksijen	50 sa	15.30	Hwang ve ark., 1999
<i>G. hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	Glukoz	Oksijen	48 sa	1.72	Jung ve ark., 2005
<i>G. hansenii</i> PJK (KCTC 10505 BP)	Glukoz	Etanol	72 sa	2.50	Park ve ark., 2003
<i>Acetobacter</i> sp. V6	Glukoz	Etanol	8 gün	4.16	Son ve ark., 2003
<i>A. sp.</i> A9	Glukoz	Etanol	8 gün	15.20	Son ve ark., 2001
<i>A. xylinum</i> BPR2001	Melas	Yok	72 sa	7.82	Bae ve Shoda, 2004
<i>A. xylinum</i> BPR2001	Fruktoz	Agar, oksijen	72 sa	14.10	Bae ve ark., 2004
<i>A. xylinum</i> BPR2001	Fruktoz	Agar	56 sa	12.00	Bae ve ark., 2004
<i>A. xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	Fruktoz	Oksijen	52 sa	10.40	Chao ve ark., 2000
<i>A. xylinum</i> ssp. <i>sucrofermentans</i> BPR2001	Fruktoz	Agar, oksijen	44 sa	8.70	Chao ve ark., 2000
<i>A. xylinum</i> E25	Glukoz	Yok	7 gün	3.50	Krystynowicz ve ark., 2002
<i>G. xylinus</i> strain (K3)	Mannitol	Yeşi çay	7 gün	3.34	Nguyen ve ark., 2008
<i>G. xylinus</i> IFO 13773	Glukoz	Lignosülfat	7 gün	10.10	Keshk ve Sameshima, 2006
<i>A. xylinum</i> NUST4.1	Glukoz	Sodyum alginat	5 gün	6.00	Zhou ve ark., 2007
<i>G. xylinus</i> IFO 13773	Şeker kamışı melası	Yok	7 gün	5.76	Keshk ve Sameshi, 2006
<i>G. sp.</i> RKY5	Gliserol	Yok	144 sa	5.63	Kim ve ark., 2006
<i>G. sp.</i> st-60 12 ve <i>Lactobacillus mali</i> JCM1116 Yardımcı Kültürü	Sukroz	yok	72 sa	4.20	Seto ve ark., 2006

Komagataeibacter türleri, meyveler, çiçekler, sirke, kombucha, bira, tekila ve bira gibi çeşitli şekerli, asidik ve alkol içeren çeşitli ortamlardan izole edilebilir (Dellaglio ve ark., 2005). Birçok *Acetobacteraceae* cinsi ve suşları içerisinde *G. hansenii* yüksek selüloz üretici suş olarak belirtilmekte olup, üretilen BS'nin genetik, biyokimya, mekaniki özellikleri ve üretiminin artırması konularını içeren birçok çalışma yapılmış ve son yıllarda BS üretimi çalışmalarında önemli bir model organizma haline gelmiştir (Florea ve ark., 2016). *Rhodobacter sphaeroides* gibi birçok bakterinin amorf selüloz ürettiği, bazı bakterilerin (*G. hansenii* gibi) ise yüksek kristalize selüloz ürettikleri belirtilmiştir.

Bazı BS üretebilen bakterileri suşlarının gelişme koşulları Çizelge 2.4'te verilmiştir. Klasik bir kültür ortamı; karbon kaynağı, nitrojen kaynağı ve bakteri gelişimi için gerekli diğer bileşenleri içermektedir. Fermantasyon için gerekli pH 4-6 arasındadır. Bol miktarda karbon kaynağı ve minimal nitrojen kaynağı sağlandığında bakterilerin verimi artmaktadır (Ramana ve ark., 2000). Birçok şeker ve şeker alkollerini BS üretimi için karbon kaynağı olarak kullanılabilir. Fermantasyon esnasında bakterilerin sukroz, rafinoz ve stakioz gibi nispeten daha yüksek moleküllü karbon kaynaklarını tüketmeden önce fruktoz ve glukoz gibi küçük moleküllü karbon kaynaklarını tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir (Qiu ve Netravali, 2014). BS üretiminde kullanılan karbon kaynaklarının yüksek maliyetinden dolayı, geniş ölçekli uygulamalarda kullanımı bulunmamaktadır. Bu nedenle üretim maliyetini azaltmak için birçok çalışma bulunmaktadır (Watanabe ve ark., 1998; Ramana ve ark., 2000; Yamanaka ve Sugiyama 2010). BS üretim maliyeti; kültür ortamına, ortam koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Hu ve Catchmark, 2010; Ramana ve ark., 2000). Son zamanlarda tarım, ormancılık, endüstriyel atıkların, BS üretiminde karbon kaynağı olarak kullanılması ile üretim maliyetlerinin azaltılmasına çalışılmaktadır (Lin ve ark., 2014). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda; gıda işleme atıkları (Carreira ve ark., 2011), hidrolize hemiselüloz (Uraki ve ark., 2002), pancar ve şeker kamışı melası (Bae ve Shoda, 2005), çeşitli meyve atıkları (Hungung ve ark., 2013), konjac tozu (Hong ve Qiu, 2008), pirinç kabuğu (Goelzer ve ark., 2009), buğday samanı (Chen ve ark., 2012), pamuk tekstil atıkları (Hong ve ark., 2012), akçağaç şurubu (Zeng ve ark., 2011), kahve kirazı kabuğu (Usha ve Appaiah, 2011), kuru zeytin değirmen kalıntısı (Gomes ve ark., 2013), atık bira mayası (Lin ve ark., 2014), hurma şurubu

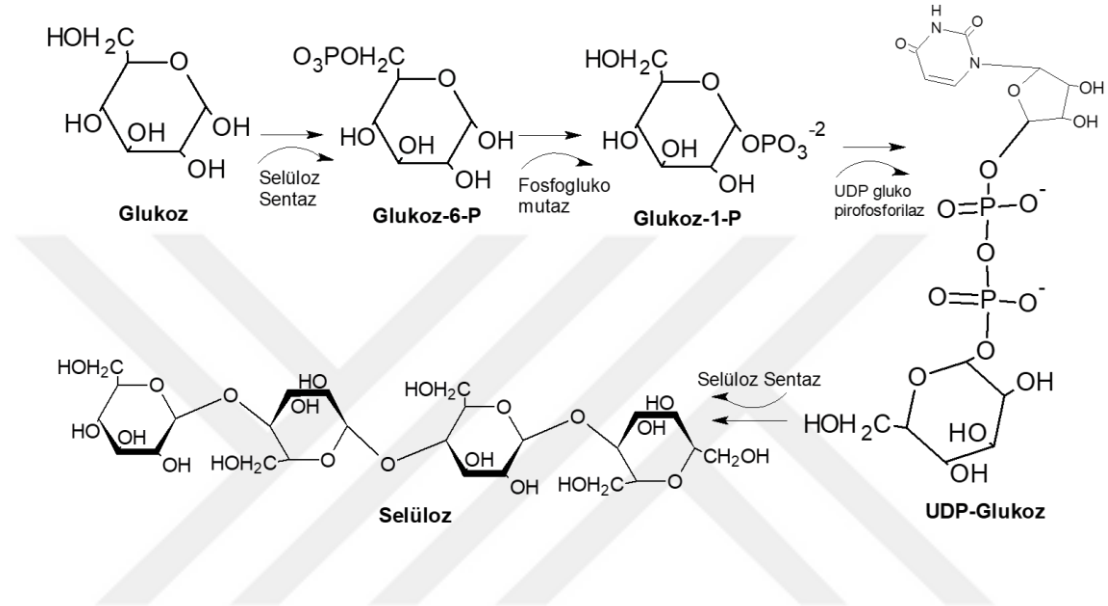
(Mohammadakikaazemi ve ark., 2015) ve ahşap ekstraktı (Kızıldaş ve ark., 2015) BS üretiminde kullanılmıştır.

Çizelge 2.4. Bakteriyel selüloz üreten bazı suşların optimum gelişme koşulları

Cins ve tür	Suş	Optimal Besiyeri	Süre (h)	pH	Sıc. (°C)	Kültür Tipi	Kaynak
<i>K. xylinus</i>	K3	HS	48	5	30	Statik	Nguyen ve ark. (2008)
	BPR 2001	1.5 mL/L CSL	72	5	28	Statik	Matsuoka ve ark. (1996)
	BPR 2001	1.5 mL/L CSL	24	5	30	180 rpm	Bae ve Shoda (2004)
	KU1	15 g/L D-mannitol, 5 g/L polipepton, 20 g/L maya ekstraktı	48	5	30	Statik	Oikawa ve ark. (1995)
	FC01	HS	-	5	30	Statik	Çakar ve ark. (2014)
	ATC C 53524	HS	48	5	30	Statik	Mikkelsen ve ark. (2009)
	MTC C 2623	25 g/L mannitol, 5 g/L maya ekstraktı ve 3 g/L pepton	48	5	30	140 çalk. rpm	Dayal ve ark. (2013)
<i>K. hansenii</i>	PJK	10g/L Glukoz, 10 g/L maya ekstraktı, 7 g/L pepton, 1.5 mş/L asetik asit, 0.2 g/L süksinat, 15 g/L agar	24	5	30	200 çalk. rpm	Ha ve ark., (2008); Jung ve ark., (2005)
	NCIM 2529	HS	48	5	30	120 çalk. rpm	Mohite ve Patil (2014)
<i>K. sacchari</i>	-	15 g/L agar içeren HS	48	-	30	Statik	Gomes ve ark., (2013)
	GH-2	2 ml/L asetik asit, 5 mL/L etanol ve 0.2 g/L siklohegzimid	24	5	30	Statik	Hungund ve Gupta (2010)

BS biyosentezi oksidatif karbonhidrat metabolizmasına bağlıdır. Glukokinaz, fosfoglukomutaz ve üridin difosfat (UDP)-glukoz pirofosforilaz selüloz sentezi ile ilgili enzimlerdir. Selüloz sentezi dört adımda gerçekleşmekte olup biyokimyasal yolu Şekil 2.15’de gösterilmiştir (Cannon ve Anderson, 1991). Sentez glukozun glukokinaz enzimi

tarafından glukoz-6-fosfat (G6P)'a fosforilasyonu ile başlamakta, bunu glukoz-6-fosfatın fosfoglikomutaz enzimi ile glukoz-1-fosfata (G1P) dönüşümü izlemekte, daha sonra glukoz-1-fosfattan UDP-glukoz pirofosforilaz enzimi ile UDP- glukoz sentezlenme ve en sonunda UDP-glukoz'dan selüloz sentaz enzimi ile selüloz oluşmaktadır (Cannon ve Anderson, 1991; Ross ve ark., 1991).



Şekil 2.15. Glukozdan selüloz üretiminin biyokimyasal yolu (Qiu ve Netravali, 2014)

BS farklı fermantasyon koşullarında farklı şekillerde üretilebilir (Ramana ve ark., 2000; Hu ve Catchmark, 2010). Geleneksel olarak sabit veya çalkalamalı kültür yöntemleri ile üretilmektedir. Statik kültür yöntemi, uzun bir süre gerektirmekte çalkalamalı kültür yöntemi ise bakterilerin hızlı gelişmesini sağlamakta; ancak mikroorganizmalar selüloz oluşturmayan mutantlara dönüşebilmekte, bu da BS verimliliğini düşürmektedir (Kim ve ark., 2007). Karıştırılmalı tank ya da airlift reaktörlerde, aygıtın üst kısmına ve iç duvarlarına BS kültürünün yapışması problemleri olmakta ve BS veriminin azalmasına neden olmaktadır (Krystynowicz ve ark., 2002). Selüloz üretimi amacı ile geliştirilen reaktörler aşağıda açıklanmıştır.

Döner Disk Reaktörü: Döner disk reaktörü, diskin yüzeyinin yarısının besiyeri içerisine batmış diğer yarısının ise atmosferde kalacak şeklinde tasarlanmıştır. Disk sürekli dönerek diskin yüzeyi sürekli besiyerine ve atmosfere maruz kalmaktadır. Bu reaktör BS üretimi için kullanıldığında, disk yüzeyine yapışmış olan hücreler atmosferdeki

oksijeni ve besiyerine daldırıldığında ise besin maddelerini kullanır. Döner reaktörde değişen besiyeri hacmi, dönüş hızı ve disk sayısını değiştirerek maksimum BS üretiminin 4 rpm dönüş hızında, besiyeri ortamının yüzey alanı oranı (S/V) ise 0.71 cm^{-1} olarak belirtilmiştir (Krystynowicz ve ark., 2002; Chawla ve ark., 2009).

Döner Biyofilm Reaktör: Döner biyofilm reaktör yatay bir shaft üzerine monte edilmiş bir dizi dairesel disklerden oluşmaktadır. Döner biyofilm reaktördeki diskler dönerek fermentasyon ortamı ve havaya maruz kalmaktadır. Döner biyofilm reaktörde geliştirilen selüloz üreticisi bakteriler, güçlü bir kayma gerilmesi ile karşı karşıya kalmamakta ve karıştırılan tank biyoreaktörü ile karıştırıldığında mikroorganizmalar hava ile kolaylıkla tamasa geçerek mükemmel oksijen aktarım özelliğine sahip olmaktadır. *Gluconacetobacter* türleri ile BS üretiminde döner biyofilm reaktör için BS üretimi, sekiz diskli döner biyofilm reaktöründe 5.52 g/L olarak belirlenmiş olup, havalandırma hızı 1.25 vvm olarak sabitlendiğinde, BS üretiminin 5.67 g/L'ye ulaştığı ve döner biyofilm reaktörde çarkın optimum dönme hızı ise 15 rpm olduğu belirtilmiştir (Kim ve ark., 2007; Chawla ve ark., 2009).

Döner Filtreli Biyoreaktör: Fermantör 6 düz bıçak türbin pervaneli, paslanmaz çelik kafes ile çevrilmiş bir silindirden oluşan döner filtre ve paslanmaz çelik tabanının karıştırma miline bağlı olduğu bir sistemden oluşmaktadır (Jung ve ark., 2007). Bu reaktörde *G. hansenii* PJK ile BS üretiminde 140 saat kültür süresi ile 4.57 g/L'ye ulaşılmıştır (Chawla ve ark., 2009).

Silikon Membranlı Reaktör: Bu sistemde *A. pasteurianus* AP-1SK ile BS üretim oranını artırmak için, oksijen geçiren sentetik bir membranda ve sıvı bir yüzey üzerinde selüloz zarlarının olduğu bir sistem geliştirilmiştir. BS üretimi, alt tarafı 100 mm kalınlığında silikon bir levha ile kaplı silindirik bir plaka ile iki katına çıkarılmıştır. Aynı zamanda BS üretiminde silikon bir hava kesesi kullanılmıştır. Membranı yüzeyindeki pürüzlülük derecesinin, silikon membranı üzerindeki selüloz üretim oranını etkilediği, parlak bir yüzeye sahip silikon membranı üzerinde üretilen BS üretim oranının, kabartılmış yüzey üzerinde üretilenden yaklaşık beş kat daha fazla olduğu belirtilmiştir (Yoshino ve ark., 1996; Chawla ve ark., 2009).

Statik ve Batık Fermantasyon: Statik ve batık kültürlerde selüloz üretimindeki ve yapısındaki farklılıklar çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Tokoh ve ark., 1998; Watanabe ve ark., 1998; Czaja ve ark., 2004; Hornung ve ark., 2006a; Hornung ve ark. 2006b). Batık kültürde ekzopolisakkarit üretiminde, besiyeri ortamında hava miktarı yetersiz olduğundan fermantasyon sıvısının vizkositesindeki önemli bir artış meydana gelmektedir. Statik kültürde üretim esnasında glukonik, asetik ya da laktik asitin birikimi ile pH'nın bakterilerin gelişeceği ve polisakkarit üretebileceği değerin altına düşmemesi için kültür sıvısının pH'nın kontrolü oldukça önemlidir (Kongruang, 2008). *A. xylinum*'un sayısının ikiye katlandığı süre statik kültürde 8-10 saat arasında iken daldırılmış kültürde ise 4-6 saat arasındadır (Bielecki ve ark., 2005). Batık kültür koşulları altında selüloz sentezi üretiminde en büyük problem, selüloz üretmeyen hücrelerinde oluşmasıdır (Vandamme ve ark., 1998; Jung ve ark., 2005). Selüloz üreten bakteriyel suşlar statik kültür koşullarında karıştırmalı ya da batık kültürlerle nazaran daha fazla oluştuğu belirtilmektedir. Ayrıca yüzey alanı, birim başına BS film tabakasının üretim hızının hemen hemen sabit olması nedeniyle, kültür ortamının yüzey alanının arttırılması ile BS üretim hızı arttırılabilir. Bununla beraber üretim için büyük alanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Chawla ve ark., 2009).

Sürekli Üretim: BS'nin statik koşullar altında sürekli üretimi için gerçekleştirilen bir çalışmada (Sakairi ve ark., 1996), BS üretimi HS besiyerinde ve derinliği 3-4 mm olan geniş tavalarda gerçekleştirilmiştir. Besiyeri ortamı, statik koşullar altında 28°C'de *A. xylinum* ile inoküle edilerek, iki günlük inkübasyona bırakılmış, sonrasında yüzeyde oluşan zarın kenarı toplanarak bakteriyel hücre duvarını denatüre etmek için sodyum dodesil sülfat (SDS) kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen BS'nin normal selüloz liflerinden önemli ölçüde daha fazla olduğu belirtilmiştir.

2.4.2.2. BS uygulamaları

Diyet liflerinin bir dizi sağlık yararları sağladığı ve diyabet, obezite, kalp-damar hastalıkları ve divertikülit gibi kronik hastalık risklerinin azaltılmasına yardımcı olduğu bilinmektedir (Cho ve Almeida, 2012). BS'de bir diyet lifi olduğundan, 1992 yılında Amerika Gıda ve İlaç İdaresi tarafından "Genel olarak güvenli kabul edilen" (GRAS) olarak sınıflandırılması kabul edilmiştir. BS diğer diyet lifleri ile kıyaslandığında bazı avantajları bulunmaktadır. Bu avantajları şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Mikroorganizmalar tarafından üretilen BS'ler, yüksek oranda saf formda selüloz içermektedir ve bitkisel kaynaklardan selülozu uzaklaştırmak için gerekli olan saflaştırma ve izole etmek için gereken ağır kimyasal işlemler gerekmemektedir.
2. Bakteriler büyümek, çoğalmak, aroma salgılamak ve kültür ortamına renk vermek için meyve şurubu gibi bir kültür ortam kaynağını kullanabilir. Bu gibi ortamlarda geliştirilen BS, meyvenin doğal lezzet ve pigmentlerini edinebilir.
3. Film, şekilli pulplar, filamentler, küreler, parçacıklar, whiskers gibi farklı şekil ve dokunun üretimi BS ile sağlanabilir.
4. Nano ölçekli üç boyutlu ağ yapısına sahip BS lifleri, yeni gıda üretim proseslerinde kullanılabilir (Shi ve ark., 2014).

BS geleneksel olarak Güney-Doğu Asya'da nata de cocco (jelatin küpü olarak servis edilen diyet lifi) üretmek için kullanılmaktadır. Nata de cocco yumuşak ve pürüzsüz yüzeye ve tekstürel yapıya sahip bir gıdadır. Pürüzsüz ağız hissi ve basit üretim sürecinden dolayı, bu gıda bahsedilen bölgelerde çok popüler olmuştur ve dünya çapında hızla yayılmaktadır. Nata'nın, Nata de coco ve Nata de pina gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunların lezzetleri kültür ortam kaynakları ile kontrol edilmektedir. Nata de coco'da hindistan cevizi kullanılırken Nata de pina'da ise anans çeşnisi kullanılmaktadır. Son yıllarda Nata pazarının büyümeye devam ettiği ve bu nedenle BS'nin, pazar payının giderek artacağı belirtilmektedir (Shi ve ark., 2014). Nata üretiminde BS'nin üretimi Hindistan cevizi suyundan sabit kültürde gerçekleştirilmektedir (Ogawa ve Tokura, 1992; David, 1996; Jagannath ve ark., 2008). Hindistan cevizi suyu bakteriler için karbon kaynağı oluşturmaktadır (Cannon ve Anderson, 1991). Fermentasyon sonucu oluşan ince selüloz plakası yıkanıp, kaynatılmakta ve şeker şurubu içerisinde tatlı, meyve kokteyli ve jöle gibi gıda uygulamalarında kullanılmaktadır. Nata de coco'nun yüksek lif içeriğinin tüketicilerde serum lipid seviyesini (Mesomya ve ark., 2006) ve kolesterolü düşürücü etkiye sahip olduğu (Ogawa ve Tokura, 1992; David, 1996) bildirilmektedir. Monakolin K (*Monascus* türlerinin bir metaboliti, güçlü bir HMG-CoA redüktaz inhibitörü, serum kolesterol seviyesi düşürücü) ve BS'nin kombinasyonu ile üretilen *Monascus*-BS kompleksinin, vejetaryenler için et ya da deniz ürünleri yerine yeni bir gıda maddesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Stephens ve ark. 1990; Shirai ve ark. 1994; Ng ve Shyu 2004).

BS bir gıda katkı maddesi olarak; kıvam artırıcı, stabilize edici, jelleştirici, süspanse edici ve su bağlayıcı olarak, düşük konsantrasyonlarda, ısıl işlem ve donma-çözülme koşullarında dahi lezzet etkileşimlerini önleyici, geniş pH aralığında gıda stabilitesini arttırıcı gibi özelliklere sahiptir (Shi ve ark., 2014). BS'nin hamurumsu çeşni içerisine ilavesinden sonra, çeşninin kıvamının önemli ölçüde geliştiği, BS içeren ürünün, en az bir ay depolama süresi boyunca kendi nem oranını muhafaza ettiği belirtilmiştir. BS içeren dondurmanın şeklinin, dondurucudan çıkarıldıktan sonra en az 60 dakika boyunca muhafaza edildiği, buna karşın aynı süre içinde BS içermeyen dondurmanın tamamen eridiği belirtilmiştir (Okiyama ve ark., 1992; Okiyama ve ark., 1993). Daha iyi doku ve sertlik sağlanması için tofu üretiminde yapıya %0.2-0.3 oranında BS ilavesi ile jel kuvvetinin önemli derecede arttığı ve kamaboko (Japon işlenmiş deniz ürünü, kürlenmiş surimi) ürünlerinde daha iyi sertlik, kırılmalık sağladığı ve esnekliğini düzenlediği bu sayede kamabokonun daha uzun süre duyusal özelliklerini muhafaza edebileceği belirtilmiştir (Okiyama ve ark., 1992; Okiyama ve ark., 1993). Çikolata içeceğine BS ilave edildiğinde, BS gözeneklerinin kakao taneciklerini tutmasından dolayı, kakaonun çökmesinin önleildiği, ayrıca ısı sterilizasyonundan sonra büyük bir ısı kararlılığına sahip olduğu ve bu nedenle viskozitenin ısı uygulamalarından sonra değişmeden kaldığı belirtilmektedir (Okiyama ve ark., 1992; Okiyama ve ark., 1993).

BS ile düşük kalorili gıda ürünleri üretilebileceği belirtilmektedir. Örneğin köftelere %10 oranında BS ilavesinin, köftenin duyusal ve raf ömründe kontrol örnekleriyle benzer özellikler gösterdiği, bu köftelerin sulu ve çiğnenebilir olduğu ve bu nedenle de emülsifiye et ürünlerinde yağ yerine ilave edilebilecek potansiyel bir ürün olarak kabul edilmektedir (Lin ve Lin, 2004). Yağ yerine BS'nin kullanıldığı surimi ürünlerinde, BS'nin ağ yapısından dolayı üstün bir su tutma kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Ürün kendine özgü yapısını koruduğu ve iyi mekanik özelliklere sahip olduğu için, BS'nin bu kategorideki gıdalarda yağ yerine ikame edici olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Lin ve ark., 2011). Mayonez, sucuk ve beyaz peynir gibi gıdaların üretiminde BS kullanımı ile gıda özelliklerine etkisi üzerine yapılan çalışmada (Çakmakçı ve ark, 2008), yağ miktarı %20 azaltılan ve %1 BS ilave edilen mayonezin, duyusal değerlendirme sonucunda en fazla tercih edilen ve stabilitesi en fazla olan ürün olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca, sucuk üretiminde yağ yerine BS ilavesinin, alışlagelmiş sucuk özelliklerini taşıdığı, enerji içeriğinin düştüğü ve diyet lif içeriğinin

arttığı belirtilmiştir. BS ilave edilen beyaz peynirlerde erimenin oluşmadığı belirtilmiştir.

BS ile düşük kolesterolü gıdaların üretilebileceği belirtilmektedir. Sindirim sistemi içerisindeki koşullara benzeyen sistemlerde, saf BS'nin kolesterol miktarını azalttığını tespit edilmiştir (Stephens ve ark., 1990). Yapılan bir çalışmada BS'nin in vivo koşullarda kolesterol düşürücü etkisi araştırılmış ve lif içermeyen grup ile kıyaslandığında, serum trigliserid ve toplam kolesterol miktarları, karaciğer kolesterolü vb. düzeylerinde önemli bir düşüş olduğu belirtilmiştir. Ayrıca BS bitkisel selüloz ile kıyaslandığında, üstün su tutma kapasitesi ve katyon değişim özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak BS'nin gıda endüstrisinde bu amaçla kullanım için kullanışlı bir malzeme olabileceği belirtilmiştir (Chau ve ark., 2008).

Doğal bir kırmızı renk pigmenti olan monascus, BS için renklendirici olarak araştırılmış (Jzlová ve ark., 1996), Monascus-BS kompleksinin morfolojisi ve renginin stabil olduğu (Purwadaria ve ark., 2010; Wonganu ve Kangruang, 2010), karışımın lezzetinin ete benzer olduğu, bu nedenle vejeteryanlar için et ve deniz ürünleri yerine tüketilebilmesi açısından önemli olduğu ve monascus-nata kompleksinin kolesterol düşürücü ve bakteriyel diyet liflerini diğer avantajlarına sahip olduğu belirtilmiştir.

1992 yılında BS Japonya'da diyet içeceklere ilave edilmeye başlanmıştır. BS üretebilen asetobakterler ile çay ve şeker fermente edilmekte, ürünler Kombucha ya da Mançurya çayı olarak tüketilmektedir (Ng ve ark., 2004; Ng ve Shyu, 2004). BS'nin iyi bir ağ yapısına ve uygun bir malzemeye sahip olması, biyolojik olarak parçalanabilen ve yüksek su direnci performansına sahip olması BS'nin gıda paketlenme için uygun bir malzeme olduğu; ancak gıda kontaminasyonlarını önlemek için antioksidan ve antibakteriyel özelliğe sahip olmadığı, bu nedenle BS'nin antimikrobiyal, antioksidan maddelerle birlikte kullanımı sonucunda çok daha etkili sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Gao ve ark., 2014). Ambalaj malzemesi olarak esterleştirilmiş BS membranının orijinal BS membranına göre buhar ve gazı karşı daha iyi bariyer özellik gösterdiği belirtilmiştir (Tome ve ark., 2010). Polilaktik asit (PLA) biyolojik olarak parçalanabilir ve yenilenebilir termoplastik polyester olmasına karşın, bazı spesifik uygulamalar için uygun olmamasından dolayı; BS ile PLA kombinasyonunun hem

şeffaf hem de daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Xiao ve ark., 2012).

Vakum paketlenmiş frankfurter sosislerin yüzeylerine toplam aerobik bakteri ve *Listeria monocytogenes*'in kontrol etmek için antimikrobiyal özelliğe sahip nisin içeren BS kullanıldığı çalışmada (Jipa ve ark., 2012), nisin içeren BS filmlerinin *L. monocytogenes* üzerinde etkili olduğu ve frankfurter sosislerinin yüzeyindeki toplam aerobik mikroorganizma sayısını azaltarak raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. BS-gümüş nanopartikül kompozitlerinin *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus subtilis* gibi patojen mikroorganizmalara karşı yüksek bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Maneerungve ark., 2008; Sureshkumar ve ark., 2010). Çizelge 2.5'te BS'nin gıda endüstrisinde bazı uygulamaları verilmiştir.

Çizelge 2.5. BS'nin gıda endüstrisinde bazı uygulamaları

Metaryel	Fonksiyon	Gıda tipi	Kaynak
BC/nisin	Antimikrobiyal gıda paketlenme	Et	Nguyen ve ark., 2008
BS/polilisın	Geri dönüşümlü gıda paketlenme	Sosis	Zhu ve ark., 2010
Bakteriyel Selüloz	Emulsifiyer	Surimi	Lin ve ark., 2011
Karboksimetilselüloz	Hamur reolojisini düzeltilme	Un	Correa ve ark., 2010
Hidroksipropil metil selüloz	Tekstür geliştirici	Krem şanti	Zhao ve ark.,2009
Metil selüloz	Raf ömrü artırıcı	Yumurta	Suppakul ve ark., 2010
Metik selüloz	Biyoyararlılık arttırma	Vitamin C	Perez ve ark., 2013

BS, çok iyi mekanik özelliklere sahip olmasından dolayı birinci kalitede kağıt üretimi için kullanılmakta, ayrıca bu kağıtların dolgu ve renk maddelerini iyi absorbe edebilmeleri, elastik, geçirgen, yırtılmalara ve yanmalara karşı dirençli ve yüksek su tutma kapasitesi özelliklerine de sahip olduğu belirtilmektedir (Iguchi ve ark., 1988; Bielecki ve ark., 2000). Tarihi dokümanların tadilatlarında kullanılan ve fibrillerine az miktarda BS ilave edilen el yapımı kağıtların ve dokümanların yıpranmaya karşı direncinin arttığı (Krystynowicz ve ark., 1999; Bielecki ve ark., 2000), içeriğinde %1 oranında BS olan kağıtlar ISO 9706:1994 standardında yer aldığı, BS'den yüzey kaplama kağıtlarının üretildiği, bu kağıtların, parlak, düzgün ve gözenek yapılı olduğu, %3 BS içerenin ise %20 kaplamalı rotogravuer kağıdına benzeyen yüzey özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir (Johnson ve Neogi, 1989; Bielecki ve ark., 2000).

BS, yüksek kalite ses membranı (Nishi ve ark., 1990), elektronik kağıt (Shah ve Brown, 2005), hidrojel (Halib ve ark., 2009; Halib ve ark., 2010), yara bandı (Czala ve ark., 2006), yapay deri (Fontana ve ark., 1990) olarak ve vasküler protez cihazı (Backdahl ve ark., 2006; Charpentier ve ark., 2006) gibi tıbbi malzemeler gibi bir dizi uygulamada kullanılmaktadır. Yanık tedavisinde yanık bölge üzerinde iyileştirici özelliğe sahip olduğu (Krystynowicz ve ark., 1995; Bielecki ve ark., 2000; Krystynowicz ve ark., 2000), BS'nin steril edilebilir, dokuya uyumlu, gözenekli, elastik, elle tutulabilir ve suyu adsorblama özellikleri sayesinde yaraların daha hızlı iyileşmesinin sağlandığı ve yaralı bölgelerde enfeksiyon oluşumunu engellendiği, yanma vakalarında yanan bölgenin ısısını adsorbe ederek acı ve ağrının azaldığı ve dokuda yaranın yayılmasının engellendiği (Krystynowicz ve ark., 2000) bildirilmiştir. Hayvansal kaynaklı kollajen kaplayıcılar yerine BS içeren kaplayıcılar (Rensselaer Polytechnic Institute ABD) yara kapatıcı olarak ülser tedavisinde kullanılmaktadır. *A. xylinum*'dan üretilen BS'nin yaraları iyileştirici etkisi olduğu (Krystynowicz ve ark., 2000), BS fibrillerinin suni kan damarı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Yamanaka ve ark., 1990; Bielecki ve ark., 2000; Klemm ve ark., 2001). *A. xylinum* ile silikon tüpler üzerinde BS üretimi gerçekleştirilmiş ve BS tüplerinin kalınlığı fermentasyon esnasında kullanılan oksijen miktarı ile arttırılmış, bu sayede sınırsız uzunluk ve çaplarda dallanmış BS tüpleri üretilmiştir (Bodin ve ark., 2007). Fermentasyon esnasında parafin mumu ve nişasta parçacıkları yerleştirip, fermentasyon sonrasında bu parçaların uzaklaştırılarak üretildiği mikro gözenekli BS iskeleti, düz kas hücreleri ile ekilmiş, oluşan BS iskeletinin birçok

avantajı olduğu, iskelet nanofibrillerden üretildiği için görsel açıdan kollojene benzer olduğu, ayrıca yüzey hacim oranı yüksek olduğu için su tutma kapasitesinin yüksek olduğu, iskelette herhangi bir bozulma olmadığı ve iskeletin mekanik özellikleri aynı katı madde içeriğine sahip diğer iskeletlerden daha iyi olduğu belirtilmiştir (Backdahl ve ark., 2006). Alkali ve dondurarak kurutma gibi uygulamaların doku iskeleti uygulamaları için BS tabakasının gözenekliliğinin kontrol edilebilir olduğu belirtilmiştir (Tang ve ark., 2010).

Tetrasiklin ilacının enkapsilasyonu amacıyla BS'nin kullanıldığı araştırma sonucunda elektron ışınlanan BS'nin çok düşük ilaç salınım oranına sahip olduğu, bu da düşük difüzyon katsayısıyla sonuçlanan ışınlama esnasında selülozda meydana gelen pek çok yapısal değişimlerin bir sonucu olduğunu belirtilmiştir (Stoica-Guzun ve ark., 2011). Süperkritik karbondioksit kurutma ile üretilen BS aerojellerin, gözenekli yapısının iyi ve tekrar üretilebilir ve ıslatılabilir olduğu, aerojellerin kozmetik ve tıp alanlarında kontrollü salınım için cazip matrisler haline getirdiği, bu nedenle D-pantenol ya da L-askorbik asit gibi bioaktif bileşenlerin, gözenek özellikleri tam korunan BS'nin iç yüzeyinin üzerine homojen bir biçimde yerleştirilebileceği, aynı zamanda BS yüklü bioaktif bileşenler kontrol edilebilir oranda su içine salınabilmesi mümkün olabileceği ve madde konsantrasyonu, jel tabakası ve gözenek yapısının kalınlığının kombinasyonu ile kontrol edilebilir olduğu belirtilmiştir (Haimer ve ark., 2010; Liebner ve ark., 2012). BS ayrıca, suni deri ve tekstil ürünlerine adsorban olarak, krem, tonik, tırnak cılası emilimini artırmak amacıyla kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır (Krystynowicz ve ark., 1995; Jonas ve Farah, 1998).

2.5. Meyve ve Sebze Atıkları

Genel olarak meyve ve sebzelerin insan beslenmesinde önemli yeri olmasının yanında, özellikle vitaminler, lif kaynağı, antioksidanlar, kolesterolü azaltıcı ve biyolojik olarak aktif maddeler için de önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Rao ve Rao, 2007). Dünya meyve ve sebze üretiminde lider ülkeler arasında bulunan Türkiye, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2011 verilerine göre karpuz, kavun, biber ve hıyar üretiminde dünyada ikinci, domates ve patlıcan üretiminde ise dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2015 yılında üretim miktarları; tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde 65.5 milyon ton, sebzelerde için 29.6

milyon ton ve meyvelerde ise 17.8 milyon ton olarak belirtilmiştir (Anonim, 2016). Birçok bitkinin besin ve sağlık açısından olumlu etkileri deneme yanılma yöntemi ile keşfedilmiş olup günümüzde, kromatografik yöntemler, kütle ve infrared spektrofotometresi ve nükleer manyetik rezonans uygulamaları ile çok sayıda bitki metabolitlerinin kalitatif ve kantitatif olarak ölçümü sağlanmıştır. Bu yöntemlerin geliştirilmesiyle yaklaşık 50 000 metabolit tanımlanmış olup tanımlanmamış olanlarla bu sayının yaklaşık olarak 200 000 olduğu tahmin edilmektedir (Hounscome ve ark., 2008).

2.5.1. Limon (*Citrus × limon*)

Turunçgiller (*Rutaceae*) familyasına ait bir meyve türü olan limon, *Citrus aurantium* (ekşi portakal) ile *Citrus medica* (ağaç kavunu)'nın çaprazlanması ile elde edilmiş doğal hibrit türüdür. İlk olarak Güney Hindistan, Burma ve Çin'de yetiştirilmeye başlandığı tahmin edilen limon, M.S. 1. yüzyılda Roma İmparatorluğu döneminde Güney İtalya'da, sonrasında M.S. 7. yüzyılda Irak ve Ortadoğu'da tarımı yapılmıştır. 11. ve 16. yüzyılları arasında ise neredeyse bütün Akdeniz havzasında yetiştirilir hale gelmiştir. Limon meyvesi taze olarak ya da meyve suyu, reçel, marmelat, melas gibi işlenmiş olarak tüketilmektedir. TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye'de üretilen limon miktarı 750 550 ton olmakla birlikte dünya üretiminde 7. sırada yer almaktadır (Anonim, 2016). Limon yan ürünlerinin çoğu fonksiyonel gıdaların gelişmesinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilir. Özellikle sindirilemeyen karbonhidratlar, diyet lifleri ve biyoaktif bileşenler açısından zengindir (Martin ve ark., 2002; Puupponen ve ark., 2002). Limon kabuğu tüm meyve ağırlığının yaklaşık %50-65'ini oluşturmaktadır. Bu yan ürünün kullanımı ile ilgili belirli bir sanayi olmaması, uygulanacak tüm endüstriyel işlemlerin yüksek maliyetinden dolayı kısıtlı kalmaktadır (Laufenberg ve ark., 2003; Mandalari ve ark., 2006). Ancak meyve işlemeden sonra limon kabuklarından elde edilen yağlar, pektin, flavonoidler gibi sağlığı destekleyici bileşenlerin kaynağı olmasından dolayı, kabukların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Bocco ve ark., 1998). Limon kabuğun ana içeriğinin diyet lifi olduğu ve diyet lifi olarak en büyük bileşenin ise pektin olduğu belirtilmektedir (Marin ve ark., 2007). Limon endüstrisi yan ürünlerinin en rasyonel kullanımı pektin üretimidir. Ayrıca İtalya'da limon kabuklarının etanol, su ve şeker ile maserasyonu ile likör de (Limoncello) üretilmektedir (Crupi ve ark., 2007).

Limon kabuğunun flavonoid içeriğinin meyve çekirdeğinden daha fazla miktarda olduğu belirtilmektedir (Tripoli ve ark., 2007). Çekirdekler fazla miktarda eriocitrin ve hesperidin ve az miktarda ise naringin içermektedir. Buna karşın kabuk neoeriocitrin, neohesperidin ve naringin açısından oldukça zengin olup az miktarda ise narirutin içermektedir (Baldi ve ark., 1995; Kawaii ve ark., 1999). Rutin ve myricetin limon suyunda en fazla miktarda bulunan flavonol olmasına karşın quercetin ve kaempferol ise kabuk ve çekirdekte en fazla miktarda bulunan flavonol olduğu belirtilmektedir (Dugo ve ark., 2005; Wang ve ark., 2008). Iso/limocitrol 3- β -glucoside, limocitrin 3- β -D-glucoside ve limocitrol kabukta belirlenen polimetoksilli flavonollerdir (Baldi ve ark., 1995; Dugo ve ark., 2005). Fırında kurutulmuş (24-26 sa) ve taze kurutulmuş (öğütmeden önce -18°C sıvı nitrojen içine daldırarak) limon kabuklarının toplam fenolik içeriklerinin araştırıldığı çalışmada taze kurutulmuş limon kabuğunun fenolik madde içeriğinin fırında kurutulmuş kabuğa göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Li ve ark., 2006). Limon, mandalina, portakal ve greyfurt kabuklarının toplam flavonoid miktarının belirlendiği çalışmada en yüksek flavonoid içeriğine limon kabuğunun sahip olduğu bunu sırasıyla mandalina, portakal ve greyfurt kabuklarının takip ettiği belirlenmiştir (Huang ve Ho, 2010). Limon, mandalina ve portakal kabuklarının su ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise limon kabuğunun en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu bunu sırasıyla portakal ve mandalina kabuğunun izlediği belirtilmiştir (Londono ve ark., 2010). Limon kabuklarının kimyasal kompozisyonunun araştırıldığı çalışmada ise yağ içeriğinin %4.98 (w/w) ve kül içeriğinin ise %6.26 (w/w) olduğu belirtilmiştir (Janati ve ark., 2012). Limon kabuklarının farklı metanol konsantrasyonlarında polifenol içeriği ve antioksidan kapasitelerinin belirlendiği çalışmada her ikisinin de artan metanol ekstraksiyonu ile arttığı ve %70 metanol konsantrasyonunda en yüksek polifenol içeriğine ve antioksidan kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Agarwal ve ark., 2012).

2.5.2. Mandalina (*Citrus reticulata*)

Turuncgiller (*Rutaceae*) familyasına ait bir meyve türü olan mandalina, portakala kıyasla daha yumuşak olan, kabuğu soyulduktan sonra yenebildiği gibi suyu sıkılarak da içilebilen meyve türüdür. Tangerina, nova, kinnow, fremond, klausellina, robinson, okitsu, satsuma, ankor, klemantin, fortune, yerli, lee, fairchild marisol, minneola,

ortanik, kara, ovari gibi çeşitleri bulunan meyve, Türkiye’de en çok Akdeniz, Ege bölgesinin kıyı kesimlerinde ve kısmen de Karadeniz Bölgesinde yetiştirilmektedir (Anonim 2017a). TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen mandalina miktarı 1 156 365 tondur (Anonim, 2016). Meyve kabukları çoğunlukla daha kolay soyulmasını ve bölümlere ayrılmasını sağlayan acılığı çok az olan beyaz mezokarpa sahip çok ince bir yapıdadır. Mandalina kabukları çoğunlukla yemek, içecek ya da şekerlemelerde baharat olarak kullanılmaktadır (Anonim 2017a). Yapılan çalışmalarda mandalina kabuklarının fenolik madde açısından zengin, dolayısıyla yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Ho ve Lin, 2008).

2.5.3. Portakal (*Citrus sinensis*)

Turunçgiller (*Rutaceae*) familyasına ait bir diğer meyve türü olan portakal, bugün elmadan sonra dünyanın en çok tüketilen meyvesidir. Türkçe’de “Portekiz’den gelen” anlamında portakal olarak girmiştir. Pomelo (*Citrus maxima*, %25) ile mandalina (*Citrus reticulata*, %75)’nin doğal melezi olan portakal, Türkiye’de Güney Anadolu ve Doğu Karadeniz, Kıyı Ege’nin güneyi, Akdeniz çevresinde, ayrıca sıcaklık ortalaması 23 ila -3°C arasında olan yerlerde yetişebilen bir ağaçtır. TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen portakal miktarı 1 816 798 tondur (Anonim, 2016). Portakal kabuğu, pektin, hemiselüloz, lignin, klorofil pigmentleri ve birçok hidroksil fonksiyonel grupları içeren ve bu nedenle birçok kirletici maddeler için potansiyel bir sorbent olan düşük moleküler ağırlığa sahip hidrokarbonlardan oluşmaktadır (Ajmal ve ark., 2000). Kabuktan üretilen tentür ve uçucu yağlar ilaç yapımında, tatlılarda, yemeklerde, pasta ve süt tatlılarında, pek çok bitkisel çayların bileşiminde, bitkisel tedavilerde mide ve bağırsak iltihabında, sarılık, mide düşüklüğü, iştah açıcı olarak, ishale karşı kullanılmaktadır. Marketlerde satılan portakal kabuğu reçelinin insanlarda bağırsak gazı oluşumunu önlediği, bağırsak sistemini düzenlediği bildirilmektedir. Ayrıca yüksek pektin içeriğinden dolayı ticari pektin üretiminde de kullanılmaktadır (Başer, 1997). Tatlı portakalın yüksek karotenoid, fenolik ve flavonoid içeriğine ve dolayısıyla yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Fidrianny ve ark., 2014).

2.5.4. Greyfurt (*Citrus paradisi*)

Turunçgiller (*Rutaceae*) familyasına ait bir başka meyve türü olan greyfurt, tatlı portakal (*C. sinensis*) ve pomelo ya da shaddock (*C. maxima*) türlerinin kazara

melezlenmesi ile oluşmuş Barbados menşeli türdür. Büyük, basık küre şeklinde, 10-15 cm çapında, açık sarı renginde, ince kabuklu ve bol özsulu bir meyvedir. Meyvelerinin çekirdekli ve çekirdeksiz cinsleri bulunmaktadır. Genellikle daha kırmızılarının daha tatlı olduğu, beyaz, pembe ve kırmızı pulplara sahip çeşitlerin bulunduğu asidik ve dilimli meyve içine sahiptir. Greyfurtun içerdiği merkaptanın (sülfür içeren terpen) diğer turunçgil meyveleri ile kıyaslandığında tat ve kokusu üzerinde etkileri bulunmaktadır. TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen greyfurt miktarı 250 025 ton ile dünya greyfurt üretiminde 6. sırada yer almaktadır (Anonim, 2016).

2.5.5. Nar (*Punica granatum*)

Nar, kınagiller (*Lythraceae*) familyasından, içinde yüzlerce çekirdek ve meyve gövdesini oluşturan taneciklerden oluşan, hafif ekşi ve bazen tatlı olan, ılıman iklimlerde yetişebilen bir meyve türü olup meyveleri küre şeklinde ve yaklaşık portakal büyüklüğünde, olgunlaştıkça yeşilden kırmızıya dönen, derimsi kabuklu, çok tohumlu ve etli bir meyvedir. Etli ve bol özsulu olan tohumlar meyvenin yenilen kısmını oluşturmakta ve bir adet nar meyvesinde yaklaşık 600 civarında tohum bulunmaktadır (Kurt ve Şahin, 2013). Tohumları meyve olarak yenilmesinin yanında, kök-gövde, dal ve meyve kabukları da tıbbi olarak kullanılmaktadır. Kök ve gövde kabukları tanen, nişasta ve bir alkaloid olan pelletierine içermekte olup, nar, kabukları ise yaklaşık %28-30 oranında tanen içermektedir (Şahin, 2006). Nar kabuğu ve meyvesi içindeki zarların punikalajin adında polifenolü içermektedir. İnsan vücudunda kolayca emilebilir olan punikalajinin antioksidan ve anti-enflamatuar özellikleri bulunmaktadır. Punikalajin ile nar çekirdeğinde bulunan konjuge yağ asidi olan punisik asit, narın kalp ve damar sağlığına olumlu etkileri, olası kanser önleyici etkilerini ve kötü kolesterol olarak bilinen LDL’yi azaltıcı etkisi açısından önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Sadece nar çekirdek yağına özgü olan punisik asit, tüm yağ asidinin %70-75’ini oluşturmaktadır (Kıralan ve ark., 2009). Pulp ile kıyaslandığında nar kabuğunun üç katı tanen, kateşin, gallokateşin ve prodelfinidin gibi polifenol içermektedir. Kabuğun daha yüksek oranda fenolik madde içermesi, besin takviyeleri ve gıda koruyucu olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Singh ve ark., 2002; Plumb ve ark., 2002; Li ve ark., 2006). TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen nar miktarı 445 750 tondur (Anonim, 2016). 100 g nar 77.93 g su, 83 kcal enerji, 1.67 g protein, 1.17 g toplam yağ, 18.70 toplam karbonhidrat, 4 g diyet lifi, 13.67 g toplam şeker ve diğer iz

elementler içermektedir (Anonim, 2016c). Nar kabuğunun antioksidan içeriğinin (FRAP) meyve suyundan daha yüksek olduğu (Hassan ve ark., 2012), kabuğun beyaz iç kısmının, dış kısmına göre daha fazla fenolik, flavonoid ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (El-Said ve ark., 2014).

2.5.6. Kivi (*Actinidia deliciosa*)

Çin'in güneyindeki Yangtse Vadisine özgü bir bitki olan kivi meyvesi, oval yaklaşık olarak tavuk yumurtası boyutlarında (5-8 cm uzunluk, 4.5-5 cm çapında) olup minik, siyah ve yenebilen çekirdeklere parlak yeşil ve altın rengi meyvelere ve donuk yeşilimsi-kahverengi kabuğa sahiptir. İtalya, Yeni Zellanda, Şili, Yunanistan ve Fransa gibi ülkelerde ticari bir üründür (Strik, 2005). Karadeniz bölgesinde yağışın fazla olması ve sıcaklığın düşük olması nedeniyle olgunlaşma aralık ayını bulmaktadır. TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye'de üretilen kivi miktarı 41 640 ton olup dünya üretiminde 7. sırada yer almaktadır (Anonim, 2016).

2.5.7. Elma (*Malus domestica*)

Eski Türkçe'de "alma" diye bilinen, meyvenin renginin "al" (kırmızı) olmasından geldiği düşünülmektedir. İlk olarak Kuzey Anadolu, Güney Kafkaslar, Rusya'nın güneybatısı ve Orta Asya (Kazakistan'ın doğusu) civarında ortaya çıktığı varsayılmaktadır. Kültür çalışmalarıyla 1000 farklı çeşidin üretildiği tahmin edilen elmanın Türkiye'de en fazla yetiştirilen çeşitleri ise Amasya, Arapkızı, Brea Burn, Fuji, Gala, Golden, Goldstar, Grani Smith, Gümüşhane, Hanna, Rayka, Redchief, Roma Güzeli, Starking, Yuvarlak, Topaz ve Minik Yuvarlak elmalarıdır. TÜİK verilerine göre 2015 yılında Türkiye'de üretilen elma miktarı 2 569 759 ton olup dünyadaki üretimin (80 822 520 ton) yaklaşık olarak %3.2'sini karşılamaktadır (Anonim, 2016). Elma kabuğunun özellikle fenolik asitler, flavon-3-ol, prosiyanidinler, antosiyaninler, flavonoller ve dihidrokalkonlar açısından oldukça zengin olduğu belirtilmektedir (Suárez ve ark., 2010). Elmanın içerdiği polifenollerin %80'inin kabukta yer aldığı (Leccese ve ark., 2009), elma kabuğunun posaya göre 6-7 kat daha fazla toplam flavonol içerdiği ve antioksidan aktivitesinin de etli kısmına göre 5-6 kat daha yüksek olduğu (Rupasinghe ve Kean, 2008) bildirilmiştir.

