T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANILMAK ÜZERE BİTKİSEL KAYNAKLI JELATİN ÜRETİMİ

SEMA SAĞIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NİL ACARALI

İSTANBUL, 2016

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANILMAK ÜZERE BİTKİSEL KAYNAKLI JELATİN ÜRETİMİ

Sema SAĞIR tarafından hazırlanan tez çalışması 14.11.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Jale GÜLEN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Selva ÇAVUŞ

İstanbul Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Gıdaların içinde yer alan her türlü nesnenin gıdalara, gıdanın raf ömrünü uzatmak, lezzetini arttırmak, kıvam vermek gibi amaçlarla eklenildiği bilinmektedir. İnsanlığın ilk çağlarından itibaren yiyeceklere lezzet arttıcı ve koruyucu olarak eklenen bazı maddeler olmuştur. Ancak, teknolojinin gelişmesiyle katkı maddelerindeki değişimin, bu maddelerin zaman geçtikçe eskisi kadar masum olmadığını göstermiştir. Artık kimyasal olarak üretimi oldukça yaygın olan bir sektör haline dönüşmüştür. Günümüzde gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin kökeni, tüketiciler tarafından merak edilmektedir. Gıda katkı maddelerinin kaynakları, kullanım miktarları ve bu miktarların sağlığımız üzerindeki etkilerinin neler olduğu tüketicinin merakla cevaplarını aradığı sorulardır. Bilinçli tüketici artık kimyasal ürünlere nazaran kökeni bitkisel kaynaklara dayanan gıda katkı maddelerini tercih etmek istemektedir. Son zamanlarda "Gıda Katkı Maddeleri" olarak masaya yatırılan sorunlar, bilim adamlarına yol gösterek yeni araştırmaların artmasına vesile olmuştur. Bilinen en yaygın gıda katkı maddesi, jelleştirme, stabilize etme gibi önemli özelliklerinden dolayı jelatin (jel)'dir. Jelatin üretimi, hayvansal kaynaklara dayanmaktadır. Ancak kullanılan hayvan türünün ve kesim biçiminin bilinmemesi tüketicilerde şüphe uyandırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, gıda katkı maddesi olarak kullanılması için bitkisel kaynaklı bir jel üretimini sağlamaktır. Çalışmada jelleştirme ajanı olarak tamamen meyvelerin doğal yapısında bulunan bir polisakkarit çeşidi olan pektin kullanılmaktır. Doğal yöntemlerle elde edilen pektinlerle jel üretimi amaçlanmıştır. Bu araştırma, helal besine, vejeteryan yaşam biçimine önem veren tüketiciler için yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Tez çalışması süresince engin bilgileriyle beni aydınlatan değerli hocam Sayın Prof.Dr. Hanifi SARAÇ'a, her zaman neşesiyle, enerjisiyle yardımcı olan ve desteklerinden dolayı danışmanım