2.5.8. Ayva (*Cydonia oblonga*)

Ayva, gülgiller (*Rosaceae*) familyasından 4-5 m boylanan, kırmızı kahverengi gövdeli meyve ağacı olan, meyvesi olgunlaştığında altın sarısı renginde ve armut meyvesine benzer şekilde yumuşak çekirdekli bir meyvedir (Potter ve ark., 2007). Güney Batı Asya, Türkiye ve İran'a özgü olsa da ayvaya bugün Avustralya hariç tüm dünya ülkelerinde rastlanabilmektedir. Aromatnaya ve Kuganskaya gibi çeşitleri pişirmeye gerek olmaksızın çiğ olarak tüketilebilir. Ancak birçok çeşidi aşırı sert, buruk ve ekşi tada sahip olduğu için beletted (dondurup bekleterek yumuşatma) edilmeden tüketilememektedir. Yüksek oranda pektin içermesinden dolayı reçel, jöle, puding yapımında kullanılmaktadır. Marmelat (Marmalade) terimi aslında ayva reçeli anlamına gelen bu meyvenin Portekizcesi olan marmelo kelimesinden türemiştir (Wilson, 1999). 2015 TÜİK verilerine göre, dünyada (596 532 ton) ayva üretiminde Türkiye (112 900 ton) birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2016). Ayva kabuğunun toplam fenolik madde içeriğinin pulptan oldukça fazla olduğu ve pulpta en fazla bulunan fenolik bileşiğin chlorogenic asit (5-O-caffeoylquinic asit) (%37), meyve kabuğunda ise rutin (quercetin 3-O-rutinoside) (%36) olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kabukların pulptan daha yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Fattouch ve ark., 2007).

2.5.9. Hıyar (Salatalık, *Cucumis sativus*)

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasında yer alan bir bitkinin meyvesi olup anayurdu Kuzey Hindistan olduğu sanılmaktadır. FAO verilerine göre 2015 yılı dünya hıyar üretiminin 71 365 573 ton olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2016b). TÜİK verilerine göre 2015 yılında hıyar üretim miktarının ise 1 822 636 ton olduğu ve Çin'den sonra en fazla üretimin Türkiye'de gerçekleştiği belirtilmiştir (Anonim, 2016). Hıyar, Türkiye'de yaklaşık 150 000 ton ile en fazla ihraç edilen ikinci sebze olma özelliğini taşımaktadır. Hıyar kabuğunun polifenol içeriği ve antioksidan aktivitesinin, meyvenin suyuna göre daha fazla olduğu, ayrıca pulp ve kabukların yüksek konsantrasyonda (%7-8 w/w) laktik asit içerdiği ifade edilmektedir (Sotiroudis ve ark., 2010; Agarwal ve ark., 2012).

2.5.10. Kavun (*Cucumis melo*)

Kavun, kabakgillerden sürüngen gövdeli bitki türü olan bitkinin iri meyvesidir. Kavun bitkisi tek yıllık otsu bitkidir. Anayurdu Orta Asya, İran ve Anadolu olan meyvenin

Türkiye’de Topatan, Hasanbey, Van kavunu, Altınbaş, Kızılırmak, Ankara, Kırkağaç (Manisa) kavunu gibi yerel türleri yetiştirilmekte olup bunun yanı sıra pek çok yerli ve yabancı hibrit çeşitleri de bulunmaktadır. Kavun çoğunlukla yuvarlak biçime, kabuk üzerinde kaba hatlara sahip yoğun bir ağ yapısına ve tam olgunluğa ulaştığında sarı renge sahiptir. Olgun meyve %11-18 toplam çözünebilir katı madde içeriğine ve özel bir aroma ve lezzete sahiptir. Olgunluğu meyvenin yumuşaklığının yanında renk ve kokusuna bakılarak ölçülmektedir. TUIK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen kavun miktarı 1 719 620 ton olup dünyadaki üretimin (29 462 541 ton) yaklaşık olarak %5.8’ini karşılamaktadır (Anonim, 2016). Kavun kabuklarının, karbonhidrat, tanen, saponin, steroid, alkoloid ve glikozid, askorbik asit açısından zengin olduğu belirlenmiştir (Raja ve ark., 2015).

2.5.11. Domates (*Solanum lycopersicum*)

Meyvesi yeneyebilen otsu bitki türü olan domates patlıcangiller (*Solanaceae*) ailesinde yer almakta olup anavatanı Güney ve Orta Amerika’dır. TUIK verilerine göre 2015 yılında Türkiye’de üretilen domates miktarı 12 615 000 ton olup dünyadaki üretimin (163 963 770 ton) yaklaşık olarak %7.7’sini karşılamaktadır (Anonim, 2016). Meyve kabuğu, meyve eti ve tohumu göre daha fazla fenolik madde, flavonoid, likopen, askorbik asit ve antioksidan aktivite içermektedir. Meyvenin işlenmesi esnasında kabuk ve tohumlarının kullanılmaması, bu maddelerin önemli oranda kaybına neden olacağı için, bu kısımların da değerlendirilmesi önerilmektedir (Toor ve Savage, 2005). Domates kabuğunun %10.50 protein, %4.04 yağ, %5.90 kül, %78.56 karbonhidrat içerdiği, kabukların farklı çözügenler (petrol eter, kloroform, etil asetat ve metanol) ile ekstraktlarının bütillenmiş hidroksi tolüen (BHT)’ye göre daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve domates kabukları veya ekstraktlarının antioksidan olarak gıda takviyesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Elbadrawy ve Sello, 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında kabukların elde edilmesi için gerekli meyve ve sebzeler; hıyar (salatalık, *Cucumis sativus*), limon (*Citrus ×limon*), mandalina (*Citrus reticulata*), kivi (*Actinidia deliciosa*), kavun (*Cucumis melo*), domates (*Solanum lycopersicum*), elma (*Malus domestica*), ayva (*Cydonia oblonga*), portakal (*Citrus sinensis*), nar (*Punica granatum*) ve greylift (*Citrus paradisi*) yerel marketlerden temin edilmiştir. Taze meyve ve sebzelerden elde edilen kabuklar doğrayıcı vasıtasıyla parçalanıp, 50°C’de etüvde kurutulduktan sonra öğütülmüş ve kullanılıncaya kadar 4°C’de bekletilmiştir.

2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS), 2,4,6-tripiridil-s-triazin (TPTZ), 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Trolox), 2-(3,4-Dihidroksifenil)-3,5,7-trihidroksi-4H-l-benzopirran-4-bir dihidrat (Quercetin), β -karoten, askorbik asit ve butilhidroksitoluen (BHT) Sigma–Aldrich (St. Louis, MO, ABD)’den, 3,4,5-trihidroksibenzoik asit (gallik asit) Alfa Aesar (Almanya)’dan, Folin–Ciocalteu reaktifi, demir(III) klorit heksahidrat, potasyum persülfat, furfural, Merck KGaA (Almanya)’dan satın alınmıştır. Kullanılan diğer kimyasallar analitik standartta Sigma (Sigma Chemical Company, MO, ABD) ve Merck (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) firmalarından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Analitik yöntem

Meyve ve sebze kabuklarının, bu kabuklardan elde edilen BS ve pektinlerin rutubet ve kül içerikleri gravimetrik olarak (AOAC, 1997) belirlenmiştir. Meyve ve sebze kabuklarının toplam yağ içeriği Ankom yağ ekstraksiyon cihazı ile gravimetrik olarak (AOAC 920.39), toplam karotenoid miktarları (Luterotti ve Kljak, 2010), toplam askorbik asit miktarları (Hışıl, 2004) ve β -karoten miktarları (Sanusi ve Adebisi, 2009) spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

3.2.1.1. Kurumadde

Örneklerin kurumadde oranları gravimetrik olarak belirlenmiştir (AOAC, 1997). Darası alınmış paslanmaz çelik kaplara (G_2) yaklaşık ikişer gram örnek (G_1) tartılarak $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde (Memmert, 100-800 model, Almanya) sabit tartım (G_3) elde edilinceye kadar bekletilmiş, yüzde (%) kurumadde miktarları aşağıdaki formül kullanılarak hesap edilmiştir.

$$\% \text{Kurumadde} = [(G_3 - G_2) / G_1] \times 100$$

3.2.1.2. Kül

Kül miktarının belirlenmesi AOAC (1997)'de belirtilen şekilde örneklerin kül fırınında (Protherm PLF115M, Türkiye) yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Darası alınmış porselen kroze içerisine (G_2) 2-3 gram örnek (G_1) tartılmış ve krozeler, suyun büyük bir kısmını uzaklaştırmak için $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde 2 saat bekletilmiştir. Sonra örnekler kül fırınına alınarak sıcaklık kademeli bir şekilde $600\pm 15^\circ\text{C}$ 'ye çıkartılmıştır. Bu sıcaklıkta beyaz renkte kül elde edilinceye kadar (8 saat) yakılmıştır. Yakılan örnekler desikatöre alınarak soğutulmuş, tartılarak ağırlıkları (G_3) kaydedilmiştir. Yüzde kül miktarları aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir.

$$\% \text{Kül} = [(G_3 - G_2) / G_1] \times 100$$

3.2.1.3. Yağ

Örneklerin yağ miktarının belirlenmesi için 1-2 gram örnek (G_3) darası alınmış kartuşlar içerisine tartılarak ağız kısımları yapıştırılmıştır. Kartuş içeriği ile birlikte $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik etüvde kurutulduktan sonra toplam ağırlık (G_2) kaydedilmiştir. Kurutulan örnekler, yağ ekstraksiyon cihazının (Ankom XT10 extractor, model XT10, ABD) haznesine konularak dietil eter ile 95°C 'de 45 dakika süre ile ekstraksiyona bırakılmıştır. Ekstraksiyonu tamamlanan örnekler tekrar etüve alınarak $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'de kalıntı çözücünden arındırılmıştır. Etüvden alınan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra tartılıp (G_1) aşağıdaki formül ile yüzde (%) yağ miktarları hesap edilmiştir. Sonuçlar yüzde yağ olarak ifade edilmiştir (AOAC 920.39).

$$\% \text{Yağ} = [(G_2 - G_1) / G_2] \times 100$$

3.2.1.4. Toplam karotenoid

Öğütülmüş meyve ve sebze kabuklarının toplam karotenoid miktarları Luterotti ve Kljak (2010)'a göre belirlenmiştir. 2 g örnek porselen kroze aktararak, 10 ml %75 aseton ile öğütülmüştür. Daha sonra erlene aktararak 10 mL %75 aseton çözeltisi daha ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında bir gece bekletilmiş ve 5 mL hekzan ilave edildikten sonra 5 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra 30 mL hekzan/aseton/etanol (2:1:1) karışımı ilave edilerek, tüm karışım 5 dakika karıştırılmış ve 30 dakika çalkalanmıştır. Organik tabakanın ayrışmasını sağlamak için, 5 mL su ilave edilerek karışım 5 dakika daha karıştırılmış, 10 dakika 3000 rpm'de santrifüj edilmiş ve ilk hekzan ekstraktı ayrılmıştır. Daha sonra 15 mL hekzan geri kalan materyale ilave edilerek karışım 5 dakika karıştırılmış ve 30 dakika çalkalanarak ikinci ekstraksiyon aynı şekilde tamamlanmıştır. İkinci prosedür iki kez daha tekrarlanarak toplam dört kez ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ekstraktların absorbans değerleri spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda EZ 201, ABD) 450 nm'de hekzana karşı ölçülmüştür. Toplam karotenoid miktarı $\epsilon_{1\text{cm}}^{1\%}=2500 \text{ dL g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ hekzanda karotenoid karışımı için absorpsiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1.5. β -karoten

Öğütülmüş meyve ve sebze kabuklarının β -karoten miktarlarının belirlenmesi Sanusi ve Adebisi (2009)'a göre yapılmıştır. β -karoten ekstraksiyonu için 0.6 g örnek 25 mL'lik santrifüj tüplerine aktarılmış ve 6 mL %0.1 etanolik BHT (bütil hidroksi toluen) ilave edilmiştir. Karışım önce 85°C'deki su banyosunda 5 dakika bekletilmiş, daha sonra 0.5 mL %80 KOH ilave edilmiştir. Örnekler tekrar karıştırılarak 85°C'de su banyosunda 10 dakika bekletilmiş ve tekrar 5 dakika karıştırıldıktan sonra, örneklerin buz içerisine konularak soğuması sağlanmış ve üzerlerine 3 mL soğuk deiyonize su ilave edilmiştir. Soğutulmuş örneğe, 3 mL hekzan ilave edilmiştir. Üstte oluşan ve karotenoid içeren organik tabaka test tüpüne aktarılmış, alttaki tabaka ise uzaklaştırılmıştır. Ekstraktın absorbansı 450 nm'de spektrofotometrede hekzana karşı okunmuştur. 100 $\mu\text{g/mL}$ 'lik stok β -karoten (Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD)) çözeltisi hazırlanmış, bu stok çözeltiden 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 $\mu\text{g/mL}$ 'lik çözeltiler hazırlanarak standart olarak kullanılmıştır.

3.2.1.6. Toplam askorbik asit

Öğütülmüş meyve ve sebze kabuklarının, toplam askorbik asit değerleri spektrofotometrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Örnek hazırlamak için 10 g örnek 90 g stabilizan çözeltisiyle (%0.4'lük okzalik asit) homojenize edildikten sonra filtre edilmiştir. İki ayrı deney tüpünden birincisine 9 mL saf su + 1 mL örnek, ikincisine 9 mL boya çözeltisi (2.6-dichloroindophenol, Na tuzu) + 1mL örnek konulmuş; 518 nm dalga boyunda absorbens değeri ölçülmüştür. Standart eğrinin oluşturulması için %0.4'lük okzalik asit çözeltisiyle hazırlanmış %0.1'lik stok L-askorbik asit (Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD)) çözeltisi kullanılmıştır. 1, 2, 3, 4, 5 mL stok L-askorbik asit çözeltisi 100 mL'ye tamamlanmış ve örneklerle benzer şekilde iki ayrı deney tüpünden birincisine 9 mL saf su + 1mL standart, ikincisine 9 mL boya çözeltisi (2.6-dichloroindophenol, Na tuzu) + 1mL standart konulmuş; 518 nm dalga boyunda absorbens değeri ölçülmüştür (Hıışıl, 2004).

3.2.2. Atıklardan fitokimyasal maddelerin ekstraksiyonu

Meyve ve sebze kabuklarının fitokimyasal analizlerinin yapılması için meyve ve sebze kabukları etanol ekstraksiyonuna tabi tutulmuştur. Buna göre, 0.5 g öğütülmüş meyve ve sebze kabuklarına 20 mL %0, %25, %50 ve %75'lik etanol çözeltileri ilave edilerek 30 dakika boyunca 60°C'de çalkalamalı su banyosunda ekstrakte olması sağlanmış ve filtre edilmiştir. Ekstrakt analizleri yapılana kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2.1. Suda çözünür kuru madde

Ekstrakt ve hidrolizatların suda çözünür kuru maddesi Abbe refraktometresi (Centro de Enseñanza Técnica Industrial (Ceti), Meksika) ile tayin edilmiştir. Ölçümler oda sıcaklığında (25°C) yapılmış ve sonuçlar % (°Briks) olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.2. Kalitatif analizler

Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlarının kalitatif analizleri yapılarak fitokimyasal özellikleri hakkında fikir edinilmiştir. Bu amaçla yapılan kalitatif analizler aşağıdaki gibidir.

Tanen: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlarından 0.25 mL alınıp üzerine 0.5 mL %52'lik FeCl_3 eklenmiştir. Yeşil renk oluşumu gözlenenlerde tanen bulunduğu belirtilmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

Saponin: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlarından 0.5 mL alınıp üzerine 0.5 mL saf su eklenerek çalkalanmıştır. 15 dakika beklenmiştir. Yaklaşık 0.25 cm köpük oluşumu gözlenenlerde, saponin bulunduğu belirtilmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

Kinon: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlardan 0.25 mL alınıp üzerine 0.25 mL H_2SO_4 eklenmiştir. Kırmızı renk oluşumu gözlenenlerde kinon bulunduğu belirtilmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

Kardiak glikozit: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlardan 0.25 mL alınıp üzerine 1 mL asetik asit, birkaç damla %5'lik FeCl_3 ve 0.5 mL H_2SO_4 eklenmiştir. Kahverengi renk oluşumu gözlenenlerde, kardiak glikozit bulunduğu belirlenmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

Terpenoid: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlardan 0.25 mL alınıp üzerine 1 mL kloroform ve birkaç damla H_2SO_4 eklenmiştir. Kırmızı renk oluşumu gözlenenlerde terpenoid bulunduğu belirlenmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

Kumarin: Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlardan 0.25 mL alınıp üzerine 0.25 mL %10'luk NaOH eklenmiştir. Sarı renk oluşumu gözlenenlerde kumarin bulunduğu belirlenmiştir (Janarthanan ve ark., 2012).

3.2.2.3. Toplam fenolik madde

Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri 2 N Folin-Ciocalteu kullanılarak Singleton ve ark. (1965) tarafından tanımlanan yöntemin modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayırıcı (100 μl), hidrolizat (100 μl) veya standart gallik asit çözeltileri (100 μl) ve 2.3 mL saf su ve 1 mL %7 sulu sodyum karbonat çözeltisi karıştırılarak ve oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra 750 nm dalga boyundaki absorbanları ölçülmüş ve sonuçlar “g/L gallik asit eşdeğeri” olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Toplam flavonoid

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının toplam flavonoid miktarlarının belirlenmesi Li ve ark. (2015)'a göre yapılmıştır. 0.5 mL ekstrakt ve standart çözeltilere 2 mL saf su ve 0.15 mL %5 NaNO₂ ilave edilerek karıştırılmış, 5 dakika inkübasyondan sonra, 0.15 mL %10 AlCl₃ ilave edilerek karıştırılmış ve tekrar 5 dakika beklenmiştir. Örnek 1 mL 1 M NaOH ile karıştırıldıktan sonra 15 dakika boyunca reaksiyona girmesi için beklenmiş ve absorbansı 415 nm'de spektrofotometrede okuması yapılarak toplam flavonoid miktarları belirlenmiştir. Standart olarak etanolde hazırlanmış 200 mg/L stok Quercetin (Sigma-Aldrich (St. Louis, ABD)) çözeltisi kullanılmış ve sonuçlar quercetin eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.5. Toplam monomerik antosiyanin

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin miktarı Fuleki ve Francis (1968) tarafından belirlenen pH diferansiyel yöntemine göre belirlenmiştir. 10 mL örnek 0.1 N HCl çözeltisi veya 0.1 N NaOH çözeltileri ile pH'ları 1.0 ve 4.5'a ayarlanmıştır. Hazırlanan bu örnekler +4°C'de 2 saat bekletilmiştir. pH 1.0 ve pH 4.5'e ayarlanan örneklerin 516 nm ve 700 nm dalga boylarında absorbansları ölçülmüştür. Absorbans farkları ($A_{516} - A_{700}$) hesaplanarak, pH 1.0'deki absorbans farkı, pH 4.5'deki absorbans farkından çıkarılmıştır. Bu şekilde örneklerin toplam antosiyanin konsantrasyonları aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin (mg/L)} = [(A) \times (10^3) \times (MW) \times (DF)] / [(E) \times (L)]$$

Bu bağıntıda; A: absorbans, MW: pigmentlerin molekül ağırlığı, DF: seyreltme faktörü, E: molar absorbans, L: küvetin optik yolu karşılığıdır.

3.2.2.6. Antioksidan aktivite

Meyve ve sebze kabuk hidrolizat ve ekstraktlarının antioksidan tayini aşağıdaki 3 yöntemle belirlenmiştir.

Trolaks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi – TEAC: Hidrolizat ve ekstraktların TEAC yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Re ve ark. (1999) tarafından açıklanan yöntemle yapılmıştır. Öncelikle 7 mM sulu ABTS çözeltisi ve 2.45 mM sulu potasyum persülfat çözeltisi karışımı (1/1, v/v) 16 saat süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda reaksiyona bırakılarak ABTS radikal katyonu (ABTS'+) stok çözeltisi elde

edilmiştir. Analizler öncesinde ABTS'+ stok çözeltisi 20 mM sodyum asetat (pH 4.5) ile seyreltilerek 734 nm dalga boyundaki absorbansı 0.7'ye ayarlanmıştır (ABTS'+ çalışma çözeltisi). ABTS'+ çalışma çözeltisi (2.9 mL) ve hidrolizat ve ekstraktlar (0.1 mL) veya troloks standart çözeltileri karıştırıldıktan sonra, oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiş ve 734 nm dalga boyundaki absorbansları ölçülmüş ve örneklerin TEAC değerleri "mM troloks eşdeğeri" olarak hesaplanmıştır.

Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü – FRAP: Hidrolizat ve ekstraktların FRAP yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Benzie ve Strain (1996) tarafından tanımlanan yöntemle yapılmıştır. Önce 30 mM sodyum asetat (pH 3.6) tampon çözeltisi, 20 mM sulu demir (III) klorür çözeltisi ve 10 mM sulu TPTZ çözeltisi 10/1/1 oranında karıştırılarak FRAP çalışma çözeltisi elde edilmiştir. FRAP çalışma çözeltisi (2.9 mL) ve hidrolizatlar (100 µl) veya troloks standart çözeltileri (100 µl) karıştırılmış ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra 593 nm dalga boyundaki absorbansları ölçülmüş ve örneklerin FRAP değerleri "mM troloks eşdeğeri" olarak hesaplanmıştır.

Radikal Süpürme Aktivitesi – DPPH: Hidrolizat ve ekstraktlarda DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından açıklanan yöntemle yapılmıştır. DPPH çalışma çözeltisi (1.95 mL) ve hidrolizatlar (50 µl) veya troloks standart çözeltileri (50 µl) karıştırılmış ve oda sıcaklığında 10 dakika bekletildikten sonra 517 nm dalga boyundaki absorbansları ölçülmüştür. Örneklerin DPPH değerleri "mM troloks eşdeğeri" olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. Pektin üretimi

Pektin ekstraksiyon prosedürü Kliemann ve ark. (2009)'a göre bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Pektin üretimi temel olarak, kabukların sıcak seyreltik asit çözeltisi ile muamelesi sonucu pektinin ekstraksiyonu, pektinin çöktürülmesi, filtrasyonu ve yıkanıp kurutulması aşamalarından oluşmaktadır. Ekstraksiyon koşulları 10 g kabuğa 100 mL sitrik asit çözeltisi (pH 1) ilave edilerek farklı sıcaklık (70, 80 ve 90°C) ve farklı sürelerde (10, 30 ve 60 dakika) optimize edilmiştir. Ekstraksiyon sonrası karışım filtre edilmiş ve ekstrakt buzlu su içerisinde hızlıca 4°C'ye soğutulmuştur. Filtrata 100 mL %96'lık etanol ilave edilerek 12 saat 4°C'de pektinin çökmesi sağlanmıştır. Çöken pektin filtrasyonla izole edilmiş, 20 mL %70 asidik etanol (%0.5

HCl) ile bir kez yıkanmış, nötralizasyon için de önce 20 mL %70'lik, daha sonra da 20 mL %96 etanol ile iki kez yıkanmıştır ve pektin 50°C'de etüvde 48 saat kurutulmuştur. Farklı sıcaklık ve sürelerde yapılan optimizasyon çalışmalarında optimum ekstraksiyon koşulları, pektin üretim miktarının en fazla gerçekleştiği koşul, 80°C'de 60 dakika olarak belirlenmiş, meyve ve sebze kabuklarından pektinlerin ekstraksiyonu bu koşullarda gerçekleştirilmiştir. Pektin verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır

%Pektin Verim: $[\text{Pektin miktarı(g)} / \text{kabuk miktarı(g)}] \times 100$

3.2.3.1. Esterifikasyon, amidasyon derecesi, galakturonik asit miktarı

5 g pektin, 100 mL %60'lık alkol ve 5 mL 2.7 M HCl çözeltisi ile karıştırılmış ve karışım süzülerek 15 mL aynı alkol-asit çözeltisinde 6 kez, sonra 20 mL %96'lık etanol ile yıkanmış ve 105°C'de etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş örneğin net ağırlığının 1/10'una 2 mL etanol ve 100 mL su ilave edilerek, fenolfitaleyn eşliğinde 0.1 M NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon için harcanan alkali hacmi (mL) V1 olarak kaydedilmiştir. Karışıma, 20 mL 0.5 M NaOH ve 20 mL 0.5 M HCl eklenmiş, fenolfitaleyn ilavesinden sonra 0.1 M NaOH ile titre edilmiş, harcanan alkali hacmi (mL) de V2 olarak kaydedilmiştir. Karışımın üzerine 20 mL %10'luk NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. Ardından Kjeldahl distilasyon balonuna aktarılaraq (balonun ağzına takılı soğutucunun ucu, içinde 150 mL su ve 20 mL 0.1 M HCl bulunan erlenin içine daldırılmıştır) 120 mL distilat toplanana kadar distile edilmiş ve metil kırmızısı indikatörü eşliğinde 0.1 M NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı (mL) S olarak kaydedilmiştir. Kör titrasyon değeri için; 20 mL 0.1 M HCl, 0.1 M NaOH ile titre edilmiş ve harcanan NaOH hacmi (mL) B olarak, B-S farkı (mL) V3 olarak kaydedilmiştir. Kurutulmuş örneğin net ağırlığının 1/10'u 2 mL etanol ile karıştırılmış ve 25 mL 0.125 M'lık NaOH'da çözündürülmüştür. Örnekler saponifiye edildikten sonra hacmi saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltinin 25 mL'si 20 mL Clark's çözeltisi ile karıştırılmış ve distilasyon gerçekleştirilmiştir. Distilatın ilk 15 mL'si mezür içinde toplanmış, sonra buharla 150 mL distilat toplanana kadar devam edilmiştir. Toplanan distilat 0.05 M NaOH ile pH 8.5 olana kadar titre edilmiş ve harcanan NaOH (mL) S olarak kaydedilmiştir. Kör için ise 20 mL distile su kullanılmıştır. Harcanan hacim (mL) B olarak, S-B farkı ise mL V4 olarak kaydedilmiştir. Esterleşme, amidasyon derecesi ve

toplam galakturonik asit miktarı aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Food Chemical Codex, 1996; Açıkgöz ve Poyraz, 2006).

$$\text{Esterleşme derecesi} = [V2 / (V1 + V2)] \times 100$$

$$\% \text{Amidasyon derecesi} = [V3 / (V1 + V2 + V3 - V4)] \times 100$$

$$\text{Galakturonik asit miktarı} = (V1 + V2 + V3 - V4) \times 19.41$$

3.2.3.2. Pektinlerin jel gücü

Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin jel gücü %65.0 çözünür kurumadde (şeker), %0.70 pektin ve pH 2.3 koşulları altında hazırlanan jellerin yer çekimi ile deformasyonu belirlenerek hesaplanmıştır. Hazırlanan pektin jeli konik şekilli bardaklara aktarılmıştır. Her bir bardaktaki çözeltiye belirli miktar %48.8'lik tartarik asit eklenerek jelin pH'sının 2.2-2.4 aralığında olması sağlanmış ve 2 saat oda sıcaklığında sonra, 22 saat 30 °C'de bekletilmiştir. Oluşan jel daha sonra dikkatli bir şekilde bardak ters çevrilerek cam plaka üzerine kalıptan çıkarılmıştır. 120 saniye bekledikten sonra jel yüksekliği ölçülmüş ve % çökme ve jel gücü aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (IFT, 1959; Açıkgöz ve Poyraz, 2006).

$$\% \text{ Çökme: } (A - B) / A \times 100$$

$$\text{Jel Gücü (\%): } (650 / W) \times (2 - \% \text{ Çökme} / 23.5)$$

Bu bağlantıda; A: Bardak yüksekliği, B: Jel yüksekliği, W: Pektin miktarını (g) ifade etmektedir.

3.2.4. Bakteriyel selüloz üretimi

3.2.4.1. Meyve ve sebze kabuklarının asit hidrolizi

Meyve ve sebze kabukları (10 g) seyreltik asitle (100 mL 0.6 M sülfürik asit) 2 saat boyunca 100°C'de kaynayan su içerisinde hidrolize edilmiş ve süre sonunda filtre edilmiştir. Filtrata, 100 mL saf su ilave edilerek, kalsiyum karbonat (CaCO₃) ile pH 4.5'e ayarlanmış, filtre edilerek filtrat -18°C'de depolanmıştır.

3.2.4.2. Protein

Hidrolizatların protein miktarları Bradford yöntemi ile BSA (0.5 mg/mL) standardı kullanılarak (Bradford, 1976) belirlenmiştir. Uygun dilüsyondaki örneklerden 100 µl alınıp saf su ile 500 µl'ye tamamlanarak 5 mL Bradford çözeltisi ilave edilmiştir.

Vorteksle karıştırılarak 5 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra örneklerde oluşan renk spektrofotometrede 595 nm’de belirlenmiştir.

3.2.4.3. İndirgen şeker

Hidrolizatların indirgen şeker miktarlarının saptanması DNS metodu ile glukoz standardı (2.5 mg/mL) kullanılarak belirlenmiştir (Miller, 1959). Uygun dilusyondaki örneklerden, 1 mL alınarak üzerlerine 1.5 mL DNS çözeltisi ilave edilmiş, 100°C’de 5 dakika kaynatılmış ve soğutulmuş oluşan renk spektrofotometrede 560 nm’de belirlenmiştir. İndirgen şeker içerikleri glukoz eşdeğer olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.4. Hidrolizasyon ürünlerinin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile kantitatif tayini

Hidrolizasyon sonucu elde edilen hidrolizatların şeker miktarları ve kompozisyonları refraktometrik dedektöre (Perkin Elmer Model 200) ve kolon fırınına (Perkin Elmer) sahip Perkin Elmer yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) sisteminde analiz edilmiştir. Kolon olarak Aminex HPX87H (Biorad) kullanılmıştır. Örnekler enjeksiyon öncesi 0.20 µm boyutlu filtreden geçirilmiş, hareketli faz olarak 5 mM H₂SO₄ kullanılmıştır. Örnekler 45°C’de ve 0.5 mL/dakika akış hızı ile 45-70 dakikalık bir süre zarfında kolondan elüt edilmiştir (Canettieri ve ark., 2007).

3.2.4.5. Bakteriye selüloz üreticisi bakterinin izolasyonu ve tanımlanması

Evsel olarak üretilen elma sirkesi (Ereğli, Konya) BS üreten bakteriyi izole etmek için kullanılmıştır. Sirke örneklerinden 1 mL’lik numuneler, Hestrin-Schramm (HS) besiyerine (20 g/L glikoz, 5 g/L maya özütü, 5 g/L pepton, 2.7 g/L Na₂HPO₄ ve 1.15 g/L sitrik asit) aktarılmış, 30°C’de 18-24 saat süre ile selüloz üreticisi bakterilerin ön çoğalması sağlanmıştır (Schramm ve Hestrin, 1954). Mikrobiyal gelişme durumunda kültürlerin HS-agar (20 g/L glikoz, 5 g/L maya özütü, 5 g/L pepton, 2.7 g/L Na₂HPO₄, 1.15 g/L sitrik asit ve 15 g/L agar) plakaları üzerine ekimi gerçekleştirilmiş ve 30°C’de inkübe edilmiştir (Aydın ve Aksoy, 2013). Mikroorganizmaların morfolojisi ışık mikroskopu ile incelenmiş, Gram boyama ile Gram negatif suşlar seçilmiş, beyaz-krem tonundaki mukoz yapıdaki kolonilerin, HS agara birden fazla ekimleri gerçekleştirilerek, mikroorganizmanın saflaştırılması sağlanmıştır. İzole edilen selüloz üreticisi bakteri HS agarda 4°C’de muhafaza edilmiş ve 16S rRNA dizi analizine göre Ref-Gen (ODTÜ Teknokent/Ankara) tarafından tanımlanması yapılmıştır. Genomik

DNA ekstraksiyonu QIAGEN DNeasy Kan ve Doku Kiti (Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve 27F ve 1492R, 16S rRNA evrensel primerleri kullanılmış olup 94°C’de 5 dakika + 30X (94°C’de 30 saniye + 55°C’de 30 saniye + 72°C’de 45 saniye) + 72°C’de 10 dakika PCR koşullarında çalışılmıştır. Elde edilen diziler BLAST taraması (Blast, 2017) kullanılarak GenBank veri tabanında mevcut olanlar ile karşılaştırılmış ve en yakın türlerin 16S rRNA gen dizileri veri tabanından alınmıştır.

3.2.4.6. Bakteriyel selüloz üretimi

HS-agara izolasyonu yapılan BS üreticisi mikroorganizma, öncelikle 10 mL HS besiyerine ekilerek statik koşullarda 48 saat 30°C’de inkübe edilmiştir. Buradan alınan 1 mL’lik örnekler, otoklavda 1000 mL’lik erlenlerde bulunan 500 mL sterilize edilmiş HS besiyerine ve meyve ve sebze hidrolizatlarına transfer edilmiştir. Selüloz üretimine, 28-32°C’de statik koşullarda 21 gün boyunca ve yüzeyde oluşan BS tabana çökene kadar devam edilmiştir. Çöken BS, besiyerinden alınarak 4000xg’de 10 dakika santrifüj edilmiş ve %4’lük NaOH çözeltisinde 30 dakika kaynayan su içerisinde bekletilmiştir (Son ve ark., 2002). BS’den NaOH’ın uzaklaşması için BS’ye 5 defa beşer dakika saf su ile durulama işlemi uygulanmış, daha sonra %2 asetik asit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek bu işlemi takiben de saf su içerisinde tekrar nötralize olana kadar bekletilmiştir. Nötralize edilen BS 50°C’de etüvde 48 saat kurutulmuştur. Meyve ve sebze kabuk hidrolizatları BS üretim verimi aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

Verim (%): $[\text{Selüloz Miktarı (g)}/\text{Kabuk Miktarı (g)}] \times 100$

3.2.5. Polisakkarit analizleri

Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS ve pektinlerin farklı çözücülerde çözünürlükleri (Ahmad ve ark., 2012) ve sıvı tutma kapasiteleri (Tappi Useful Methods, UM 256, 54/1991) belirlenmiş, saflık derecelerinin belirlenmesi için FT-IR (Fourier Transformed Infrared) analizi, termal özelliklerinin belirlenmesi için termogravimetrik analiz (TGA), yapısal ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve polisakkarit fraksiyonunun kristal indeks değerinin belirlenmesi için ise X-Ray Kırınımı (XRD) analizi hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1. Çözünürlük testi

250 mg selüloz ya da pektin örneklerine, 5 mL sodyum hidroksit (1 M), metanol (%96) ve aseton çözücülerini ilave edilerek ve 2 dakika boyunca karıştırılarak polisakkaritlerin çözünürlükleri gözlemlenmiştir (Halib ve ark., 2012).

3.2.5.2. Sıvı tutma kapasitesi

BS ve pektinlerin sıvı tutma kapasitelerinin belirlenmesi için, 1 g BS veya pektin, 40'ar g su, aseton, dimetil sülfoksit veya asetik asit ile karıştırılmış, oluşan süspansiyon 2 saat süre ile bekletilmiş, daha sonra 30 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edilmiş ve süpernatant uzaklaştırılarak ıslak numune tartılmıştır. Sonuçlar, sıvı tutma kapasitesi (%) olarak ifade edilmiş olup örneklerin sıvı tutma kapasiteleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Tappi, 1991).

$$\text{Sıvı Tutma Kapasitesi (\%)} = (A/B) \times 100$$

Bu bağıntıda; A: sıvı ağırlığını (g), B: BS ve pektin miktarını (g) ifade etmektedir.

3.2.5.3. Fourier transform infrared (FTIR) spektroskopisi

Örnekler potasyum bromür (KBr) diskleri haline getirildikten sonra FTIR analizi (800-400 cm^{-1}) Jasco FT/IR-430 spektrofotometre (Japonya) (Gaziosmanpaşa Üniversitesi Kimya Bölümü) ile gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda pektin örneklerinin esterifikasyon derecesi (DE) serbest karboksil gruplarının (1630 cm^{-1}) ve esterleşmiş grupların (1740 cm^{-1}) pik alan değerleri ile aşağıdaki bağıntı kullanılarak da hesaplanmıştır (Pappas ve ark., 2004).

$$\text{DE} = 124.7 \times R + 2.2013, \quad R = [A_{1740}/(A_{1740}+A_{1630})] \times 100$$

Bu bağıntıda A_{1740} ve A_{1630} metil esterlenmiş ve metil esterlenmemiş karboksil gruplarının sırasıyla 1740 cm^{-1} ve 1630 cm^{-1} 'de bantların absorbanst yoğunluklarını ifade etmektedir.

3.2.5.4. SEM analizi

SEM analizleri QUANTA 450 Field Emission Gun (FEG) SEM (ABD) Yüksek çözünürlüklü taramalı elektron mikroskobu (Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi) ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.5. X-Ray kırınımı (XRD) analizi

Örneklerin kristal indeks değerini belirlenmesi ve X-ışını kırınım (XRD) analizleri Panalytical Empyrean Yüksek Performans Difraktometre Cihazı (Hollanda) (Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi) ile yapılmıştır. XRD analizlerinde Ni filtreli Cu X-ışın tüplü cihazlar ile $5^\circ/\text{dk}$ ile $2\theta=10^\circ-50^\circ$ aralığında tarama yapılmıştır. Kristalinite derecesi (%) Curve Fitting metodu ile aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Hermans ve ark., 1948; Fang ve Catchmar, 2014).

$$\text{Crl (\%)} = (A_{\text{cryst}} / A_{\text{total}}) \times 100$$

Bu bağıntıda; Crl: Kristalinite derecesini (%), A_{cryst} : kristal bölgenin alanını, A_{total} : toplam alanı ifade etmektedir.

3.2.5.6. Termogravimetrik analiz (TG-DTA)

Örneklerin termal özellikleri; $10^\circ\text{C}/\text{dak}$ ısıtma hızında $25-650^\circ\text{C}$ arasında azot ortamında Perkin Elmer Pyris Diamond TG/DTA Termal Analiz Cihazı (ABD) (Gaziosmanpaşa Üniversitesi Kimya Bölümü) ve $10^\circ\text{C}/\text{dak}$ ısıtma hızında $40-200^\circ\text{C}$ arasında TA Q2000 Diferansiyel Tarama Kalorimetresi (ABD) (Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi) ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. İstatiksel analiz

Sonuçlar üç tekerrür ortalaması $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. SPSS istatistiksel bilgisayar programı sonuçları analiz etmek amacıyla kullanılmış ve (IBM SPSS Statistics 22, Inc., Chicago, IL, USA) analiz sonuçlarının varyans analizleri (ANOVA) yapılarak, gruplar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kabukların Kurumadde, Kül ve Yağ İçerikleri

Nem ve kül içeriği gıdalarda önemli bir kalite kriteridir. Nem miktarı gıdalardaki su içeriğinin; kül miktarı ise mineral madde ve diğer inorganik madde içeriğinin bir göstergesidir (Acquistucci ve ark., 1991). Gıdaların yakılması sonucu geride kalan kül miktarı ve bu külün bileşimi, gıdadan gıdaya değişmektedir (Cemeroğlu, 2010). Bu çalışmada kurutulmuş meyve ve sebze kabuklarının (salatalık, limon, mandalina, kivi, kavun, domates, elma, ayva, portakal, nar, greyfurt) önce kurumadde, ardından da kül tayini yapılmıştır (Çizelge 4.1). Çizelge 4.1. incelendiğinde elma kabuğunun kurumaddesinin diğer meyve ve sebze kabuklarından fazla olduğu, bunu ayva, kavun, nar, kivi, limon, greyfurt, salatalık, portakal ve mandalina izlediği ve farkların istatistiki olarak önemli olduğu ($P<0.05$) görülmektedir. En fazla kül oranına sahip kabuğun %14.13 ile salatalık olduğu ve diğer kabuklara nazaran oldukça fazla oranda içerdiği belirlenmiştir. Salatalık kabuğunu domates, kavun, kivi, limon, nar, portakal, mandalina, greyfurt, ayva ve elma izlediği ve portakal, mandalina ve greyfurt kabuklarının kül içerikleri arasındaki farkın ise istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda kavun kabuğu (%9.7) (Morais ve ark., 2017), portakal kabuğu (%5.17, %5.34 ve %11.03) (Marin ve ark., 2007; Al-saadi ve ark., 2009; Romelle ve ark., 2016), nar kabuğu (%6.07) (Romelle ve ark., 2016) ve greyfurt kabuğu (%8.09) (Marin ve ark., 2007) kül içeriklerinin çalışmamızda bulunan sonuçlardan daha yüksek, limon kabuğu (%2.04) (Mohammed ve ark., 2013) ve elma kabuğunun (%1.39) (Romelle ve ark., 2016) ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada ise portakal, limon ve greyfurt türlerinin kül içeriklerinin %1.7-7.3 arasında değiştiği (Ali ve ark., 2010), 4 farklı salatalık türünün kül içeriklerinin ise %14.71-20.40 arasında değiştiği (Ozohu ve Umar, 2015) rapor edilmiştir.

Meyve ve sebze kabuklarının yağ içerikleri %1.62-3.61 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). En yüksek yağ içeriğine sahip kabuk ayva olup bunu elma ve limon kabuğu takip etmektedir. En düşük yağ oranına sahip kabuğun salatalık olduğu ve mandalina kabuğu ile istatistiki olarak fark olmadığı ve kivi, domates ve greyfurt kabuklarının yağ içerikleri arasında önemli fark olmadığı belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda

portakal, limon ve greyfurt türlerinin yağ içeriklerinin (%1.2-2.1) (Ali ve ark., 2010) çalışmamızda bulunan sonuçlara benzer olduğu; ancak bir başka çalışmada portakal kabuğunun yağ içeriğinin (%10) (Osarumwense ve ark., 2013) ve yine nar, portakal ve elma kabuklarının (%3.36, %8.70 ve %9.96) (Romelle ve ark., 2016) çalışmamızda bulunan değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Meyve ve sebze kabuklarının kül ve yağ içeriklerinin literatür çalışmalarındaki farklar, meyvelerin yetiştirilme koşulları, cins düzeyindeki farklar, hasat zaman farkları ve kabuk soyma işlemlerindeki farklılıklar gibi pek çok koşuldaki kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Kabukların kurumadde, kül ve yağ içerikleri

	Kurumadde (%)	Kül (%)	Yağ (%)
Salatalık	89.40±0.13 ^h	14.13±0.12 ^a	1.62±0.01 ^h
Limon	90.97±0.00 ^f	4.79±0.07 ^e	2.48±0.03 ^c
Mandalina	88.64±0.73 ^j	3.84±0.01 ^g	1.63±0.01 ^h
Kivi	91.55±0.15 ^e	6.96±0.00 ^d	2.21±0.01 ^d
Kavun	92.60±0.20 ^c	8.69±0.09 ^c	1.84±0.02 ^f
Domates	89.74±0.31 ^h	10.56±0.02 ^b	2.19±0.02 ^d
Elma	96.36±0.11 ^a	2.14±0.01 ⁱ	3.49±0.0 ^b
Ayva	94.93±0.04 ^b	2.28±0.01 ^h	3.61±0.01 ^a
Portakal	89.04±0.26 ⁱ	3.86±0.04 ^g	1.74±0.01 ^g
Nar	92.08±0.23 ^d	4.24±0.01 ^f	1.92±0.02 ^e
Greyfurt	90.13±0.04 ^g	3.79±0.01 ^g	2.21±0.02 ^d

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.2. Kabukların Toplam Karotenoid, β -karoten ve Askorbik Asit İçerikleri

Meyve ve sebze kabuklarının toplam karotenoid, β -karoten ve toplam askorbik asit miktarları Çizelge 4.2’de verilmektedir. Salatalık kabuğunun karotenoid içeriğinin diğer kabuklara kıyasla oldukça fazla olduğu, bunu sırasıyla kavun, domates ve mandalina kabuklarının takip ettiği belirlenmiştir. Kabukların karotenoid içeriklerinin, ekstraksiyon koşulları ve çözücü çeşidine göre fark gösterse de önceki çalışmalarda; farklı portakal türü kabuklarının etanol ekstraksiyonu ile 210-370 ppm (Fidrianny ve ark., 2014), N-hekzan ekstraksiyonu ile 5095 ppm (Fidrianny ve Sukrasno, 2016) olarak belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda turuncgil kabuklarının karotenoid içeriklerinin 21-2040 ppm arasında olduğu (Wang ve ark., 2008), kavunun 23.27 ppm, portakalın 5.43 ppm ve domatesin 32.081 ppm karotenoid içerdiği (Melo ve ark., 2006) belirtilmiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında portakal kabuğunun toplam karotenoid içeriğinin Fidrianny ve ark. (2014)’e kıyasla daha az, Melo ve ark. (2006)’a göre ise daha fazla, kavunun karotenoid içeriğinin daha fazla ve domatesin ise daha az olduğu anlaşılmaktadır.

Karotenoidler arasında provitamin A aktivitesine sahip olan β -karotenin, beslenme fizyolojisi açısından ayrı bir önemi vardır ve birçok meyve ve sebzenin yapısında bulunmaktadır (Garcia ve Baret, 2005). Meyve ve sebze kabuklarının β -karoten içerikleri karşılaştırıldığında, kabukların 2.15-93.29 ppm arasında β -karoten içerdikleri, toplam karotenoid içeriğine benzer şekilde salatalık kabuğunun diğer kabuklara kıyasla oldukça fazla miktarda β -karoten içerdiği, bunu sırasıyla mandalina, kavun, greyluft, domates ve portakal kabuğunun izlediği ve en düşük içeriğe ise sırasıyla elma, ayva ve nar kabuğunun sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Daha önceki çalışmalarda portakal, limon ve greyluft kabuklarının β -karoten içerikleri 0.13-2.10 ppm (Ali ve ark., 2010) ile sonuçlarımızdan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bir başka çalışmada, meyve ve sebzelerin β -karoten içerikleri araştırılmış olup salatalığın 31, kabuklu salatalığın 138, pembe ve kırmızı greyluftun 603, beyaz greyluftun 14, crenshaw kavununun 450, kantalup kavununun 1595, kan portakalının 120, portakalın 51 ve domatesin 393 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karoten içerdiği (Holden ve ark., 1999), elma ve portakalın β -karoten içeriklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise elmanın 72 ve portakalın 275 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karoten içerdiği (Setiawan ve ark., 2001), taze salatalığın 280 ve domatesin 1610 $\mu\text{g}/100\text{g}$ β -karoten içerdiği belirtilmiştir (Ahamad ve ark. 2007). Sonuçlar

karşılaştırıldığında Ahamad ve ark. (2010) tarafından domates için belirtilen β -karoten içeriği hariç diğer sonuçlarda belirtilen değerlerin çalışmamıza göre daha düşük olduğu sonucu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Kabukların toplam karotenoid, β -karoten ve toplam askorbik asit miktarları

	Karotenoid ($\mu\text{g/g}$)	β -karoten ($\mu\text{g/g}$)	Askorbik Asit ($\text{mg}/100\text{g}$)
Salatalık	301.92 $\pm$ 1.54 ^a	93.29 $\pm$ 0.18 ^a	35.38 $\pm$ 3.21 ^f
Limon	8.65 $\pm$ 0.09 ^g	4.57 $\pm$ 0.18 ^h	137.42 $\pm$ 3.21 ^a
Mandalina	19.83 $\pm$ 0.00 ^d	44.04 $\pm$ 0.18 ^b	68.25 $\pm$ 1.60 ^c
Kivi	13.43 $\pm$ 0.29 ^f	5.19 $\pm$ 0.18 ^g	22.90 $\pm$ 1.60 ^g
Kavun	37.13 $\pm$ 0.19 ^b	43.54 $\pm$ 0.18 ^c	51.25 $\pm$ 3.21 ^{de}
Domates	24.03 $\pm$ 0.19 ^c	13.20 $\pm$ 0.18 ^e	52.39 $\pm$ 1.60 ^d
Elma	17.60 $\pm$ 0.29 ^e	2.15 $\pm$ 0.09 ^k	52.38 $\pm$ 1.60 ^d
Ayva	2.97 $\pm$ 0.08 ^h	2.62 $\pm$ 0.13 ^j	100 $\pm$ 1.60 ^b
Portakal	13.33 $\pm$ 0.00 ^f	11.34 $\pm$ 0.18 ^f	43.31 $\pm$ 1.60 ^{ef}
Nar	1.48 $\pm$ 0.05 ⁱ	2.99 $\pm$ 0.13 ⁱ	72.79 $\pm$ 1.60 ^c
Greyfurt	18.22 $\pm$ 0.37 ^e	20.80 $\pm$ 0.22 ^d	25.17 $\pm$ 1.60 ^g

a, b, c, d, e, f, g Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

Çizelge 4.2 incelendiğinde en yüksek askorbik asit içeriğine 137.42 mg/100g kabuk ile limon kabuğunun sahip olduğu bunu sırasıyla ayva, nar, mandalina, domates ve elma kabuğunun takip ettiği, mandalina ile nar ve kavun, domates ile elma kabuklarının askorbik asit içerikleri arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı belirlenmiştir. En düşük askorbik asit içeriğine ise 22.90 mg/100 g kabuk ile kivi'nin sahip olduğu belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda portakal, limon ve greyfurt kabuklarının askorbik asit içeriklerinin 42.5-65 mg/100g (Ali ve ark., 2010) ile çalışmamızdan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerin toplam askorbik asit içeriklerinin

araştırıldığı çalışmada salatalığın 1.49, kavunun 2.32, portakalın 37.34 ve domatesin 12.16 mg/100g askorbik asit içerdiği (Melo ve ark., 2006), bir başka çalışmada elmanın 12.72, salatalığın 12.00, greyfurdun 68.82, limonun 49.53, kavunun 26.42, portakalın 64.00 ve domatesin 27.70 mg/100 g askorbik asit içerdiği (Okiei ve ark., 2009), diğer bir çalışmada ise limonun 40.48 mg/100g askorbik asit içerdiği belirtilmiştir (Kumar ve ark., 2013). Sonuçlar karşılaştırıldığında Okiei ve ark. (2009) tarafından greyfurt ve portakal için belirtilen askorbik asit değerleri hariç diğer sonuçların çalışmamızda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.3. Kabukların Etanol Ekstraksiyonu

Meyve ve sebze kabuklarından fenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimini artırmak için farklı polaritelerde ekstaksiyon solventleri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, organik çözücülerin yanı sıra fenolik bileşiklerin hidrofobik ve hidrofilik özelliklerinden dolayı, farklı oranlarda etanol/su veya metanol/su karışımlarının ekstraksiyon verimine etkileri araştırılmaktadır (Li ve ark., 2006; Lee ve ark., 2010; Tumbas ve ark., 2010; Cheigh ve ark., 2012; Dent ve ark., 2013; Garmus ve ark., 2014; Paula ve ark., 2014; Fathordoobady ve ark., 2016; Waszkowiak ve Swiglo, 2016).

Meyve ve sebze kabukları farklı konsantrasyonlara sahip etil alkol ile ekstrakte edilmiş ve ekstraktların suda çözünür kurumadde miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Artan etanol konsantrasyonunun ekstraktların suda çözünür kuru madde içeriklerini önemli ölçüde ($P<0.05$) arttırdığı gözlenmiştir. Örneğin %0 etanol (su) konsantrasyonunda ekstraktların suda çözünür kuru madde içeriği %0.97-1.37 arasında iken %75 etanol konsantrasyonunda ise %20-21 aralığında olduğu belirlenmiştir. Ekstraktlar arasında en yüksek suda çözünür kuru madde içeriğine elma ekstraktının, aynı konsantrasyonda en düşük içeriğe ise limon, mandalina ve portakal kabuk ekstraktlarının sahip olduğu belirlenmiştir.

Meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarının suda çözünür kurumadde miktarları karşılaştırıldığında hidrolizatların suda çözünür kurumadde içeriklerinin %2.52-4.25 arasında değiştiği, en yüksek içeriğe elma kabuk hidrolizatlarının, en düşük içeriğe ise limon kabuk hidrolizatlarının sahip olduğu ve mandalina ve kivi kabuk hidrolizatlarının içeriklerinin aynı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Ekstraktların suda çözünür kuru madde miktarları

SÇKM (%)	%0	%25	%50	%75
Salatalık	1.02±0.03 ^{dD}	10.02±0.03 ^{deC}	16.82±0.03 ^{gB}	20.20±0.00 ^{dA}
Limon	1.00±0.00 ^{dD}	8.42±0.03 ^{fc}	16.82±0.03 ^{gB}	20.00±0.00 ^{fA}
Mandalina	0.97±0.03 ^{dD}	10.12±0.03 ^{cC}	17.22±0.03 ^{cB}	20.00±0.00 ^{fA}
Kivi	1.00±0.00 ^{dD}	10.02±0.03 ^{deC}	17.02±0.03 ^{eB}	20.42±0.03 ^{bA}
Kavun	1.37±0.03 ^{aD}	10.02±0.03 ^{deC}	17.02±0.03 ^{eB}	20.30±0.00 ^{cA}
Domates	1.00±0.00 ^{dD}	10.02±0.03 ^{deC}	16.92±0.03 ^{fB}	20.10±0.00 ^{eA}
Elma	0.97±0.03 ^{dD}	10.42±0.03 ^{aC}	17.82±0.03 ^{aB}	21.00±0.00 ^{aA}
Ayva	1.20±0.00 ^{bD}	10.32±0.03 ^{bC}	17.42±0.03 ^{bB}	20.25±0.03 ^{dA}
Portakal	1.02±0.03 ^{dD}	10.12±0.03 ^{cC}	17.02±0.03 ^{eB}	20.00±0.00 ^{fA}
Nar	1.20±0.00 ^{bD}	10.07±0.03 ^{cdC}	17.02±0.03 ^{eB}	20.42±0.03 ^{bA}
Greyfurt	1.12±0.03 ^{cD}	9.97±0.03 ^{eC}	17.12±0.03 ^{dB}	20.12±0.03 ^{eA}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Aynı sütunda, A, B, C, D aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.3.1. Ekstraktların fitokimyasal özellikleri

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri öncelikle kalitatif olarak taranmıştır ve sonuçlar Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Bu çalışmada incelenen ekstraktlar arasında nar ekstraktının çok yüksek tanen içeriğine sahip olduğu limon, mandalina ve greyfurt ekstraktlarında da tanen varlığı belirlenmiştir. Antikanser, antiviral, antifungal, antibakteriyal, antitümör ve sitotoksik aktiviteye sahip kinon bileşiklerinin (Dongmo ve ark., 2015) tüm meyve ve sebze ekstraktlarında bulunduğu tespit edilmiştir. Kinon türevleri organik çözücülerde suya oranla daha iyi çözündüğünden (Lemert ve Jhonston, 1991; Tanaka ve Toda, 2000) artan etanol konsantrasyonunun kinon ekstraksiyonunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Artan etanol konsantrasyonunun kardiyak glikozit ekstraksiyonunu arttırdığı ve %75 etanol konsantrasyonunda greyfurt, nar, portakal ve

ayva ekstraktlarının orta derecede içerdiği belirlenmiştir. Salatalık, domates ve kavun ekstraktlarında ise diğer ekstraktlara kıyasla daha az içerdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Ekstraktların kalitatif analiz sonuçları

	Ekstrakt	Tanen	Kinon	K. Glikozit	Terpenoid	Kumarin	Saponin
Salatalık	0%	-	+++	-	-	-	-
	25%	-	+++	-	-	++	-
	50%	-	+++++	+	-	++	-
	75%	-	+++++	+	-	++	-
Limon	0%	++	++++	+	-	++	-
	25%	++	++++	+	-	++	-
	50%	++	+++++	++	-	++	-
	75%	++	+++++	++	-	++	-
Mandalina	0%	+	++	+	-	++	-
	25%	+	+++	+	-	++	-
	50%	++	++++	+	-	++	-
	75%	++	+++++	++	-	++	-
Kivi	0%	-	+	-	-	-	-
	25%	-	+++++	-	-	+	-
	50%	-	+++++	+	-	+	-
	75%	-	+++++	++	-	+	-
Kavun	0%	-	+	-	-	+	-
	25%	-	++	-	-	++	-
	50%	-	++++	-	-	++	-
	75%	-	+++++	+	-	++	-
Domates	0%	-	++	-	-	+	-
	25%	-	+++	-	-	++	-
	50%	-	++++	-	-	++	-
	75%	-	+++++	+	-	++	-
Elma	0%	-	+++	+	-	++	-
	25%	-	+++++	++	-	++	-
	50%	-	+++++	+++	-	++	-
	75%	-	+++++	+++	-	++	-
Ayva	0%	-	++++	+	-	+	-
	25%	-	+++++	++	-	++	-
	50%	-	+++++	+++	-	++	-
	75%	-	+++++	+++	-	++	-
Portakal	0%	-	++	+	-	++	-
	25%	-	+++	+	-	++	-
	50%	-	+++++	++	-	+++	-
	75%	-	+++++	+++	-	+++	-
Nar	0%	+++++	++++	++	++	++	-
	25%	+++++	+++++	+++	++	++	-
	50%	+++++	+++++	+++	++	++	-
	75%	+++++	+++++	+++	++	++	-
Greyfurt	0%	++++	+++	+	-	++	-
	25%	++++	++++	++	-	++	-
	50%	++++	+++++	++	-	+++	-
	75%	++++	+++++	+++	-	++++	-

Nar ekstraktlarında terpenoid varlığı tespit edilmiştir. Meyve ve sebze ekstraktlarının tamamında kumarin varlığı tespit edilmiş olup özellikle portakal ve greyfurt ekstraktlarında diğer ekstraktlara kıyasla daha fazla içerdiği ve bu kabuklarda etanol varlığının kumarin ekstraksiyonunu arttırdığı belirlenmiştir.

4.3.2. Ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri

Bu çalışmada ekstraktların toplam fenolik madde içeriği basit, güvenilir ve tekrarlanabilir yöntem olan Folin–Ciocalteu yöntemine göre incelenmiş (Okan ve ark., 2013) ve farklı etanol konsantrasyonlarında elde edilen ekstraktlarının toplam fenolik bileşik içerikleri Çizelge 4.5'te sunulmuştur. İncelenen kabuklar arasında en yüksek fenolik madde içeriğine nar kabuğunun sahip olduğu belirlenmiş olup, nar kabuğunu sırasıyla greyfurt, elma, ayva, limon mandalina, portakal kabuğunun takip ettiği en düşük fenolik madde içeriğine ise domates kabuğunun sahip olduğu belirlenmiştir. Optimum fenolik madde ekstraksiyonunun gerçekleştiği etanol konsantrasyonunun, farklı meyve ve sebze kabukları için değiştiği gözlemlenmiştir. Örneğin kivi, kavun, portakal, nar ve greyfurt kabukları için belirlenen etanol konsantrasyonu %25 iken, buna karşın salatalık, domates, elma ve ayva kabukları için ise %50 etanol konsantrasyonu olduğu görülmektedir. Limon kabukları için %0 ve 25 etanol konsantrasyonunda, mandalina kabukları için ise %0, 25 ve 50 etanol konsantrasyonlarında fenolik madde ekstraksiyonları arasında istatistiki olarak fark olmadığı belirlenmiştir.

Daha önce literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; limon, tatlı portakal ve mandalina kabukları ile yapılan bir çalışmada, kabuklara sonikasyon uygulaması sonucunda elde edilen toplam fenolik madde içeriklerinin sırasıyla 74.80 mg GAE/g, 66.36 mg GAE/g ve 58.68 mg GAE/g olarak bulunmuş (Londono ve ark., 2010); portakal kabuklarının aseton ile ekstraksiyonunda toplam fenolik madde içeriğinin 10.5 mg GAE/g ve etil asetat ekstraksiyonunda ise 6.8 mg GAE/g olduğu saptanmıştır (Obob ve Ademosin, 2012). Farklı tatlı portakal çeşitleri ile yapılan bir başka çalışmada ise kabuklar farklı çözücülerle (hekzan, etil asetat ve etanol) muamele edilmiş ve elde edilen ekstraktlarda en yüksek fenolik madde verimi etanollü ekstraktlarda (8.85-10.08 g GAE/100 g) saptanmıştır (Fidrianny ve ark., 2014). Henríquez ve ark. (2010) tarafından elma kabuklarının pulp ve tüm meyveye kıyasla meyve türüne bağlı olarak

sırasıyla 4.6-8.1 ve 3.5-4.9 kat daha fazla fenolik madde içerdiği ve kabuğun fenolik madde içeriğinin elma türüne bağlı olarak yaklaşık 6-12 mg GAE/g olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar, literatürde bulunan toplam fenolik değerlerinden daha yüksek olarak bulunmuş ve özellikle %25 ve %50 etanol konsantrasyonun fenolik maddelerin ekstraksiyonu için oldukça etkili bir çözügen olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.5. Ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri

Fenolik (mg GAE/g kabuk)	%0	%25	%50	%75
Salatalık	40.06±0.89 ^{efD}	45.96±3.57 ^{eC}	87.22±1.79 ^{eA}	60.17±0.45 ^{efB}
Limon	128.17±1.94 ^{bA}	124.17±0.74 ^{ca}	110.48±5.81 ^{dB}	99.43±1.19 ^{cdC}
Mandalina	110.91±1.94 ^{bcA}	113.01±0.15 ^{ca}	111.64±2.68 ^{dA}	94.17±3.57 ^{cdeB}
Kivi	38.27±1.04 ^{efD}	79.01±2.98 ^{dA}	72.17±1.04 ^{EB}	60.69±0.00 ^{efC}
Kavun	43.54±0.45 ^{eAB}	52.48±0.89 ^{eA}	48.48±3.28 ^{fAB}	41.33±5.36 ^{fgB}
Domates	39.33±0.15 ^{efB}	39.96±1.34 ^{EB}	49.22±0.74 ^{fA}	34.91±0.74 ^{fgC}
Elma	80.59±3.13 ^{cdD}	121.85±1.64 ^{CB}	138.38±2.98 ^{bcA}	110.17±0.89 ^{bcC}
Ayva	74.48±1.04 ^{dD}	120.17±1.64 ^{CB}	128.69±1.79 ^{ca}	118.17±2.98 ^{bcC}
Portakal	82.69±1.34 ^{cdC}	90.38±0.30 ^{dA}	87.33±1.04 ^{EB}	67.12±1.04 ^{defD}
Nar	1374.32±46.15 ^{aC}	1630.11±29.77 ^{aA}	1551.16±4.47 ^{aB}	1539.58±8.93 ^{aB}
Greyfurt	81.24±0.37 ^{cdD}	160.59±0.15 ^{bA}	152.80±2.23 ^{bB}	141.33±3.28 ^{bcC}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Aynı sütunda, A, B, C, D aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.3.3. Ekstraktların flavonoid miktarları

Farklı etanol konsantrasyonlarında elde edilen meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının flavonoid içerikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ekstraktların, toplam flavonoid içeriği alüminyum klorid (AlCl₃) ile ekstraktların çökmesi ilkesine dayanan yöntemle

ölçülmüştür. Al^{+3} elektron transfer aracılığıyla flavonoidlerin keton ve hidroksi grupları ile bağlanarak yoğun sarı renk oluşturmakta ve oluşan renk yoğunluğu spektrofotometrede absorbans olarak ölçülebilmektedir (Chang ve ark., 2002). Limon, mandalina, kavun ve domates kabuklarının artan etanol konsantrasyonu ile flavonoid ekstraksiyonun arttığı, kivi kabuğunda ise en yüksek flavonoid içeriğine %25 etanol ekstraktında ulaşılmıştır. İncelenen kabuklar arasında en yüksek flavonoid içeriğine, fenolik madde içeriğine benzer olarak nar kabuğunun sahip olduğu bunu greyfurt, limon, ayva, elma kabuklarının takip ettiği, en düşük flavonoid içeriğine ise fenolik madde içeriğine benzer olarak domates kabuğunun sahip olduğu belirlenmiştir. Literatürde portakal ve greyfurt kabuklarının %80'lik aseton ile yapılan ekstraksiyonunda, toplam flavonoid madde içerikleri sırasıyla 1.3 mg/g ve 0.93 mg/g olarak rapor edilmiştir (Obok ve Ademosin, 2012). Elfalleh ve ark. (2012) tarafından nar kabuğunun flavonoid içeriği 51.52 mg rutin/g, Ardekani ve ark. (2011) tarafından ise 9 farklı nar kabuğunun flavonoid içerikleri 18.61-36.40 mg catechin/g arasında değiştiği belirlenmiş olup, sonuçlar çalışmamızda elde edilen değerlerden daha düşüktür. Tatlı portakal kabuklarının toplam flavonoid içerikleri ile yapılan bir başka çalışmada ise denenen farklı çözücüler (hekzan, etil asetat ve etanol) arasında en fazla flavonoid bileşik ekstraksiyonuna etil asetat (3.37-9.94 g QE/100 g) ile ulaşıldığı, etanol ile elde edilenden (0.93-1.5 g QE/100 g) daha yüksek olduğu saptanmıştır (Fidrianny ve ark., 2014). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürdeki sonuçlarla karşılaştırıldığında, %50'lik etanol konsantrasyonunun flavonoid bileşiklerini ekstrakte etmekte etil asetat (Fidrianny ve ark., 2014) kadar başarılı olmasa da aseton ve %100'lük etil etanolden daha iyi olduğunu göstermektedir. Özellikle etanolün etil asetata göre daha düşük toksisitesinin olması ve çevreyi daha az kirletmesi nedeniyle meyve ve sebze kabuklarından flavonoidleri ekstrakte etmede daha avantajlı bir çözücü olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.6. Ekstraktların toplam flavonoid içerikleri

Flavonoid (mgQE/g kabuk)	%0	%25	%50	%75
Salatalık	2.50±0.03 ^{hiD}	2.88±0.06 ^{iC}	12.55±0.14 ^{eA}	8.00±0.18 ^{gB}
Limon	12.49±0.06 ^{cC}	12.62±0.26 ^{cC}	14.53±0.07 ^{cB}	15.89±0.03 ^{cA}
Mandalina	10.78±0.01 ^{dB}	10.95±0.14 ^{eB}	11.60±0.11 ^{fA}	11.62±0.11 ^{dA}
Kivi	3.03±0.08 ^{hC}	6.11±0.10 ^{gA}	5.89±0.02 ^{hA}	4.91±0.12 ^{iB}
Kavun	4.62±0.04 ^{gC}	5.11±0.08 ^{hB}	5.14±0.007 ^{iB}	6.07±0.08 ^{hA}
Domates	2.16±0.01 ^{iD}	2.61±0.00 ^{iC}	3.74±0.10 ^{jB}	5.08±0.03 ^{iA}
Elma	6.56±0.15 ^{fC}	11.07±0.17 ^{deB}	13.31±0.14 ^{dA}	11.00±0.10 ^{eB}
Ayva	6.35±0.09 ^{fC}	11.35±0.06 ^{dB}	13.38±0.17 ^{dA}	11.14±0.18 ^{eB}
Portakal	8.19±0.04 ^{eD}	9.34±0.11 ^{fB}	9.58±0.06 ^{gA}	8.84±0.10 ^{fC}
Nar	70.33±0.88 ^{aC}	76.74±0.20 ^{aA}	77.47±0.15 ^{aA}	73.50±0.10 ^{aB}
Greyfurt	17.10±0.05 ^{bD}	18.18±0.12 ^{bC}	30.57±0.05 ^{bA}	29.09±0.10 ^{bB}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j Aynı sütunda, A, B, C, D aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.3.4. Ekstraktların toplam monomerik antosiyanin miktarları

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının toplam monomerik antosiyanin içerikleri Çizelge 4.7’de gösterilmektedir. Çizelge incelendiğinde etanol konsantrasyonunun artmasının, monomerik antosiyanin ekstraksiyonunu olumsuz etkilediği, incelenen etanol konsantrasyonları arasında salatalık (%50), kivi (%25) ve nar (%25) haricinde tüm kabuklar için optimum etanol konsantrasyonun %0 olduğu belirlenmiştir. Kabuklar arasında en yüksek monomerik antosiyanin içeriğine nar kabuğunun sahip olduğu, fenolik madde ve flavonoid içeriklerine benzer olarak diğer kabuklara kıyasla oldukça yüksek oranda içerdiği, bunu sırasıyla kavun, elma, greyfurt, ayva ve salatalık kabuğunun takip ettiği, en düşük içeriğe ise sırasıyla limon, kivi ve domates kabuklarının sahip olduğu belirlenmiştir.

Daha önce literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; dört farklı elma kabuğunun toplam monomerik antosiyanin içeriği 2.1-26.8 mg cyanidin-3-glucoside eşdeğer/100 g kabuk olarak (Wolfe ve ark., 2003) çalışmamızda %0 etanol konsantrasyonunda bulunan sonuçtan daha düşük olduğu, 10 farklı nar türü kabuklarının araştırıldığı çalışmanın sonuçlarının (3.95-29.53 mg/g kabuk) ise (Khanavi ve ark., 2013) daha yüksek olduğu görülmüştür. Farklı meyve kabuklarının da antosiyanin miktarları araştırılmış, örneğin muz kabuklarında toplam monomerik antosiyanin içeriğinin 404-465 µg cyanidin-3-glucoside eşdeğer/100 g kuru kabuk arasında değiştiği (Montelongo ve ark., 2010), kiraz kabuklarının çeşidine göre toplam monomerik antosiyanin içeriklerinin ise 0.8-10.4 mg cyanidin-3-glucoside/100 g (Chaovanalikit ve Wrolstad, 2004) arasında değiştiği belirtilmiştir.

Çizelge 4.7 Ekstraktların toplam monomerik antosiyanin içerikleri

Antosiyanin (µg/g kabuk)	%0	%25	%50	%75
Salatalık	433.51±5.62 ^{fc}	455.38±2.81 ^{bb}	503.11±8.44 ^{ba}	220.73±2.81 ^{bd}
Limon	22.87±1.41 ^{ia}	13.92±2.81 ^{ib}	12.93±1.41 ^{hb}	3.98±0.00 ^{hc}
Mandalina	479.24±2.81 ^{da}	83.52±0.00 ^{eb}	49.71±2.81 ^{deC}	11.93±0.00 ^{fgD}
Kivi	165.05±2.81 ^{hb}	214.77±5.62 ^{da}	61.65±2.81 ^{cc}	23.86±0.00 ^{ed}
Kavun	652.25±5.62 ^{ba}	385.78±11.25 ^{cb}	33.81±2.81 ^{fgC}	7.95±0.00 ^{ghD}
Domates	284.36±8.44 ^{ga}	41.76±2.81 ^{hc}	27.84±0.00 ^{gc}	95.45±5.62 ^{cb}
Elma	610.49±2.81 ^{ba}	69.60±2.81 ^{fb}	31.82±0.00 ^{gc}	15.91±0.00 ^{fd}
Ayva	548.84±0.00 ^{da}	51.70±0.00 ^{ghA}	29.83±2.81 ^{gc}	43.75±5.62 ^{db}
Portakal	451.40±2.81 ^{ea}	81.53±2.81 ^{aa}	57.67±2.81 ^{cdC}	41.76±2.81 ^{dd}
Nar	942.58±5.62 ^{ad}	1499.38±5.62 ^{ea}	1181.21±5.62 ^{ab}	970.42±5.60 ^{ac}
Greyfurt	584.64±5.62 ^{ca}	61.65±2.81 ^{fgB}	41.76±2.81 ^{efC}	7.95±0.00 ^{ghD}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Aynı sütunda, A, B, C, D aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.3.5. Ekstraktların antioksidan aktiviteleri

Antioksidan kapasite birçok faktörden etkilendiğinden, değerlendirilmesinde birden fazla yöntem kullanılması gerekmektedir (Song ve ark., 2010). DPPH serbest radikallerini süpürme kapasitesi, antioksidan kapasiteyi ölçmede sıklıkla kullanılan bir yöntemdir ve menekşe rengindeki 2-2-difenil-1-pikrihidrazil radikalının 2-2-difenil-1-pikrihidrazine dönüşümü esnasında kaybolan rengin spektrofotometrede ölçülmesine dayanmaktadır (Kumar ve ark., 2013). Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi ise mavi-yeşil renkli ABTS•+ radikal katyonunun renk kaybı esasına dayanmaktadır (Re ve ark., 1999). ABTS•+ radikali süpürme kapasitesi, hem lipofilik hem de hidrofilik özellikte olan bileşenlere uygulanabilen (Okan ve ark., 2013) ve gıdalarda antioksidan aktivitesinin standardizasyonu için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Prior ve ark., 2005). Demir indirgeme yöntemi ise antioksidan kapasitesi, antioksidan özelliğe sahip maddelerin ferrik iyonlarını (III) ferröz (II) iyonlarına indirgeme yeteneğine dayanmaktadır. Fenolik bileşiklerin demiri indirgemesine dayalı olarak değişen renk, antioksidan gücü hakkında bilgi vermektedir (Song ve ark., 2010).

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesi karşılaştırıldığında; belirlenen ekstraksiyon koşulları arasında belli dereceye kadar artan etanol konsantrasyonunun antioksidan maddelerin ekstraksiyonunu arttırdığı, bu dereceden sonra azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Turunçgil ve kivi kabukları için %25, diğer kabuklar için ise %50 etanol konsantrasyonlarında en yüksek antioksidan ekstraksiyonu gerçekleştiği belirlenmiştir. Tüm ekstraksiyon koşullarında nar kabuk ekstraktlarının diğer ekstraktlara kıyasla oldukça yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu, en düşük değere ise sırasıyla kavun ve domates kabuk ekstraktlarının sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Ekstraktların antioksidan kapasiteleri

$\mu\text{mol TE/g}$ kabuk	%0	%25	%50	%75
TEAC				
Salatalık	9.93 $\pm$ 0.42 ^{eD}	21.70 $\pm$ 0.84 ^{gC}	83.19 $\pm$ 0.42 ^{cdA}	56.78 $\pm$ 4.43 ^{dB}
Limon	89.76 $\pm$ 2.53 ^{bB}	101.55 $\pm$ 0.63 ^{cdA}	92.30 $\pm$ 0.63 ^{cB}	88.42 $\pm$ 2.74 ^{bcB}
Mandalina	55.88 $\pm$ 0.63 ^{cdC}	70.81 $\pm$ 0.63 ^{efA}	62.30 $\pm$ 0.84 ^{deB}	61.10 $\pm$ 1.27 ^{dB}
Kivi	31.25 $\pm$ 0.17 ^{deD}	67.52 $\pm$ 1.48 ^{fA}	58.27 $\pm$ 0.63 ^{eB}	53.19 $\pm$ 0.63 ^{dC}
Kavun	17.56 $\pm$ 0.13 ^{eC}	25.21 $\pm$ 0.30 ^{gB}	28.10 $\pm$ 0.08 ^{fA}	24.88 $\pm$ 0.34 ^{eB}
Domates	13.59 $\pm$ 0.00 ^{eC}	20.37 $\pm$ 0.21 ^{gB}	33.16 $\pm$ 1.01 ^{fA}	21.74 $\pm$ 0.38 ^{eB}
Elma	60.66 $\pm$ 1.90 ^{cdD}	125.43 $\pm$ 1.90 ^{bB}	146.78 $\pm$ 1.69 ^{bA}	101.85 $\pm$ 0.21 ^{bC}
Ayva	49.91 $\pm$ 1.06 ^{cdD}	119.16 $\pm$ 1.06 ^{bcB}	140.96 $\pm$ 1.06 ^{bA}	83.34 $\pm$ 0.21 ^{cC}
Portakal	56.48 $\pm$ 1.48 ^{cdC}	72.90 $\pm$ 1.48 ^{efA}	66.63 $\pm$ 0.63 ^{deB}	63.64 $\pm$ 3.17 ^{dB}
Nar	1822.39 $\pm$ 36.94 ^{aC}	2020.15 $\pm$ 31.66 ^{aB}	2355.97 $\pm$ 31.66 ^{aA}	1527.61 $\pm$ 21.11 ^{aD}
Greyfurt	88.12 $\pm$ 1.06 ^{bA}	90.81 $\pm$ 1.90 ^{deA}	65.58 $\pm$ 0.00 ^{deB}	64.84 $\pm$ 1.90 ^{dB}
FRAP				
Salatalık	10.15 $\pm$ 0.30 ^{hD}	18.05 $\pm$ 0.42 ^{fc}	40.35 $\pm$ 0.36 ^{fA}	22.85 $\pm$ 0.48 ^{deB}
Limon	46.43 $\pm$ 1.38 ^{cdC}	53.39 $\pm$ 0.78 ^{cB}	59.17 $\pm$ 1.02 ^{dA}	44.64 $\pm$ 0.06 ^{cC}
Mandalina	36.95 $\pm$ 0.36 ^{eC}	45.45 $\pm$ 1.20 ^{cdA}	41.50 $\pm$ 0.78 ^{efB}	31.22 $\pm$ 0.90 ^{dD}
Kivi	23.23 $\pm$ 0.66 ^{fgC}	42.35 $\pm$ 1.26 ^{cdeA}	37.59 $\pm$ 0.30 ^{gB}	23.53 $\pm$ 0.48 ^{deC}
Kavun	26.33 $\pm$ 0.12 ^{fb}	29.90 $\pm$ 0.12 ^{efA}	27.14 $\pm$ 0.54 ^{ib}	22.59 $\pm$ 1.20 ^{deC}
Domates	19.28 $\pm$ 1.32 ^{gB}	22.68 $\pm$ 0.96 ^{fA}	23.74 $\pm$ 0.66 ^{ja}	15.92 $\pm$ 0.18 ^{eC}
Elma	43.28 $\pm$ 1.74 ^{dC}	82.62 $\pm$ 2.70 ^{bA}	83.98 $\pm$ 1.50 ^{cA}	63.42 $\pm$ 0.18 ^{bB}
Ayva	49.10 $\pm$ 1.20 ^{cC}	84.96 $\pm$ 2.40 ^{bA}	88.19 $\pm$ 0.84 ^{bA}	65.84 $\pm$ 1.08 ^{bB}
Portakal	33.26 $\pm$ 1.02 ^{eB}	36.78 $\pm$ 0.36 ^{deA}	35.38 $\pm$ 0.18 ^{hAB}	24.67 $\pm$ 1.26 ^{deC}
Nar	1024.71 $\pm$ 7.5 ^{aA}	1019.40 $\pm$ 18.02 ^{aA}	963.10 $\pm$ 1.50 ^{aB}	855.83 $\pm$ 15.02 ^{aC}
Greyfurt	54.88 $\pm$ 1.08 ^{bA}	55.31 $\pm$ 1.20 ^{cA}	42.65 $\pm$ 1.30 ^{eB}	41.63 $\pm$ 2.16 ^{cB}
DPPH				
Salatalık	5.27 $\pm$ 0.47 ^{eD}	11.43 $\pm$ 0.21 ^{fc}	43.99 $\pm$ 0.05 ^{dA}	26.07 $\pm$ 1.20 ^{cB}
Limon	23.78 $\pm$ 0.47 ^{cB}	24.63 $\pm$ 0.52 ^{dAB}	25.62 $\pm$ 0.68 ^{efA}	21.46 $\pm$ 0.42 ^{cdC}
Mandalina	19.02 $\pm$ 0.00 ^{cdB}	19.46 $\pm$ 0.10 ^{eB}	20.90 $\pm$ 0.47 ^{fgA}	17.51 $\pm$ 0.16 ^{cdC}
Kivi	13.12 $\pm$ 0.10 ^{cdeD}	25.62 $\pm$ 0.68 ^{dB}	31.01 $\pm$ 0.26 ^{eA}	18.84 $\pm$ 0.26 ^{cdC}
Kavun	9.36 $\pm$ 0.10 ^{deD}	11.43 $\pm$ 0.21 ^{fc}	14.60 $\pm$ 0.63 ^{gA}	12.68 $\pm$ 0.10 ^{dB}
Domates	6.82 $\pm$ 0.26 ^{deC}	10.10 $\pm$ 0.21 ^{fb}	13.75 $\pm$ 0.26 ^{gA}	12.61 $\pm$ 1.77 ^{dAB}
Elma	40.19 $\pm$ 0.30 ^{bD}	77.06 $\pm$ 1.36 ^{cB}	87.39 $\pm$ 0.31 ^{cA}	63.27 $\pm$ 1.25 ^{bC}
Ayva	39.12 $\pm$ 0.47 ^{bD}	83.78 $\pm$ 0.83 ^{bB}	96.61 $\pm$ 0.63 ^{bA}	71.02 $\pm$ 1.77 ^{bC}
Portakal	16.81 $\pm$ 0.52 ^{cdeA}	17.88 $\pm$ 0.89 ^{eA}	18.40 $\pm$ 0.37 ^{fgA}	16.15 $\pm$ 1.25 ^{cdA}
Nar	1250.03 $\pm$ 18.25 ^{aB}	1306.27 $\pm$ 3.91 ^{aA}	1233.43 $\pm$ 13.0 ^{aB}	1127.40 $\pm$ 14.34 ^{aC}
Greyfurt	18.14 $\pm$ 1.36 ^{cdeB}	24.89 $\pm$ 0.99 ^{dA}	21.46 $\pm$ 0.52 ^{fgAB}	17.33 $\pm$ 2.40 ^{cdB}

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Aynı sütunda, A, B, C, D aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının demir (III) indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasiteleri karşılaştırıldığında TEAC yöntemine benzer şekilde en yüksek antioksidan gücüne sahip kabuk ekstraktının nar olduğu, en düşük değere ise sırasıyla domates ve kavun kabuk ekstraktlarının sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Nar kabuğu için en yüksek ekstraksiyonun %0 etanol konsantrasyonda gerçekleştiği, daha yüksek etanol konsantrasyonlarda ise azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca limon hariç turuncgil kabuklarının, kivi ve kavun kabuklarının %25, diğer kabukların ise %50 etanol konsantrasyonuna kadar antioksidan madde ekstraksiyonunun arttığı, bu konsantrasyondan sonra azaldığı gözlenmiştir.

Meyve ve sebze kabuk ekstraktlarının radikal süpürme aktivitesi (DPPH) yöntemlerine göre belirlenen antioksidan kapasiteleri karşılaştırıldığında TEAC ve FRAP yöntemlerine benzer şekilde nar kabuk ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin diğer kabuk ekstraktlarına kıyasla oldukça yüksek olduğu, en düşük aktiviteye ise sırasıyla domates ve kavun kabuk ekstraktlarının sahip olduğu belirlenmiştir. Nar ve greyfurt kabuklarının %25 diğer kabukların ise %50 etanol konsantrasyonuna kadar antioksidan aktivitelerinin arttığı, bu konsantrasyondan sonra azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC), demir (III) indirgeme antioksidan gücü (FRAP) ve radikal süpürme aktivitesi (DPPH) yöntemlerine göre belirlenen antioksidan kapasiteleri karşılaştırıldığında; her üç yöntemle göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip meyve ve sebze kabuğunun nar olduğu bunu ayva ve elma kabuklarının izlediği saptanmıştır. Ekstraksiyon için kullanılan etanol konsantrasyonları karşılaştırıldığında ise %25'lik ve %50'lik etanol konsantrasyonunun antioksidan maddeye sahip bileşikleri ekstrakte etmekte daha iyi olduğu görülmüştür. Kabukların optimum fenolik madde ve flavonoid ekstraksiyonlarının benzer şekilde çoğunlukla %25 ve %50 etanol konsantrasyonunda gerçekleşmesi, kabukların bu konsantrasyon değerlerinde antioksidan kapasitesini arttırdığı sonucuna varılabilir. Nar, ayva ve elma kabuklarının içerdiği yüksek oranda fenolik madde, askorbik asit, monomerik antosiyanin ve flavonoid, söz konusu kabukların antioksidan aktivitesini önemli derecede arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Literatürde, meyvelerin en yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ekstraksiyon için kullanılan etanol konsantrasyonunun ise meyve çeşidine göre farklılık gösterdiği

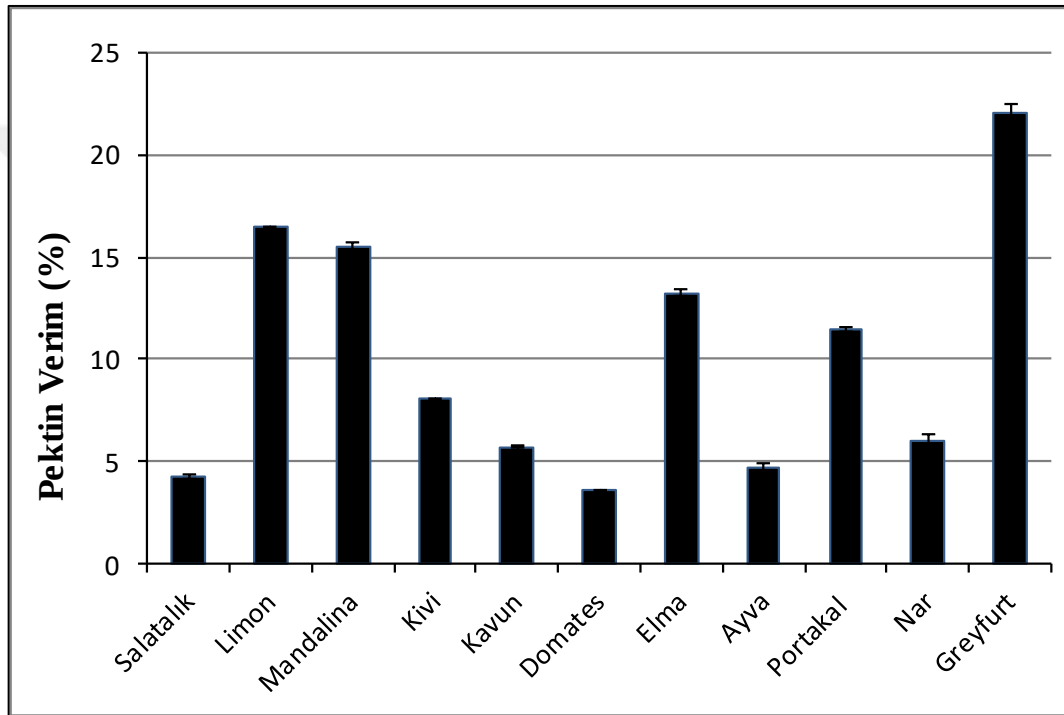
belirlenmiştir. Örneğin limon kabuklarında %50 (Diankov ve ark., 2011), rambutan kabuklarında %40, mangostan ve langsat kabuklarında %80 (Samuagam ve ark., 2013) ve çarkıfelek meyvesi (Wang ve ark., 2014) ile boğadikeninde (Hijazi ve ark., 2015) %40 etanol konsantrasyonu olarak belirlenmiştir. Ayrıca Singh ve Immanuel (2014) tarafından greyfurt, portakal ve limon kabuklarının antioksidan kapasiteleri (DPPH) karşılaştırılmış ve en yüksek antioksidan aktivitesine, çalışmamıza benzer olarak sırasıyla greyfurt, limon ve portakal kabuğunun sahip olduğu rapor edilmiştir. Nar kabuğunun antioksidan kapasitesinin belirlendiği çalışmalarda [(351.36-595.71 $\mu\text{mol TE/g}$ kabuk) (DPPH), (871.73-1056.34 $\mu\text{mol TE/g}$ kabuk) (TEAC) (Marchi ve ark., 2015), (21.24-29.80 mmol TE/100g kabuk) (FRAP) (Elfalleh ve ark., 2012) ve (3.80-7.50 mmol/100 g kabuk) (TEAC) (Elfalleh ve ark., 2012)] sonuçların çalışmamızda bulunan değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.4. Meyve ve Sebze Kabuklarından Pektin Üretimi ve Pektinlerin Özellikleri

Ticari pektin üretimi temel olarak; hammadde ekstraksiyonu, pektinin izolasyonu ve saflaştırılması aşamalarından oluşmaktadır. Genellikle, pektin ekstraksiyonu sıcak asidik su ile gerçekleştirilmektedir. Belirli bir hammaddeden elde edilen pektinin kalitesi ve miktarı doğru ekstraksiyon seçimi ve ekstraksiyon koşullarının kontrolüne bağlıdır (Willats ve ark., 2006). Literatür çalışmalarında pektin ekstraksiyonu için mineral asitler yaygın olarak kullanılmasına rağmen çalışmamızda çevre dostu ekstraksiyon prosedürü kullanmak ve ekstraksiyon verimini artırmak amacıyla bir organik asit olan sitrik asit kullanılmıştır. Çevresel faydalarının yanı sıra sitrik asit, ekstraksiyon verimi ve elde edilen pektinin fizikokimyasal özellikleri bakımından mineral asitlerden daha etkili olduğu ifade edilmektedir (Virk ve Sogi, 2004; Canteri ve ark., 2005; Klieman ve ark., 2009; Yapo, 2009; Vriesmann ve ark., 2011).

Pektin ekstraksiyon verimi, düşen pH ve artan sıcaklıkla arttığından dolayı (Yapo, 2009; Vriesmann ve ark., 2011), bu çalışmada meyve ve sebze kabuklarından pektin ekstraksiyonu için, pH'sı 1 olan sitrik asit çözeltisinde farklı sıcaklık (70, 80 ve 90°C) ve sürelerde (10, 30 ve 60 dakika) ön denemeler gerçekleştirilmiştir. En yüksek pektin verimi pH 1'e ayarlı sitrik asit çözeltisi ile 80°C'de 60 dakika ekstraksiyon süresi olarak belirlenmiştir. Bu koşullar altında çalışmada incelenen meyve ve sebze kabuklarından pektin ekstrakte edilmiş ve incelenen bütün kabuklar arasında turuncgil kabuklarından

elde edilen pektin veriminin daha yüksek olduğu ve %22.09 verim ile en yüksek pektinin greyfurt kabuğundan elde edildiği bunu sırasıyla limon, mandalina, elma ve portakal kabuklarının takip ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.1). Sırasıyla %8.03, %5.72 ve %6.04 pektin verimleri ile kivi, kavun ve nar kabuklarının turuncgil ve elma kabuklarına alternatif pektin kaynağı olabileceği belirlenmiştir. Salatalık, domates ve ayva kabuklarından, pektin üretim verimi %5'in altında kaldığından dolayı pektin üretimi için iyi bir kaynak olmayacaklarına karar verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektin verimleri

Elde edilen pektin verimleri litertürle karşılaştırıldığında; daha önceki çalışmalarda portakal, greyfurt ve limon kabuklarından elde edilen pektin verimlerine (sırasıyla %8.15, %6.35 ve %11) (Rouse ve Crandall, 1976) göre daha yüksek, 120°C'de pH 1.50'de hidroklorik asit ekstraksiyonu ile greyfurt kabuğundan elde edilen pektin verimine (Khan ve ark., 2014) yakın olduğu (%22.55) bulunmuştur. Kar (1998) tarafından portakal kabuğu ile yapılan bir başka çalışmada ise; 90°C'de, 90 dakika da pH'sı 2.50 olan HCl ile yapılan pektin ekstraksiyonunda elde edilen verim bu çalışmada bulunan sonuçlardan daha yüksek (%29.58) bulunmuştur. Bununla beraber; kullanılan yüksek sıcaklık ve süre düşünüldüğünde pektin verimini arttırması beklenmektedir; ancak bu koşulların pektin üretim maliyetlerini arttırması da söz konusudur.

Sonuçlar turunçgil ve elma kabuklarının haricinde kivi, nar ve kavun kabuklarının alternatif pektin kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Salatalık, domates ve ayva kabuklarından pektin üretim verimi %5'in altında kaldığından dolayı bu kabuklardan pektin üretimi gerçekleştirilmemiştir. Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin kurumadde içeriklerinin %83.75-95.33 arasında olduğu, elma kabuğu pektininin ise en fazla kurumaddeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Pektinlerin kül içeriğinin %1.08-1.35 arasında olduğu (Çizelge 4.9), elde edildiği kabuklara göre daha az kül içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde pektinlerin kül içeriklerinin elde edildiği kaynağa göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin elma posası pektininin %1.84 (Johar ve ark., 1960), mandalina posası pektininin %0.45, mandalina kabuğu pektininin %0.50 (Pruthi ve ark., 1961), assam limonu pektininin %0.70 (Dang, 1968), kivi meyvesi pektininin ise %1.05 (Yuliarti ve ark., 2015) kül içerdiği rapor edilmiştir.

Çizelge 4.9'da meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinleri farklı çözücülerde çözünürlükleri de verilmiştir. Bu çalışmada elde edilen tüm pektinlerin aseton ve metanol (%96) çözeltilerinde çözünmediği, NaOH'da (1M) ise çözüldüğü belirlenmiştir. Limon, greyfurt ve portakal kabuklarından elde edilen pektinlerin sıcak (85-95°C) ve soğuk (20°C) 0.1 N NaOH'de çözünürlüğünün araştırıldığı çalışmada (Aina ve ark., 2012) soğuk alkalide tüm pektin süspansiyonlarının sarı çözelti oluşturduğu, sıcak alkalide ise çözüldüğü ve sütsü bir yapıya dönüştüğü bildirilmiştir.

Çizelge 4.9. Pektinlerin kurumadde ve kül içerikleri ve çözünürlük testi sonuçları

	Kurumadde (%)	Kül (%)	Çözünürlük (1M NaOH)	Çözünürlük (Metanol)	Çözünürlük (Aseton)
Limon	83.75±0.58 ^d	1.18±0.00 ^{ab}	+	-	-
Mandalina	87.18±0.63 ^{bcd}	1.18±0.00 ^{ab}	+	-	-
Kivi	87.94±0.09 ^{bc}	1.14±0.01 ^b	+	-	-
Kavun	85.19±0.54 ^{cd}	1.35±0.20 ^a	+	-	-
Elma	95.33±3.71 ^a	1.08±0.06 ^b	+	-	-
Portakal	89.82±1.14 ^b	1.19±0.06 ^{ab}	+	-	-
Nar	89.69±0.15 ^b	1.15±0.02 ^{ab}	+	-	-
Greyfurt	86.80±0.28 ^{bcd}	1.17±0.03 ^{ab}	+	-	-

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05). -, çözünmez, +, kısmen çözünür, ++, çözünür

Çizelge 4.10’da pektinlerin esterifikasyon ve amidasyon dereceleri ve galaktronik asit miktarları verilmiştir. Pektin molekülündeki her 100 galakturonik asit ünitesinin esterleşmiş olanlarının miktarı pektinin esterleşme derecesini vermektedir (Cemeroğlu, 2004). Pektinlerin esterifikasyon dereceleri kıyaslandığında en yüksek esterleşme derecesine %84.72 ile kivi kabuğundan elde edilen pektinin sahip olduğu, bunu sırasıyla limon, elma, mandalina ve greyfurt pektinlerinin takip ettiği, en düşük esterifikasyon derecesine sahip pektin örneğinin ise %56.74 ile nar kabuğundan elde edilen pektin örneğinin sahip olduğu bulunmuştur. Tüm pektin örnekleri, esterifikasyon derecelerinin %50’nin üzerinde olmasından dolayı, bu çalışmada elde edilen pektinlerin tamamı yüksek metoksilli pektindir. Literatürde daha önce portakal kabukları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde; portakal kabuğundan elde edilen pektinin esterleşme derecesi %74.46 (Kar, 1998) ile çalışmamızda bulunan sonuca kıyasla daha yüksek olduğu, başka bir çalışmaya (Georgiev ve ark., 2012) yakın olduğu (%70.81), portakal püresinden (Venzon ve ark., 2015) elde edilen değerden (%63.11) ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada (Georgiev ve ark., 2012) limon kabuklarından elde edilen pektinin esterifikasyon derecesi %55.61 ile çalışmamızda

elde edilen değere göre oldukça düşük olduğu, kırmızı ve beyaz greyfurt kabuklarından elde edilen pektinlerin (Mohamed ve Mohamed, 2015) ise sırasıyla %56.56 ve %57.54 olarak, her iki sonucun da çalışmamızda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda meyve ve sebzelerdeki olgunlaşma ile esterifikasyon derecesi arasında ters orantı olduğu belirtilmiştir (Azad ve ark., 2014). Sonuçlar arasındaki farklılıkların, ekstraksiyon koşulları (kullanılan asit çeşidi, sıcaklık, süre vd.), hammadde kaynağı (kabuk, meyve, pulp vd.), meyve türü, olgunluk durumları gibi pek çok nedenden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Düşük metoksilli pektinlerde elastikiyet ve jelleşmeyi sağlayan amidasyon değerinin %0.65-9.08 arasında değiştiği, en yüksek amidasyon derecesine limon kabuğundan elde edilen pektinin, en düşük ise portakal kabuğundan elde edilen pektinin sahip olduğu ve kivi, kavun, elma ve portakal kabuk pektinlerinin amidasyon dereceleri arasında istatistiki olarak fark bulunmadığı belirlenmiştir. Literatürde; portakal kabuğundan elde edilen pektinin amidasyon derecesi %9.04 (Kar, 1998) ve %2.20 (Georgiev ve ark., 2012) olarak belirlenmiş olup sonuçların çalışmamızdaki sonuçlardan daha fazla olduğu, limon kabuklarından elde edilen pektinin ise %1.44 (Georgiev ve ark., 2012) ile çalışmamızda elde edilen değere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Pektinler elde edildiği kaynağa, galaktronik asit zincir uzunluğuna, karboksil gruplarının metil grupları ile esterleşme derecelerine ve uygulanan ekstraksiyon yöntemine göre şeker ve asitler ile farklı özellikte jeller meydana getirebilir. Jelin oluşumunu ve mekanik özelliklerini; kullanılan şekerin cinsi ve miktarı, pH ve elektrolit miktarıda da etkilemektedir (McCready, 1966). Yüksek metoksilli pektinin jel oluşturma yeteneği ancak çok miktarda şeker ve asidin (%50'den fazla) bulunmasına bağlı olup jel oluşumu için ayrıca pH değerinin yaklaşık 3.6'nın altında olması gerekmektedir. Şeker, dehidratasyon etkisi yapmakta olup, asit ise pozitif yüklü hidrojen iyonları ile pektin molekülünün negatif yükünü azaltmaktadır. Bu çift etki kolloidal çözünmüş pektinin çökmesini sağlamakta, bu sayede üç boyutlu şeker-pektin jeli oluşarak hidrojen köprüleri yardımıyla kitle halinde durmaktadır (Saldamlı, 1985). Elde edilen pektinlerin şeker ve asit ile oluşturdukları jellerin, yer çekimi ile deformasyonunu belirlenmiş ve buradan oluşturdukları jelin gücü hesaplanarak Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Sonuçlar ayrıca ticari pektin örneği (Tito, Yantai Andre Pectin Co.

Ltd., Çin) ile karşılaştırılmıştır. Meyve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin jel güçlerinin 79.83-114.55 (%) arasında değiştiği, ticari pektinin jel gücünün ise 125.35 (%) olduğu, pektinler arasında en yüksek jel gücüne portakal kabuğundan elde edilen pektin örneğinin sahip olduğu, bunu sırasıyla limon, kivi ve elma kabuğundan elde edilen pektinlerin takip ettiği, kavun, greyfurt ve mandalina kabuğundan elde edilen pektinlerin istatistiki olarak aralarında fark bulunmadığı, nar kabuğundan elde edilen pektin örneğinin ise en düşük jel gücüne sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda farklı meyvelerden elde edilen pektinlerin jel güçlerine benzer olduğu gözlenmektedir (Yapo ve Koffi, 2006; Yapo, 2009; Koffi ve ark., 2013; Yapo ve Koffi, 2013; Besson, 2014).

Çizelge 4.10. Pektinlerin esterifikasyon ve amidasyon derecesi ve galakturonik asit miktarları

	Esterleşme (%)	Amidasyon (%)	Galaktronik Asit (%)	Çökme (%)	Jel Gücü (%)
Limon	79.54±1.33 ^b	9.08±0.63 ^a	65.52±0.43 ^d	17.22±0.15 ^e	111.46±0.55 ^b
Mandalina	73.30±2.10 ^{cd}	3.66±0.17 ^b	85.79±2.74 ^b	22.47±0.58 ^b	91.79±2.18 ^e
Kivi	84.72±1.60 ^a	0.79±0.19 ^d	94.75±1.06 ^a	18.45±0.15 ^d	106.86±0.55 ^c
Kavun	71.98±3.74 ^d	0.77±0.01 ^d	92.97±1.37 ^a	23.30±0.58 ^b	88.70±2.18 ^e
Elma	77.62±0.67 ^{bc}	0.96±0.03 ^d	79.78±1.37 ^c	20.93±0.15 ^c	97.57±0.55 ^d
Portakal	69.67±3.35 ^d	0.65±0.02 ^d	76.32±1.68 ^c	16.39±0.44 ^f	114.55±1.64 ^a
Nar	56.74±1.95 ^e	3.75±0.07 ^b	78.48±1.60 ^c	25.67±0.73 ^a	79.83±2.73 ^f
Greyfurt	73.28±0.43 ^{cd}	2.59±0.17 ^c	95.31±0.63 ^a	22.58±0.44 ^b	91.40±1.64 ^e

a, b, c, d, e, f Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

Sıvı tutma kapasitesi bir polimerin, viskoz çözelti oluşturmak için sıvıyı absorblamak ve muhafaza etmek ile ilgili bir özelliğidir. Yüksek sıvı tutma kapasitesine sahip bir polimer; kullanıldığı gıdanın hacmini artırabilme, kalorisini ise azaltabilme fonksiyonlarına sahiptir. Ayrıca gıdanın tekstür ve viskozitesini doğrudan etkilemekte olup, bu gibi nedenlerle sıvı tutma kapasitesi hem fizyolojik hem de teknolojik açıdan önemli bir özelliktir (Rodriguez ve ark., 2006). Meyve ve sebze kabuklarından elde

edilen pektinlerin sıvı tutma kapasiteleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Genel olarak tüm pektinlerin su ve dimetil sülfoksit tutma kapasitelerinin diğer sıvılara kıyasla daha fazla olduğu, aseton tutma kapasitesinin ise en düşük olduğu gözlemlenmektedir. Pektinler arasında, portakal kabuğundan elde edilen pektinin su ve dimetil sülfoksit, elma kabuğundan elde edilen pektinin ise aseton ve asetik asit tutma kapasitelerinin diğer pektinlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağı yan ürünlerinden pektin eldesi ile ilgili bir çalışmada pektinin su tutma kapasitesinin, ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak %34-187 (w/w) arasında değiştiği, ticari turunçgil pektininin %1035(w/w) ve ticari elma pektinin ise %200 (w/w) olduğu (Senent ve ark., 2015), sonuçlar karşılaştırıldığında bu çalışmada meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin zeytinyağı yan ürünlerinden ve elma kabuğundan elde edilen pektinden daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu, turunçgil kabuklarından elde edilen pektinlerin ise daha düşük su tutma kapasitesine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.11. Pektinlerin sıvı tutma kapasiteleri (g çözelti/100 g pektin)

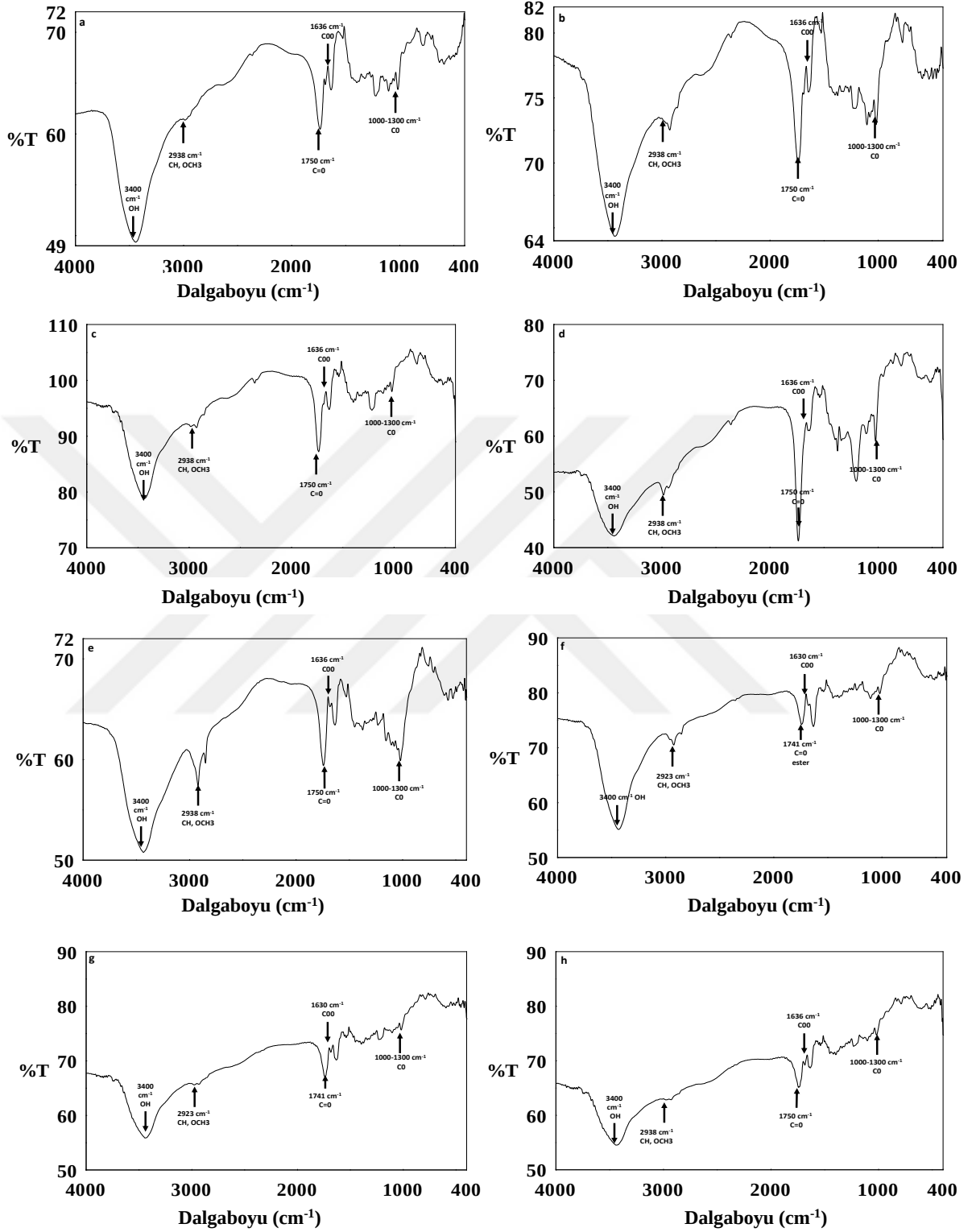
	Su	Aseton	Dimetil Sülfoksit	Asetik Asit
Limon	392.59±3.52 ^c	65.91±2.98 ^b	346.63±3.56 ^c	145.58±0.70 ^e
Mandalina	291.18±1.13 ^d	63.56±3.62 ^b	336.58±2.23 ^d	138.00±3.33 ^f
Kivi	268.76±4.83 ^e	62.05±1.49 ^b	200.60±2.24 ^g	176.01±7.32 ^c
Kavun	161.63±2.30 ⁱ	54.13±2.40 ^c	217.40±2.64 ^f	154.09±0.23 ^d
Elma	454.10±0.46 ^b	85.55±0.61 ^a	384.56±0.79 ^b	261.47±3.18 ^a
Portakal	491.32±1.07 ^a	65.11±2.20 ^b	419.39±1.93 ^a	151.95±1.42 ^{de}
Nar	235.25±1.82 ^f	82.04±1.74 ^a	276.72±1.94 ^e	192.06±1.52 ^b
Greyfurt	221.98±2.80 ^g	43.86±0.84 ^d	342.72±2.44 ^c	114.48±0.87 ^g

a, b, c, d, e, f, g, h, i Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

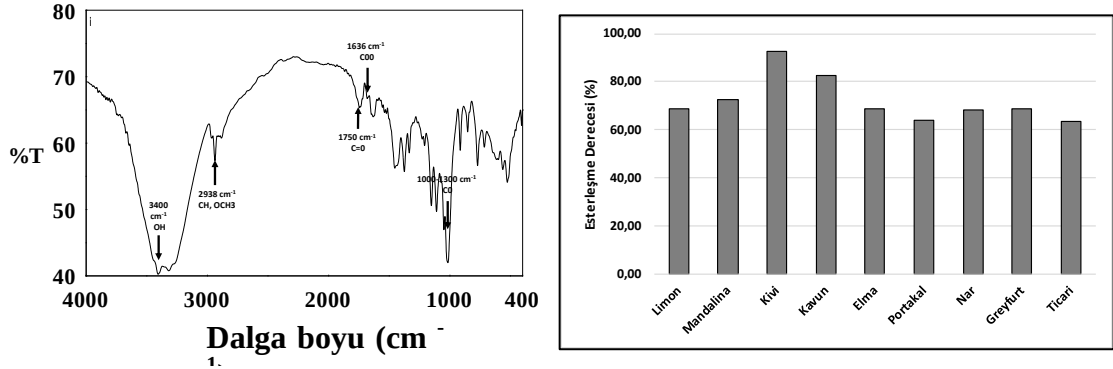
4.4.1. FT-IR analizi

FT-IR ile moleküler bağların karakterizasyonu yapılarak; organik bileşiklerin yapılarındaki fonksiyonel gruplar, yapıdaki bağların durumu ve bağlanma yerleri belirlenmektedir. Bu yöntem ile moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri belirlenmektedir. Molekülde fonksiyonel grupların belirlenmesi daha önceden bu gruplara ait infrared bantlarının hangi dalga boyu aralıklarında gözlenebileceği gösteren tablolar incelenerek gerçekleştirilmektedir (Fabio ve ark., 2013).

Şekil 4.2’de sunulan tüm pektinlerin FT-IR spektrumlarında $3600-3400\text{ cm}^{-1}$ de assosiye olmamış OH pikleri görülmektedir. Bunlar polihidroksi bileşiklerde görülen karakteristik piklerdir ve pektin molekülünde çok sayıda OH grubunun bulunduğu göstergesidir. Yaklaşık 2900 cm^{-1} ’deki absorpsiyonlar galakturonik asidin metil esterleri olan -CH, -CH₂ ve -CH₃ gerilmelerine aittir. 1740 cm^{-1} pik esterlerde görülen C=O gerilmesi olup pektinde asetil (COCH₃) gruplarından ileri gelmektedir. 1630 cm^{-1} pik -OH gerilme titreşim bandını, $1380-1445\text{ cm}^{-1}$ deki bantlar ise -CH₃ grubunun varlığını göstermektedir. $1015-1100\text{ cm}^{-1}$ bantları C-O eğilme veya gerilme titreşimlerinden oluşmaktadır. Bu bantların varlığı, pektindeki metil esterlerinin varlığını desteklemektedir (Kamnev ve ark., 1998; Ferreira ve ark., 2001). Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin FT-IR spektrumlarının dalga boyu ve yoğunlukları pektine ait karakteristik piklere sahip olması (Liu ve ark., 2010; Nesic ve ark., 2011; Fajardo ve ark., 2012) ve spektrumlarında ticari pektinin spektrumuna (Şekil 4.3) benzer olması, elde edilen polisakkaritlerin pektin olduğunu doğrulamaktadır. Elde edilen pektinlerin FT-IR spektrumunda bulunan 1740 cm^{-1} ve 1630 cm^{-1} ’deki piklerin alanları hesaplanarak pektinlerin esterifikasyon dereceleri belirlenmiş olup Şekil 4.3’te sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tüm pektinlerin yüksek esterifikasyona (DE>50) sahip olduğu ve titrasyon yönteminde bulunan sonuçlarla da uyumlu olduğu gözükmemektedir.



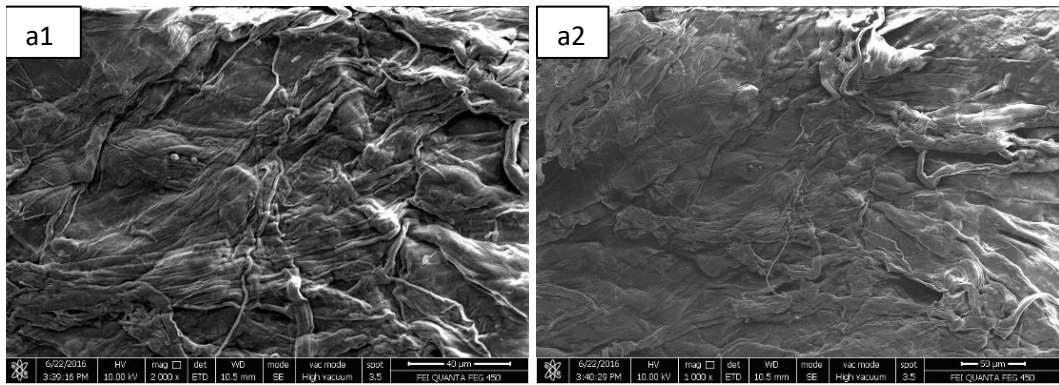
Şekil 4.2. Pektinlerin FTIR spektrumları. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt



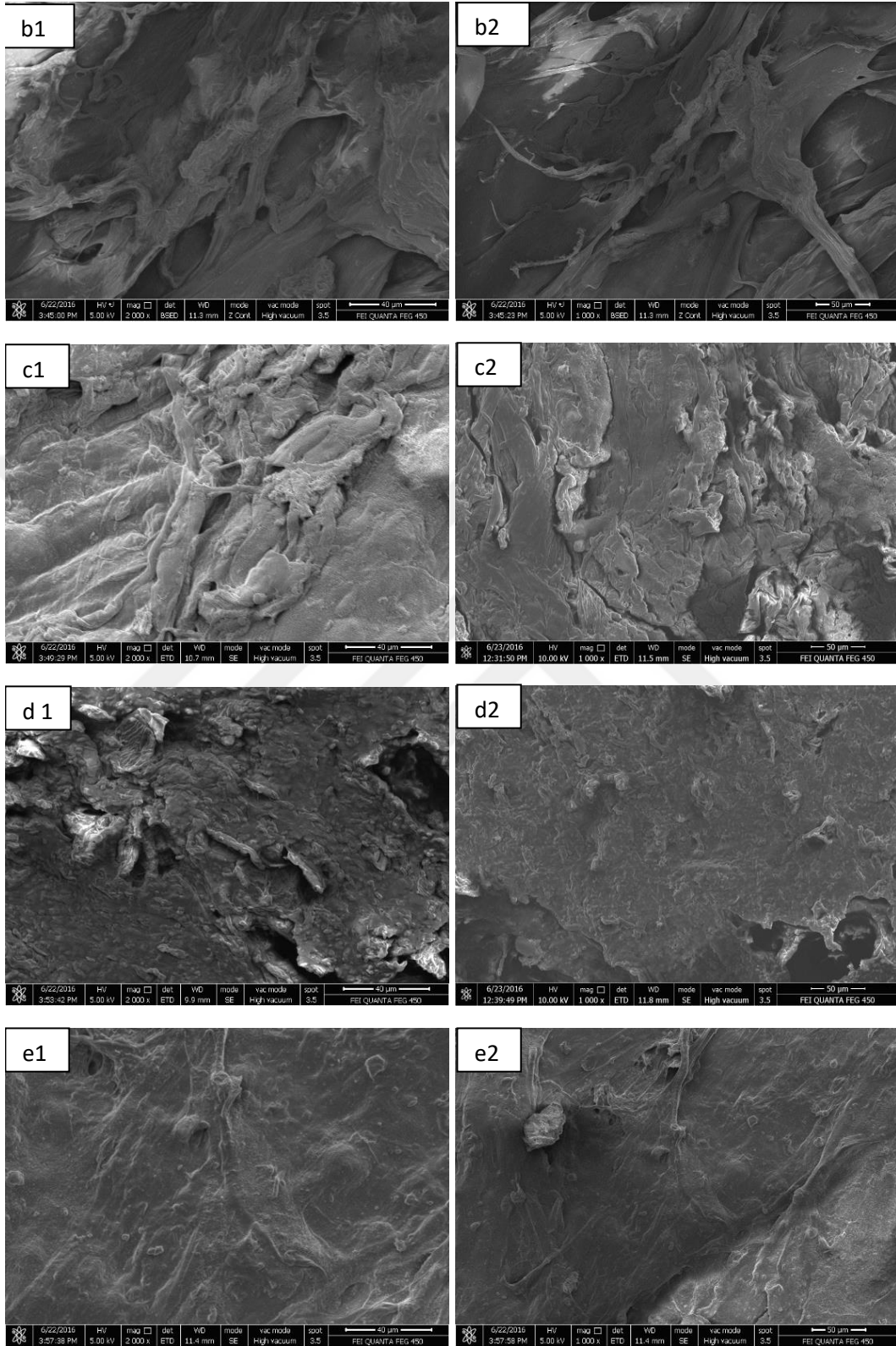
Şekil 4.3. Ticari pektin FT-IR spektrumu ve pektinlerin esterleşme dereceleri

4.4.2. SEM analizi

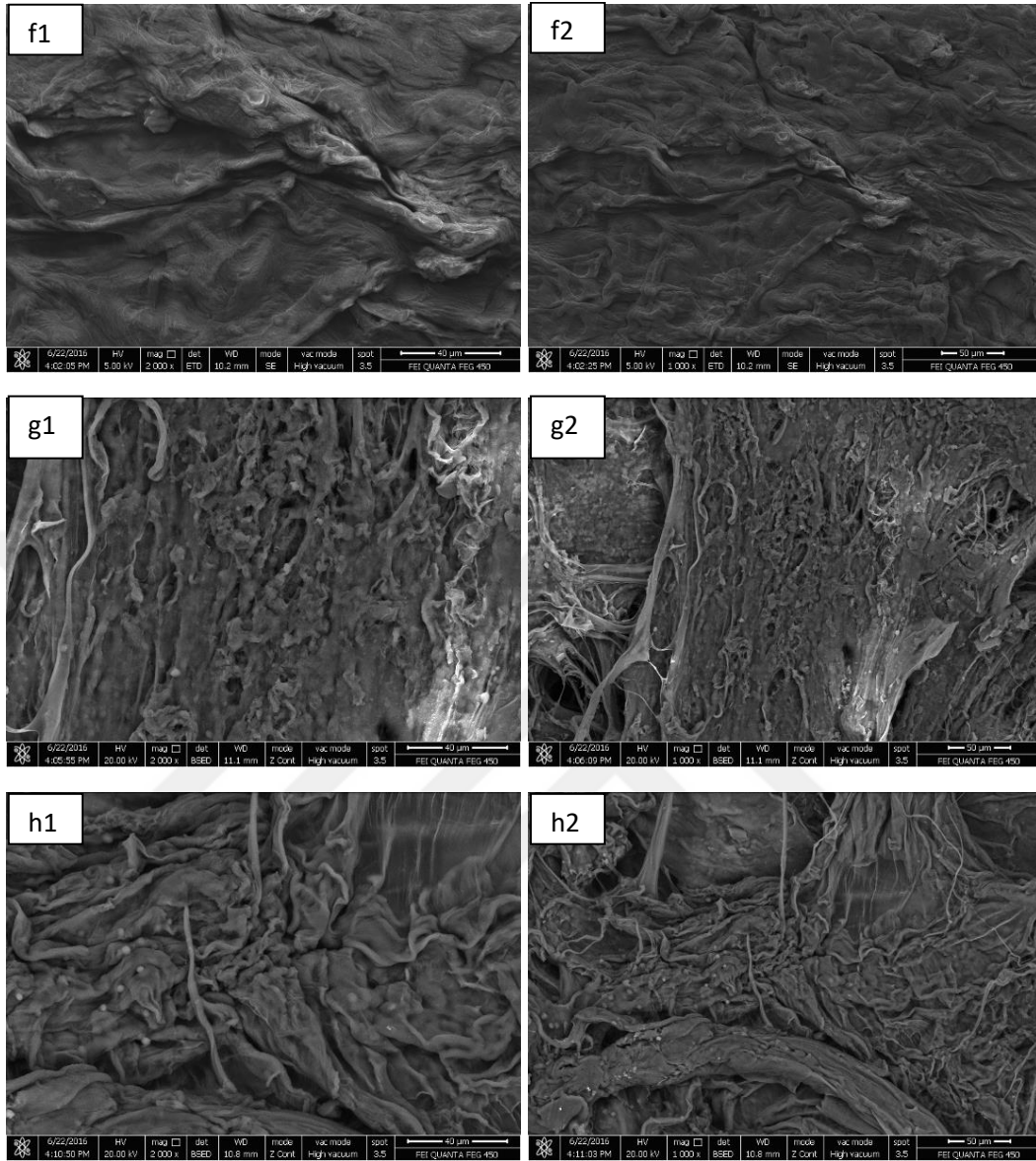
Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin görsel yüzey morfoloji özellikleri, farklı büyütme değerlerine sahip taramalı elektron mikroskop (SEM) ile incelenmiş ve görüntüleri Şekil 4.4'te verilmiş olup sonuçlar ticari pektin örneği ile karşılaştırılmıştır. Görüntüler incelendiğinde farklı kaynaklardan izole edilen pektinlerin morfolojik yapılarının benzer olduğu, tüm pektinlerin gözenekli yapıda, mikro kırık yapıların ve boşluk açıklıklarının var olduğu söylenebilir. Elma ve portakal kabuklarından elde edilen pektinlerde bu mikro kırık yapılar ve boşluk açıklıkların diğer pektinlere göre daha az olduğu görülmektedir. Örneklerin SEM görüntüleri literatür çalışmaları ile uyum göstermektedir (Fishman ve ark., 2004; Zhongdong ve ark., 2006; Jiang ve ark., 2012, Wang ve ark., 2015).



Şekil 4.4. Pektinlerin taramalı elektron mikrofrafı. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt, (1) 2000x büyütme, (2)1000x büyütme



Şekil 4.4. (Devam) Pektinlerin taramalı elektron mikrografı. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt, (1) 2000x büyütme, (2)1000x büyütme

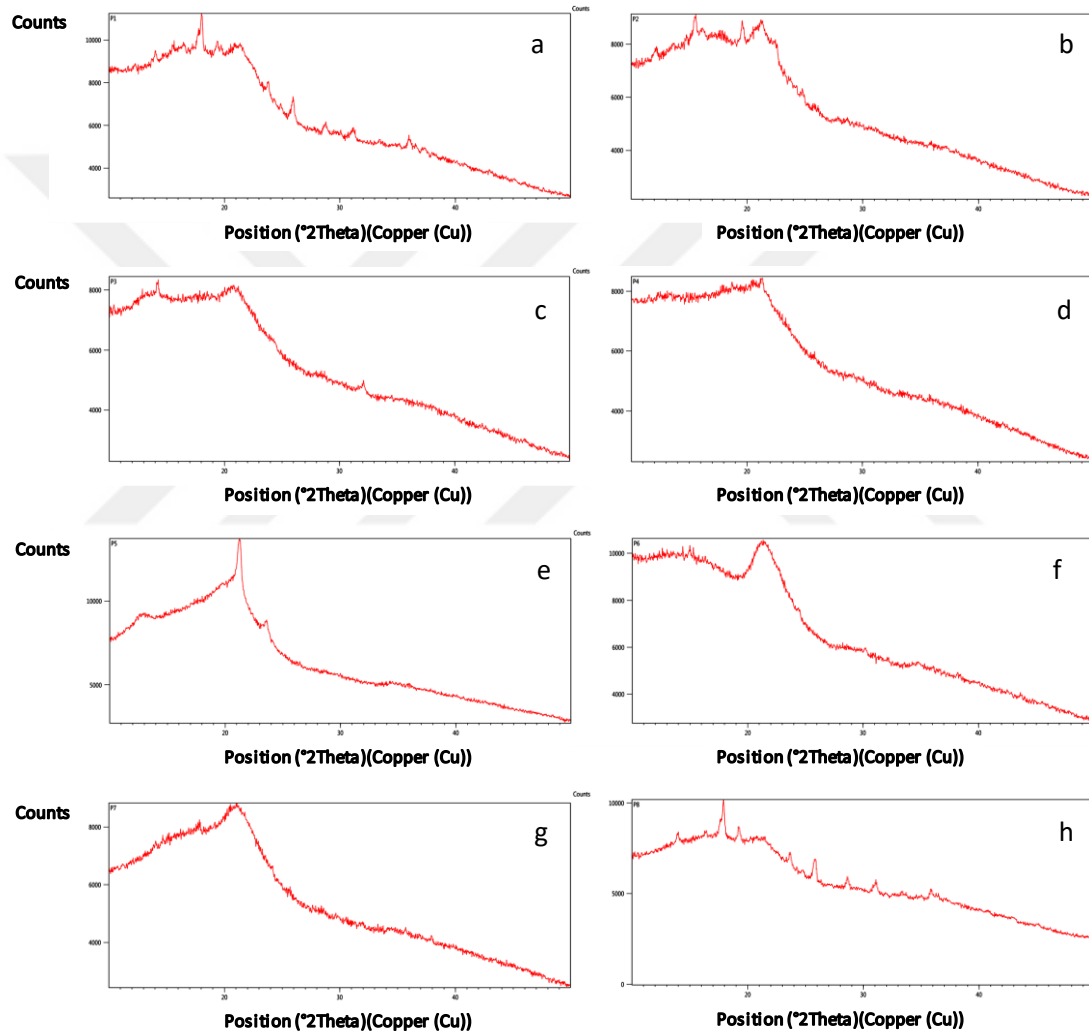


Şekil 4.4. (Devam) Pektinlerin taramalı elektron mikrofrafı. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt, (1) 2000x büyütme, (2)1000x büyütme

4.4.3. XRD analizi

X-ışını difraktogramları polimerlerin yapısının amorf ya da kristal olması hakkında daha fazla bilgi sunması için kullanılmaktadır (Zhou ve ark., 2011). Şekil 4.5'te meyve ve sebze kabuklarından elde edilen pektinlerin XRD (X-ışını kırınımı) difraktogramları verilmiştir. Pektinlerin XRD difraktogramlarında, 12.5° ve $21-22^{\circ}$ civarında geniş piklerin olması, bu örneklerin amorf polimerler olduğunu göstermektedir. Limon, elma ve greyfurt kabuklarından elde edilen pektinlerin kromatogramında daha fazla keskin

piklerin olması, diğer örneklerle kıyasla daha düzenli bir yapıya işaret etmektedir. Daha önceki çalışmalarda da pektinin X-ışını difraktogramında 13.56° ve 22.56° (Sharma ve Ahuja, 2011) ve 9° , 12.7° , 18.42° , 28.22° ve $40.14^\circ(2\theta)$ 'de (Mishra ve ark., 2008) karakteristik piklere sahip olduğu rapor edilmiş olup bu çalışmada bulunan sonuçlar da literatürle uyumludur.



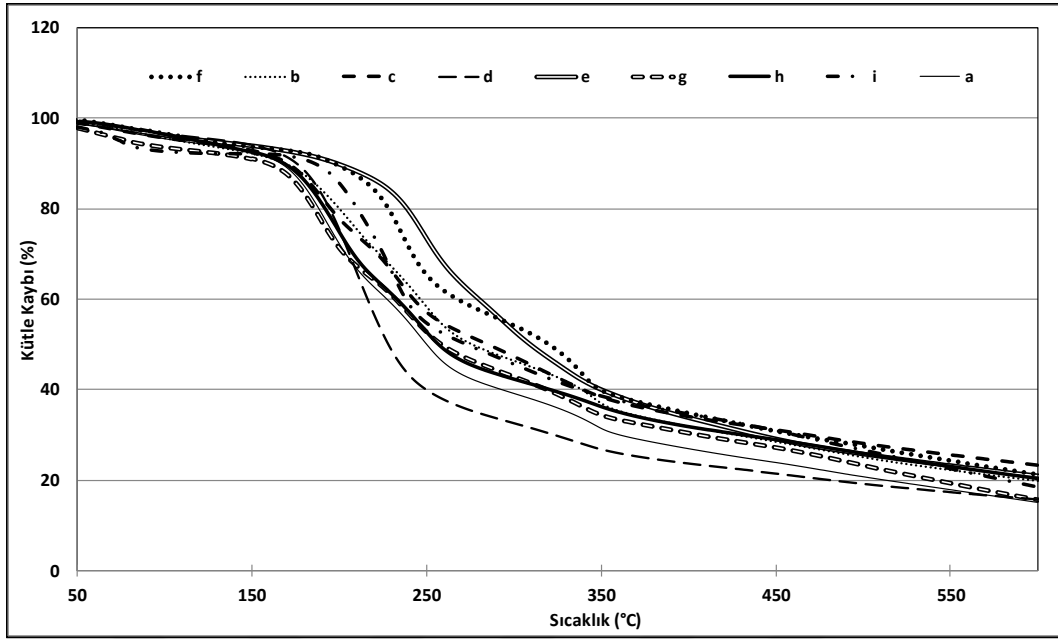
Şekil 4.5. Pektinlerin X-ışını difraktogramları. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt

4.4.4. Termal analiz

Termogravimetrik analizde kontrol edilen bir atmosferdeki bir numunenin kütlesi, sıcaklığın veya zamanın fonksiyonu olarak sıcaklığa (zamanla doğrusal olarak) karşı

kaydedilir. Kütlenin veya kütle yüzdesinin, zamana, sıcaklığa ve atmosferdeki değişime karşı grafiği, termogram veya termal bozunma eğrisi olarak adlandırılır. TGA, incelenen maddelerin termokimyasal dönüşüm esnasında yarı kantitatif olarak ısı bozunma süreçlerinin anlaşılmasını sağlamaktadır (Aydıncak, 2012).

Elde edilen pektinlerin, termogravimetrik analizleri (TGA) ile sıcaklık değişimine karşı kütledeki azalma ölçülmüş ve elde edilen eğriler Şekil 4.6’da verilmiştir. Pektinlerin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık ve % kütle kaybı değerleri Çizelge 4.12’de sunulmuş olup, sonuçlar ticari pektin örneğiyle karşılaştırılmıştır. Tüm pektinlerin sıcaklıkla bozunma eğrilerinin benzer şekilli olduğu ve sonuçların literatürde bulunan diğer çalışmalarda da bildirilen (Fisher ve ark., 2002; Mangiacapra ve ark., 2006; Stoll ve ark., 2007; Zhou ve ark., 2011; Combo ve ark., 2013; Wang ve ark., 2016) 30-190°C , 190-400°C ve 400-600°C olmak üzere üç bölgeye sahip olduğu gözlemlenmektedir. İlk bölgede (30-190°C) sıcaklık artışına bağlı olarak örneklerde absorbe suyun buharlaşması nedeniyle hafif bir ağırlık kaybı meydana gelmekte, ikinci bölgede (190-400°C) polisakkaritlerin pirolitik ayrışmasından kaynaklanan hızlı bir kütle kaybı (~%50) meydana gelmiştir. Bu aralıkta örneklerin hızlı bir şekilde ağırlık kaybına uğradığı ve toplam ağırlıklarının yaklaşık %65-75’ini kaybettiği belirlenmiştir. Üçüncü bölgede (400-600°C) ise daha yavaş bir ağırlık kaybı gözlemlenmiştir. İkinci bölgede (190-400°C) galakturonik asit zincirleri yoğun bir şekilde termal bozulmaya uğramakta, daha sonra yan grupların ve halkadaki karbonların dekarboksilasyonu ile gaz çıkışı ve katı char (odun kömürüne benzer katı kalıntı) oluşumu meydana gelmektedir. Üçüncü bölgede (400-600°C) katı charın termal parçalanması ve daha sıkı bir şekilde birleşmesi ile daha yavaş kütle kaybı meydana gelmektedir (Zhou ve ark., 2011; Wang ve ark., 2016).



Şekil 4.6. Pektinlerin TGA eğrileri. (a) Limon, (b) Mandalina, (c) Kivi, (d) Kavun, (e) Elma, (f) Portakal, (g) Nar, (h) Greyfurt, (i) Ticari pektin

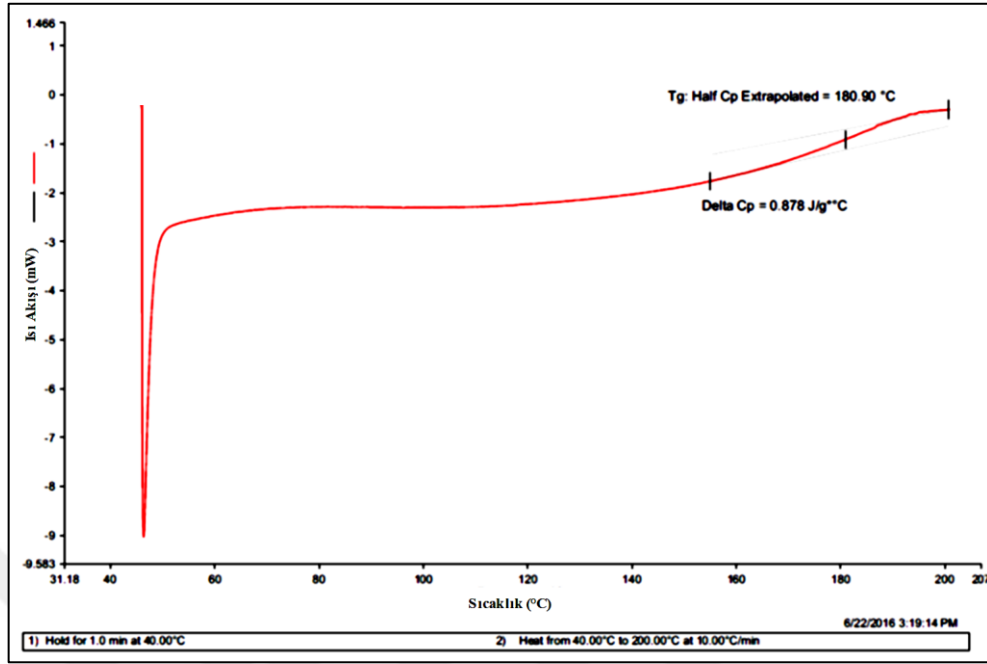
Çizelge 4.12. Pektinlerin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık değerleri

TGA	T _{%50} (°C)	DTG _{max} (°C)	(%) Kütle Kaybı (650°C)
Limon	248	244	88
Mandalina	271	244	83
Kivi	280	234	80
Kavun	226	210	86
Elma	306	249	80
Portakal	319	236	82
Nar	255	240	88
Greyfurt	254	243	83
Ticari	268	226	85

Pektinlerin maksimum ayrışma hızı sıcaklığını ifade eden DTG_{max} değerlerinin 210-249°C arasında, kütle ağırlığının %50'sinin kaybolduğu sıcaklık değerini ifade eden

$T_{\%50}$ değerleri 226-319°C arasında ve 650°C’de meydana gelen %kütle kayıpları ise %80-88 aralığında bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında mandalina, kivi, elma, portakal ve greyfurt kabuklarından elde edilen pektinlerin 650°C’de kütle kayıpları ticari pektine göre daha az bulunmuştur. Ayrıca pektin kütlesinin yarısının kaybolduğu $T_{\%50}$ değerleri karşılaştırıldığında mandalina, kivi, elma ve portakal kabuğundan elde edilen pektinlerin ticari pektine göre daha yüksek sıcaklıklara sahip olduğu ve termal stabilitesinin ticari pektine göre daha yüksek olduğu söylenebilir (Çizelge 4.12).

Türkiye’de üretilen kavun miktarının 2015 yılı verilerine göre dünyadaki üretimin yaklaşık olarak %5.8’ini karşılaması (Anonim, 2016), dünyada Çin’den sonra en büyük üretici olması ve ülkemizde tüketim sonucu çıkan atık miktarı düşünüldüğünde, kavun kabuklarının pektin üretimi için yeni bir kaynak olarak kullanılabilme potansiyeli dikkati çekmiştir. Bu nedenle kavun kabuklarından elde edilen pektinin, termal özellikleri Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) ile de incelenmiş ve Şekil 4.7’de DSC eğrisi verilmiştir. Pektinin DSC eğrisi polimerlerin hidrofilik grupları ile ilişkili suyun kaybına karşılık gelen 130-160°C’de geniş bir endotermik pik görülmektedir (Neufeld, 2017). Kavun kabuğundan elde edilen pektinin camsı geçiş sıcaklığı (T_g) 180.90°C, entalpisi 0.878 J/g°C olarak belirlenmiş olup, bu değer literatürde farklı pektin örneklerinde yapılan çalışmalardan daha yüksek olduğu (La ve ark., 2000; Sharma ve Ahuja, 2011; Basu ve ark., 2013; Karaki ve ark., 2016; Wang ve ark., 2016b; Nesic ve ark., 2017) belirlenmiştir. Camsılığa geçiş sıcaklığı (T_g) yarı kristalize katılardaki amorf bölgede camsı yapının meydana geldiği, moleküler hareketliliğin minimum düzeye indirildiği ve viskozitenin çok yüksek olduğu sıcaklıktır (Duxbury, 2004). Materyal T_g ’nin altındaki sıcaklıklarda camsı, T_g ’nin üzerindeki sıcaklıklarda ise elastikimsi durumdadır. T_g yarı kristalize katıların yalnızca amorf kısımlarına ait bir özellik olup, oluşan kristaller camsılığa geçiş süresince kristal halde kalmaktadır (Laksonen, 2001). Bu nedenle pektinin T_g değerinin yüksek olması, polimerin termal stabilitesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Kavun kabuklarından elde edilen pektinin DSC eğrisi

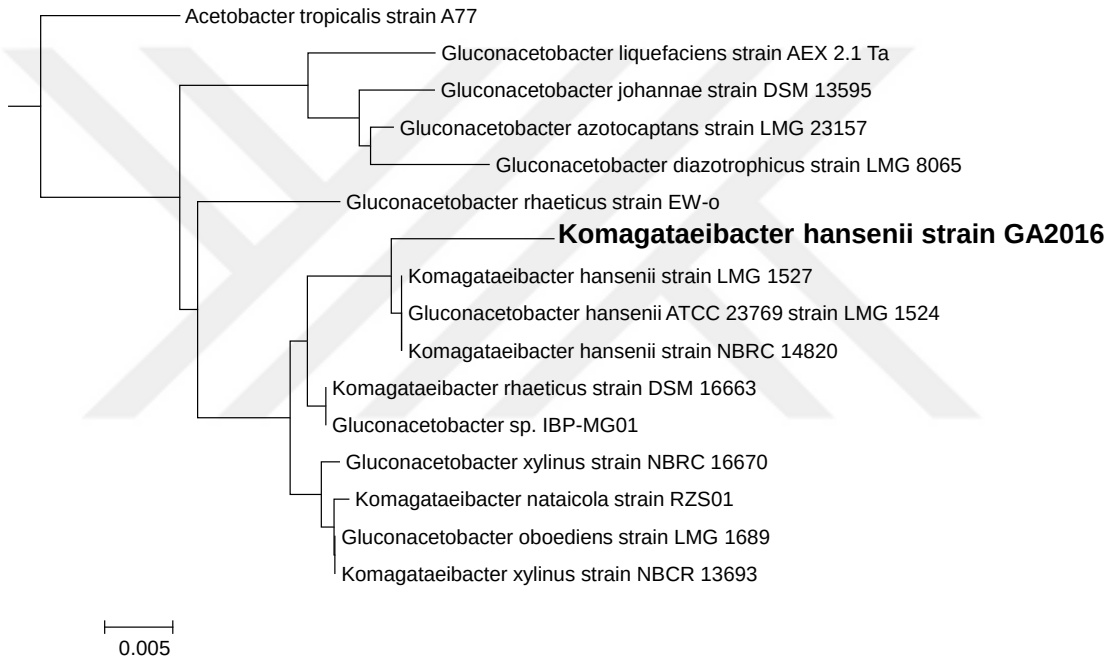
Elde edilen pektinlerin termal analizleri sonucunda, yüksek bozunma sıcaklıklarına sahip olduğu görülmüştür. Bu özelliklerinden dolayı kek, ekmek ve hamur işleri gibi yüksek sıcak uygulanan gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olup (Combo ve ark., 2013) pektinlerin termal stabilitesinin yüksek olması, gıda endüstrisinde her zaman tercih edilen bir durumdur. Pektinler arasında özellikle kivi ve kavun kabuk pektinleri, ticari turuncgil ve elma kabuk pektinlerine alternatif kaynak olma potansiyellerine sahiptir. Özellikle kavun tüketimi ve ortaya çıkan atık miktarları düşünüldüğünde, kavun kabukları hammadde temini açısından önemli avantaj sağlamaktadır.

4.5. Bakteriyel Selüloz

4.5.1. Selüloz üreticisi bakteri izolasyonu ve tanımlanması

Evsel olarak üretilen elma sirkesi, BS üreten bakteriyi izole etmek için kullanılmıştır. Besiyerinde izole edilen bakteriye Gram boyama yapılmış ve izolatın Gr (-) ve çubuk şeklinde olduğu gözlenmiştir. 16S rRNA dizi analizine göre tanımlanması gerçekleştirilmiş ve izole edilen suşun *Komagataeibacter hansenii* LMG 1527 ve NBRC 14820 suşlarına yüksek oranda benzerlik gösterdiğinden, *Komagataeibacter hansenii* GA2016 olarak tanımlanmış ve isimlendirilmiştir. Şekil 4.8’de 15 farklı suşun

16S rRNA gen dizilerini içeren filogenetik ağacı gösterilmektedir. Daha önceki yapılan çalışmalarda *K. hansenii*'nin iyi bir BS üreticisi bakteri olduğu ve BS üretimi amacıyla farklı çalışmalarda kullanıldığı belirlenmiştir (Park ve ark., 2003a; Park ve ark., 2003b; Jung ve ark., 2005; Rani ve Appaiah, 2013; Aydın ve Aksoy, 2014; Lin ve ark., 2014; Ko ve ark., 2015; Lin ve ark., 2016; Uzyol ve Saçan, 2016). Bu çalışmada da *K. hansenii* GA2016, 1 L Hestrin-Schramm (HS) besiyerinde (%2 glukoz, %0.5 pepton, %0.5 maya ekstraktı, %0.27 disodyum fosfat, %0.115 sitrik asit) 7.44 g kuru BS üretmiştir.



Şekil 4.8. *K. hansenii* GA2016 izolatının 16S rRNA dizisi temel alınarak oluşturulan filogenetik ağacı

4.5.2. Kabukların hidrolizasyonu ve hidrolizatların kompozisyonu

Meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarının bileşimleri çok kompleks olmasına rağmen, BS üretimine etkisinin araştırılması için hidrolizatların kompozisyonunun bilinmesi gereklidir. Karbonhidratlar bitkilerde en çok bulunan organik bileşiklerdir (Göktürk ve ark., 2005; Yavuz, 2005) ve bitki hücrelerinde şeker, nişasta, selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin gibi çeşitli yapılarda bulunur (Sniffen ve ark., 1994). Seyreltik asit ile hidrolize edilen meyve ve sebze kabuk hidrolizatların indirgen şeker içerikleri glukoz eşdeğer olarak hesaplanmış ve Çizelge 4.13'te sunulmuştur. Hidrolizatlarının indirgen

şeker içeriklerinin 14.64-36.72 g/L arasında olduğu, en yüksek indirgen şeker miktarının ayva kabuğu hidrolizatında bulunduğu, bunu sırasıyla portakal, mandalina, salatalık ve nar kabuk hidrolizatlarının takip ettiği, en düşük indirgen şeker ise domates kabuk hidrolizatının sahip olduğu belirlenmiştir. Hidrolizatların protein içerikleri incelendiğinde, nar kabuğu hidrolizatı en yüksek protein içeriğine (333.02 mg BSA/L) sahip olup, bunu sırasıyla greylift, domates, kavun, limon ve elma kabuk hidrolizatları takip etmektedir (Çizelge 4.13). Kivi ve elma kabuk hidrolizatlarının glukoz açısından zengin olduğu görülmektedir. Sitrik asitin en fazla kavun kabuğu hidrolizatında olduğu görülmektedir. Kullanılan karbon kaynakları, BS üretimini etkileyen önemli bir parametredir. Örneğin bazı çalışmalarda mannitolün oluşan BS miktarını arttırdığı (Nguyen ve ark., 2008), bazılarında ise sakkaroz ve gliserolün arttırdığı bildirilmiştir (Mikkelsen ve ark., 2009). Ayrıca protein içeriğinin de BS üretimini etkilediği, protein içeriğinin artmasının BS miktarını arttırdığı çalışmalarda bildirilmiştir (Yodsuwan ve ark., 2012; Rani ve Appaiah, 2013; Zhang ve ark., 2016).

Çizelge 4.13. Hidrolizatların indirgen şeker, protein konsantrasyonları ve HPLC’de belirlenen bileşenleri

	İndirgen Şeker (glu EA/L)	Protein (mg BSA/L)	Sitrik Asit (g/L)	Glukoz (g/L)	Galaktoz (g/L)	Arabinoz (g/L)	Asetik Asit (g/L)
Salatalık	25.85±0.05 ^c	8.00±0.88 ⁱ	0.82±0.09 ^d	2.34±0.03 ⁱ	5.21±0.10 ^f	0.36±0.03 ^e	0.35±0.00 ^c
Limon	17.75±0.05 ^g	181.75±2.65 ^d	1.74±0.04 ^b	5.73±0.028 ^f	3.21±0.20 ^h	2.20±0.09 ^a	0.28±0.01 ^{ef}
Mandal.	26.03±0.41 ^c	39.88±0.00 ^h	0.65±0.01 ^e	7.21±0.024 ^d	6.11±0.35 ^{de}	2.33±0.10 ^a	0.25±0.00 ^{fg}
Kivi	21.26±0.10 ^e	136.13±5.30 ^e	1.63±0.02 ^b	8.72±0.27 ^b	7.08±0.76 ^c	0.42±0.02 ^e	0.22±0.00 ^g
Kavun	22.96±0.77 ^d	185.50±7.95 ^d	3.82±0.16 ^a	4.13±0.10 ^h	8.19±0.19 ^b	0.50±0.00 ^e	0.47±0.02 ^a
Domates	14.64±0.56 ^h	214.88±10.61 ^c	1.19±0.11 ^c	3.79±0.10 ^h	4.36±0.09 ^g	0.80±0.03 ^c	0.32±0.02 ^{cd}
Elma	22.66±0.56 ^d	181.20±11.79 ^d	0.30±0.01 ^g	9.26±0.14 ^a	10.66±0.47 ^a	0.94±0.10 ^c	0.30±0.01 ^{de}
Ayva	36.72±1.53 ^a	83.53±0.58 ^g	0.24±0.01 ^g	5.26±0.00 ^g	8.21±0.49 ^b	0.71±0.11 ^d	0.38±0.03 ^b
Portakal	30.23±0.91 ^b	106.53±5.51 ^f	0.09±0.01 ^h	8.15±0.11 ^c	5.55±0.16 ^{ef}	2.30±0.12 ^a	0.30±0.01 ^{de}
Nar	25.09±0.00 ^c	333.02±21.27 ^a	1.78±0.03 ^b	6.11±0.00 ^e	6.71±0.13 ^{cd}	0.81±0.01 ^c	0.44±0.00 ^a
Greyfurt	19.74±0.44 ^f	306.63±13.83 ^b	0.47±0.01 ^f	5.29±0.16 ^g	3.32±0.20 ^h	1.41±0.12 ^b	0.26±0.00 ^f

a, b, c, d, e, f, g, h, i

Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

BS üretimine fitokimyasal maddelerin etkisinin araştırılması amacıyla meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarının tanen, kinon, kardiyak glikozit, terpenoid, kumarin ve saponin

içeriklerinin kalitatif test sonuçları belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde hidrolizatların diğer incelenen maddeler arasında kinonu daha fazla içerdiği özellikle elma, ayva ve portakalın kinon içeriğinin diğer hidrolizatlara kıyasla daha fazla olduğu, nar hidrolizatının ise kumarince daha zengin olduğu ve greyfurtla beraber tanen içerdiği gözlenmiştir. Hidrolizatların fitokimyasal içeriklerinin beklendiği üzere etanol ekstraktlarına kıyasla oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Hidrolizatların kalitatif analiz sonuçları

Hidrolizat	Tanen	Kinon	K. Glikozit	Terpenoid	Kumarin	Saponin
Salatalık	-	++	-	-	-	-
Limon	-	-	-	-	-	-
Mandalina	-	++	-	-	+	+
Kivi	-	++	-	-	-	-
Kavun	-	+	-	-	-	-
Domates	-	++	-	-	+	-
Elma	-	+++	-	-	+	-
Ayva	-	+++	-	-	-	-
Portakal	-	+++	-	-	-	-
Nar	+	+	-	-	++	-
Greyfurt	+	++	-	-	-	+

Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen hidrolizatların toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Nar kabuğu hidrolizatının fenolik madde içeriği daha önce etanol ile elde edilen ekstraktlara benzer şekilde, diğer kabuk hidrolizatlarına kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Nar kabuğunu elma ve turuncgil kabuk hidrolizatları takip etmektedir. En düşük içeriğin ise 1.97 g GAE/L ile kivi kabuklarından elde edilen hidrolizatın sahip olduğu belirlenmiştir. Hidrolizatların kalitatif analiz sonuçları ekstraktlar ile kıyaslandığında özellikle etanolik ekstraktların tanen, kinon, kardiyak glikozit ve kumarin değerlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15'te meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarının antioksidan kapasiteleri de verilmiştir. Toplam fenolik madde içeriğine benzer olarak, meyve ve sebze kabuk hidrolizatları arasında, kullanılan 3 farklı antioksidan aktivite ölçme yönteminde de nar kabuk hidrolizatlarının en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve bunu elma, kavun ve turunçgil kabuk hidrolizatlarının takip ettiği görülmektedir. En düşük antioksidan kapasitesine sahip hidrolizatın ise kivi kabuğu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Hidrolizatların fenolik içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

	Fenolik (g GAE/L)	FRAP (mmol TE/L)	DPPH (mmol TE/L)	TEAC (mmol TE/L)
Salatalık	3.57±0.03 ⁱ	1.02±0.03 ^f	0.26±0.01 ^{gh}	1.30±0.07 ^g
Limon	12.95±0.01 ^c	3.02±0.03 ^c	1.41±0.03 ^b	4.63±0.04 ^b
Mandalina	5.42±0.04 ^h	2.93±0.04 ^d	0.84±0.04 ^e	3.98±0.03 ^c
Kivi	1.97±0.06 ^k	1.00±0.03 ^f	0.23±0.03 ^{hi}	1.19±0.06 ^g
Kavun	6.56±0.08 ^f	3.79±0.06 ^b	1.35±0.07 ^b	2.61±0.01 ^e
Domates	6.01±0.01 ^g	1.06±0.01 ^f	0.04±0.00 ^j	1.17±0.04 ^g
Elma	14.06±0.08 ^b	3.74±0.06 ^b	1.19±0.03 ^c	4.08±0.04 ^c
Ayva	2.21±0.07 ^j	1.05±0.00 ^f	0.37±0.04 ^g	1.45±0.07 ^f
Portakal	9.82±0.03 ^d	2.20±0.03 ^e	1.04±0.06 ^d	3.10±0.03 ^d
Nar	100.27±0.14 ^a	33.65±0.07 ^a	26.81±0.16 ^a	75.17±0.14 ^a
Greyfurt	9.50±0.07 ^e	2.13±0.04 ^e	0.67±0.03 ^f	3.19±0.04 ^d

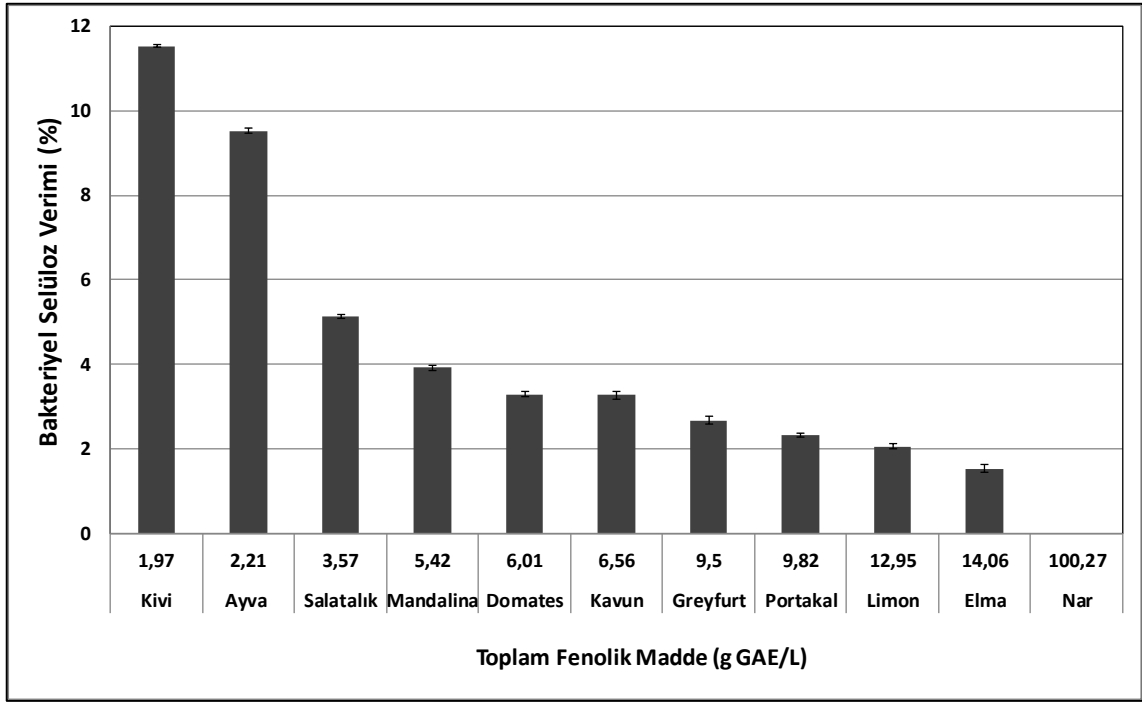
a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Aynı sütunda, ^{A, B, C, D} aynı satırda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

4.5.3. Meyve ve sebze kabuklarından BS üretimi ve özellikleri

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda BS üretiminin çoğunlukla besiyeri ortamında gerçekleştirildiği, buna karşın gıda atıklarından BS üretiminin gerçekleştirildiği çalışma sayısının oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda da atıklar genellikle farklı besin maddeleri ile takviye edilerek kullanılmıştır. Bu tezde literatürde

yapılan çalışmalardan farklı olarak yalnızca yukarda belirtilen seyreltik asit hidrolizasyonu ile elde edilen meyve sebze kabuk hidrolizatları kullanılmış, herhangi bir takviye gerçekleştirilmemiştir. *Komagataeibacter hansenii* GA2016 ile aşıl原因 hidrolizatların fermantasyon süresi sonunda BS üretim oranları hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.16'da verilmiştir. İncelenen atıklar arasında özellikle kivi ve ayva kabuk hidrolizatlarının BS üretim kapasitelerinin oldukça yüksek olduğu, nar kabuğundan elde edilen hidrolizatta ise BS üretimi gerçekleşmediği gözlenmiştir. Bu durum, nar kabuğunun diğer kabuklara kıyasla daha fazla fenolik madde içermesi ve fenolik maddelerinin antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Hidrolizatların fenolik madde içeriklerinin BS üretimini doğrudan etkilediği görülmektedir (Şekil 4.9). Örneğin fenolik madde içeriği diğer hidrolizatlardan daha düşük olan kivi ve ayva kabuk hidrolizatlarından daha fazla BS üretildiği, fenolik içeriği daha yüksek olan elma ve turunçgil kabuk hidrolizatlarından ise daha az elde edildiği gözlenmiştir. Hidrolizatların şeker miktarı, organik asit içeriği BS üretimi üzerine etkisi olsa da en önemli etkenin antimikrobiyal özellikleri olan fenolik bileşikler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

BS üretimi; mikroorganizma çeşidi, kültür koşulu ve ortam koşulları gibi pek çok durumdan etkilenmektedir. Daha önceki çalışmalarda *Acetobacter* sp. V6 ile çalkalamalı kültürde 1.58 g/L (Son ve ark., 2003), *Enterobacter amnigenus* GH-1 ile 4.10 g/L (Hungund ve Gupta, 2010), *G. xylinus* (ATCC 53524) ile 3.80 g/L (Mikkelsen ve ark., 2009), HS besiyerinde 2.10 g/L, ananas kabuğu ile 2.80 g/L (Castro ve ark., 2012), *G. sacchari* ile HS besiyerinde 2.50 g/L, zeytinyağı üretim atıklarından 8.10 g/L (Gomes ve ark., 2013), HS besiyerinde 8.30 g/L, HS+%0.5 VitaminC besiyerinde ise 15.60 g/L (Keshk, 2014), *G. xylinus* ile farklı besin maddeleri ve çeşitli karbon kaynaklarında 0.70-1.90 g/L (Mohammadkazemi ve ark., 2015) ve *K. intermedius* ile fermente meyve sularında 1.2 g/L (Line ve ark., 2016) olarak bildirilmiştir. BS üretimi pek çok faktörden etkilendiğinden sonuçları litertürle karşılaştırmak kolay olmasa da bu çalışmada elde edilen BS miktarlarının oldukça yüksek olduğu ve *K. hansenii* suşunun BS üreticisi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu, atıklar arasında özellikle kivi ve ayva kabuklarından yüksek oranda BS üretildiği görülmektedir.



Şekil 4.9. Hidrolizatların fenolik içeriklerinin BS üretimine etkisi

Çizelge 4.16’da *K. hansenii* GA2016’nın farklı atıklardan ürettiği BS’lerin kurumadde ve kül içerikleri verilmiştir. En yüksek kurumadde oranına %93,51 mandalina kabuğundan elde edilen BS’nin sahip olduğu, bunu sırasıyla kavun, limon, ayva, portakal, greyfurt, domates ve elma kabuğunda elde edilen BS’lerin takip ettiği belirlenmiştir. Üretilen BS’lerin kül oranlarının %2.85-9.43 aralığında bulunduğu, en yüksek kül oranına HS besiyerinde üretilen BS’nin sahip olduğu (9.43) belirlenmiştir.

Selüloz, kristal yapısından dolayı organik çözücülerin çoğunda çözünmemektedir (Goh ve ark., 2012). Bununla birlikte belirli çözücülerde kristal içi ve kristaller arası şişmenin mümkün olduğu belirtilmiştir (Mantanis ve ark., 1995). BS’nin su tutma kapasitesi ticari mikrokristal selülozdan daha fazladır (Goh ve ark., 2012). Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS örneklerinin sıvı tutma kapasiteleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. BS’lerin su ve dimetil sülfoksit tutma kapasitelerinin diğer sıvılara kıyasla daha yüksek olduğu, ayva, limon ve domates kabuğundan elde edilen BS’nin sıvı tutma kapasitelerinin diğer BS’lere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Portakal hariç diğer meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS örneklerinin su tutma kapasiteleri, besiyerinde üretilen BS’den daha fazla olduğu görülmektedir. Üretilen tüm BS’lerin yüksek hidrojen bağı yapma kapasitesine sahip dimetil sülfoksit ve su tutma kapasiteleri

diğer sıvılara kıyasla daha fazla olduğu ve bunun diğer çalışmalarla uyumlu olduğu (Mantanis v ark., 1995; Goh ve ark, 2012) tespit edilmiştir. Asetonun ise hidrojen bağı yapma kapasitesi diğer üç çözücüye kıyasla daha zayıf olduğundan (Robertson, 1964; Goh ve ark., 2012), incelenen BS'lerin aseton tutma kapasitesi diğer sıvılara göre düşüktür.

Çizelge 4.16. BS üretim oranları, kurumadde ve kül içerikleri

	BS Miktarı (g BS/100g kabuk)	Kurumadde (g KM/100g BS)	Kül (g kül/100g BS)
Salatalık	5.14±0.04 ^c	91.29±0.04 ^{abc}	6.68±0.01 ^c
Limon	2.06±0.06 ^h	92.75±0.94 ^a	7.23±0.09
Mandalina	3.92±0.07 ^d	93.51±0.46 ^a	3.31±0.02 ^h
Kivi	11.53±0.04 ^a	89.69±0.05 ^{bc}	5.83±0.22 ^d
Kavun	3.27±0.09 ^e	93.44±0.98 ^a	5.47±0.01 ^f
Domates	3.29±0.06 ^e	91.87±0.18 ^{ab}	5.65±0.05 ^e
Elma	1.54±0.09 ⁱ	91.45±2.79 ^{abc}	2.85±0.08 ⁱ
Ayva	9.53±0.05 ^b	92.64±1.33 ^a	5.85±0.03 ^d
Portakal	2.33±0.05 ^g	92.27±0.53 ^a	9.01±0.05 ^a
Greyfurt	2.68±0.08 ^f	91.94±0.01 ^{ab}	4.82±0.03 ^g

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

Çizelge 4.17. BS'lerin sıvı tutma kapasiteleri (g çözelti/100 g BS)

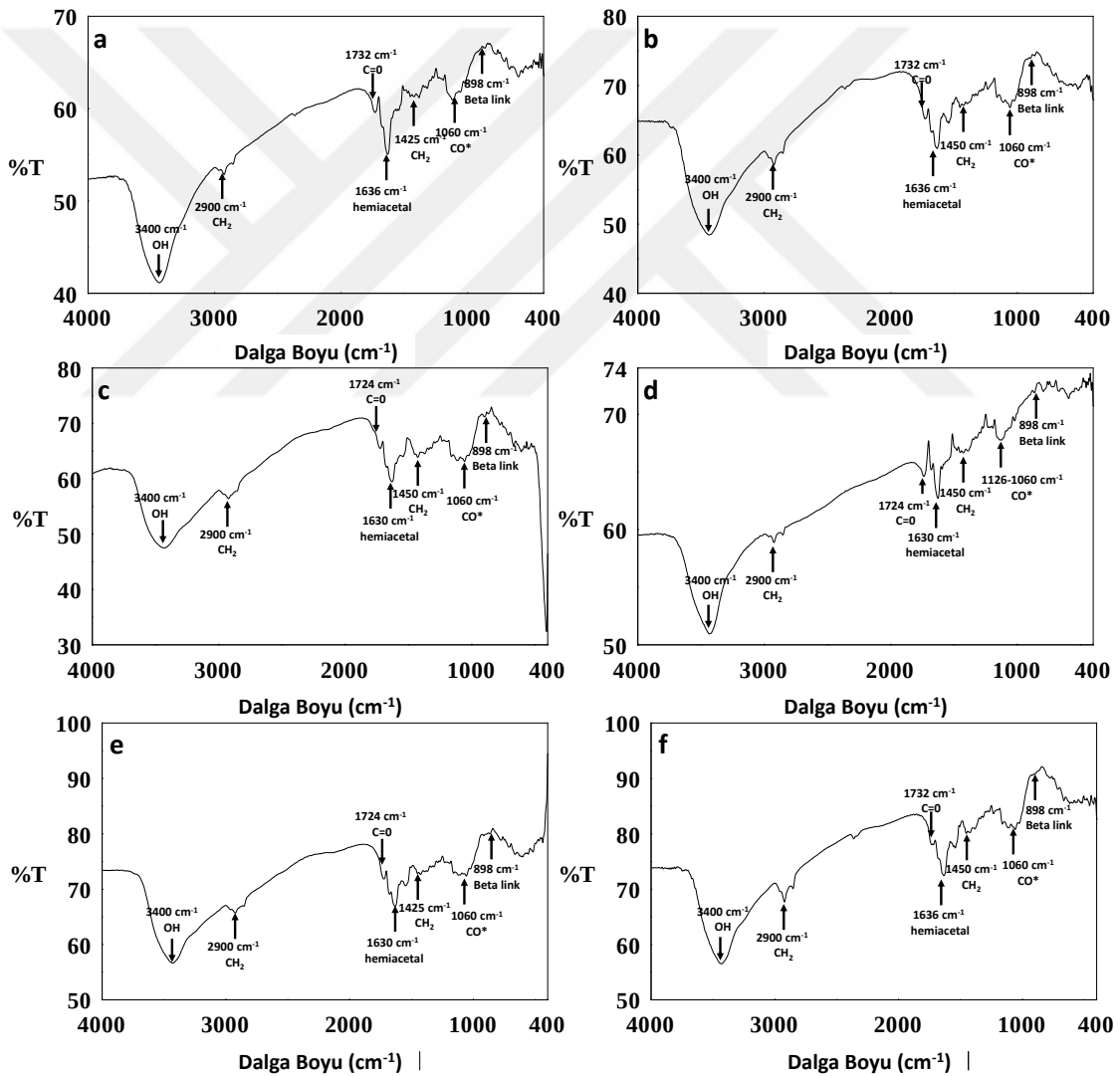
Sıvı Tutma (g sıvı/100g)	Su	Aseton	Dimetil Sülfoksit	Asetik Asit
Salatalık	759.30±32.10 ^c	276.93±4.34 ^e	818.06±2.74 ^c	491.53±16.31 ^e
Limon	886.00±19.80 ^b	414.40±20.36 ^b	904.40±6.22 ^a	488.46±2.18 ^e
Mandalina	791.45±16.19 ^c	307.80±11.03 ^{cd}	889.02±1.39 ^{ab}	611.01±15.57 ^c
Kivi	758.27±8.87 ^c	297.97±2.87 ^{de}	816.45±5.02 ^c	389.17±15.32 ^g
Kavun	678.06±9.82 ^d	406.63±9.38 ^b	696.56±4.87 ^e	452.24±3.90 ^f
Domates	868.81±22.36 ^b	402.50±3.54 ^b	817.59±24.88 ^c	644.70±14.56 ^b
Elma	627.50±3.54 ^e	461.28±15.96 ^a	574.95±7.14 ^g	513.25±9.55 ^{de}
Ayva	928.79±19.50 ^a	462.19±17.24 ^a	875.65±8.00 ^b	721.68±30.66 ^a
Portakal	595.76±6.00 ^e	306.97±9.85 ^{cd}	574.18±5.92 ^g	516.75±9.55 ^{de}
Greyfurt	705.17±7.31 ^d	332.36±3.74 ^c	792.84±11.09 ^d	513.71±5.25 ^{de}
Besiyeri	609.30±0.90 ^e	294.12±8.31 ^{de}	637.31±10.87 ^f	543.73±19.41 ^d

a, b, c, d, e, f, g, h, i Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P<0.05)

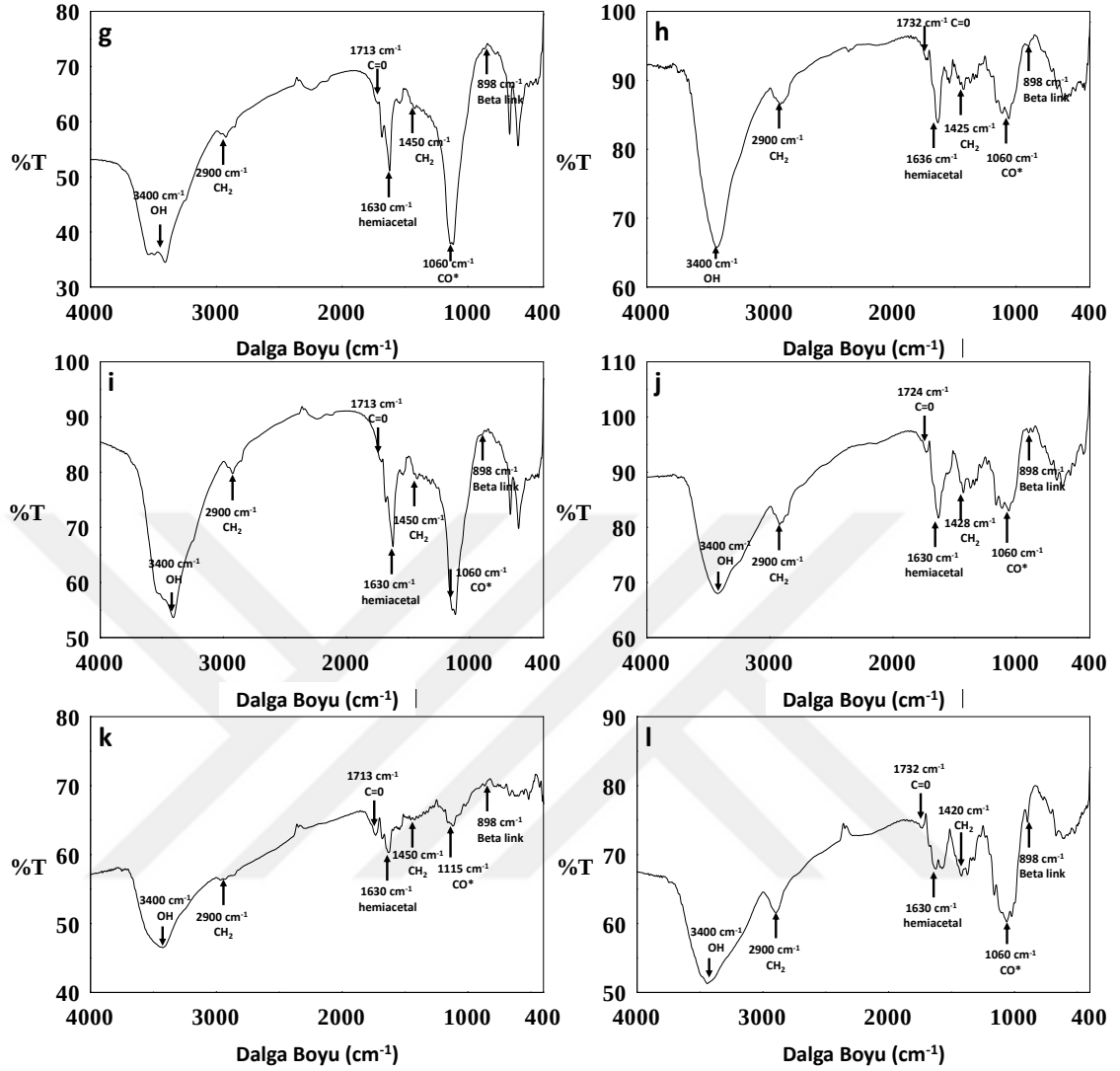
4.5.4. FT-IR analizi

BS'lerin FT-IR spektrumları Şekil 4.10'da verilmiş olup, yapıları laboratuvarımızda bulunan buğday sapından elde edilen bitkisel selülozun (Erdoğan, 2007) spektrumu ile de karşılaştırılmıştır. Şekillerden de görüleceği üzere 800 ve 1200 cm⁻¹ dalga aralığında bulunan absorpsiyonlar karbonhidratlar için parmak izi bölgesi olup bu bantların konumu ve yoğunluğu her polisakkarit için spesifiktir ve polisakkaritlerde önemli kimyasal grupların tanımlanmasına olanak sağlamaktadır (Nesic ve ark., 2011; Sivam ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda BS için karakteristik pik değerlerinin 3400-3440 cm⁻¹'de hidroksil grupları (-OH), 2800-2900 cm⁻¹'de metilen gerilme titreşimini (-CH₂), 1620-1640 cm⁻¹'de karboksilik grupların varlığını (COOH), 1420-1440 cm⁻¹'de karbonil grupların varlığını (C=O), 1160 cm⁻¹'de C-O-C ve 1040-1068 cm⁻¹'de şeker halkasının C-O-C ve C-O-H germe titreşimi ifade ettiği belirtilmektedir (Park ve ark., 2003b;

Halib ve ark., 2012; Gao ve ark., 2014; Gayathry ve Gopalaswamy, 2014). Bitkisel selülozlar için ise 3350 cm^{-1} ve $3400\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ civarında O-H, $2800\text{--}2900\text{ cm}^{-1}$ 'de C-H, 1300 cm^{-1} civarı C-H, 1160 cm^{-1} civarı C-O-C ve $1035\text{--}1060\text{ cm}^{-1}$ civarında C-O gerilmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Marchessault ve Sundararajan, 1983; Halib ve ark., 2012). Meyve ve sebze kabuk hidrolizatlarından ve HS besiyerinde *K. hansenii* GA2016 ile üretilen BS'lerin FTIR spektrumlarının birbirleri ile uyumlu, literatür çalışmalarına benzer piklere sahip olduğu ve aynı zamanda bitkisel selülozun FTIR spektrumu ile de uyum içinde olduğu gözlenmiştir.



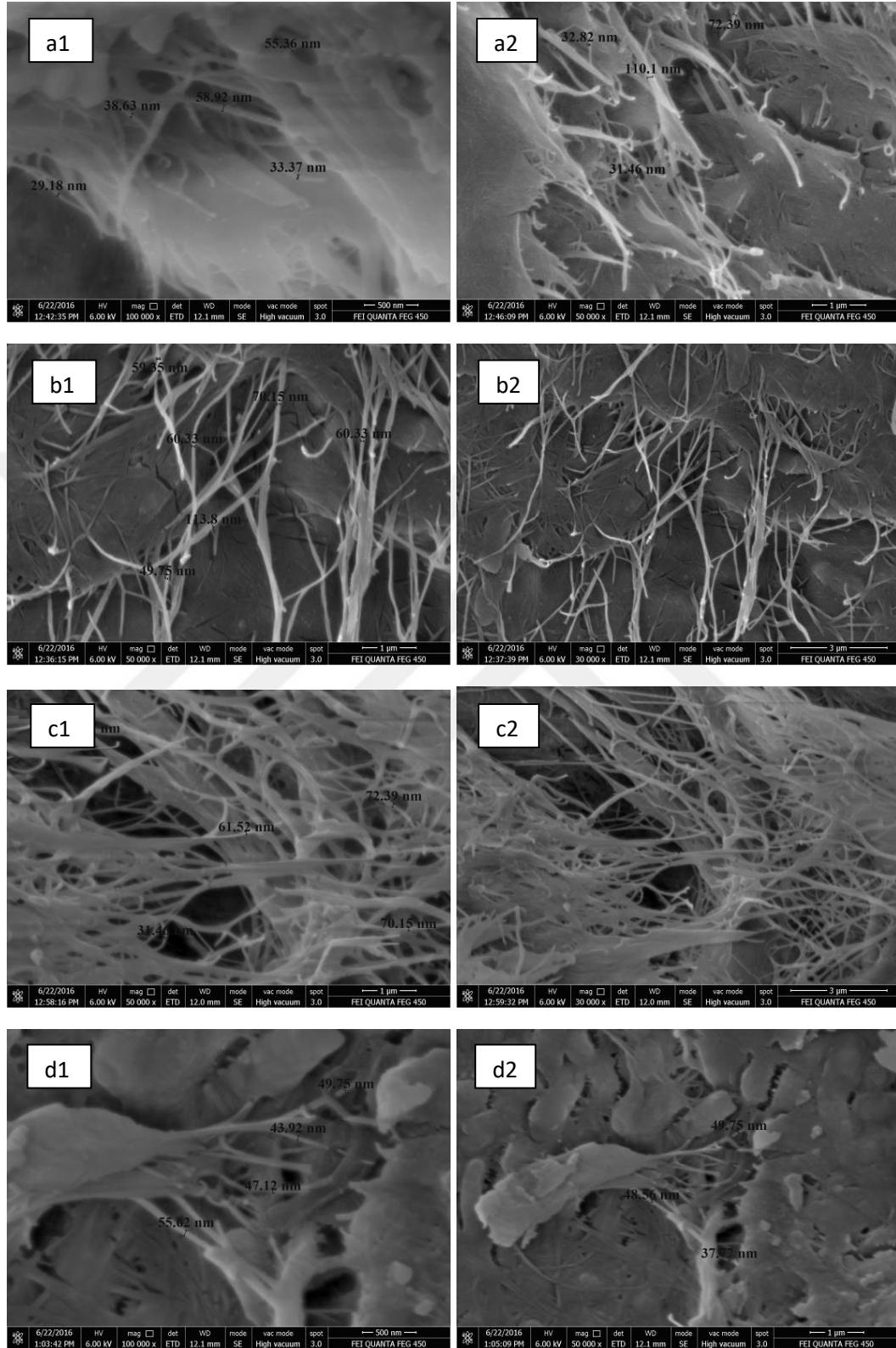
Şekil 4.10. BS'lerin FTIR spektrumları (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz (buğday sapı)



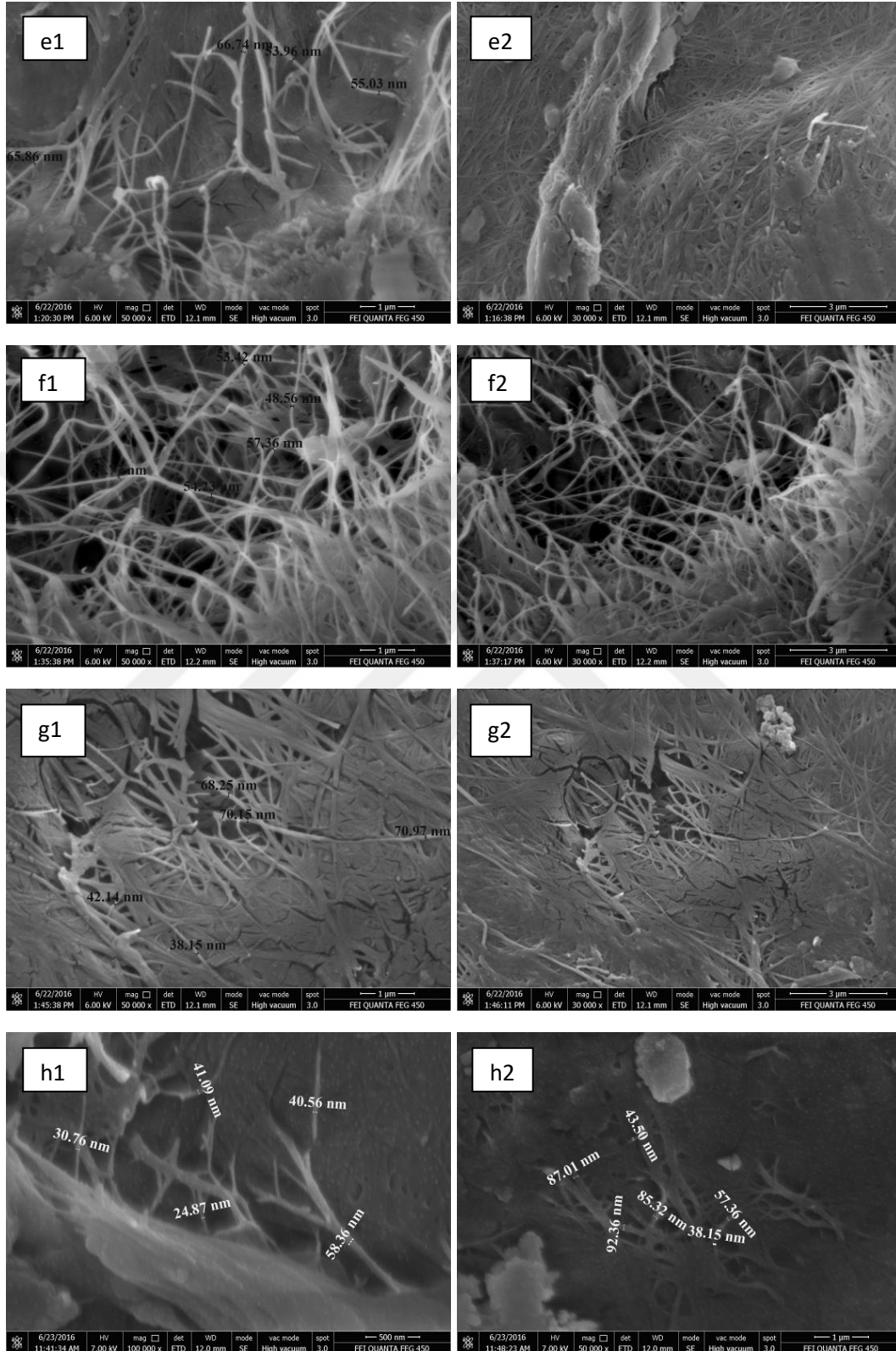
Şekil 4.10. (Devam) BS'lerin FTIR spektrumları (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz (buğday sapı)

4.5.5. SEM analizi

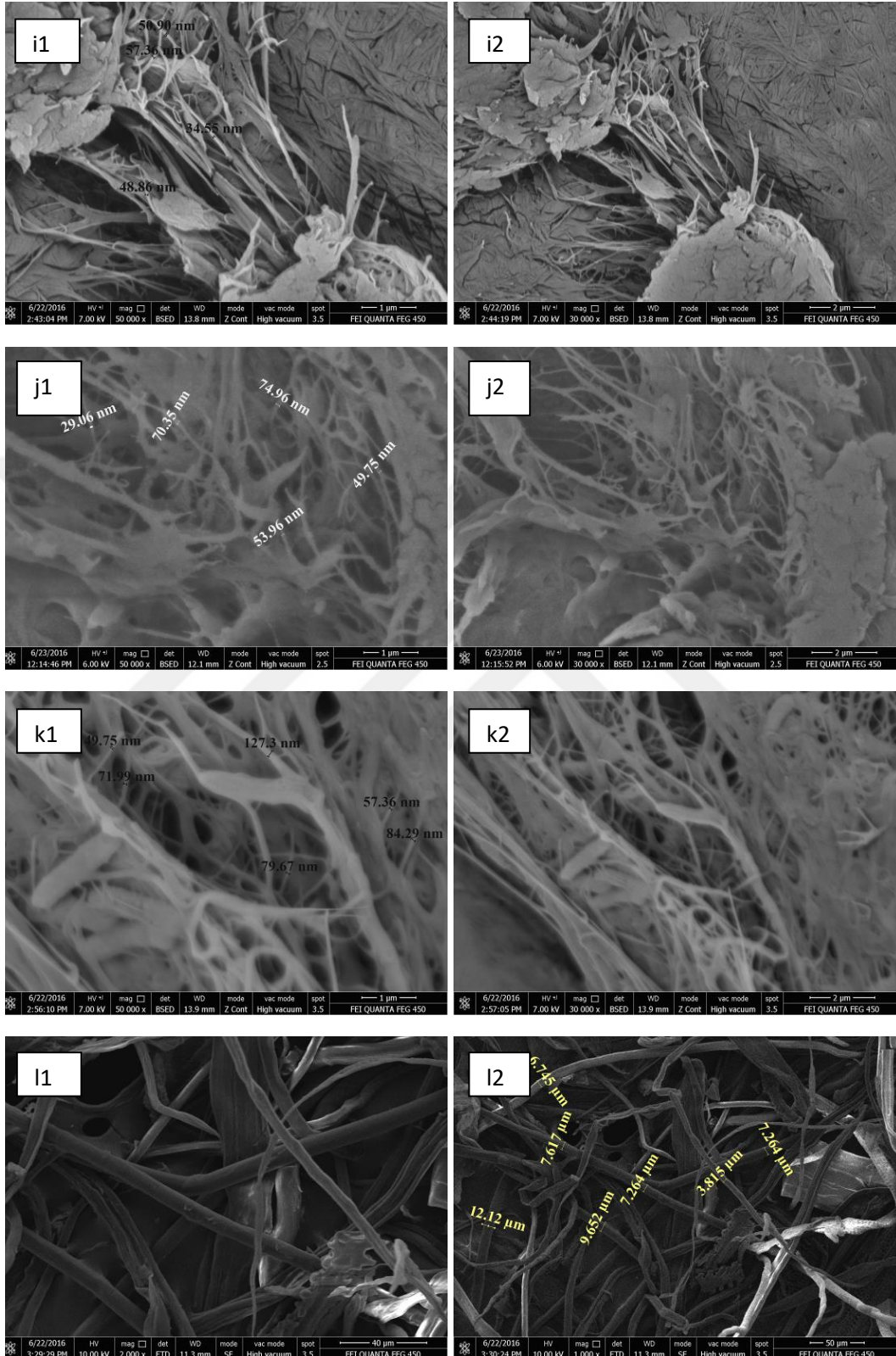
Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS'lerin görsel yüzey morfoloji özellikleri, farklı büyütme değerlerine sahip taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş, sonuçlar bitkisel selülozla karşılaştırılarak görüntüleri Şekil 4.11'de verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde bu çalışmada elde edilen BS'lerin farklı literatür kaynaklarında belirtilen BS'ler ile morfolojik yapıları benzer bulunmuştur (Cheng ve ark., 2009; Martins ve ark., 2009; Goh ve ark., 2012; De Souza ve ark., 2013; Mohammadakikaazemi ve ark., 2015).



Şekil 4.11. BS'lerin taramalı elektron mikrografları. (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) HS Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz, BS'ler için (1) 100000x, (2) 50000x büyütme, Bitkisel selüloz için (1) 2000x, (2)1000x büyütme

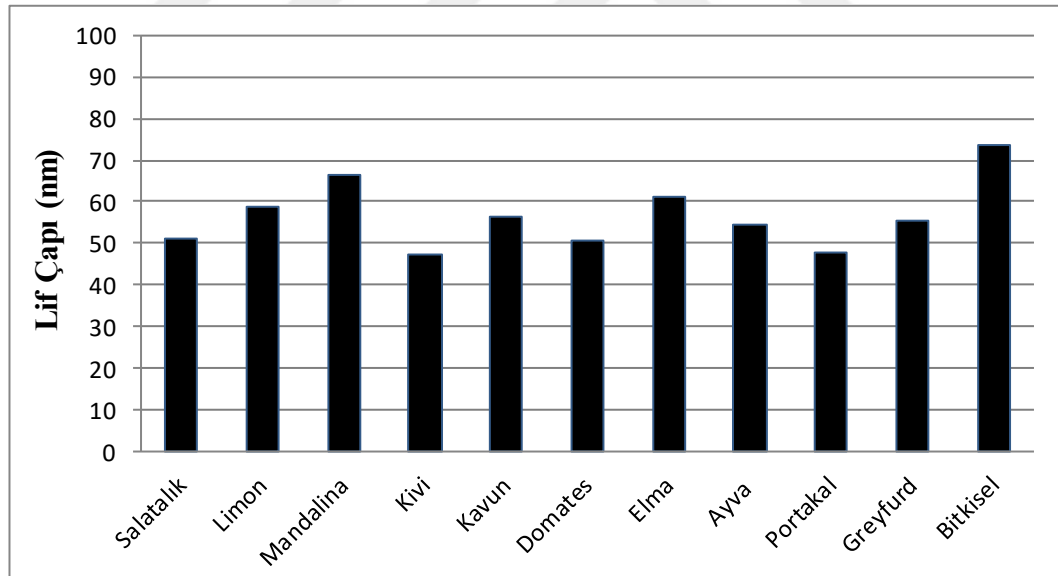


Şekil 4.11. (Devam) BS'lerin taramalı elektron mikrografları. (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) HS Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz, BS'ler için (1) 100000x, (2) 50000x büyütme, Bitkisel selüloz için (1) 2000x, (2)1000x büyütme



Şekil 4.11. (Devam) BS'lerin taramalı elektron mikrografları. (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) HS Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz, BS'ler için (1) 100000x, (2) 50000x büyütme, Bitkisel selüloz için (1) 2000x, (2)1000x büyütme

BS'lerin ortalama lif çapları 47.50-66.31 nm arasında llmstr. HS besiyerinde üretilen BS'nin lif çapının ise meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS'lere kıyasla daha kalın olduğu (73.63 nm) (ekil 4.12), bitkisel selülozun ortalama lif çapının, atıklardan üretilen BS'lerin çaplarından yaklaşık 120 kat daha byk olduğu bulunmuştur. BS'nin lif çaplarının bitkisel selüloza göre daha küçük olması, polimerin gerilme direnci ve uzama özellikleri gibi mekanik özelliklerinin artmasını, su buharı geçirgenliğinin azalmasını ve daha pürüzsüz bir yapının oluştmasını sağlamaktadır (Luddee ve ark., 2014). Ayrıca BS mikrofibrilleri bitkisel sellozlara göre de daha küçük olduğundan; yüzey alanı büyük ve gözenekli bir hidrojel tabaka oluşturabilme yeteneğinide sahiptir (Johnson ve Neogi, 1989; Ross ve ark., 1991; Jonas ve Farah, 1998; Vandamme ve ark., 1998; Bielecki ve ark., 2000). Bu zellikler BS'nin su tutma kapasitesi, termal stabilitesi ve mekanik mukavemet gibi özelliklerini olumlu etkilemektedir (Cheng ve ark. 2009).



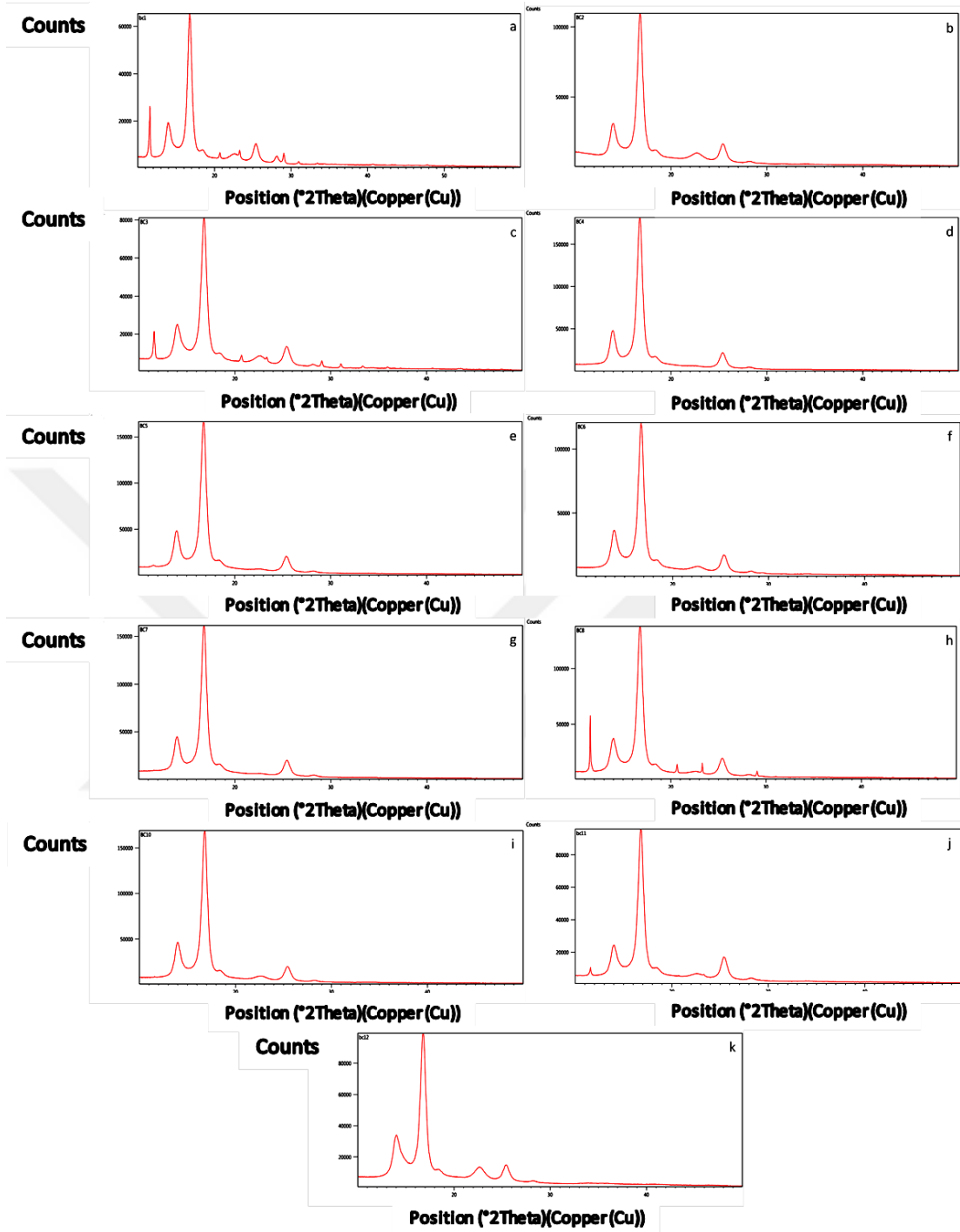
Şekil 4.12. BS'lerin ortalama lif çapları

4.5.6. XRD analizi

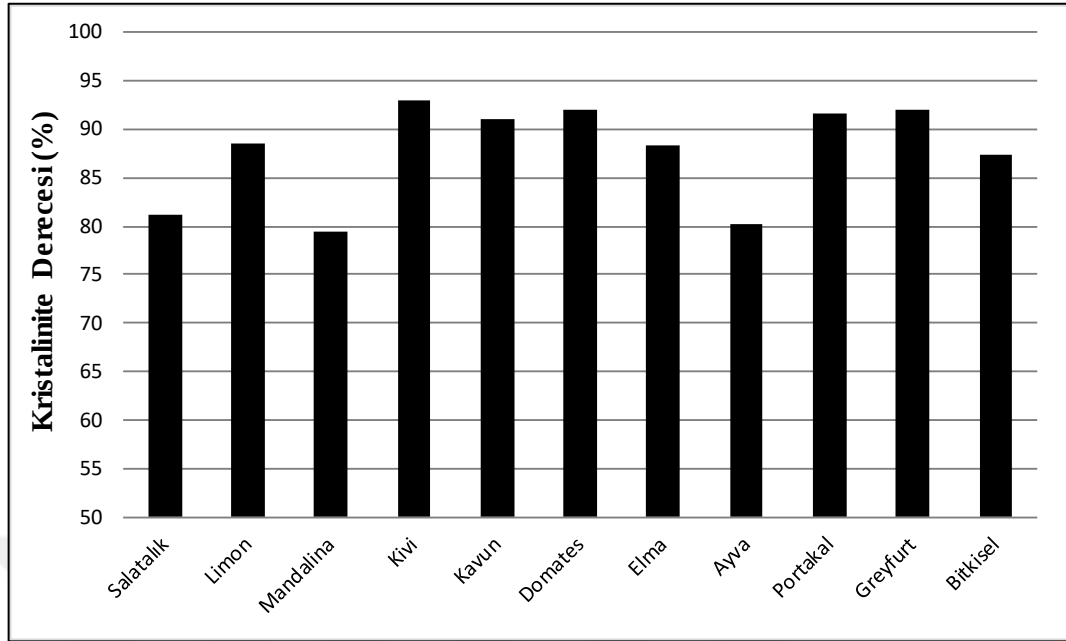
X-ışını kırınımı (XRD), selülozun kristal yapı analizinde en sık kullanılan tekniktir (Mazumdar, 1999; Goh ve ark. 2012). Selüloz yapısını oluşturan selüloz zincirleri ile değişen uzunluk ve genişlikte suda çözünmeyen bir yapı oluştmaktadır. Bu mikrofibriller düzenli (kristal) ve daha az düzenli (amorf) bölgelerden oluştmaktadır. Malzemenin

kristal kısmı XRD’de keskin kırınım piki verirken, maddenin amorf kısmı ise dağınık pikler vermektedir (Park ve ark., 2010). Meyve ve sebze kabuklarından elde edilen BS örneklerinin X-ışını difraktogramı Şekil 4.13’te verilmiştir. Difraktograma göre tüm BS’lerin karakteristik 2θ açıları olan 14.05° - 16.77° ve 22.68° (Kong ve ark. 2010; Sun ve ark., 2010) kristal düzlemlerine karşılık gelen selüloz I kırılma profillerini gösterdiği belirlenmiştir.

BS’lerin kristalinite derecesinin hesaplamasında 2θ açısının en büyük olduğu 14.05° - 16.77° ve 22.68° kullanılmış olup diğer lineer bölgeler hesaplama dışı bırakılmıştır. Kristalinite dereceleri %79.48-92.96 arasında (Şekil 4.14) hesaplanmıştır. Yapılan literatür taramalarında farklı mikroorganizmalar ve farklı karbon kaynakları kullanılarak elde edilen BS’lerin kristalinite dereceleri %69-89 (Czaja ve ark., 2004; Cheng ve ark., 2009; Yang ve ark., 2012; Mohammadakikaazemi ve ark., 2015), ticari mikrokristalin selülozun kristalite derecesinin ise %65-83 (Schurz ve Klapp, 1976; Teeäär ve ark., 1987; Röder ve ark., 2006; Leppänen ve ark., 2009; Nada ve ark., 2009; Goh ve ark., 2012) olarak belirtilmiştir. Sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında üretilen BS’lerin kristalinite derecelerinin literatür sonuçları ile uyum içinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.13. BS'lerin X-ışını difraktogramları. (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) HS Besiyeri



Şekil 4.14. BS'lerin kristalinite dereceleri

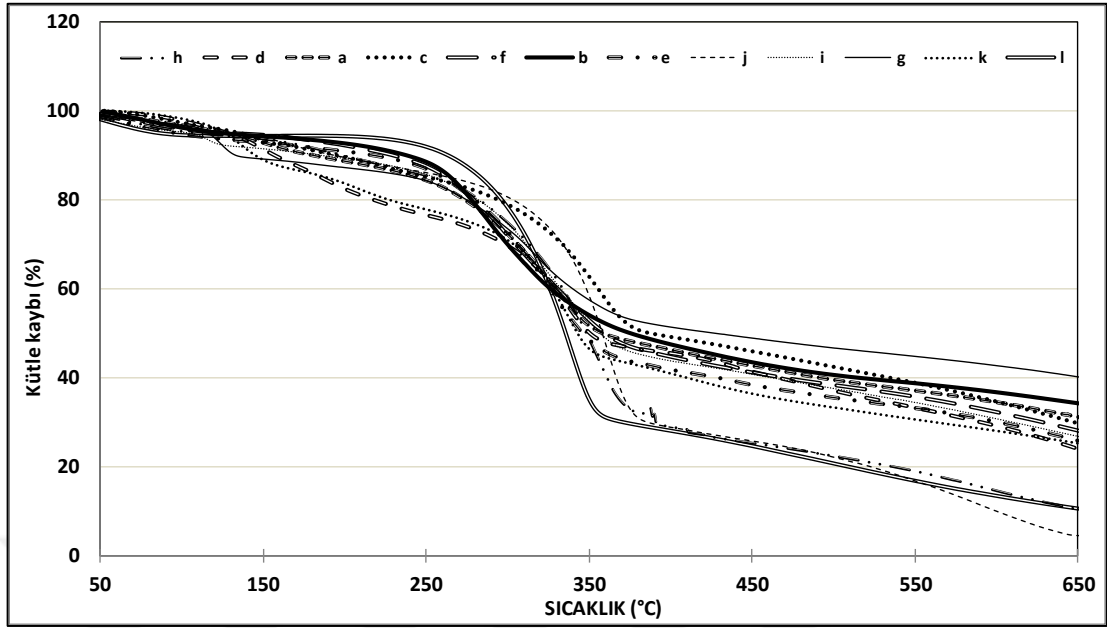
4.5.7. Termal analiz

BS'nin sıcaklık değişimine karşı kütlesindeki azalma ölçülmüş ve termal analiz eğrisi Şekil 4.15'te sunulmuştur. BS'nin sıcaklıkla bozunma eğrisinin bitkisel selüloz ile benzer olduğu ve eğrilerin literatürde bulunan diğer çalışmalarda da görülen (Cheng ve ark., 2009; Martins ve ark., 2009; De Souza ve ark. 2013; Mohammadakikaazemi ve ark., 2015; Schröpfer ve ark., 2015) 0-100°C , 200-250°C ve 360-390°C olmak üzere üç bölgeye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15). İlk bölgede sıcaklık artışına bağlı olarak örneklerde absorbe suyun buharlaşması nedeniyle hafif bir ağırlık kaybı meydana gelmekte (Yang ve Chen, 2005; Cheng ve ark., 2009; De Souza ve ark., 2013; Mohammadkazemi ve ark., 2015), 200-250°C arasındaki sıcaklıklarda ikinci bir ağırlık kaybı, hidroksil ve metil hidroksil gruplar gibi küçük molekül ağırlıklı parçaların uzaklaşmasından kaynaklanmakta (Yang ve Chen, 2005; Cheng ve ark., 2009; Mohammadkazemi ve ark., 2015), 360-390°C arasında meydana gelen önemli ağırlık kaybı (%70-80) ise polimerik zincirler ve piran yapılarının bozunumundan ileri gelmektedir (Cheng ve ark., 2009; Vazquez ve ark., 2013).

Çizelge 4.18'de BS örneklerinin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık ve % kütle kaybı değerleri verilmiştir. DTG_{max} bozunma esnasında en keskin ağırlık kaybı eğimini (°/°C) ifade etmekte olup bu değer BS'ler için 228-359°C arasında, bitkisel selüloz için

ise 331°C olarak belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında saf selüloz ve Whatman kağıdı için bu değerlerin 330-350°C civarında, Nata de Coco'dan elde edilen BS'nin 330-370°C arasında, kağıt yapımında kullanılan *Acetobacter xylinum* kültüründe üretilen BS'nin 370°C (Halib ve ark., 2012), ambalaj kağıdı için 350°C (Soares ve ark., 1995), arpa sapından elde edilen bitkisel selülozun ise 333°C (Sun ve., 2005) olduğu belirtilmiştir. Termal bozunum esnasında BS kütlesinin yarısının kaybolduğu sıcaklık değerini ifade eden T₅₀ değerleri de 342-405°C olarak ölçülmüştür. 650°C'deki kütle kayıpları ise %60-95 aralığında bulunmuştur. Bitkisel selülozun ise DTG_{max} değeri 335°C, T₅₀ değerinin 335°C ve kütle kaybı ise %90 olarak belirlenmiştir. BS'ler arasında 650°C'de kütle kaybının en düşük olduğu BS %60 ile elma kabuğundan elde edilen BS olduğu, bunu sırasıyla limon ve salatalık kabuğundna elde edilen BS'lerin takip ettiği belirlenmiştir. T₅₀ değerleri arasında en yüksek sıcaklık değerine sırasıyla elma, mandalina ve limon kabuklarından elde edilen BS'nin sahip olduğu, en yüksek degradasyon sıcaklıklarına ise sırasıyla greyfurt, mandalina ve ayva kabuklarından elde edilen BS'lerin sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar bu değerlere göre yorumlandığında; BS'lerin termal stabilitesinin bitkisel selüloz örneğinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

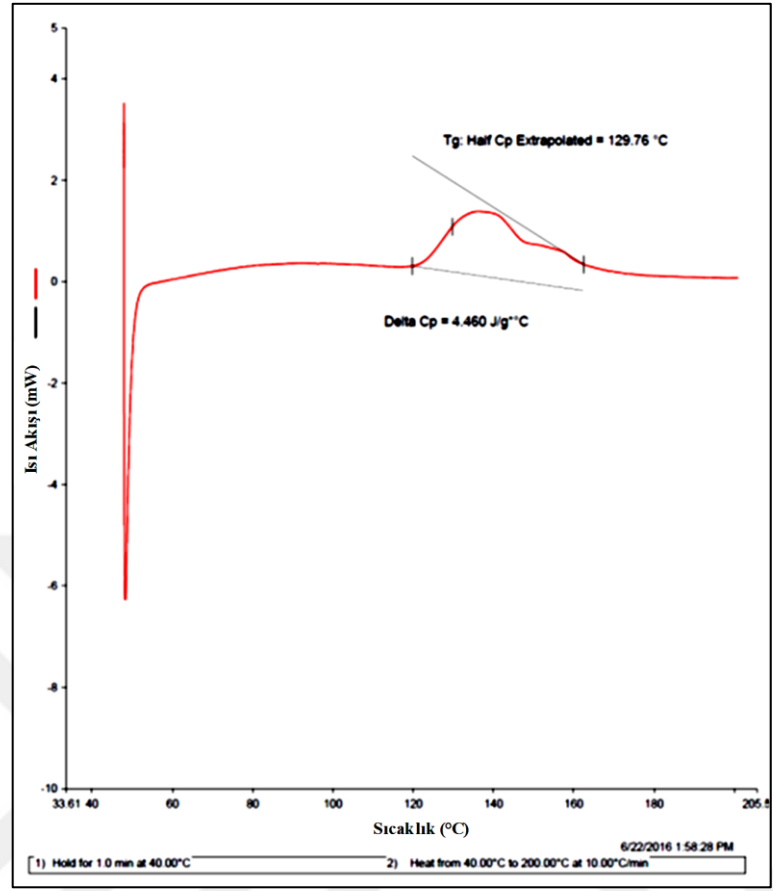
Greyfurt kabuğundan elde edilen BS'nin yüksek su tutma kapasitesi, termal stabilitesi ve kristalinitesi gibi özelliklerinin olması, Türkiye'nin dünya greyfurt üretiminde 6. sırada yer alması ve meyve üretim ve tüketimi nedeniyle ortaya çıkan atık miktarı göz önüne alındığında, greyfurt kabukları BS üretiminde önemli bir kaynak olabileceğinden, elde edilen BS ayrıca Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) ile de incelenmiş DSC eğrisi Şekil 4.16'da verilmiştir. DSC termogramı, 30-135°C arasında meydana gelen endotermik olayları ifade etmektedir. Bu olay su ve hidroksil drupları arasındaki etkileşime bağlı olarak selülozik malzemeler için karakteristiktir (Oliveira ve ark., 2015). Greyfurt kabuğundan elde edilen BS'nin camsı geçiş sıcaklığı (T_g) 129.76°C, entalpisi 67.80 J/g olarak belirlenmiş olup BS'nin camsı geçiş sıcaklığı literatürde belirlenen değerlere kıyasla daha yüksek olduğu (Pineda ve ark., 2007; Costa ve ark., 2011; Johari ve ark., 2012; Fan ve ark., 2016; Auta ve ark., 2017) belirlenmiş olup bu değerlerin daha yüksek olması, selüloz zincirleri arası etkileşimin daha yoğun olmasından (Johari ve ark., 2012) kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.15. BS'lerin TGA eğrileri (a)Salatalık, (b) Limon, (c) Mandalina, (d) Kivi, (e) Kavun, (f) Domates, (g) Elma, (h) Ayva, (i) Portakal, (j) Greyfurt, (k) Besiyeri, (l) Bitkisel selüloz (buğday sapı)

Çizelge 4.18. BS'lerin TGA değerlerine ilişkin sıcaklık değerleri

TGA	T _{%50} (°C)	DTG _{max} (°C)	(%) Kütle Kaybı (650°C)
Salatalık	357	328	69
Limon	374	228	66
Mandalina	378	354	70
Kivi	350	335	76
Kavun	343	324	75
Domates	359	301	72
Elma	405	317	60
Ayva	347	353	90
Portakal	354	322	73
Greyfurt	357	359	95
HS Besiyeri	342	333	75
Bitkisel Selüloz	335	335	90



Şekil 4.16. Greyfurt kabuğundan elde edilen BS'nin DSC eğrisi

5. SONUÇ

Bu çalışmada, önemli bir ekonomik değeri olmayan kabuk gibi meyve ve sebze atıklarının; gerek gıda endüstrisinde, gerekse diğer endüstri kollarında (kozmetik, eczacılık, parfümeri ve kimya endüstrisi) kullanılabilecek, önemli oranda katma değeri yüksek bileşiklerin üretimi için zengin bir kaynak olduğu gösterilmiştir. İncelenen kabuklar arasında, limon kabuğunun en fazla askorbik asit içeriğine sahip olduğu saptanmış, nar kabuğunun ise toplam monomerik antosiyanin, flavonoid, fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri açısından diğer kabuklara kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca nar, ayva ve elma kabuklarının içerdiği yüksek oranda fenolik madde, askorbik asit, monomerik antosiyanin ve flavonoid, söz konusu kabukların antioksidan aktivitesini önemli derecede arttırmıştır. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda %25'lik ve %50'lik etanol konsantrasyonları, denenilen diğer etanol konsantrasyonlarına göre daha başarılı bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışma ile incelenen kabuklar arasında nar kabuğunun, diğer kabuklara göre gıdalarda kullanılabilecek doğal antioksidanların ucuz ve güvenilir kaynağı olan fenolik bileşenlerin elde edilmesi için önemli bir potansiyel kaynak olduğu bulunmuştur.

İncelenen meyve ve sebze kabuklarından; yüksek verim ve esterleşme derecelerine sahip pektinler elde edilmiştir. Elde edilen pektinlerin tamamının yüksek esterleşme derecesine, yüksek su tutma kapasitesine sahip olması ve jel özelliklerinin iyi olması nedeniyle, ticari olarak gıdalarda kullanım potansiyeline sahiptir. En fazla pektin verimi, beklendiği üzere turuncgil ve elma kabuklarından elde edilmiş bunu kivi, nar ve kavun kabukları takip etmiştir. Turuncgil ve elma kabuklarının yanında kivi, nar ve kavun kabuklarının da potansiyel pektin kaynağı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Özellikle kavunun Türkiye'deki üretim ve tüketim potansiyeli düşünüldüğünde hammadde temini açısından önemli avantaj sahip olabileceği sonucuna varılmıştır.

BS üretimi amacıyla pek çok meyve ve sebze atıklarının kaynak olarak kullanılabileceği, evsel sirkeden izole edilen *K. hansenii* GA2016'nın yüksek verimle BS ürettiği ve elde edilen BS'nin yüksek su tutma kapasitesi, yüksek termal kararlılığa ve kristaliniteye sahip olduğu ve BS'ye özgü ince liflere sahip olduğu bulunmuştur. Meyve ve sebze kabukları karşılaştırıldığında, en yüksek BS üretimine sırasıyla kivi ve

ayvanın sahip olduğu, elde edilen BS'ler içerisinde en yüksek su tutma kapasitesine sırasıyla ayva ve limon kabuk BS'lerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Greyfurt, mandalina ve ayva kabuklarından elde edilen BS örneklerinin DTG_{max} değerlerinin diğ er selüloz örneklerine kıyasla daha yüksek değ erlere sahip olması, polimerlerin daha yüksek sıcaklıklarda bozunmaya başladığını, dolayısıyla daha yüksek termal kararlığa sahip olduğunu göstermektedir. BS'lerin kristalinite dereceleri karşılaştırıldığında ise mandalina kabuklarından elde edilen BS hariç tüm BS'lerin HS besiyerinde üretilen BS'den ve tüm BS'lerin kristal boyutlarının HS besiyerinde üretilen BS'den daha küçük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca saf olarak üretimi ve üretim sırasında çevreye zararlı kimyasal maddeler kullanılmaması gibi bitkisel selüloza göre BS'nin pek çok avantajı bulunmaktadır.

Meyve ve sebze kabukları, çekirdekleri, kök ve yaprakları gibi meyve ve sebze atıkları çoğunlukla atılmakta, bu durum gıda ve tarım sektöründe ciddi bir atık problemi oluşturmaktadır. Bu çalışma sonucunda ekonomik değ eri düşük olan çeşitli meyve ve sebze kabuklarının fitokimyasal maddeler, şeker ve polisakkarit üretimi sağlanmış bu sayede atıkların hem bahsi geçen olumsuz etkilerinin bertaraf edilebileceğ i hem de gıda ve diğ er sanayi kollarında değ erlendirilebilir forma dönüştürülerek atıklardan ekonomik değ er fayda sağlanabileceğ i sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen veriler, yapılan literatür taramalarında tespit edilen boşlukların doldurulmasına katkı sağlamıştır.

BS'nin diğ er pek çok polimere göre üstün fizikokimyasal özellikleri ve serum kolesterol, kan yağ seviyesini azaltıcı ve sindirimi düzenleyici gibi sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı gıda sanayinde kullanım potansiyeli de yüksektir. Çalışmanın sonuçları endüstriyel boyuta taşındığında, atıkların fitokimyasal maddeler, BS ve pektin gibi polisakkarit üretiminde kullanılmasıyla, daha uygun bir şekilde ortadan kaldırılması, çevresel problemlerin önüne geçilmesi ve atıkların çok yönlü değ erlendirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca önemli bir ekonomik değ eri olmayan bu atıklardan katma değ eri yüksek fitokimyasal bileşiklerin ve polisakkaritlerin elde edilmesiyle, farklı alanlarda istihdam ve kalkınmaya destek sağlanması gibi ülke ekonomisine de katkı sağlanacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Acquistucci, R., Bucci, R., Magri, A.D. ve Magri, A.R., 1991. Evaluation of the moisture and ash contents in wheat mills by multistep programmed thermogravimetry. *Thermochimica Acta*, 188 (1), 51-62.
- Açıkgöz, Ç. ve Poyraz, Z., 2006. Extraction and characterization of pectin obtained from quince (*Cydonia vulgaris pers.*). *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12, 27-34.
- Agarwal, M., Kumar, K., Gupta, G. ve Upadhyaya, S., 2012. Extraction of Polyphenol, Flavonoid from *Emblica officinalis*, *Citrus limon*, *Cucumis sativus* and Evaluation of their Antioxidant Activity. *Oriental Journal of Chemistry*, 28(2), 993-998.
- Ahamad, M.N., Saleemullah, M., Shah, H.U., Khalil, I.A. ve Saljoqi, A.U.R., 2007. Determination of beta carotene content in fresh vegetables using high performance liquid chromatography. *Sarhad J. Agric.*, 23(3), 767-770.
- Ahmad, N. H., Shuhaimi M. ve Man, Y. B. C., 2015. Microbial polysaccharides and their modification approaches: a review. *International Journal of Food Properties*, 18, 332-347.
- Aina, V.O., Barau, M.M., Mamman, O.A., Zakari, A., Haruna, H., Hauwa Umar, M.S. ve Abba, Y. B., 2012. Extraction and characterization of pectin from peels of lemon (*Citrus limon*), grape fruit (*Citrus paradise*) and sweet orange (*Citrus sinensis*). *British Journal of Pharmacology and Toxicology* 3(6), 259-262.
- Ajmal, M., Rao, R.A.K., Ahmad, R. ve Ahmad, J., 2000. Adsorption studies on *Citrus reticulata* (fruit peel of orange): removal and recovery of Ni(II) from electroplating wastewater, *J. Hazard. Mater.*, 79,117-131.
- Akpınar, Ö., 2003. Production of ethanol from cellulosic materials. *Sürdürülebilir Kalkınma için Biyoteknoloji Çalıştayı*, Ekim 21-24, Ege Üniversitesi Bilim-Teknoloji ve Araştırma Merkezi (EBİLTEM) ve TÜBİTAK, İzmir.
- Ali, J., Abid, H. ve Hussain, A., 2010. Study of some macronutrients composition in peels of different citrus fruits grown in NWFP. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 32(1), 83-86.
- Alkaya, E., Ergüder T.H. ve Demirer, G.N., 2010. Effect of operational parameters on anaerobic co-digestion of dairy cattle manure and agricultural residues: A case study for the Kahramanmaraş region in Turkey. *Engineering in Life Sciences*, 10(6), 552-559.
- Al-Saadi, N.H.M., Ahmad, N.S. ve, Saeed, S.E., 2009. Determination of some chemical compounds and the effect of oil extract from orange peel on some pathogens. *Journal of Kerbala University*, 7(2), 33-39.
- Altuğ, T. ve Ova, G., Demirbağ, K., Elmacı, Y., Zorba, M., Bahar, B., Gür, E. ve Uysal V., 2009. *Gıda Katkı Maddeleri*, Ed.; Altuğ, T., Sıdaş Yayıncılık, İzmir, Türkiye, 206-209.
- Anonim, 2014a. Peel (fruit). [http://en.wikipedia.org/wiki/Peel_\(fruit\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Peel_(fruit)) (18.10.2014).
- Anonim, 2014b. Fruit peel nutrition facts. <http://www.nutrition-and-you.com/fruit-peel.html> (19.10.2014).
- Anonim, 2014c. Avrupa birliğinin çevre politikası, <http://www.ab.gov.tr/index.php?p=92&l=1> (22.10.2014).

- Anonim, 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2015.
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18706> (16.08.2016).
- Anonim, 2016b. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2015 yılı bitkisel üretim verileri. <http://faostat3.fao.org/home/E> (12.08.2016).
- Anonim, 2016c. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2958?fgcd=&manu=&lfacet=&format=Full&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=11205> (16.08.2016).
- Anonim, 2016d. Genu pectin book.
<http://www.cfs.purdue.edu/fn/fn453/GENU%20Pectin%20Book%202005-10.pdf> (20.10.2016).
- Anonim, 2017a. Mandalina çeşitleri.
http://www.turuncgiller.com/turuncgil_mandalina_cesitleri.htm (20.04.2017).
- Anonim, 2017b. Bertaraf yöntemlerine göre belediye atık miktarı. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara (02.05.2017).
- AOAC, 1997. Furfural in distile liquors (960.16). AOAC official methods of analysis, Arlington, VA: Association of official chemists, Inc.
- Ardekani, M.R.S., Hajimahmoodi, M., Oveisi, M.R., Sadeghi, N., Jannat, B., Ranjbar, A.M., Gholam, N. ve Moridi, T., 2011. Comparative antioxidant activity and total flavonoid content of persian pomegranate (*Punica granatum* l.) Cultivars. Iran J. Pharm. Res., 10, 519-524.
- Ark, M., 2009. Sodyum pompası, endojen kardiyak glikozitler ve bazı hastalıkların patofizyolojisindeki rolleri. Mersin Üniv. Sağlık Bilim Dergisi, 2(3), 1-6.
- Asai, T. 1935. Taxonomic studies on acetic acid bacteria and allied oxidative bacteria isolated from fruits. A new classification of the oxidative bacteria. Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan, 11, 674-708.
- Ashoush, I.S. ve Gadallah, M.G.E., 2011. Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in biscuit. World Journal of Dairy & Food Sciences, 6 (1), 35-42.
- Auta, R., Adamus, G., Kwiecien, M., Radecka, I. ve Hooley, P., 2017. Production and characterization of bacterial cellulose before and after enzymatic hydrolysis. Afr. J. Biotechnol., 16(10), 470-482.
- Aydın, Y.A. ve Aksoy, N.D., 2014. Isolation and characterization of an efficient bacterial cellulose producer strain in agitated culture: *Gluconacetobacter hansenii* P2A. Applied Microbiology and Biotechnology, 98(3), 1065-1075.
- Aydıncak, K., 2012. Hidrotermal Karbonizasyon Yöntemiyle Gerçek Ve Model Biyokütlelerden Karbon Nanoküre Sentezi ve Karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara.
- Azad, A. K. M., Ali, M. A., Akter, S., Rahman, J. ve Ahmed, M., 2014. Isolation and characterization of pectin extracted from lemon pomace during ripening. Journal of Food and Nutrition Sciences, 2(2), 30-35.
- Backdahl, H., Helenius, G., Bodin, A., Nannmark, U., Johansson, B.R., Risberg, B. ve Gatenholm, P., 2006. Mechanical properties of bacterial cellulose and interactions with smooth muscle cells. Biomaterials 27, 2141-2149.
- Bae, S., Shoda ve M., 2004. Bacterial cellulose production by fed- -batch fermentation in molasses medium, Biotechnol. Progr. 20, 1366-1371.
- Bae, S., Sugano, Y. ve Shoda, M., 2004. Improvement of bacterial cellulose production by addition of agar in a jar fermentor, J. Biosci. Bioeng. 97, 33-38.

- Bae, S. ve Shoda, M., 2005. Production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* BPR2001 using molasses medium in a jar fermentor. Appl. Microbiol. Biotechnol. 67, 45–51.
- Bagherian, H., Ashtiani, F.Z., Fouladitajar, A. ve Mohtashamy, M., 2011. Comparisons between conventional, microwave- and ultrasound- asisted methods for extraction of pectin from grapefruit. Chemical Engineering and Processing, 50, 1237-1243.
- Balch, J.F. ve Balch, P.A., 1997. Pre scription for Nutritional Healin g. 2nd edition, Avery Publication, USA, 5-9.
- Baldi, A., Rosen, R.T., Fukuda, E.K. ve Ho, C.T., Identification of nonvolatile components in lemon peel by high-performance liquid-chromatography with confirmation by mass-spectrometry anddiode-array detection. Journal of Chromatography, 718(1), 89-97.
- Basu, S., Shivhare ve U.S., Muley, S., 2013. Moisture adsorption isotherms and glass transition temperature of pectin. J Food Sci Technol., 50(3), 585-589.
- Başer, H.C., 1997. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin İlaç ve Alkollü İçki Sanayilerinde Kullanımı, İTO Yayın No: 1997-39, 113 s., İstanbul.
- Baysal, T. ve Yıldız, H., 2003. Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. Gıda Mühendisliği Dergisi, 7(14), 29-35.
- Beijerinck, M.V. 1898. Ueber die arten der essigbakterien. Zentralblatt fur bakteriologie, parasitenkunde, infektionskranheiten and hygiene 2Abt., 4, pp. 209-216.
- Béjar, V., Llamas, I. ve Calvo, C., 1998. Quesada, E. Characterization of exopolysaccharides prod uced by 19 halophilic strains of the species *Halomonas eurihalina*. Journal of Biotechnology, 61, 135–141.
- Bekers, M., Upite, D., Kaminska, E., Laukevics, J., Grube, M., Vigants, A. ve Linde, R., 2005. Stability of levan produced by *Zymomonas mobilis*. Process Biochemistry, 40, 1535–1539.
- Belitz, H. D., Grosch, W. ve Schieberle, P., 2004. Food Chemistry. Springer Verlag, 1070p, Germany.
- Bendich, A.J., 1989. Carotenoids and the immune response. J Nutr., 119(1), 112-115.
- Benzie, I.F.F. ve Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239, 70–76.
- Besson, V., 2014. Cinnamon apple pectins: structural and rheological properties. Journal of Food Studies, 3(1), 1-14.
- Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M. ve Kalinowska, H. 2000. Bacterial Cellulose. In: Steinbuchel A (Ed), Biopolymers: Polysaccharides I., Vol.7, pp. 37-90. Wiley-VCH Verlag GmbH, Munster, Germany.
- Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M. ve Kalinowska, H., 2005. Bacterial Cellulose. In: Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry, A. Steinbüchel, S.K. Rhee (Eds.), Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, pp. 31–85.
- Blast, 2017. Basic local alignment search tool. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/> (10.01.2017).
- Bocco, A., Cuvelier, M.E., Richard, H. ve Berset, C., 1998. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. Agric. Food Chem., 46, 2123-2129.

- Bors, W. ve Saran, M., 1987. Radical scavenging by flavonoid antioxidants. *Free Radic Res Commun.* 2(4-6), 289-94.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248-254.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. ve Berset, C., 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Bravo, L., 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev.*, 56, 317-333.
- Brock, T.D. ve Madigan, M.T., 1994. *Biology of Microorganisms*, Seventh Edition, pp. 899, Prenice-Hall International Inc.
- Brown, A.J. 1986. An acetic ferment which forms cellulose. *J.Chem. Soc.*, 49, 432-439.
- Brown, R.M., 2004. Cellulose Structure and biosynthesis: What is in store for the 21th century. *J Poly Sci: Part A: Polymer Chem.*, 42, 487-495.
- Brown, R.M.J. ve Saxena, I.M., 2007. *Cellulose: Molecular and structural biology*, Springer, ISBN 978-1-4020-5332-0, New York, NY.
- Brown, E.E., 2007. *Bacterial Cellulose/Thermoplastic Polymer Nanocomposites*. Master Of Science In Chemical Engineering, Washington State University, Department of Chemical Engineering, USA.
- Buchholt, H.C., Christensen, T.M.I.E., Fallesen, B., Ralet, M.C. ve Thibault, J.F., 2004. Preparation and properties of enzymatically and chemically modified sugar beet pectin. *Carbohydr. Polym.*, 58, 149-161.
- Bulut, M. ve Erkan, Ç.L., 2001. The synthesis of novel crown ethers, partix, 3-phenyl chromenone-crown ethers. *J.Heterocyclic Chem.*, 38 (6), 1291-1295.
- Burney, O.T., Davis, A.S. ve Jacobs, D.F., 2012. Phenology of foliar and volatile terpenoid production for *Thuja plicata* families under differential nutrient availability. *Environmental and Experimental Botany*, 77, 44-52.
- Cam, M., ve Aaby, K., 2010. Optimization of extraction of apple pomace phenolics with water by response surface methodology, *J. Agric. Food Chem.* 58, 9101-9111.
- Canan, İ., Gündoğdu, M., Seday, U., Oluk, C.A., Karaşahin, Z., Eroğlu, Ç.E., Yazıcı, E. ve Ünlü, M., 2016. Determination of antioxidant, total phenolic, total carotenoid, lycopene, ascorbic acid and sugar contents of citrus species and mandarin hybrids. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 894-899
- Canbaş, A., 1983. Şaraplarda Fenol Bileşikleri ve Bunların Analiz Yöntemleri. Tekel Enstitüleri, Yayın No: Tekel 279 EM/003, İstanbul.
- Canettieri, E.V., Moraes Rocho, G.J., Carvalho Jr., K. A. ve Almeida de Silva, J. B., 2007. Optimization of acid hydrolysis from the hemicellulosic fraction of *Eucalyptus grandis* residue using response surface methodology. *Bioresource Technology* 98(2), 422-428.
- Cannon, R.E. ve Anderson, S.M., 1991. Biogenesis of bacterial cellulose. *Critical Reviews in Microbiology*, 17(6), 435-447.
- Cardon, D., 2007. *Natural dyes - sources, tradition, technology and science*. Archetype Publications Ltd., London.
- Carreira, P., Mendes, J.A., Trovatti, E., Serafim, L.S., Freire, C.S., Silvestre, A.J. ve Neto, C.P., 2011. Utilization of residues from agro-forest industries in the production of high value bacterial cellulose. *Bioresour. Technol.* 102, 7354-7360.

- Carrera, S., Mitjavila, S. ve Derache, R., 1973. Effect of tannic acid on the digestive availability of vit. B12 in rats. *Ann Nutr Aliment.*, 27(2), 73-82.
- Castro, C., Zuluaga, R., Álvarez, C., Putaux, J.-L., Caro, G. ve Rojas, O. J., 2012. Bacterial cellulose produced by a new acid-resistant strain of *Gluconacetobacter* genus. *Carbohydrate Polymers*, 89(4), 1033–1037.
- Celestino, K.R., Cunha, R.B. ve Felix, C.R., 2006. Characterization of a β -glucanase produced by *Rhizopus microsporus* var. *Microsporus*, and its potential for application in the brewing industry. *BMC Biochemistry* 7(23), 1-9.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi , Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No :6 Ankara, 343-347.
- Cemeroğlu, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. İkinci Baskı, 2 cilt, Ankara.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, 480 s., Ankara.
- Chae, S., Kim, J.S., Kang, K.A., Bu, H.D., Lee, Y., Hyun, J.W. ve Kang, S.S., 2004. Antioxidant activity of Jionoside D from *Clerodendron trichotomun*. *Biol Pharm. Bull*, 27, 1504-1508.
- Chaichi, M.J., Karami, A.R., Shockravi, A. ve Shamsipur, M., 2003. Chemiluminescence characteristics of coumarin derivatives as blue fluorophores in peroxyoxalate– hydrogen peroxide system. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 59(6), 1145-1150.
- Chang, C.C., Yang M.H., Wen, H.M. ve Chern, J.C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food Drug Anal.*, 10, 178-182.
- Chao, Y., Ishida, T., Sugano, Y. ve Shoda, M., 2000. Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* in a 50L internal-loop airlift reactor, *Biotechnol. Bioeng.* 68, 345–352.
- Chaovanalikit, A. ve Wrolstad, R.E., 2004. Anthocyanin and polyphenolic composition of fresh and processed cherries. *J. Food Sci.*, 69(1), 73-83.
- Charpentier, P.A., Maguire, A. ve Wan, W.K., 2006. Surface modification of polyester to produce bacterial cellulose-based vascular prosthetic device. *Applied Surface Science*, 252, 6360-6367.
- Chau, C., Yang, P., Yu, C. ve Yen, G., 2008. Investigation on the lipid-and cholesterol lowering abilities of biocellulose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(6), 2291-2295.
- Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase, S.A. ve Singhal, R.S., 2009. Microbial cellulose: fermentative production and applications. *Food Technology Biotechnology* 47(2), 107–124.
- Cheigh, C.I., Chung, E.Y. ve Chung, M.S., 2012. Enhanced extraction of flavanones hesperidin and narirutin from *Citrus unshiu* peel using subcritical water. *J. Food Eng.*, 110, 472–477.
- Chen, L., Hong, F., Yang, X.X. ve Han, S.F., 2012. Biotransformation of wheat straw to bacterial cellulose and its mechanism. *Bioresour. Technol.* 135, 464–468.
- Cheng, K.C., Catchmark, J.M. ve Demirci, A., 2009. Effect of different additives on bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* and analysis of material property. *Cellulose* 16, 1033-1045.
- Cho, S. ve Almeida, N., 2012. Dietary fiber and health. CRC Press, 557p, Florida, USA.

- Chouly, C., Colquhoun, I.J. ve Jodele, A., 1995. NMR studies of succinoglycan repeating-unit octasaccharides from *Rhizobium meliloti* and *Agrobacterium radiobacter*. *Int. J. Bio. Macromol.*, 17 (6), 357-363.
- Chung, K. T., Wei, C. I. ve Johnson, M.G., 1998. Are tanens a double-edged sword in biology and health *Trends in Food Sci and Tech.* 9, 168-175.
- Chung, K. T., Wong, T. Y., Wei, C. I., Huang, Y. W. ve Lin, Y., 1998. Tanens and human Health: a Review in *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*38(6), 421-468.
- Cihaner, S.S., 2009. İndol-Amino Asit Türevi Yeni İlaç Etken Maddelerinin Sentezleri ve Biyolojik Aktivitelerinin Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Combo, A.M.M., Aguedo, M., Quiévy, N., Danthine, S., Goffin, D., Jacquet, N., Blecker, C., Devaux, J. ve Paquot, M., 2013. Characterization of sugar beet pectic-derived oligosaccharides obtained by enzymatic hydrolysis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 52,148-156.
- Correa, M.J., Añón, M.C., Pérez, G.T. ve Ferrero, C., 2010. Effect of modified celluloses on dough rheology and microstructure. *Food Research International* 43, 780-787.
- Costa, L.M.M., Olyveira, G.M., Basmaji, P. ve Filho, L.X, 2011. Bacterial cellulose towards functional green composites materials. *Journal of Bionanoscience*, 5, 167-172.
- Crescenzi, V., Dentini, M. ve Coviello, T., 1991. Solution and gelling properties of polysaccharides. *Polyelectrolytes*, 41, 61-71.
- Crupi, M.L., Costa, R., Dugo, P., Dugo, G. ve Mondello, L., 2007. A comprehensive study on the chemical composition and aromatic characteristics of lemon liquor. *Food Chem.* 105, 771–783.
- Cuttler, R.G., ve Pryor, W.A., 1984. In free radical in biology. *Free Radicals in Biology*, 6, 371-423.
- Czaja, W., Romanovicz, D. ve Brown J.R.M., 2004. Structural investigation of microbial cellulose produced in stationary and agitated culture, *Cellulose*, 11, 403-411.
- Czaja, W., Krystynowicz, A., Bielecki, S. ve Brown J.R.M., 2006. Microbial cellulose-the natural power to heal wounds. *Biomaterials*, 27, 145-151.
- Çakar, F., Özer, İ., Aytekin, A. O. ve Şahin, F., 2014. Improvement production of bacterial cellulose by semi-continuous process in molasses medium. *Carbohydr Polym.*, 106,7-13.
- Çakmakçı, M. L., Karahan, A. G., Çakır, İ., Gündoğdu, A. ve Akoğlu, A., 2008. Selüloz üretiminde kullanılacak mikroorganizmaların izolasyonu, moleküler tanısı ve mikrobiyel selülozun gıda sanayinde kullanım olanaklarının araştırılması. TÜBİTAK TOVAG 105O156 nolu proje raporu.
- Çelik, G.Y., Aslım, B. ve Beyatlı, Y., 2008. Characterization and production of the exopolysaccharide (EPS) from *Pseudomonas aeruginosa* G1 and *Pseudomonas putida* G12 strains. *Carbohydrate Polymers*, 73, 178–182.
- Çoban, E.P. ve Bıyık, H.H., 2008. Asetik asit bakterilerinden elde edilen alternatif selüloz. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 6(2), 19-26.
- Dahman, Y., 2009. Nanostructured biomaterials and biocomposites from bacterial cellulose nanofibers. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 9, 5105-5122.

- Dai, G.H., Andary, C., Mondolot, L. ve Boubals, D. 1995. Involment of phenolic compounds in the resistance of grapevine callus to Downy mildew (*Plasmopara viticola*). E. J. Plant Pathol., 101, 541-547.
- Dang, R.L., 1968. Better utilization of galgal. Indian Food Packer, 22 (6), 16–24.
- Dave, R. I. ve Shah, N. P., 1997. Effectiveness of ascorbic acid as an oxygen scavenger in improving viability of probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. International Dairy Journal, 7, 435-443.
- David, N.S.,1996. Chemical modification of lignocellulosic materials: Chemical structures of cellulose, hemicelluloses and lignin, Marcel Dekker. Inc., New York, USA.
- Dayal, M. S., Goswami, N., Sahai, A., Jain, V., Mathur, G. ve Mathur, A., 2013. Effect of media components on cell growth and bacterial cellulose production from *Acetobacter aceti* MTCC 2623. Carbohyd Polym., 94, 12-16.
- De Ley, J., Swings, J. ve Gossele, F., 1984. Genus I. *Acetobacter* Beijerinck 1898, 215AL. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology,1, 268–274.
- De Souza, C.F., Lucyszyn, N., Woehl, M.A., Riegel-Vidotti, I.C., Borsali, R. ve Sierakowski, M.R., 2013. Property evaluations of dry-cast reconstituted bacterial cellulose/tamarind xyloglucan biocomposites. Carbohydrate Polymers, 93, 144-153.
- Dellaglio, F., Cleenwerck, I., Felis, G. E., Engelbeen, K., Janssens, D. ve Marzotto, M., 2005. Description of *Gluconacetobacter swingsii* sp. nov. and *Gluconacetobacter rhaeticus* sp. nov., isolated from Italian apple fruit. Int J Syst Evol Microbiol., 55, 2365-2370.
- Dent, M., Dragovi, D., Peni, M., Brncic, M., Bosiljkov, T. ve Levaj, B., 2013. The effect of extraction solvents, temperature and time on the composition and mass fraction of polyphenols in dalmatian wild sage (*Salvia officinalis* l.) extracts. Food Technol. Biotechnol., 51(1), 84-91.
- Deschner, E. E., Ruperto, J., Wong, G. ve Newmark, H. L., 1991. Quercetin and rutin as inhibitors of azoxymethanol-induced colonic neoplasia. Carcinogenesis, 7, 1193-1198.
- Diankov, S., Karsheva, M. ve Hinkov, I., 2011. Extraction of natural antioxidants from lemon peels. Kinetics and antioxidant capacity. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 46(3), 315-319.
- Dinda, B., Roy, Chowdhury, R. ve Mohanta, B.C., 2009. Naturally occurring iridoids, secoiridoids and their bioactivity. An updated review, Chem. Pharm. Bull. 57 (8), 765-796.
- Dong, X.M., Kimura, T., Revol, J.F. ve Gray, D.G., 1996. Effects of ionic strength on the isotropic–chiral nematic phase transition of suspensions of cellulose crystallites, Langmuir, 12(8), 2076-2082.
- Dongmo, S., Witt, J. ve Wittstock, G., 2015. Electropolymerization of quinone-polymers onto grafted quinone monolayers: a route towards non-passivating, catalytically active film. Electrochimica Acta, 155, 474-482.
- Dongowski, G., Walzel, E., Ozierenski, B., Stark, C., Kroll, J. ve Lorenz, A., 1997. Effects of pectin and oligogalacturonic acids on excretion and incorporation of lead in subchronic lead exposed rats. In: Hartemink R. editor. Non-digestible oligosaccharides: healthy food for the colon? Graduate School VLAG, Wageningen, 151 p., Netherlands.

- Drysdale, G. S. and Fleet ve G. H. 1988. Acetic acid bacteria in winemaking: a review. *Am. J. Enol. Vitic.* 39(2), 143-154.
- Duan, X.J., Zhang, W.W., Li, X.M. ve Wang, B.G., 2006. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chem.*, 95, 37-43.
- Dugo, P., Presti, M.L., Ohman, M., Fazio, A., Dugo, G., Mondello, L. ve Sep. J., 2005. Determination of flavonoids in citrus juices by micro-HPLC-ESI/MS. *J Sep Sci.*, 28(11), 1149-1156.
- Duxbury, D., 2004. Phase transitions in foods: basic science for the modern scientist. *Food Technol.* 58(8),78-80.
- Dündar, Y., 2001. Fitokimyasallar ve sağlıklı yaşam. *Kocatepe Tıp Dergisi.* 2, 131-138
- Ekşi, A., Babaoğlu, M., Artık, N., Sanin, S., Şahin, A., Mert, İ., Numanoğlu, N., Emil, D., Örucü, Y. ve Maraş, N., 2009. Sürdürülebilir Çevre. *Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu*, Elma Teknik Basım, Ankara.
- Elbadrawy, E. ve Sello, A., 2016. Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, 1010-1018.
- Ele-Ekouna, J.P., Pau-Roblot, C., Courtois, B. ve Courtois, J., 2011. Chemical characterization of pectin from green tea (*Camellia sinensis*) *Carbohydr. Polym.*, 83, 1232-1239
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N. ve Ferchichi, A., 2012. Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *J. Med. Plants. Res.*, 6, 4724-4730.
- El-Nawawi, S.A. ve Heikel, Y.A., 1997. Factors affecting gelation of high-ester citrus pectin. *Process Biochemistry*, 32(5), 381-385.
- El-Said, M.M., Haggag, H.F., El-Din, H.M.F., Gad, A.S. ve Farahat, A.M., 2014. Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts. *Annals of Agricultural Science*, 59(2), 207-212.
- Erdoğan, K., 2007. Tütün Saplarından Ksilooligosakkarit Üretimi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Erge, H.S., 2007. Domateste (*Lycopersicum esculentum*) karotenoid madde dağılımı ve antioksidan aktivite. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, 91s., Ankara.
- Fabio, P., Gomes, B., Silva, N.H.C.S., Trovatti, E., Serafim, L.S., Duarte, M.F., Silvestre, A.J.D., Neto, C.P. ve Freire, C.S.R., 2013. *Biomass and Bioenergy* 55, 205-211.
- Fajardo, A.R., Lopes, L.C., Pereira, A.G.B., Rubira, A.F. ve Muniz, E.C., 2012. Polyelectrolyte complexes based on pectin-NH₂ and chondroitin sulfate. *Carbohydr Polym* 87(3), 1950-1955.
- Falconer, D.J., Mukerjea, R. ve Robyt, J.F., 2011. Biosynthesis of dextrans with different molecular weights by selecting the concentration of *Leuconostoc mesenteroides* B-512FMC dextransucrase, the sucrose concentration, and the temperature. *Carbohydrate Polymers*, 364, 280-284.
- Fan, X., Gao, Y., He, W., Hu, H., Tian, M., Wang, K. ve Pan, S., 2016. Production of nano bacterial cellulose from beverage industrial waste of citrus peel and pomace using *Komagataeibacter xylinus*. *Carbohydrate Polymers*, 151, 1068-1072.
- Fang, L. ve Catchmark, J.M., 2014. Characterization of water-soluble exopolysaccharide from *Gluconacetobacter xylinus* and their impacts on bacterial cellulose crystallization and ribbon assembly. *Cellulose*, 21, 3965-3978.

- Fathordoobady, F., Mirhosseini, H., Selamat, J. ve Manap, M.Y.A., 2016. Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by supercritical fluid extraction and solvent extraction. *Food Chemistry*, 202, 70-80.
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberose, C.I.G., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N. ve Cabras, P., 2007. Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *J. Agr. Food Chem.*, 55, 963-969.
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M.S., 2013. Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 233-265.
- Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M. ve Garcia-Parrilla, M.C., 2008. Antioxidant activity of phenolic compounds: From in vitro results to in vivo evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 649- 671.
- Ferreira, D., Barros, A., Coimbra, M.A. ve Delgadillo, I., 2001. Use of FT-IR spectroscopy to follow the effect of the processing in cell wall polysaccharide extracts of the sun dried pear. *Carbohydrate Polymers* 45(2), 175-182.
- Fidan, A. F. ve Dündar, Y., 2007. *Yucca schidigera* ve içerdiği saponinler ile fenolik bileşiklerinin, hipokolesterolemik ve antioksidan etkileri. *Lalahan Hay. Arast. Ens. Derg.*, 47(2), 31-39.
- Fidrianny, I., Harnovi, M. ve Insanu, M., 2014. Evaluation of antioxidant activities from various extracts of sweet orange peels using DPPH, FRAP assays and correlation with phenolic, flavonoid, carotenoid content. *Asian J Pharm Clin Res.*, 7(3), 186-190.
- Fidrianny, I. ve Sukrasno, A., 2016. Antioxidant activities evaluation of citrus leaves extracts from west java-Indonesia using DPPH and FRAP assays. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(4), 611-618.
- Firmin, J.L., Wilson, K.E., Rossen, L. ve Johnston, A.W.B., 1986. Flavonoid activation of nodulation genes in rhizobium reversed by other compounds present in plants. *Nature*, 324, 90-92.
- Fisher, T., Hajaligol, M., Waymack, B. ve Kellogg, D., 2002. Pyrolysis behavior and kinetics of biomass derived materials. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 62(2), 331-349.
- Fishman, M.L., Coffin, D.r., Onwulata, C.I. ve Konstance, R.P., 2004. Extrusion of pectin and glycerol with various combinations of orange albedo and starch. *Carbohydrate Polymers*, 57(4), 401-413.
- Florea, M., Reeve, B., Abbott, J., Freemont, P.S. ve Ellis, T., 2016. Genome sequence and plasmid transformation of the model highyield bacterial cellulose producer *Gluconacetobacter hansenii* ATCC 53582. *Scientific Reports* 6:23635.
- Food Chemical Codex, 1996. National Academy Press, Washington, USA, 283-286 p.
- Fontana, J.D., de Souza, A.M., Fontana, C.K., Torriani, I.L., Moreschi, J.C., Gallotti, B.J., de Souza, S.J., Narcisco, G.P., Bichara, J.A. ve Farah, L.F.X., 1990. *Acetobacter cellulose pellicle as a temporary skin substitute*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 24, 253-264.
- Fraga, C.G., 2010. *Plant Phenolics and Human Health*. Wiley, 593p., New Jersey.,
- Francheschi, S., Bidoli, E., La Vecchia, C., Talamini, R., D'Avanzo, B. ve Negri, E., 1994. Tomatoes and risk of digestive-tract cancer. *Int J Cancer* 50, 181-184.

- Fraser, P.D., Enfissi, M.A.E. ve Bramley, P.M., 2009. Genetic engineering of carotenoid formation in tomato fruit and the potential application of systems and synthetic biology approaches. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483, 196-204.
- Friedman, M. ve Levin, C., 2009. Analysis and biological activities of potato glycoalkaloids, calystegine alkaloids, phenolic compounds and anthocyanins. In J. Singh, & L. Kaur (Eds.) *Advances in Potato Chemistry and Technology*, pp. 127-161.
- Fuleki, T. ve Francis, F., 1968. Quantitative methods for anthocyanins. *J. Food Science*, 33, 72-83.
- Gao, C., Yan, T., Du, J., He, F., Luo, H. ve Wan, Y., 2014. Introduction of broad spectrum antibacterial properties to bacterial cellulose nanofibers via immobilising ϵ -polylysine nanocoatings. *Food Hydrocolloids*, 36, 204-211.
- Garcia, E.M. ve Barret, D., 2005. Assessing lycopene content in California processing tomatoes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30, 56-70.
- Gardner, K.H. ve Blackwell, J., 1974. Structure of native cellulose. *Biopolymers*, 13, 1975-2001.
- Garmus, T.T., Paviani, L.C., Queiroga, C.L. , Magalhães, P.M. ve Cabral, F.A., 2014. Extraction of phenolic compounds from pitanga (*Eugenia uniflora* L.)leaves by sequential extraction in fixed bed extractor usingsupercritical CO₂, ethanol and water as solvents. *J. of Supercritical Fluids*, 86, 4-14.
- Garza, A.L., Milagro, F.I., Boque, N., Campión, J. ve Martínez, J.A., 2011. Natural inhibitors of pancreatic lipase as new players in obesity treatment. *Planta Med.* 77(8), 773-785.
- Gayathry, G. ve Gopalaswamy, G., 2014. Production and characterization of microbial cellulosic fibre from *acetobacter xylinum*. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 39, 93-96.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D.S. ve Kapoor, H.C., 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chem.* 84, 45–51.
- Georgiev, Y.,Ognyanov, M., Yanakieva, I., Kussovski, V. ve Kratchanova, M., 2012. Isolation, characterization and modification of citrus pectins. *J. BioSci. Biotech.* 1(3), 223-233.
- Ghafoor, K., Choi, Y. H., Jeon, J. Y., ve Jo, I. H., 2009. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from grape (*Vitis vinifera*) seeds, *J. Agric. Food Chem.*, 57, 4988-4994.
- Ghasemi, K., Ghasemi Y. ve Ebrahimzadeh M.A., 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 22, 277- 281.
- Girard, M., Turgeon, S.L. ve Gauthier, S.F., 2002. Interbiopolymer complexing between [beta]-lactoglobulin and low- and high-methylated pectin measured by potentiometric titration and ultrafiltration. *Food Hydrocolloids*, 16(6), 585-591.
- Goelzer, F., Faria-Tischer, P., Vitorino, J., Sierakowski, M.R. ve Tischer, C., 2009. Production and characterization of nanospheres of bacterial cellulose from *Acetobacter xylinum* from processed rice bark. *Mater. Sci. Eng.*, 29, 546–551.
- Goh, W.N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A.A. ve Bhat, R., 2012. Microstructure and physical properties of microbial cellulose produced during fermentation of black tea broth (Kombucha). *II. International Food Research Journal*, 19(1), 153-158.

- Gomes, F.P., Silva, N.H., Trovatti, E., Serafim, L.S., Duarte, M.F., Silvestre, A.J., Neto, C.P. ve Freire C.S., 2013. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter sacchari* using dry olive mill residue. *Biomass Bioenergy*, 55, 205-211.
- Gonçalves, C., Dinis, T. ve Batista, M.T., 2005. Antioxidant properties of proanthocyanidins of *Uncaria tomentosa* bark decoction : a mechanism for anti-inflammatory activity, *Phytochemistry*, 66, 89-98.
- Gonçalves, V.M.F., Reis, A., Domingues, M.R.M., Lopes-da-Silva, J.A., Fialho, A.M., Moreira, L.M., Sá-Correia, I. ve Coimbra, M.A., 2009. Structural analysis of gellans produced by *Sphingomonas elodea* strains by electrospray tandem mass spectrometry. *Carbohydrate Polymers*, 77, 10-19.
- Gorinstein, M., Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Ciz, M., Caspi, A., Libman, I. ve Trakhtenberg, S., 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chem.*, 74, 309–315.
- Göktürk, Baydar, N., Hallaç, F., Çetin, S. ve Babalık, Z., 2005. Asmalarda bir yaşlı dallardaki karbonhidrat içeriğinin dönemsel değişiminin incelenmesi. *Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu*, 19-23 Eylül 2005, Tekirdağ.
- Gündüz, C., Salan, Ü., Özkul, N., Başaran, İ., Çakır, Ü. ve Bulut, M., 2006. The synthesis and complexation study of some novel 3-methoxyphenyl chromenone crown ethers using conductometry. *Dyes and Pigments*, 71 (3), 161-167.
- Guilherme, M.R., Mattoso, L.H.C., Gontard, N., Guilbert, S., ve Gastaldi, E., 2010. Synthesis of nanocomposite films from wheat gluten matrix and MMT intercalated with different quaternary ammonium salts by way of hydroalcoholic solvent casting. *Composites*, 41, 375-382.
- Guo, X., Han, M., Xi, H., Rao, L., Liao, X., Hu, X. ve Wu, J., 2012. Extraction of pectin from navel orange peel assisted by ultra-high pressure, microwave or traditional heating: a comparison. *Carbohydrate Polymers*, 88(2), 441-448.
- Guo, X., Zhao, W., Pang, X., Liao, X., Hu, X. ve Wu, J., 2013. Emulsion stabilizing properties of pectins extracted by high hydrostatic pressure, high-speed shearing homogenization and traditional thermal methods: a comparative study. *Food Hydrocolloids*, 35, 217-225.
- Güney, O., Canbilen, A., Konak, A. ve Acar, O., 2003. The effects of folic acid in the prevention of neural tube development defects caused by phenytoin in early chick embryos. *Spine*, 28(5), 442-445.
- Ha, J. H., Shehzad, O., Khan, S., Lee, S. Y., Park, J. W., Khan, T. ve Park, J. K., 2008. Production of bacterial cellulose by a static cultivation using the waste from beer culture broth. *Korean J Chem Eng.*, 25, 812–815
- Ha, J.H. ve Park, J.K., 2012. Improvement of bacterial cellulose production in *Acetobacter xylinum* using byproduct produced by *Gluconacetobacter hansenii*. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 29(5), 563-566.
- Haimer, E., Wendland, M., Schlufte, K., Frankenfeld, K., Miethe, P., Potthast, A., Rosenau, T. ve Liebner, F., 2010. Loading of bacterial cellulose aerogels with bioactive compounds by antisolvent precipitation with supercritical carbon dioxide, *Macromo. Symp.*, 294 (2), 64–74.
- Halib, N., Amin, M.C.I., Ahmad, I., Hashim, Z ve Jamal, N., 2009. Swelling of bacterial cellulose-acrylic acid hydrogels: sensitivity towards external stimuli. *Sains Malaysiana* 38(5), 785-791.

- Halib, N., Amin, M.C.I. ve Ahmad, I., 2010. Unique stimuli responsive characteristics of electron beam synthesized bacterial cellulose/acrylic acid composite. *Journal of Applied Polymer Science*, 116, 2920-2929.
- Halib, N., Iqbal, M. C., Amin. M. ve Ahmad, I., 2012. Physicochemical properties and characterization of nata de coco from local food industries as a source of cellulose. *Sains Malaysiana*, 41(2), 205-211.
- Halifeoğlu, İ., Karataş, F., Çolak, R., Canatan, H. ve Telo, S., 2005. Tip II diyabetik hastalarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası oksidant ve antioksidant I. *Fırat Tıp Dergisi*, 10 (3), 117-122.
- Hamlyn, J.M., Blaustein, M.P., Bova, S., DuCharme, D.W., Harris, D.W., Mandel, F., Mathews, W.R. ve Ludens, J.H., 1991. Identification and characterization of a ouabain-like compound from human plasma. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 88, 6259-6263.
- Harmandar, M. ve Bilaloglu, G. V., 1999. Flavonoidler. *Aktif Yayınevi*, 190 s., İstanbul.
- Haslam, E., 1998. *Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hassan, N.A., Halwagi, A.A.E. ve Sayed, H.A., 2012. Phytochemicals, antioxidant and chemical properties of 32 pomegranate accessions growing in Egypt. *World Applied Sciences Journal*, 16 (8), 1065-1073.
- Henríquez, C., Almonacid, S., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Cabezas, L. ve Speisky, H., 2010. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. *Chilean J. Agric. Res.*, 70(4), 523-536.
- Hermans, P. H. ve Weidinger, A., 1948. Quantitative x-ray investigations on the crystallinity of cellulose fibers. A background analysis. *J App Phy.* 19(5), 491.
- Hestrin, S. ve Schramm, M., 1954. Factors affecting production of cellulose at the air/liquid interface of a culture of *Acetobacter xylinum*. *J Gen Appl Microbiol.*, 11, 123-129.
- Hışıl, 2004. Enstrümental gıda analizleri-laboratuar deneyleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın no:45, Bornova, İzmir.
- Hijazi, A., Al Masri, D.S., Farhan, H., Nasser, M., Rammal, H. ve Annan, H., 2015. Effect of different ethanol concentrations, using different extraction techniques, on the antioxidant capacity of lebanese *eryngium creticum*. *J Pharm Chem Biol Sci.*, 3(2), 262-271.
- Hikino, H. ve Kiso, Y., 1988. *Economic and Medicinal Plant Research*. Academic Press, London, UK.
- Ho S. C. ve Lin, C.C., 2008. Investigation of heat treating conditions for enhancing the anti-inflammatory activity of citrus fruit (*Citrus reticulata*) peels, *J. Agric. Food Chem.*, 56, 7976–7982.
- Holden, J.M., Eldridge, A.L., Beecher, G.R., Buzzard, I.M., Bhagwat, S., Davis, C.S., Douglass, L.W., Gebhardt, S., Haytowitz, D. ve Schakel, S., 1999. Carotenoid content of US foods: an update of the database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 169-196.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. ve Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology*. 9th Edition. pp. 71, 84, 103, 107, 117, 126, 142. Williams & Wilkins, Baltimore.

- Hong, F. ve Qiu, K., 2008. An alternative carbon source from konjac powder for enhancing production of bacterial cellulose in static cultures by a model strain *Acetobacter aceti* subsp. *xylinus* ATCC 23770. *Carbohydr. Poly.*, 72, 545–549.
- Hornung, M., Ludwig, M., Gerrard, A.M. ve Schmauder, H.P., 2006a. Optimizing the production of bacterial cellulose in surface culture: Evaluation of substrate mass transfer influences on the bioreaction (Part 1), *Eng. Life Sci.*, 6, 537–545.
- Hornung, M., Ludwig, M., Gerrard, A.M. ve Schmauder, H.P., 2006b. Optimizing the production of bacterial cellulose in surface culture: Evaluation of product movement influences on the bioreaction (Part 2), *Eng. Life Sci.* 6, 546–551.
- Hounsborne, N., Hounsborne, B., Tomos, D. ve Edwards-Jones, G., 2008. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *J. Food Sci.*, 73, 48-65.
- Hu, Y. ve Catchmark, J. M., 2010. Formation and characterization of spherulike bacterial cellulose particles produced by *Actobacter xylinum* JCM 9730 strain, *Biomacromolecules*, 11, 1727–1734.
- Hu, Y., Catchmark, J.M. ve Volger, E.A., 2013. Factors impacting the formation of sphere-like bacterial cellulose. *Biomacromolecules*, 14, 3444–3452.
- Huang, M.T., Wood, A.W., Newmark, H.L., Sayer, J.M., Yagi, H., Jerina, D.M. ve Conney, A. H., 1983. Inhibition of the mutagenicity of bay-region diol-epoxides of polycyclic aromatic-hydrocarbons by phenolic plant flavonoids. *Carcinogenesis*, 4, 1631-1636.
- Huang, H.C., Chen, L.C., Lin, S.B., Hsu, C.P. ve Chen, H.H., 2010. In situ modification of bacterial cellulose network structure by adding interfering substances during fermentation. *Bioresource Technology*, 101, 6084–6091.
- Huang, Y.S. ve Ho, S.C., 2010. Polymethoxy flavones are responsible for the anti-inflammatory activity of citrus fruit peel. *Food Chemistry*, 119, 868–873.
- Hungund, B. S. ve Gupta, S. G., 2010. Improved production of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2, *J. Microbial. Biochem. Technol.*, 2, 127–133.
- Hungund, B., Prabhu, S., Shetty, C., Acharya, S. ve Prabhu, V., 2013. Production of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter persimmonis* GH-2 using dual and cheaper carbon sources. *J. Microb. Biochem. Technol.*, 5, 31-33.
- Hwang, J.W., Yang, Y.K., Hwang, J.K., Pyun, Y.R. ve Kim, Y.S., 1999. Effects of pH and dissolved oxygen on cellulose production by *Acetobacter xylinum* BRC5 in agitated culture, *J. Biosci. Bioeng.*, 88, 183–188.
- IFT, 1959. Committee on pectin standardization. Final report of the ift committe. *Food Technol.*, 13, 496-500.
- Iguchi, M., Mitsunashi, S. ve Ichimura, K. 1988. Bacterial cellulose-containing molding material having high dynamic strength. US Patent 4,742,164.
- Iguchi, M., Yamanaka, S. ve Budhiono, A., 2000. Bacterial cellulose—a masterpiece of nature's arts. *J Mat Sci.*, 35, 261-270.
- Ito, C., Itoigawa, M., Mishina, Y., Filho, V.C., Enjo, F., Tokuda, H., Nishino H. ve Furukawa, H., 2003. Chemical constituents of *Calophyllum brasiliense*. 2. Structure of three new coumarins and cancer chemopreventive activity of 4-substituted soumarins. *Journal Natural Product*, 66 (3), 368-371.
- İsmail, N.S.M., Ramli, N., Hani, N.M. ve Meon, Z., 2012, Extraction and characterization of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using various extraction conditions. *Malaysiana Science (In Malay)*, 41 (1), 41-45.

- Jagannath, A., Kalaiselvan, A., Manjunatha, S.S., Raju, P.S. ve Bawa, A.S., 2008. The effect of pH, sucrose and ammonium sulphate concentrations on the production of bacterial cellulose (nata-de-coco) by *Acetobacter xylinum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(11), 2593-2599.
- Janati, S. S. F., Beheshti, H. R., Feizy, J. ve Fahim, N. K., 2012. Chemical composition of lemon (*Citrus limon*) and peels its considerations as animal food. *Gıda* 37(5), 267-271.
- Jiang, Y., Du, Y., Zhu, X., Xiong, H., Woo, M.W. ve Hu, J., 2012. Physicochemical and comparative properties of pectins extracted from *Akebia trifoliata* var. australis peel. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1663-1669.
- Jipa, I. M., Stoica-Guzun, A. ve Stroescu, M., 2012. Controlled release of sorbic acid from bacterial cellulose based mono and multilayer antimicrobial films. *LWT e Food Science and Technology*, 47(2), 400-406.
- Johar, D.S., Krishnamurthy, G.V. ve Bhatia, B.S., 1960. Utilization of apple pomace. *Food Science*, 9, 82-84.
- Johari, N. S., Ahmad, I. ve Halib, N., 2012. Comparison study of hydrogels properties synthesized with micro- and nano- size bacterial cellulose particles extracted from nata de coco. *Chem. Biochem. Eng. Q.*, 26 (4), 399-404.
- Johnson, D.C. ve Neogi, A.N., 1989. Sheeted products formed from reticulated microbial cellulose. US Patent, 4863565.
- Jonas, R. ve Farah, L.F. 1998. Production and application of microbial cellulose. *Polymer Degradation and Stability*, 59, 101-106.
- Jung, J.Y., Park, J.K. ve Chang, H.N., 2005. Bacterial cellulose production by *Gluconoacetobacter hansenii* in an agitated culture without living non-cellulose producing cells, *Enzyme Microb. Technol.* 37, 347-354.
- Jung, J.Y., Khan, T., Park, J.K. ve Chang, H.N., 2007. Production of bacterial cellulose by *Gluconoacetobacter hansenii* using a novel bioreactor equipped with a spin filter, *Korean J. Chem. Eng.*, 24, 265-271.
- Jzlová, P., Martinkova, L. ve Ken, V., 1996. Secondary metabolites of the fungus *Monascus*: a review. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 16(3), 163-170.
- Kaçtıoğlu, S. ve Şengül, Ü., 2010. Erzurum kenti ambalaj atıklarının geri dönüşümü için tersine lojistik ağı tasarımı ve bir karma tam sayılı programlama modeli. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 89-112.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. ve Heinonen, M., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3954-3962.
- Khan, A.A., Butt, M.S., Randhawa, M. A., Karim, R., Sultan, M. T. ve Ahmed, W., 2014. Extraction and characterization of pectin from grapefruit (*Duncan cultivar*) and its utilization as gelling agent. *International Food Research Journal*, 21(6), 2195-2199.
- Kamnev, A.A., Colina, M., Rodriguez, J., Ptitchkina, N.M. ve Ignatov, V.V., 1998. Comparative spectroscopic characterization of different pectins and their sources. *Food Hydrocolloids*, 12(3), 263-271.
- Kaneda, I., Kobayashi, A., Miyazawa, K. ve Yanaki, T., 2002. Double helix of agrobacterium tumefaciens succinoglycan in dilute solution. *Polymers*, 43, 1301-1305.

- Kapoor, V.K., Dureja, J. ve Chadha, R., 2009. Herbals in the control of ageing. *Drug Discov. Today*, 14(19-20), 992-998.
- Kar, F., 1998. Portakal Kabuğu Pektinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Pektin Ekstraktının Sabit Basınç Filtrasyonu. (Doktora tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Karaki, N. Aljawish, A., Muniglia, L., Humeau, C. ve Jasniewski, L., 2016. Physicochemical characterization of pectin grafted with exogenous phenols. *Food Hydrocolloids*, 60, 486-493.
- Karasu, A., 2013. Çevresel Atıklar ve Nedenleri, Çevresel Atıkların Geri Dönüştürülmesi Ve Yenilenebilir Enerji Olanaklarının Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.
- Kato, R., Nakadate, T., Yamamoto, S. ve Sugimura, T., 1983. Inhibition of 12-otetradecanoylphorbol-13 acetate-induced tumor promotion and ornithine decarboxylase activity by quercetin - possible involvement of lipoxygenase inhibition. *Carcinogenesis*, 4, 1301-1305.
- Kaur, C., Kapoor ve H.C. 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int J Food Sci Technol.*, 37, 153-161.
- Kawaii, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K. ve Yano, M., 1999. Quantitation of flavonoid constituents in citrus fruits. *Agric. Food Chem.* 47(9), 3565–3571.
- Keshk, S. ve Sameshima, K., 2006. Influence of lignosulfonate on crystal structure and productivity of bacterial cellulose in a static culture. *Enzyme Microb. Technol.*, 40(1), 4-8.
- Keshk, S. ve Sameshima, K., 2006. The utilization of sugar cane molasses without the presence of lignosulfonate for the production of bacterial cellulose, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 72, 291-296.
- Khanavi, M., Moghaddam, G., Oveisi, M. R., Sadeghi, N., Jannat, B., Rostami, M., Saadat, M. A. ve Hajimahmoodi, M., 2013. Hyperoside and anthocyanin content of ten different pomegranate cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(13), 636-641.
- Khanbabaee, K. ve Ree, T., 2001. Tanens: classification and definition. *Nat. Prod. Rep.*, 18, 641-649.
- Kılıç, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, 1. Basım, 193-194s., İzmir.
- Kılınç, K. ve Kılınç, A., 2002. Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33, 110-118.
- Kıralan, M., Gölükcü, M. ve Tokgöz, H., 2009. Oil and conjugated linolenic acid contents of seeds from important pomegranate cultivars (*Punica granatum L.*) Grown in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(10), 1029-1029.
- Kırıçoğlu, S. ve Velioğlu, S., 2001. Hiper besleyici gıdalar. *Bilim Teknik Dergisi*, 4, 56-57.
- Kızıldaş, E. E., Kızıldaş, A. ve Gardner, D. J., 2015. Synthesis of bacterial cellulose using hot water extracted wood sugars. *Carbohydrate Polymers*, 124, 131-138.
- Kidane, A.G., Salacinski, H., Tiwari, A., Bruckdorfer, K.R. ve Seifalian, A.M., 2004. Anticoagulant and antiplatelet agents: their clinical and device application(s) together with usages to engineer surfaces. *Biomacromolecules*, 5(3), 798-813.
- Kim, D.O. ve Lee, C.Y., 2004. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free

- radical and its structural relationship. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 253- 273.
- Kim, S.Y., Kim, J.N., Wee, Y.J., Park, D.H. ve Ryu, H.W., 2006. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter* sp. RKY5 isolated from persimmon vinegar, *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 13, 705-715.
- Kim, J.Y., Kim, J.N., Wee, Y.J., Park, D.H. ve Ryu, H.W., 2007. Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter* sp. RKY5 in a rotary biofilm contactor, *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 137, 529-537.
- Kinlen, L. L., Willows, A. N., Goldblatt, P. ve Yudkin, J., 1988. Tea consumption and cancer. *Brit. J. Cancer.*, 58, 397-401.
- Klemm, D., Schumann, U., Udhardt, U. ve Marsch, S. 2001. Bacterial synthesized cellulose - artificial blood vessels for microsurgery. *Progress in Polymer Science*, 26(9), 1561-1599.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.P. ve Bohn, A., 2005. Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie – International Edition* 44(22), 3358–3393.
- Kliemann, E., Simas, K.N., Amante, E. R., Prudeñcio, E.S., Teofilo, R.F., Ferreira, M. C. ve Renata Amboni, D.M.C., 2009. Optimisation of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 476-483.
- Ko, Y. H., Oh, H.J. ve Lee, H.J., 2015. Use of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter hansenii* NOK21 as a proton permeable membrane in microbial fuel cells. *J Microb Biochem Technol.*, 7(3), 145-151.
- Koca, N. ve Karadeniz, F., 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda*, 30(4) 229-236.
- Koca, İ., Karadeniz, B. ve Tural, S., 2006. Antosiyaninlerin antioksidan aktivitesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Koffi, K.L., Yapo, B.M. ve Besson, V., 2013. Extraction and characterization of gelling pectin from the peel of *Poncirus trifoliata* fruit. *Agricultural Sciences* 4, 614-619.
- Kong, F.L., Zhang, M.W., Kuang, R.B., Yu, S.J., Chi, J.W. ve Wei, Z.C., 2010. Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide purified from pulp tissue of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Carbohydr. Polym.*, 81, 612-616.
- Kongruang, S., 2008. Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* strains from agricultural waste products. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 148, 245–256.
- Kono, S., Ikeda, M., Tokudome, S. ve Kuratsume, M., 1988. A case-control study of gastric cancer and diet in Northern Kyushu, Japan. *Jap. J. Cancer Res.*, 79, 1067-1074.
- Kontturi, E., Tammelin, T. ve Osterberg, M., 2006. Cellulose-model films and the fundamental approach. *Chemical Society Reviews*, 35(12), 1287-1304.
- Krinsky, N.I. ve Johnson, E.J., 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*, 26, 459-516.
- Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., Drynska, E. ve Galas, E., 1995. Bacterial cellulose biosynthesis and application. *Biotechnologia.*, 30, 120-132.
- Krystynowicz, A., Czaja, W. ve Bielecki, S. 1999. Biosynthesis and application of bacterial cellulose. *Zywnosc.*, 3, 22-33.

- Krystynowicz, A., Czaja, W., Pomorski, L., Kolodziejczyk, M. ve Bielecki, S. 2000. The evaluation of usefulness of microbial cellulose as a wound dressing material. 14th Forum for Applied Biotechnology, 27-28 September 2000, Gent, Belgium.
- Krystynowicz, A., Czaja, W., Wiktorowska-Jezierska, A., Gonçalves-Mioekiewicz, M., Turkiewicz, M. ve Bielecki, S., 2002. Factors affecting the yield and properties of bacterial cellulose, *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 29, 189-195.
- Kulkarni, S.G. ve Vijayanand, P., 2010. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* l.). *Food Science and Technology*, 43, 1026-1031.
- Kumar, P.S., Suresh. E. ve Kalavathy, K., 2013. Review on a potential herb *Calotropis gigantea* (L.) R. Br., *Sch. Acad. J. Pharm.*, 2(2), 135-143.
- Kumar, G.V., Kumar K.A., Patel G.R. ve Manjappa, S., 2013. Determination of vitamin C in some fruits and vegetables in Davanagere city, (Karnataka) – India. *Int. J. of Pharm. & Life Sci. (IJPLS)*, 4(3), 2489-2491.
- Kurt, H. ve Şahin, G., 2013. Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) Tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 551-574.
- Kylli, P., 2011. Berry phenolics: isolation, analysis, identification and antioxidant properties. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, pp. 90.
- Lai, Y.C., Sung, P.H. ve Chien, J.T., 2000. Evaluation of compatibility of rice starch and pectins by glass transition and sub-tg endotherms and the effect of compatibility on gel viscosity and water loss. *Cereal Chemistry*, 77(5), 544-550.
- Laksonen, T.J., 2001. Effects of ingredients on phase and state transitions of frozen wheat doughs. Academic Dissertation. University of Helsinki Department of Food Technology. EKT series 1242.
- Larrauri, J. A., Ruperez, P., ve Saura-calixto, F., 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre from fruit by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 29, 729–733.
- Larson, R.A., 1997. *Naturally Occurring Antioxidants*. Boca Raton, Lewis Publishers, , 202p., Newyork.
- Larson, R. A., 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27(4), 969-978.
- Laufenberg, G., Kunz, B. ve Nystroem, M., 2003. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresour. Technol.*, 87, 167-198.
- Leccese, A., Bartolini, S. ve Viti, R., 2009. Antioxidant properties of peel and flesh in ‘GoldRush’ and ‘Fiorina’ scab-resistant apple (*Malus domestica*) cultivars. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37, 71-78.
- Lee, Y.H., Charles, A.L., Kung, H.F., Ho, H.F. ve Huang, T.C., 2010. Extraction of nobletin and tangeretin from *Citrus depressa* Hayata by supercritical carbon dioxide with ethanol as modifier. *Ind. Crops Prod.*, 31, 59-64.
- Lemert, R.M. ve Jhoston, K.P., 1991. Chemical complexing agents for enhanced solubilities in supercritical fluid carbon dioxide. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 30, 1222-1231.
- Leppänen, K., Anderson, S., Torkkeli, M., Knaapila, M., Kotelnikova, N. ve Serimaa, R., 2009. Structure of cellulose and microcrystalline cellulose from various species, cotton and flax studied by x-ray scattering. *Cellulose*, 16, 999-1015.
- Li, Q., Renneckar, S. ve 2011. Supramolecular structure characterization of molecularly thin cellulose in nanoparticles. *Biomacromolecules*, 12(3), 650-659.

- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. ve Cheng, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96 (2), 254-260.
- Li, Y., Ma, D., Sun, D., Wang, C., Zhang, J., Xie, Y. ve Guo, T., 2015. Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *The Crop Journal*, 3, 328–334.
- Liang, R., Chen, J., Liu, W., Liu Cm, Y.W., Yuan, M. ve Xq, Z., 2012. Extraction, characterization and spontaneous gel-forming property of pectin from creeping fig (*Ficus pumila* Linn.) seeds. *Carbohydr Polym.*, 87, 76-83.
- Liebner, F., Aigner, N., Schimper, C., Potthast, A. ve Rosenau, T., 2012. Bacterial cellulose aerogels: from lightweight dietary food to functional materials, In *Functional Materials from Renewable Sources*; Liebner, F.; Rosenau, T., Eds.; ACS Symposium Series, 1107, 57–74.
- Lim, Y.Y., Lim T.T. ve Tee J.J., 2006. Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. *Sunway Acad. J.*, 3, 9–20.
- Lin, C.C., Cassida, L.E., Jr. Lin, C.C. ve Cassida Jr, L.E., 1984. Gelrite as a gelling agent for the growth of thermophilic microorganisms. *Applied Environmental Microbiology*, 47, 427–429.
- Lin, K. W. ve Lin H.Y., 2004. Quality characteristics of Chinese-style meatball containing bacterial cellulose (Nata). *Journal of Food Science*, 69(3), 107-111.
- Lin, S.B., Chen, L.C. ve Chen, H.H., 2011. Physical characteristics of surimi and bacterial cellulose composite gel. *Journal of Food Process Engineering*, 34, 1363-1379.
- Lin, D., Sanchez, P.L., Li, R. ve Li, Z., 2014. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. *Bioresource Technology*, 151, 113-119.
- Lin, S.P., Huang, Y.H., Hsu, K.D., Lai, Y.J., Chen, Y.K. ve Cheng, K.C., 2016a. Isolation and identification of cellulose-producing strain *Komagataeibacter intermedius* from fermented fruit juice. *Carbohydrate Polymers*, 151, 827–833.
- Lin, S. P., Liu, C. T., Hsu, K. D., Hung, Y. T., Shih, T. Y. ve Cheng, K. C., 2016b. Production of bacterial cellulose with various additives in a PCS rotating disk bioreactor and its material property analysis. *Cellulose*, 23(1), 367–377.
- Lisdiyanti, P., Kawasaki, H., Widyastuti, Y., Susono, S., Seki, T., Yamada, Y., Uchimura, T. ve Komagata, K. 2002. *Kozakia baliensis* gen. nov., sp. Nov., a novel acetic acid bacterium in the α -Proteobacteria. *Int. J.Syst. Evol. Microbiol.*, 52, 813-818.
- Liu, P., Rudick, M. ve Anderson, R.G., 2002. Multiple functions of caveolin-1. *J. Biol. Chem.*, 277, 41295-41298.
- Liu, Y., Shi, J. ve Langrish, T.A.G., 2006. Water-based extraction of pectin from flaved and albedo of orange peels. *Chemical Engineering Journal*, 120, 203-209.
- Liu, L., Cao, J., Huang, J., Cai, Y. ve Yao, J., 2010. Extraction of pectins with different degrees of esterification from mulberry branch bark. *Bioresource Technol.*, 101(9), 3268-3273.
- Londono, J.L., Lima, V.R., Lara, O., Gil, A. ve Pasa, T.B.C., 2010. Clean recovery of antioxidant flavonoids from citrus peel: Optimizing an aqueous ultrasound-assisted extraction method. *Food Chem.*, 119, 81-87.

- Luddee, M., Pivsa-Art, S., Sirisansaneeyakul, S. ve Pechyen, C., 2014. Particle size of ground bacterial cellulose affecting mechanical, thermal, and moisture barrier properties of PLA/BC biocomposites. *Energy Procedia*, 56, 211-218.
- Luterotti, S. ve Kljak, K., 2010. Spectrophotometric estimation of total carotenoids in cereal grain products. *Acta Chim. Slov.*, 57, 781-787.
- Lynd, L.R., Weimer, P.J. ve Van, W.H., 2002. Pretorius IS: Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol Mol Biol Rev.*, 66(3), 506-577.
- Mahro, B. ve Timm, M., 2007. Potential of biowaste from the food industry as a biomass resource. *Engineering in Life Sciences*, 7(5), 457-468.
- Majumder, A. ve Goyal, A., 2009. Rheological and gelling properties of novel glucan from *Leuconostoc dextranicum* NRRL B-1146. *Food Research International*, 42, 525-528.
- Makris, D. P., Boskou, G. ve Andrikopoulos, N. K., 2007. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts, *J. Agric. Food Chem.*, 20, 125-132.
- Mandalari, G., Bennett, R.N., Bisignano, G., Saija, A., Dugo, G., Lo Curto, R.B., Faulds, C.B. ve Waldron, K.W., 2006. Characterization of flavonoids and pectins from bergamot (*Citrus bergamia* Risso) peel, a major byproduct of essential oil extraction. *J. Agric. Food Chem.*, 54(1), 197-203.
- Maneerung, T., Tokura, S. ve Rujiravanit, R., 2008. Impregnation of silver nanoparticles into bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing. *Carbohydrate Polymers*, 72(1), 43-51.
- Mangiacapra, P., Gorras, G., Sorrentino, A. ve Vittoria, V., 2006. Biodegradable nanocomposites obtained by ball milling of pectin and montmorillonites. *Carbohydrate Polymers*, 64(4), 516-523.
- Mantanis, G.I., Young, R.A. ve Rowell, R.M., 1995. Swelling of compressed cellulose fibre webs in organic liquids. *Cellulose*, 2, 1-22.
- Marchessault, R.H. ve Sundararajan, P.R., 1983. Cellulose. In Aspinall G.O. (editor) *The Polysaccharides*, Volume 2, page 12-95. New York, Academic Press, Inc.
- Marchi, L.B., Monteiro, A.R., Mikcha, J., Santos, A., Chinelatto, M., Marques, D., Dacome, A.S. ve Costa, S.C., 2015. Evaluation of antioxidant and antimicrobial capacity of pomegranate peel extract (*Punica granatum* L.) Under different drying temperatures. *Chemical Engineering Transactions*, 44, 121-126.
- Maria, L.C.S., Santos, A.L.C., Oliveira, P.C. ve Valle, A.S.S., 2010. Preparation and antibacterial activity of silver nanoparticles impregnated in bacterial cellulose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 20, 72-77.
- Marin, F.R., Soler-Rivas, C., Benavente-Garcia, O., Castillo, J. ve Perez-Alvarez, J.A., 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. *Food Chemistry*, 100, 736-741.
- Martins, I.M.G., Magina, S.P., Oliveira, L., Freire, C.S.R. ve Silvestre, A.J.D., 2009. New biocomposites based on thermoplastic starch and bacterial cellulose. *Composites Science and Technology*, 69, 2163-2168.
- Matsuoka, M., Tsuchida, T., Matsushita, K., Adachi, O. ve Yoshinaga, F., 1996. A synthetic medium for bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* subsp. *sucrofermentans*. *Biosci Biotech Biochem.*, 60, 575-579.
- Mazlum, B., 2012. Antioksidan vitaminler ve psikiyatride kullanımı. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 4 (4), 486-505.

- Mazumdar, S., 1999. A standardless method of quantitative ceramic analysis using X-ray powder diffraction. *Journal of Applied Crystallography*, 32, 381-386.
- McCready, R.M. 1966. Polysaccharides of sugar beet pulp, a review of their chemistry. *Journal American Sugar Beet Teknology*, 14, 261-270.
- Melo, E.A., De Lima, V.L.A.G., Maciel, M.I.S., Caetano, A.C.S. ve Leal, F.L.L., 2006. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. *Brazilian Journal of Food Technology*, 9(2), 89-94.
- Mesomya, W., Pakpeankitvatana, V., Komindr, S., Leelahakul, P., Cuptapun, Y., Hengsawadi, D., Tammarate, P. ve Tangkanakul, P., 2006. Effects of health food from cereal and nata de coco on serum lipids İn human.songklanakarin. *Journal of Science Technology*, 28(1), 23-28.
- Mikkelsen, D., Flanagan, B., Dykes, G. ve Gidley, M., 2009. Influence of different carbon sources on bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* strain ATCC 53524. *J Appl Microbiol.*, 107, 576–583
- Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31, 426-428.
- Min, B., Lim, J., Ko, S., Lee, K.G., Lee, S.H. ve Lee, S., 2011. Environmentally friendly preparation of pectins from agricultural by products and their structural/rheological characterization. *Bioresource Technology*, 102(4), 3855-3860.
- Mishra, R.K., Datt, M. ve Banthia, A.K., 2008. Synthesis and characterization of pectin/PVP hydrogel membranes for drug delivery system. *AAPS Pharm. Sci.Tech.*, 9, 395-403.
- Mohamed, H.A. ve Mohamed, B.E.W., 2015. Fractionation and physicochemical properties of pectic substances extracted from grapefruit peels. *J. Food Process Technol*, 6(8), 1-6.
- Mohammed, A.M.A., Ibrahim, A.M., Omran, A.A., Mohamed, M.E. ve Elsheikh, S.E.M., 2013. Minerals content, essential oils composition and physicochemical properties of *Citrus jambhiri* Lush. (Rough Lemon) from the Sudan. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 9(1), 25-30.
- Mohammadkazemi, F., Azin, M. ve Ashori, A., 2015. Production of bacterial cellulose using different carbon sources and culture media. *Carbohydrate Polymers*, 117, 518–523.
- Mohite, B.V. ve Patil, S.V., 2014. Physical, structural, mechanical and thermal characterization of bacterial cellulose by *G. hansenii* NCIM 2529. *Carbohyd Polym.*, 106, 132–141.
- Montelongo, R.G., Lobo, M.G. ve González, M., 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: testing extraction conditions and related bioactive compounds activity depends on the type and polarity of the extracting solvents the isolation procedures. *Food Chem.*, 119, 1030-1039.
- Moon, J.K ve Shibamoto, T., 2009. Antioxidant assays for plant and food components. *J. Agric. Food. Chem.*, 57, 1655-1666.
- Morais, D.R., Rotta, E.M., Sargi, S.C., Bonafe, E.G., Suzuki, R.M., Souza, N.E., Matsushita, M. ve Visentainer, J.V., 2017. Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of the different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in brazil. *J. Braz. Chem. Soc.*, 28(2), 308-318.
- Morgan, J. L., Strumillo, J. ve Zimmer, J., 2013. Crystallographic snapshot of cellulose synthesis and membrane translocation. *Nature*, 493(7431), 181–186.

- Morris, G.A., Foster, T.J. ve Harding, S.E., 2000. The effect of the degree of esterification on the hydrodynamic properties of citrus pectin. *Food Hydrocolloids*, 14, 227-235.
- Moroney, M. A., Alcanaz, M. J., Forder, R. A., Carey, F. ve Hoult, J.R.S., 1988. Selectivity of neutrophil 5-lipoxygenase and cyclo-oxygenase inhibition by an antiinflammatory flavonoid glycoside and related aglycone flavonoids. *J. Pharm.Pharmacol.*, 40, 787-791.
- Mosquera, O.M., Correa, Y.M., Buitrago, D.C. ve Nino, J., 2007. Antioxidant activity of twenty five plants from Colombian biodiversity, *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 102(5), 631-634.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Dominguez, J.M., Sineiro, J., Dominguez, H., Hunez, M.J. ve Parajo, J.C., 2001. Natural antioxidants from residual sources, *Food Chem.*, 72, 145-171.
- Nada, A.M.A., El-Kady, M.Y., El-Sayed, E.S. ve Amine, F.M., 2009. Preparation and characterization of microcrystalline cellulose (MCC). *BioResources*, 4, 1359-1371.
- Nagai, T., Myoda, T. ve Nagashima, T., 2005. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*, *Food Chemistry*, 91, 389-394.
- Nesic, A.R., Trifunovic, S.S., Grujic, A.S., Velickovic, S.J. ve Antonovic, D.G., 2011. Complexation of amidated pectin with poly(itaconic acid) as a polycarboxylic polymer model compound. *Carbohydr Res.*, 346(15), 2463-2468.
- Nesic, A., Ruzic, R., Gordic, M., Ostojic, S., Micic, M. ve Onjia, A., 2017. Pectin-polyvinylpyrrolidone films: A sustainable approach to the development of biobased packaging materials. *Composites Part B*, 110, 56-61.
- Neufeld, L. ve Bianco-Pele, H., 2017. Pectin–chitosan physical hydrogels as potential drug delivery vehicles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 852–861.
- Ng, C. ve Shyu, Y.T., 2004. Development and production of cholesterol-lowering *Monascus-nata* complex, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 20, 875–879.
- Ng, C., Sheu, F., Wang, C. ve Shyu, Y., 2004. Fermentation of *Monascus purpureus* on agri-by-products to make colorful and functional bacterial cellulose (NATA). Food and Fertilizer Technology Center.
- Nguyen, V.Y., Flanagan, B., Gidley, M.J. ve Dykes, G.A., 2008. Characterization of cellulose production by a *Gluconacetobacter xylinus* strain from kombucha, *Curr. Microbiol.* 57, 449-453.
- Nishi, Y., Uryu, M., Yamanaka, S., Watanabe, K., Kitamura, N., Iguchi, M. ve Mitsunashi, S., 1990. The structure and mechanical properties of sheets prepared from bacterial cellulose. Part II Improvement of the mechanical properties of sheets and their applicability to diaphragms of electroacoustic transducers. *Journal of Materials Science*, 25, 2997-3001.
- Nizamlioğlu, M.N. ve Nas, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1(5), 20-35.
- Obob, G. ve Ademosun, A.O., 2012. Characterization of the antioxidant properties of phenolic extracts from some citrus peels. *J Food Sci Technol.*, 49(6), 729–736.
- Ogawa, R. ve Tokura S., 1992. Preparation of bacterial cellulose containing N-acetylglucosamine residues. *Carbohydr Polym.*, 19, 171-178.

- Oikawa, T., Ohtori, T. ve Ameyama, M., 1995. Production of cellulose from D-mannitol by *Acetobacter xylinum* KU-1. *Biosci Biotechnol Biochem.*, 59, 331–332.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M. ve Deniz, İ., 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 48-59.
- Okiei, W., Ogunles, M., Azeez, L., Obakachi, V., Osunsami, M. ve Nkenchor, G., 2009. The voltammetric and titrimetric determination of ascorbic acid levels in tropical fruit samples. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 4, 276-287.
- Okiyama, A., Motoki, M. ve Yamanaka, S., 1992. Bacterial cellulose II. Processing of the gelatinous cellulose for food materials. *Food Hydrocolloids*, 6(5), 479-487.
- Okiyama, A., Motoki, M. ve Yamanaka, S., 1993. Bacterial cellulose IV. Application to processed foods. *Food Hydrocolloids*, 6(6), 503-511.
- Oliveira, R.L., Vieira, J.G., Barud, H.S., Assunção, R.M.N., Filho, G.R., Ribeiro, S.J.L. ve Messadeqq, Y., 2015. Synthesis and characterization of methylcellulose produced from bacterial cellulose under heterogeneous condition, *J. Braz. Chem. Soc.*, 26(9), 1861-1870.
- Osarumwense, P.O., Okunrobo, L.O. ve Uwumarongie-ilori, E.G., 2013. Phytochemical screening, proximate and elemental analysis of *Citrus sinensis* peels (l.) Osbeck, *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 17, 47-50.
- Ozohu, O.A. ve Umar, O.J., 2015. Comparative studies on nutritional values of four varieties of cucumber. *International Conference on Latest Trends in Food, Biological & Ecological Sciences (ICLTFBE'15)* Oct. 11-12, 2015 Dubai (UAE).
- Pappas, C.S., Malovikova, A., Hromadkova, Z., Tarantilis, P.A., Ebringerova, A. ve Polissiou, M., 2004. Determination of the degree of esterification of pectinates with decyl and benzyl ester groups by diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) and curve-fitting deconvolution method. *Carbohydrate Polymers* 56(4), 465–469.
- Park, J.K., Jung, J.Y. ve Park, Y.H. (2003a). Cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* in a medium containing ethanol. *Biotechnol Lett.*, 25, 2055–2059.
- Park, J.K., Park, Y.H. ve Jung, J.Y. (2003b). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* PJK isolated from rotten apple. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 8(2), 83-88.
- Park, S., Baker, J.O., Himmel, M.E., Parilla, P.A. ve Johnson, D.K., 2010. Cellulose crystallinity index: measurement techniques and their impact on interpreting cellulase performance. *Biotechnology for Biofuels*, 3(10), 1-10.
- Paula, J.T., Paviani, L.C., Foglio, M.A., Sousa, I.M.O., Duarte, G.H.B., Jorge, M.P., Eberlin, M.N. ve Cabral, F.A., 2014. Extraction of anthocyanins and luteolin from *Arrabidaea chica* by sequential extraction in fixed bed using supercritical CO₂, ethanol and water as solvents. *The Journal of Supercritical Fluids*, 86, 100–107.
- Pérez, S. ve Samain, D., 2010. Structure and engineering of celluloses. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*, 64, 25-116.
- Peter, Z., 2001. Conformation and packing of various crystalline cellulose fibers. *Progress in Polymer Science*, 26(9), 1341-1417.

- Peters, N. K., Forst, J. W. ve Long, S. R., 1986. A plant flavone, luteolin, induces expression of rhizobium-meliloti nodulation genes. *Science*, 233, 977-980.
- Pineda, L.D.C., Mesa, L.A.C. ve Haber, A.C., 2010. Effect of culture and purification conditions on physicochemical and transport properties in bacterial cellulose membranes. *Chemical Engineering Transactions*, 20, 327-332.
- Pinheiro, E.R., Silva, I.M.D.A., Gonzaga, L.V., Amante, E.R., Teofilo, R.F., Ferreira, M.M.C. ve Amboni, R.D.M.C., 2008. Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. *Biores. Technol.*, 99, 5561–5566.
- Plumb, G.W., De Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C. ve Williamson, G., 2002. Antioxidant properties of gallicocatechin and prodelpinidins from pomegranate peel. *Redox Rep.*, 7(41), 41-46.
- Poli, A., Anzelmo, G., Fiorentino, G., Nicolaus, B., Tommonaro, G. ve Di Donato P., 2011. Polysaccharides from wastes of vegetable Industrial processing: new opportunities for their eco-friendly re-use. *Biotechnology of Biopolymers*, 33-56.
- Pratt, D.E. ve Hundson, B.J.F., 1990. Natural antioxidants not exploited commercially. *Food Antioxidants*, 171-191.
- Prior, R.L., Wu, X. ve Schaich, K., 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 4290–4303.
- Pruthi, J.S., Parekh, C.M. ve Lal, G., 1961. An integrated process for the recovery of essential oil and pectin from Mandarin orange waste. *Food Science*, 10 (11), 372–378.
- Purwadaria, T., Gunawan, L. ve Gunawan, A.W., 2010. The production of nata colored by *Monascus purpureus* J1 pigments as functional food. *Microbiology Indonesia*, 4(1).
- Pérez, C.D., De’Nobili, M.D., Rizzo, S.A., Gerschenson, L.N., Descalzo, A.M. ve Rojas, A.M., 2013. High methoxyl pectin–methyl cellulose films with antioxidant activity at a functional food Interface. *Journal of Food Engineering*, 116, 162–169.
- Persin, Z., Stana-Kleinschek, K., Foster, T.J., Van Dam, J.E.G., Boeriu, C.G. ve Navard, P., 2010. Challenges and opportunities in polysaccharides research and technology: The EPNOE views for the next decade in the areas of materials, food and health care, *Carbohydrate Polymers*, 84(1), 22-32.
- Potter, D., Eriksson, T., Evans, R.C., Oh, S., Smedmark, J.E.E. ve Morgan, D.R., 2007. Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 266 (1–2), 5-43.
- Puupponen-Pimia, R., Aura, A.M., Oksman-Caldentey, K.M., Myllarinen, P., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T. ve Poutanen, K., 2002. Development of functional ingredients for gut health. *Trends Food Sci. Technol.*, 13(1), 3–11.
- Qiu, K. ve Netravali, A. N., 2014. A review of fabrication and applications of bacterial cellulose based nanocomposites. *Polymer Reviews*, 54(4), 598-626.
- Raja, M, A., Sahithi, G., Vasanthi, R., David Banji, K.N.V. ve Rao Selvakumar, D., 2015. Study of phytochemical and antioxidant activity of *Cucumis melo* var. *agrestis* fruit. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(2), 303-306.

- Ramana, K., Tomar, A. ve Singh, L., 2000. Effect of various carbon and nitrogen sources on cellulose synthesis by *Acetobacter xylinum*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 16(3), 245-248.
- Ranganna, S., 2008. Pectin, Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products, Tata McGraw Hill, 15th Ed., 31-66p., New Delhi-India.
- Rani, M.U. ve Appaiah, K.A., 2013. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* UAC09 using coffee cherry husk. J Food Sci Technol., 50(4), 755-762.
- Ravella, S.R., Quinones, T.S.R., Retter, A., Heiermann, M., Amon, T. ve Hobbs, P.J., 2010. Extracellular polysaccharide (EPS) production by a novel strain of yeast-like fungus *Aureobasidium pullulans*. Carbohydrate Polymers, 82 (3), 728–732.
- Razzaghi-Abyaneh, M., Allameh, A., Tiraihi, T., Shams-Ghahfarokhi, M. ve Ghorbanian, M., 2005. Morphological alterations in toxigenic *Aspergillus parasiticus* exposed to neem (*Azadirachta indica*) leaf and seed aqueous extracts. Mycopathologia, 159, 565-570.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, 26, 1231–1237.
- Revol, J.F., Godbout, L., Dong, X.M., Gray, D.G., Chanzy, H. ve Maret, G., 1994. Chiral nematic suspensions of cellulose crystallites; phase separation and magnetic field orientation, Liquid Crystals, 16(1), 127-34.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. ve Duboisdeau, 2000. Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. John Wiley and Sons Ltd., England.
- Robertson, A.A., 1964. Cellulose-liquid interactions. Pulp Paper Magazine of Canada 65, 171-178.
- Roco, M.C.. 2005. International perspective on government nanotechnology funding in 2005, J. Nanopart Res., 7, 707-12.
- Rodriguez, R., Jiménez, R., Fernández-Bolaños, J., Guillén, R. ve Heredia, A., 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients, Trends in Food Science and Technology, 17, 3-15.
- Romelle, F.D, Rani, P.A. ve Manohar, R.S., 2016. Chemical composition of some selected fruit peels. European Journal of Food Science and Technology, 4(4), 12- 21.
- Rosenbohm, C., Lundt, I., Christensen, T. ve Young, N.W.G., 2003. Chemically methylated and reduced pectins: Preparation, characterisation by H-1 NMR spectroscopy, enzymatic degradation and gelling properties. Carbohydrate Research, 338(7), 637-649.
- Ross, P., Mayer, R. ve Benziman, M., 1991. Cellulose biosynthesis and function in bacteria. Microbiological Reviews, 55(1), 35–58.
- Rouse, A. H. ve Crandall, P. G., 1976. Nitric acid extraction of pectin from citrus peel. Proc. Fla. State Hort. Soc., 89, 166-168.
- Röder, T., Moosbauer, J., Fasching, M., Bohn, A., Fink, H.P., Baldinger, T. ve Sixta, H., 2006. Crystallinity determination of native cellulose comparison of analytical methods. Lenzinger Berichte, 86, 85-89.
- Rupasinghe, H. P. V. ve Kean, C., 2008. Polyphenol concentrations in apple processing by-products determined using electrospray ionization mass spectrometry. Canadian J Plant Sci., 88, 759-762.

- Sakairi, N., Asano, H., Ogawa, M., Nishi, N. ve Tokura, S., 1998. A method for direct harvest of bacterial cellulose filaments during continuous cultivation of *Acetobacter xylinum*. Carbohydr. Polym., 35, 233–237.
- Saldamlı, İ., 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İçeriyenler. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Önder Matbaası, Ankara, 131 s.
- Salunkhe, D.K., Jadhav, S.J., Kadam, S.S. ve Chavan, J.K., 1982. Chemical, biochemical, and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. CRC Crit Rev Food Sci Nutr., 17, 277-305.
- Samaranayaka, A.G.P. ve Li-Chan, E.C.Y., 2011. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment and potential applications. Journal of Functional Foods, 3, 229-254.
- Samuagam, L., Sia, C.M., Akowuah, G.A., Okechukwu, P.N. ve Yim, H.S., 2013. The effect of extraction conditions on total phenolic content and free radical scavenging capacity of selected tropical fruits' peel. Health and the Environment Journal, 4(2),80-102.
- Sanderson, G.R., 1982. The interactions of xanthan gum in food systems. Progress in Food and Nutrition Science, 6, 77–87.
- Sanusi, R. A. ve Adebisi, A. E., 2009. Beta carotene content of commonly consumed foods and soups in nigeria. Pakistan Journal of Nutrition 8 (9), 1512-1516.
- Sarah, B., 2001. Fruits of the Earth. Resurgence, 205, 14-15.
- Sasaki, C., Sumimoto, K., Asada, C. ve Nakamura, Y., 2012. Direct hydrolysis of cellulose to glucose using ultra-high temperature and pressure steam explosion. Carbohydrate Polymers, 89, 298-301.
- Sayar, Ş., 2012. Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü. (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Révész, C. ve Jiménez, L., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45, 287-306.
- Schurz, J. ve Klapp. H., 1976. Untersuchungen a mikrokristallinen und mikrofeinen cellulosen. Das Papier., 30, 510-513.
- Schürks, N., Wingender, J., Flemming, H. ve Mayer, C., 2002. Monomer composition and sequence of alginates from *Pseudomonas aeruginosa*. International Journal of Biological Macromolecules, 30, 105–111.
- Schoner, W., 2002. Endogenous cardiac glycosides, a new class of steroid hormones. Eur. J. Biochem., 269, 2440-2448.
- Schröpfer, S. B., Bottene, M. K., Bianchin, L., Robinson, L. C., Lima, V., Jahno, V. D., Barud, H. S. ve Ribeiro, S. J. L., 2015. Biodegradation evaluation of bacterial cellulose, vegetable cellulose and poly (3-hydroxybutyrate) in soil. Polímeros 25(2), 154-160.
- Seggiani, M., Puccini, M., Pierini, M., Giovando, S. ve Forneris, C., 2009. Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin, International Journal of Food Science and Technology, 44, 574-580.
- Seifried, H.E., Andersson, D.E., Fisher, E.I. ve Milner, J.A., 2007. A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. The Journal of Nutritional Biochemistry, 18(9), 567-579.

- Setiawan, B., Sulaeman, A., Giraud, D. W. ve Driskell, J. A., 2001. Carotenoid content of selected Indonesian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, 14, 169-176.
- Seto, A., Saito, Y., Matsushige, M., Kobayashi, H., Sasaki, Y., Tonouchi, N., Tsuchida, T., Yoshinaga, F., Ueda, K. ve Beppu, T., 2006. Effective cellulose production by a coculture of *Gluconacetobacter xylinus* and *Lactobacillus mali*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 73, 915-921.
- Shah, J. ve Brown, R.M., Jr., 2005. Towards electronic displays made from microbial cellulose. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 66(4), 352-355.
- Sharma, R. ve Ahuja, M., 2011. Thiolated pectin: Synthesis, characterization and evaluation as a mucoadhesive polymer. *Carbohydrate Polymers*, 85, 658-663.
- Shi, Z., Zhang, Y., Phillips, G. O. ve Yang, G., 2014. Utilization of bacterial cellulose in food. *Food Hydrocolloids*, 35, 539-545.
- Shirai, A., Takahashi, M., Kaneko, H., Nishimura, S. ve Ogawa, M., 1994. Biosynthesis of novel polysaccharide by *Acetobacter xylinum*. *Int J Biol Macromol.*, 16, 297-300.
- Shoda, M. ve Sugano, Y., 2005. Recent advances in bacterial cellulose production, *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 10, 1-8.
- Shrikhande, A.J., 2000. Wine by products with health benefits. *Food Research International*, 33, 469-474.
- Singh, R. P., Chidambara Murthy, K. N. ve Jayasha, G. K., 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81-86.
- Singh, S. ve Immanuel, G., 2014. Extraction of antioxidants from fruit peels and its utilization in paneer. *J Food Process Technol.*, 5(7), 1-5.
- Singleton, V.L. ve Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Slater, T.F., 1984. Free radical mechanisms in tissue injury. *J. Biochem*, 222, 1-15
- Sniffen, C.J., O'Conner, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. ve Russell, J.B., 1994. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim Sci.*, 70, 3562-3577.
- Soares, S., Camino, G. ve Levchik, S., 1995. Comparative study of the thermal decomposition of pure cellulose and pulp paper. *Polymer Degradation and Stability*, 49, 275-283.
- Someya, S., Yoshiki, Y. ve Okubo, K., 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). *Journal of Food Chemistry*, 79, 351-354.
- Son, H.J., Heo, M.S., Kim, Y.G. ve Lee, S.J., 2001. Optimization of fermentation conditions for the production of bacterial cellulose by a newly isolated *Acetobacter* sp. A9 in shaking cultures, *Biotechnol. Appl. Biochem.*, 33, 1-5.
- Son, C., Chung, S., Lee, J. ve Kim, S., 2002. Isolation and cultivation characteristics of *Acetobacter xylinum* KJ-1 producing bacterial cellulose in shaking cultures. *J Microbiol Biotechn.*, 12, 722-728.
- Son, H.J., Kim, H.G., Kim, K.K., Kim, H.S., Kim, Y.G. ve Lee, S.J., 2003. Increased production of bacterial cellulose by *Acetobacter* sp. V6 in synthetic media under shaking culture conditions, *Bioresour. Technol.*, 86, 215-219.
- Song, F., Parekh, S., Hooper, L., Loke, Y.K., Ryder, J.J., Sutton, A.J., Hing, C., Kwok, C.S., Pang, C. ve Harvey, I., 2010. Dissemination and publication of research

- findings: an updated review of related biases. Health Technology Assessment, 14,8.
- Sotiroidis, G., Sotiroidis, M. E. ve Chinou, I., 2010. Chemical analysis, antioxidant and antimicrobial activity of three Greek cucumber (*Cucumis sativus*) cultivars. J Food Biochem., 34, 61-78.
- Stackebrandt, E., Murray, R.G.E. ve Truper, H.G. 1988. Proteobacteria classis nov., a name for the phylogenetic taxon that includes the "purple bacteria and their relatives". Int. J. Syst. Bacteriol., 38, 321-325.
- Stahl, W. ve Sies, H., 1996. Perspective in biochemistry and biophysics. Archive of Biochemistry and Biophysics. 336, 1-9.
- Stephens, S.R., Westland, J.A. ve Neogi, A.N., 1990. Method of using bacterial cellulose as a dietary fiber component. US patent 4960763.
- Stoll, U.E., Kunzek, H. ve Dongowski, G., 2007. Thermal analysis of chemically and mechanically modified pectins. Food Hydrocolloids 21(7), 1101-1112.
- Stoica-Guzun, A., Jecu, L., Gheorghe, A., Raut, I., Stroescu, M., Ghiurea, M., Danila, M., Jipa, I. ve Fruth, V., 2011. Biodegradation of poly(vinyl alcohol) and bacterial cellulose composites by *Aspergillus niger*. J Polym Environ, 19, 69-79.
- Strik, B., 2005. Growing Kiwifruit, A Pacific Northwest Extension publication Oregon State University, University of Idaho and Washington State University, PNW 507.
- Suárez, B., Álvarez, A.L., García, Y.D., Barrio, G.D., Lobo, A.P. ve Parra, F., 2010. Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. Food Chem., 120, 339-342.
- Sun, J.X., Xu, F., Sun, X.F., Xiao, B. ve Sun, R.C., 2005. Physico-chemical and thermal characterization of cellulose from barley straw. Polymer Degradation and Stability 88, 521-531.
- Sun, J., Jiang, Y., Shi, J., Wei, X., Xue, S.J., Shi, J. ve Yi, C., 2010. Antioxidant activities and contents of polyphenol oxidase substrates from pericarp tissues of litchi fruit. Food Chem., 119,753-757.
- Sureshkumar, M., Siswanto, D. Y. ve Lee, C., 2010. Magnetic antimicrobial nanocomposite based on bacterial cellulose and silver nanoparticles. Journal of Materials Chemistry, 20(33), 6948-6955.
- Suschetet, M., 1975. Influence of tannic acid on the hepatic content of vitamin A in rats fed a vitamin A containing diet or a vitamin A deficient diet. C. R. Seances Soc. Biol. Fil., 169, 970.
- Sutherland, I.W., 1994. Structure-function relationship in microbial exopolysaccharides, Biotechnol. Adv., 12, 393-448.
- Sutherland, I.W. 1998. Novel and established applications of microbial polysaccharides, Trends Biotechnol., 16, 41-46.
- Suppakul, P., Jutakorn, K. ve Bangchokedee, Y., 2010. Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. Journal of Food Engineering, 98, 207-213.
- Swings, J. 1992. The genera Acetobacter and Gluconobacter. In Balows, Truper, Dworkin, Harder and Schleifer (eds), The Procaryotes, 2nd ed., Vol. III, Springer-Verlag, New York, pp. 2268-2286.
- Şahin, A., 2006. Nar Bahçesi Tesis, BATEM Yayınları, 28.
- Tanaka, K. ve Toda, F., 2000. Solvent-free organic synthesis. Chem. Rev., 100, 1025-1074.

- Tang, W., Jia, S., Jia, Y. ve Yang, H., 2010. The influence of fermentation conditions and post-treatment methods on porosity of bacterial cellulose, *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 26, 125–131.
- Tang, X., Kumar, P., Alavi, S. ve Sandeep, K., 2012. Recent advances in biopolymers and biopolymer-based nanocomposites for food packaging materials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 426–442.
- Tappi., 1981. Tappi useful method UM256. Water retention value (WRV), Tappi Useful Methods, Tappi Press, Atlanta, USA.
- Teeäär, R., Serimaa, R. ve Paakkari, T., 1987. Crystallinity of cellulose, as determined by cp/mas nmr and xrd methods. *Polym. Bull.*, 17, 231-237.
- Tokoh, C., Takabe, K., Fujita, M. ve Saiki, H., 1998. Cellulose synthesized by *Acetobacter xylinum* in the presence of acetyl glucomannan, *Cellulose*, 5, 249–261.
- Tome, L. C., Brandão, L., Mendes, A. M., Silvestre, A. J., Neto, C. P. ve Gandini, A., 2010. Preparation and characterization of bacterial cellulose membranes with tailored surface and barrier properties. *Cellulose*, 17(6), 1203-1211.
- Toor, R.K. ve Savage, G.P., 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38, 487-494.
- Torralbo, D.F., Batista, K.A., Di-Medeiros, M. C. B. ve Fernandes, K.F., 2012. Extraction and partial characterization of *Solanum lycocarpum* pectin. *Food Hydrocolloids*, 27, 378-383.
- Trenti, A., Grumati, P., Cusinato, F., Orso, G., Bonaldo, P. ve Trevisi, L., 2014. Cardiac glycoside ouabain induces autophagic cell death in non-small cell lung cancer cells via a JNK-dependent decrease of Bcl-2. *Biochemical Pharmacology*, 89 (2), 197-209.
- Tripoli, E., Guardia, M.L., Giammanco, S., Majo, D.D. ve Giammanco, M., 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chem.* 104(2), 466–479.
- Tucci, S.A., Boyland, E.J. ve Halford, J.C.G., 2010. The role of lipid and carbohydrate digestive enzyme inhibitors in the management of obesity: a review of current and emerging therapeutic agents, diabetes. *Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 3, 125-143.
- Tumbas, V.T., Cetkovic, G.S., Djilas, S.M., Canadanovic-Brunet, J.M., Vulic, J.J. ve Knez, Z., 2010. Antioxidant activity of mandarin (*Citrus reticulata*) peel. *Biblid.*, 40, 195–203.
- Turhan, S. ve Üstün, N.Ş., 2006. Doğal antioksidanlar ve gıdalarda kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu.
- Ul-Islam, M., Khan, T. ve Park, J.K., 2012. Water holding and release properties of bacterial cellulose obtained by in situ and ex situ modification. *Carbohydrate Polymers*, 88(2), 596-603.
- Urakami, T., Yamaoka, J., Suzuki, K. ve Komagata, K. 1989. *Acidomonas* gen. Nov., incorporating *Acetobacter methanolicus* as *Acidomonas methanolica* comb. Nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 39, 50-55.
- Uraki, Y., Morito, M., Kishimoto, T. ve Sano, Y., 2002. Bacterial cellulose production using monosaccharides derived from hemicelluloses in water-soluble fraction of waste liquor from atmospheric acetic acid pulping. *Holzforschung*, 56, 341–347.
- Usha, R.M. ve Appaiah, K.A., 2011. Statistical optimization of medium composition for bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter hansenii* UAC09 using

- coffee cherry husk extract—an agro-industry waste. *J. Microbiol. Biotechnol.* 21, 739-745.
- Uzyol, H. K. ve Saçan, M.T., 2016. Bacterial cellulose production by *Komagataeibacter hansenii* using algae-based glucose. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 24(12), 11154-11162.
- Vandamme, E.J., De Baets, S., Vanbaelen, A., Joris, K. ve De Wulf P., 1998. Improved production of bacterial cellulose and its application potential. *Polymer Degradation and Stability*, 59(7), 93-99.
- Vargas, F.D., Jiménez, A.R. ve López, O.P., 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(3), 173-289.
- Vazquez, A., Foresti, M. L., Cerrutti, P. ve Galvagno, M., 2013. Bacterial cellulose from simple and low cost production media by *Gluconacetobacter xylinus*. *Journal of Polymers and Environment*, 21(2), 545-554.
- Venzon, S.S., Canteri, M.H.G., Granato, D., Junior, B.D., Maciel, G. M., Stafussa, A.P. ve Haminiuk, C.W.I., 2015. Physicochemical properties of modified citrus pectins extracted from orange pomace. *J Food Sci Technol*, 52(7), 4102–4112.
- Verma, A. K., Johnson, J. A., Gould, M. N. ve Tanner, M., 1988. Inhibition of 7,12 dimethylbenz(a)anthracene-induced and n-nitrosomethylurea-induced rat mammary-cancer by dietary flavonol quercetin. *Cancer Res.*, 48, 5754-5759.
- Videcoq, P., Garnier, C., Robert, P. ve Bonnin, E., 2011. Influence of calcium on pectin methylesterase behaviour in the presence of medium methylated pectins. *Carbohydr Polym.*, 86, 1657-1664.
- Virk, B.S. ve Sogi, D.S., 2004. Extraction and characterization of pectin from apple (*Malus pumila* Cv Amri) peel waste. *International Journal of Food Properties*, 7, 693-703.
- Visioli, F., Borsani, L. ve Gali, C., 2000. Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. *Cardiovasc. Res.*, 47, 149-425.
- Vriesmann, L.C., Teófilo, R. F. ve Petkowicz, C.L.O., 2011. Optimization of nitric acid mediated extraction of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers*, 84, 1230-1236.
- Wagner, H. 1989. Search for new plant constituents with potential antiphlogistic and antiallergic activity. *Planta Med.*, 55, 235-238.
- Wagner, H., Elbi, G., Lotter, H. ve Guinea, N., 1991. Evaluation of natural products as inhibitors of angiotensin converting enzyme (ACE). *Pharm. Pharmacol. Lett.*, 1, 15-18.
- Walter, R. H., 1991. *The Chemistry And Technology of Pectin* (Chap. 1). New York: Academic Press.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C. ve Hsu, H.W., 2008. The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chem.*, 106, 277–284.
- Wang, W., Ma, X., Xu, Y., Cao, Y., Jiang, Z., Ding, T., Ye, X. ve Liu, D., 2015. Ultrasound-assisted heating extraction of pectin from grapefruit peel: Optimization and comparison with the conventional method. *Food Chemistry*, 178, 106-114.
- Wang, M., Huang, B., Fan, C., Zhao, K., Hu, H., Xu, X., Pan, S. ve Liu, F., 2016. Characterization and functional properties of mango peel pectin extracted by ultrasound assisted citric acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 794-803.

- Wang, W., Ma, X., Jiang, P., Hu, L., Zhi, Z., Chen, J., Ding, T., Ye, X. ve Liu, D., 2016b. Characterization of pectin from grapefruit peel: A comparison of ultrasound-assisted and conventional heating extractions. *Food Hydrocolloids*, 61, 730-739.
- Watanabe, K., Tabuchi, M., Morinaga, Y. ve Yoshinaga, F. 1998. Structural features and properties of bacterial cellulose produced in agitated culture. *Cellulose*, 5, 187-200.
- Waszkowiak, K. ve Swigło, A.G., 2016. Binary ethanol–water solvents affect phenolic profile and antioxidant capacity of flaxseed extracts. *Eur Food Res Technol.*, 242, 777–786.
- Westerlund, E., Aman, P., Anderson, R., Anderson, R.E. ve Rahman, S.M.M., 1991. Chemical characterization of water-soluble pectin in papaya fruit. *Carbohydrate Polymers.*, 15, 67-78.
- West, K.P., Jr, Katz, J. ve Khatry, S.K., 1999. Double blind, cluster randomised trial of low dose supplementation with vitamin A or beta carotene on mortality related to pregnancy in Nepal. *British Medical Journal*, 318, 570-575.
- Wilkinson, J.F., 1958. The extracellular polysaccharides of bacteria. *Bacteriol. Rev.* 22, 46-73.
- Willats, W.G.T., Knox, J. P. ve Mikkelsen, J.D., 2006. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel, *Trends in Food Science & Technology*, 7(3), 97-104.
- Wilson, C.A., 1999. *The Book of Marmalade: Its Antecedents, Its History and Its Role in the World Today (Together with a Collection of Recipes for Marmalades and Marmalade Cookery)*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia. Revised Edition 1999. ISBN 0-8122-1727-6
- Wolfe, K.L., Wu, X. ve Liu, R.H., 2003. Antioxidant activity of apple peels. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 609-614.
- Wonganu, B. ve Kongruang, S., 2010. Red bacterial cellulose production by fermentation of *Monascus purpureus*. In: *Chemistry and Chemical Engineering (ICCCE)*, 2010 international conference on (pp. 137-141).
- World Bank, 1996. *Pollution Prevention and Abatement: Fruit and Vegetable Processing*. Draft Technical Background Document. Environment Department, Washington, D.C.
- Wu, X.C., Chen, Y.M., Li, Y.D., Li, O., Zhu, L., Qian, C.D., Tao, X.L. ve Teng, Y., 2011. Constitutive expression of vitreoscilla haemoglobin in *sphingomonas elodea* to improve gellan gum production. *Journal of Applied Microbiology*, 110, 422–430.
- Wu, Q., Zhu, W., Wang, W. ve Xu, Y., 2015. Effect of yeast species on the terpenoids profile of Chinese light-style liquor. *Food Chemistry*, 168, 390-395.
- Xue, R., Han, N., Ye, C., Wang, L., Yang, J., Wang, Y. ve Yin, J., 2014. The cytotoxic activities of cardiac glycosides from *Streptocaulon juvenas* and the structure–activity relationships. *Fitoterapia*, 98, 228-233.
- Xue, R., Han, N., Xia, M., Ye, C., Hao, Z., Wang, L., Wang, Y., Yang, J., Saiki, I. ve Yin, J., 2015. TXA9, a cardiac glycoside from *Streptocaulon juvenas*, exerts a potent anti-tumor activity against human non-small cell lung cancer cells *in vitro* and *in vivo*. *Steroids*, 94, 51-59.
- Xiao, L., Mai, Y., He, F., Yu, L., Zhang, L. ve Tang, H., 2012. Bio-based green composites with high performance from poly (lactic acid) and surfacemodified

- microcrystalline cellulose. *Journal of Materials Chemistry*, 22(31), 15732-15739.
- Yamada, Y., Hoshino, K.I. ve Ishikawa, T. 1997. The phylogeny of acetic acid bacteria based on partial sequences of 16S ribosomal RNA: the elevation of the subgenus *Gluconacetobacter* to the generic level. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 61, 1244-1251.
- Yamada, Y., Hoshino, K. ve Ishikawa, T. 1998. *Gluconacetobacter corrig* (*Gluconoacetobacter* [sic]). In *Validation of Publication of New Names and New Combinations Previously Effectively Published Outside the IJSB*, List No. 64. *Int. J. Syst Bacteriol.*, 48, 327-328.
- Yamada, Y. 2000. Transfer of *Acetobacter oboediens* and *Acetobacter intermedius* to the genus *Gluconacetobacter* as *Gluconacetobacter oboediens* comb. nov. and *Gluconacetobacter intermedius* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50, 2225–2227.
- Yamanaka, S., Watanabe, K. ve Suzuki, Y. 1990. Hollow microbial cellulose, process for preparation thereof, and artificial blood vessel formed of said cellulose. European patent 0396344A2.
- Yamanaka, S. ve Sugiyama, J. 2000. Structural modification of bacterial cellulose. *Cellulose*, 7(13), 213-225.
- Yang, C.M. ve Chen C.Y., 2005. Synthesis, characterization and properties of polyanilines containing transition metal ions. *Synth Met.*, 153, 133-136.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D. H. ve Zheng, C., 2007. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12–13), 1781-1788.
- Yang, G., Xie, J., Hong, F., Cao, Z. ve Yang, X., 2012. Antimicrobial activity of silver nanoparticle impregnated bacterial cellulose membrane: Effect of fermentation carbon sources of bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 87, 839-845.
- Yang, X.Y., Zeng, Z.H., Yan, J.Y., Fan, W., Bian, H.W., Zhu, M.Y., Yang, J.L. ve Zheng, S.J., 2013. Association of specific pectin methylesterases with Al-induced root elongation inhibition in rice. *Physiol Plant.*, 148, 502-511.
- Yao, F., Wu, Q., Guo, Y.L.W. ve Xu, Y., 2008. Thermal decomposition kinetics of natural fibers: Activation energy with dynamic thermogravimetric analysis. *Polymer Degradation and Stability*, 93, 90-98.
- Yapo, B. M., 2009. Biochemical characteristics and gelling capacity of pectin from yellow passion fruit rind as affected by acid extractant nature. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 1572–1578.
- Yapo, B.M. ve Koffi, K.L., 2006. Yellow passion fruit rind- potential source of low-methoxyl pectin. *Journal of Food. And Agricultural Chemistry*, 54, 2738-2744.
- Yapo, B.M. ve Koffi, K.L., 2013. Extraction and characterization of gelling and emulsifying pectin fractions from cacao pod husk. *Journal of food and nutrition research*, 1(4), 46-51.
- Yavuz, M., 2005. Deterjan lif sistemi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 93-96.
- Yen, G.C. ve Chang, Y.C., 2003. Production of antioxidant from *Aspergillus candidus* broth filtrate by fermentor. *Process Biochemistry*, 38, 1425-1430.
- Yeşilada, E., 1995. Heterozitler ve Saponinler. *Ders notları*. s:1-4. Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognazi Anabilim Dalı, Ankara.
- Yodsuwan, N., Owatworakit, A., Ngaokla, A., Tawichai, N. ve Soykeabkaew, N., 2012. Effect of carbon and nitrogen sources on bacterial cellulose production for

- bionanocomposite materials. 1st Mae Fah Luang University International Conference, 29-30 November 2012, Thailand.
- Yoshino, T., Asakura, T. ve Toda, K., 1996. Cellulose production by *Acetobacter pasteurianus* on silicone membrane. J. Ferment. Bioeng., 81, 32–36.
- Yuliarti, O., Goh, K. K. T., Matia-Merino, L., Mawson, J. ve Brennan, C., 2015. Extraction and characterization of pomace pectin from gold kiwifruit (*Actinidia chinensis*). Food Chemistry, 187, 290–296.
- Zahradnik, M., 1992. The Production and Application of Fluorescent Brightening Agents, John Wiley & Sons, New York, USA.
- Zanbak, C., 2002. Türkiye’de makro düzey sanayi atıkları yönetim sorunları ve çözüm yaklaşımları, TUBITAK Vizyon 2023 Paneli, Katkı Dokümanı (Ekim 2002), Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği.
- Zhang, H., Chen, C., Zhu, C. ve Sun, D., 2016. Production of bacterial cellulose by *acetobacter xylinum*: effects of carbon/nitrogen-ratio on cell growth and metabolite production. Cellulose Chemistry and Technology, 50 (9-10), 997-1003.
- Zhao, Q., Zhao, M., Li, J., Yang, B., Su, G., Cui, C. ve Jiang, Y., 2009. Effect of hydroxypropyl methylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream. Food Hydrocolloids, 23, 2168–2173.
- Zeng, X., Small, D.P. ve Wan, W., 2011. Statistical optimization of culture conditions for bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* BPR 2001 from maple syrup. Carbohydr. Polym., 85, 506-513.
- Zhongdong, L., Guohua, W., Yunchang, G. ve Kennedy, J.F., 2006. Image study of pectin extraction from orange skin assisted by microwave. Carbohydrate Polymers, 64(4), 548-552.
- Zhou, L.L., Sun, D.P., Hu, L.Y., Li, Y.W. ve Yang, J.Z., 2007. Effect of addition of sodium alginate on bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum*, J. Ind. Microbiol. Biotechnol., 34, 483-489.
- Zhou, H.Y., Zhang, Y. P., Zhang, W. F. ve Chen, X. G., 2011. Biocompatibility and characteristics of injectable chitosan-based thermosensitive hydrogel for drug delivery. Carbohydrate Polymers, 83(4), 1643-1651.
- Zhu, H., Jia, S., Yang, H., Tang, W., Jia, Y. ve Tan, Z., 2010. Characterization of bacteriostatic sausage casing: a composite of bacterial cellulose embedded with polylysine. Food Science and Biotechnology, 19, 1479-1484.
- Zitko, V. ve Rosik, J., 1962. Tanen-gelatin reaction in lichte der theorie de reaktionen kleiner molekule mit makromolekulern. Collect. Czech. Chem. Commun., 27, 2058.
- Zykwinska, A., Gaillard, C., Boiffard, M.-H., Thibault, J.-F. ve Bonin, E., 2009. Green labelled pectins with gelling and emulsifying properties can be extracted by enzymatic way from unexploited sources. Food Hydrocolloids, 23, 2468-2477.

7. EKLER

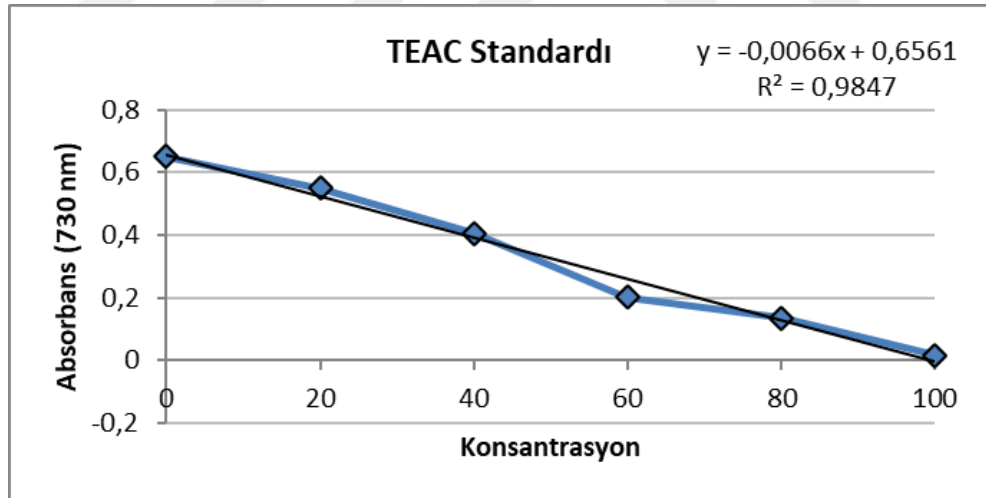
7.1. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesi (TEAC) Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

20 mM Sodyum Asetat Tamponu: 0.82 g sodyum asetat, 400 mL saf suda çözündürülmüş, pH'sı asetik asitle 4.5'e ayarlanmış ve hacmi 500 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) Çözeltisi: 192 mg ABTS saf suda çözündürülmüş ve hacmi 50 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

2.45 mM Potasyum Peroksidisülfat Çözeltisi: 33.1 mg potasyum peroksidisülfat saf suda çözündürülmüş ve hacmi 50 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

ABTS ve potasyum peroksidisülfat çözeltisi analiz yapılmadan önce 1:1 oranında karıştırılmış ve bir gece karanlık ortamda bekletilmiştir.



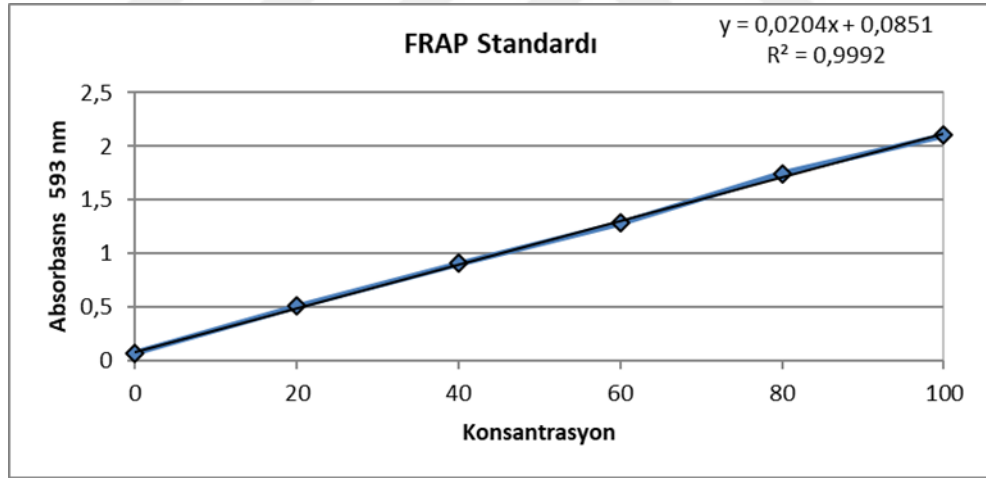
7.2. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

30 mM Asetat Tamponu: 2.4 g sodyum asetat ve 14.5 mL asetik asit bir miktar suda çözündürülmüş ve pH'sı asetik asitle 3.6'ya ayarlanmış, hacmi de 1 L'ye saf suyla tamamlanmıştır.

20 mM FeCl₃ Çözeltisi: 324 mg FeCl₃ saf suda çözündürülmüş ve hacmi 100 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

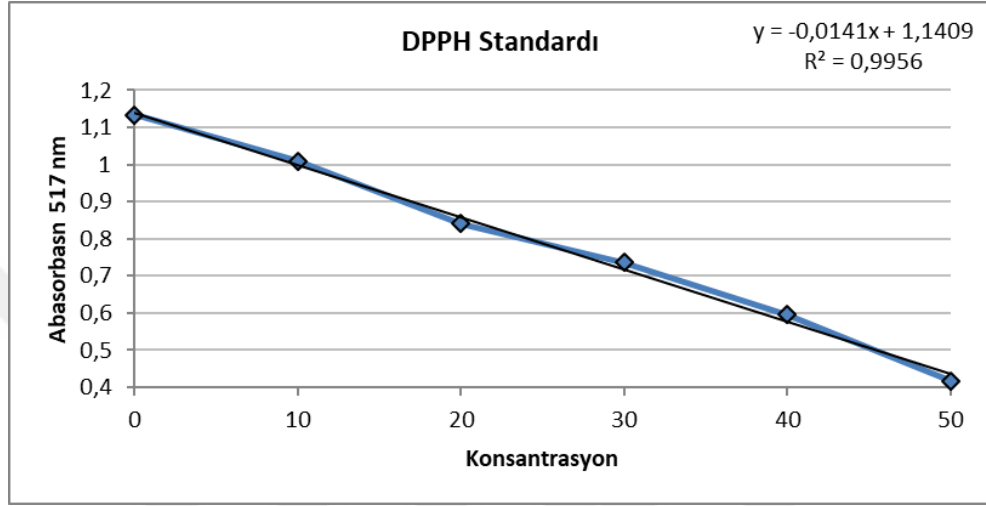
10 mM TPTZ (2,4,6-Tris (2-pyridyl)-s-triazine) Çözeltisi: 312 mg TPTZ, 80 mL saf su ve 0.33 ml HCl asit karıştırılmış ve karışımın hacmi 100 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

Bu üç çözelti analiz yapılmadan önce sırasıyla 10:1:1 oranında karıştırılarak kullanılmıştır.



7.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

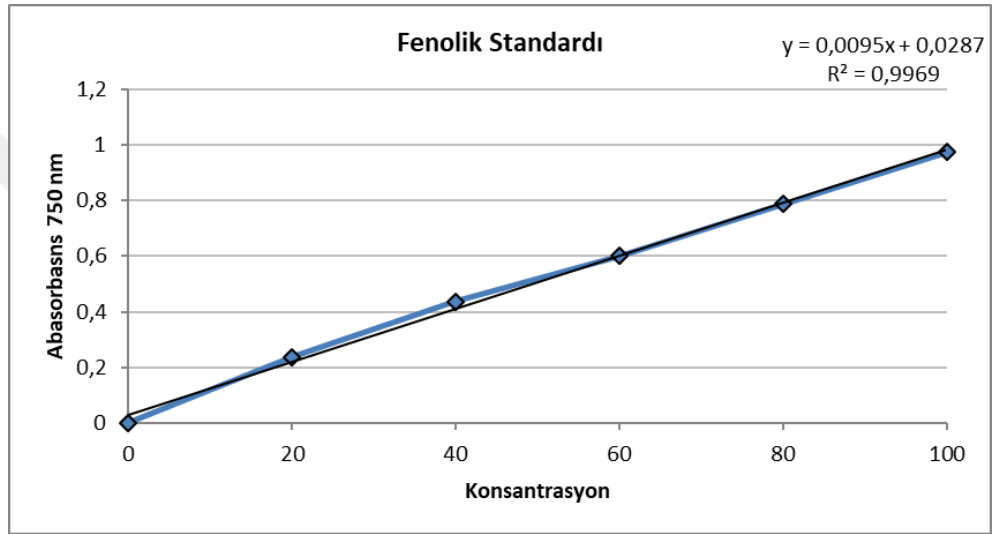
100 µM DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) Çözeltisi: 4 mg DPPH 100 mL metanolde çözündürülmüştür.



7.4. Toplam Fenolik Madde Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

%7 Na₂CO₃ Çözeltisi: 7 g Na₂CO₃ saf suda çözündürülerek hacmi 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

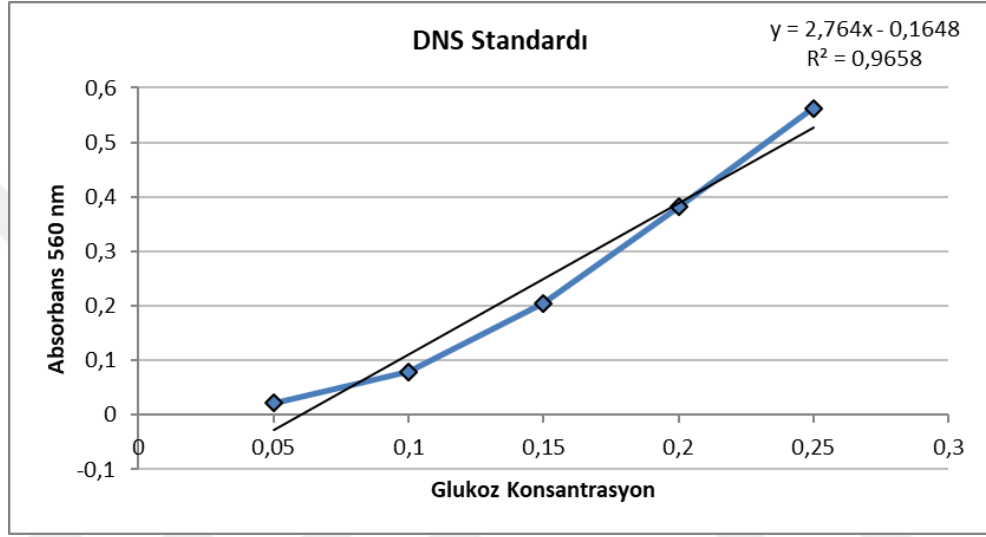
10 mg/mL Gallik Asit Standart Çözeltisinin Hazırlanması: 1 g gallik asit 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.



7.5. DNS Metodu Çözeltisinin Hazırlanması ve Standardı

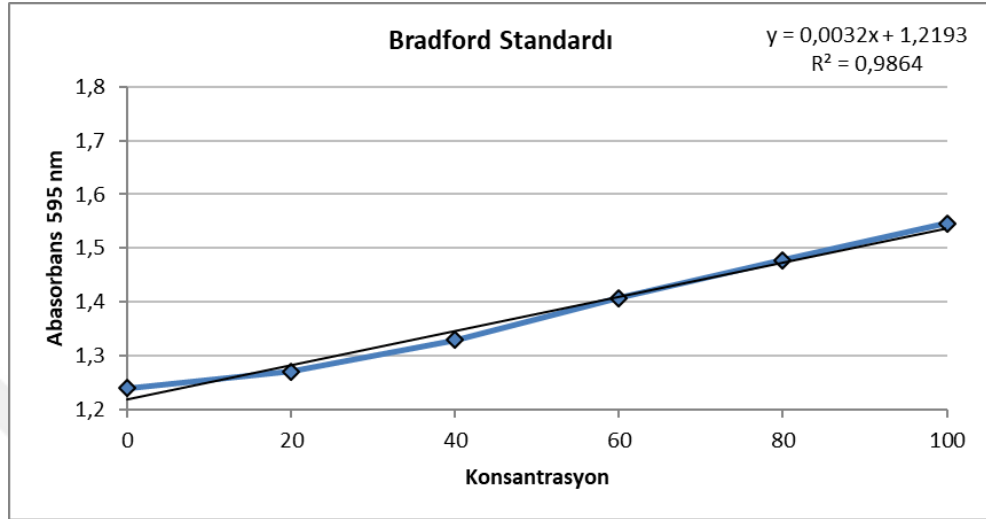
DNS Çözeltisi: 5 g dinitrosalisilik asit, 1 g fenol, 0.25 g sodyum sülfid, 5 g sodyum hidroksit, önce 400 mL saf su içinde çözündürülmüş ve hacmi 500 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.

2.5 mg/mL Glukoz Çözeltisi: 250 mg glukoz saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.



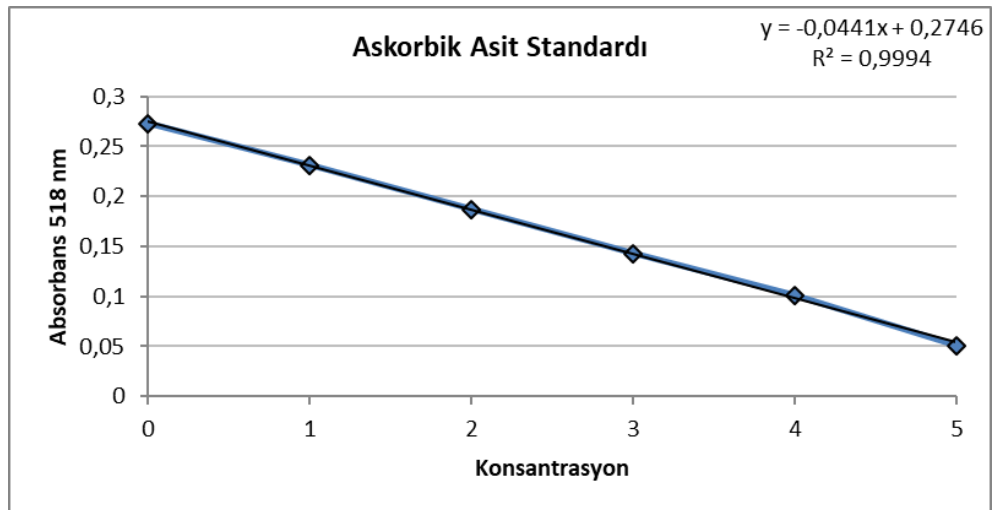
7.6. Bradford Metodu Çözeltisinin Hazırlanması ve Standardı

Bradford Çözeltisi: 50 mg BSA 100 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır.



7.7. Askorbik Asit Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

%0.4 Oksalik Asit Çözeltisi Hazırlama: 400 mg oksalik asit 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

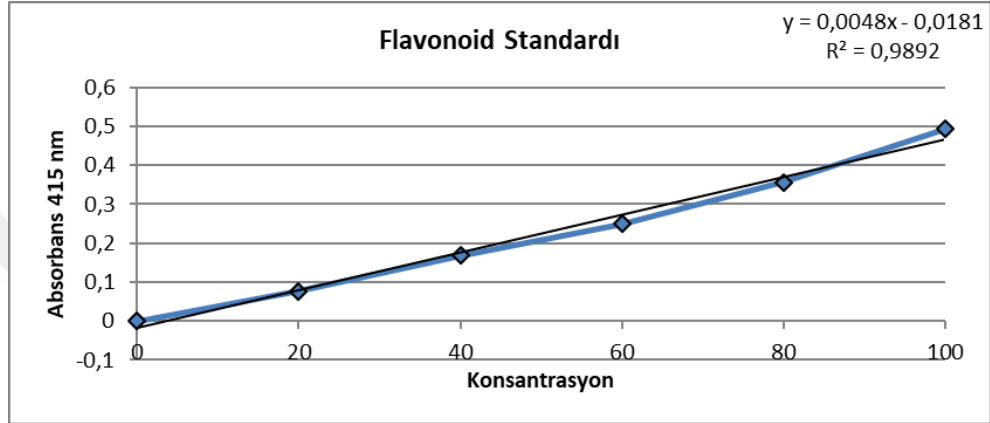


7.8. Flavonoid Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

%5 NaNO₂ Çözeltisi: 5 g NaNO₂ 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

1 M NaOH Çözeltisi: 4 g NaOH 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

200 mg/L Quercetin Çözeltisi: 20 mg quercetin 10 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

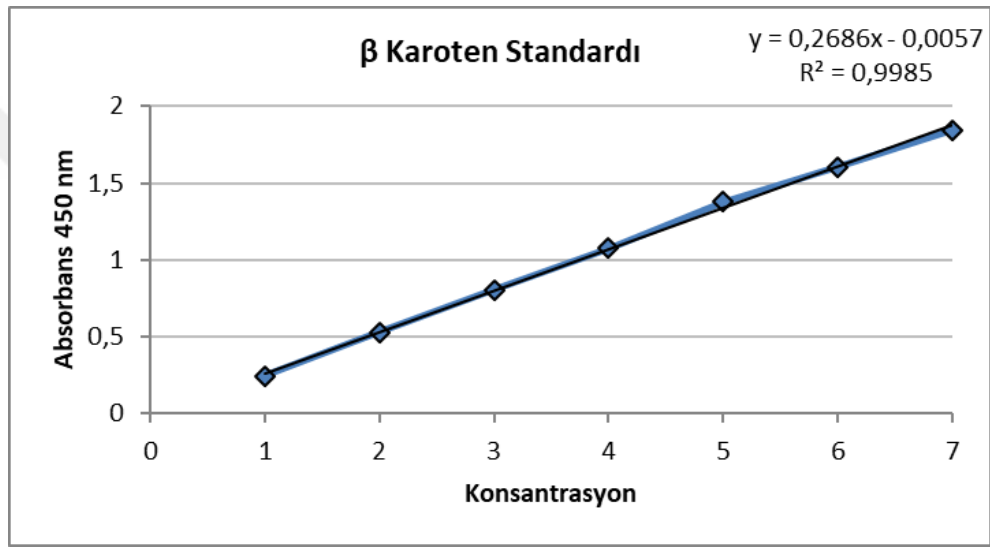


7.9. β -Karoten Tayininde Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması ve Standardı

%0.1 Etanolik BHT Çözeltisi: 100 mg BHT 100 mL'ye etanol (%96) ile tamamlanmıştır.

%80 KOH Çözeltisi: 80 g KOH 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.

100 μ g/mL'lik β -karoten Çözeltisi: 10 mg β -karoten 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır.



8. ÖZGEÇMİŞ

1. Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı : Melih GÜZEL
Doğum Yeri : Münih-Almanya
Doğum Tarihi : 05.03.1984
Medeni Hali : Evli
E-Posta Adresi : melihguzel@gumushane.edu.tr
Telefon (İş) : 04562331000-3608
Telefon (Cep) : 05442779400
Faks : 04562331009
Adres : Gümüşhane Üniversitesi Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Şiran/GÜMÜŞHANE

2. Öğretim Bilgisi:

Doktora (2012-) Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi/Gıda Mühendisliği Bölümü/Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans (2008-2011) Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi/Gıda Mühendisliği Bölümü/Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Lisans (2002-2006) Pamukkale Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi/Gıda Mühendisliği Bölümü/Gıda Mühendisliği Pr.

3. Görevler:

Öğretim Görevlisi (2012-) Gümüşhane Üniversitesi/Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu/Gıda İşleme Bölümü

4. Verdiği Dersler:

2016-2017	Öğrenim Dili	Ders Saati
Önlisans		
Gıdalarda Temel İşlemler - I	Türkçe	2
Kalite Yönetim Sistemleri	Türkçe	1
Laboratuvar Aletleri	Türkçe	2
Sebze Meyve Ürünleri Kalite ve Analizleri	Türkçe	4
Gıda Muhafaza Yöntemleri	Türkçe	2
Sebze Meyve Ürünleri Analizleri	Türkçe	2
Et ve Ürünleri Analiz Yöntemleri	Türkçe	3
Laboratuvar Teknikleri	Türkçe	4
Et ve Ürünlerinde Kalite	Türkçe	2
Et ve Ürünleri Teknolojisi - I	Türkçe	3
Et ve Ürünlerinde Kalite ve Analizleri	Türkçe	3
İngilizce – I	Türkçe	3
2015-2016		
Önlisans		
Gıda Muhafaza Yöntemleri	Türkçe	2
Et ve Ürünleri Teknolojisi - I	Türkçe	3
Et ve Ürünlerinde Kalite	Türkçe	2
Et ve Ürünleri Analiz Yöntemleri	Türkçe	3
Lisans		
Et Ürünleri Teknolojisi	Türkçe	2
Et Bilimi ve Teknolojisi	Türkçe	4
2014-2015		
Önlisans		
Matematik - II	Türkçe	2
Et ve Ürünleri Teknolojisi - I	Türkçe	3
İşletme Yönetimi	Türkçe	3

Et ve Ürünleri Teknolojisi - II	Türkçe	3
Gıdalarda Temel İşlemler - I	Türkçe	2
Gıda Kimyası	Türkçe	4
Mesleki Matematik	Türkçe	2
Matematik – I	Türkçe	2

Lisans

Et Bilimi ve Teknolojisi	Türkçe	4
Et Ürünleri Teknolojisi	Türkçe	2

5. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

1. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Bacterial Cellulose Production and Characterization from Citrus Peels with Komagataeibacter hansenii. International Conference on Advanced Engineering Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
2. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Melon Rind. International Conference on Advanced Engineering Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
3. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Bacterial Cellulose Production with Komagataeibacter hansenii. The International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF), 1254-1254. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
4. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Physicochemical And Structural Properties Of Pectins From Citrus Peels. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
5. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Characterization of Pectin from Kiwifruit Waste. 6 th INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD TECHNOLOGY (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
6. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Bacterial Cellulose Production from Melon Rind. 6 th INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD TECHNOLOGY (Özet Bildiri/Poster)
7. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Bioactive Compounds of Tomato Peel. 6 th INTERNATIONAL CONGRESS ON FOOD TECHNOLOGY (Özet Bildiri/Poster)
8. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2016). Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Fruit Waste. 8th Central European Congress on Food (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
9. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2016). Extraction and Characterization of Pectin from Food Waste. 8th Central European Congress on Food (Özet Bildiri/Poster)

10. TOPALOĞLU ESRA, GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2014). Production of bacterial cellulose and use in the food industry. International Food Congress is: "Novel Approaches in Food Industry (Özet Bildiri/Poster)
11. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2013). Rosehip Soup and Its Significance as Functional Food. The 2nd International Symposium on Traditional Foods From Adriatic to Caucasus (Özet Bildiri/Poster)
12. ÇELİK MEHTAP, GÜZEL MELİH, ELDİVENÇİ ENGİN, ÖZBEY AYSE, YILDIRIM ZELİHA, YILDIRIM METİN (2011). Determination of some chemical and functional properties of protein concentrate from sour cherry seed kernels. International Food Congress-Novel Approaches in Food Industry (Özet Bildiri/Poster)

6. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Turunçgil Kabuklarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (GUFBED), 7(2), 153-167.
2. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2017). Turunçgil Kabuklarından Elde Edilen Pektinlerin Karakterizasyonu ve Karşılaştırılması. Akademik Gıda, 15(1), 17-28.
3. GÜR FİLİZ, GÜZEL MELİH, ÖNCÜL NİLGÜN, YILDIRIM ZELİHA, YILDIRIM METİN (2010). Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri. Akademik Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 8(1), 23-31.

7. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2016). Limon Atıklarından Mikrobiyal Selüloz Üretimi ve Karakterizasyonu. Türkiye 12. Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)
2. GÜZEL MELİH, TOPALOĞLU ESRA, AKPINAR ÖZLEM (2014). Nıksar Cevizi ve Geleneksel Gıda Olarak Tüketim Şekilleri. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu (Özet Bildiri/Poster)
3. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2013). β galaktosidaz Enzimi ve Uygulama Alanları. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi (Özet Bildiri/Poster)
4. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2013). Kazein Misel Yapı Modelleri. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi (Özet Bildiri/Poster)
5. GÜZEL MELİH, AKPINAR ÖZLEM (2013). Süt ve Süt Ürünlerinde Bulunan Laktozun Uzaklaştırılması Konusunda Kullanılan Yöntemler. İç Anadolu Bölgesi 1. Tarım Ve Gıda Kongresi, 1, 171-176. (Tam Metin Bildiri/Poster)
6. GÜR FİLİZ, GÜZEL MELİH, YILDIRIM ZELİHA, YILDIRIM METİN (2012). Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyoaktif Nitelikleri. Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 1 (Özet Bildiri/Poster)
7. ÇELİK MEHTAP, GÜZEL MELİH, YILDIRIM METİN (2012). Süt Kaynaklı Antioksidan Peptidler. Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu (Özet Bildiri/Poster)

8. GÜZEL MELİH, ÇELİK MEHTAP, ERİNÇ HAKAN, YILDIRIM METİN (2012). Mahlep Çekirdeği İçinden Üretilen Protein Konsantresinin Bazı Kimyasal ve İşlevsel Özellikleri. Türkiye 11. Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)
9. GÜZEL MELİH (2012). Peptitlerin Antioksidan Özellikleri. Türkiye 11. Gıda Kongresi (Özet Bildiri/Poster)

8. Ödüller:

1. En İyi Sözlü Sunum, 2nd International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET, 2017).

9. Üniversite Dışı Deneyim:

1. 2010-2012 Üretim Müdürü, Toksüt San. Tic. Ltd. Şti, Süt Ürünleri Üretimi, (Ticari (Özel)),
2. 2008-2010 İşletme Müdürü, Arzum Havuzlu Tic. Ltd. Şti., Hazır Yemek ve Restoran İşletmeciliği, (Ticari (Özel))
3. 2007-2008 Sorumlu Yönetici, Mehder Tic. Ltd. Şti, Hazır Yemek ve Restoran İşletmeciliği, (Ticari (Özel))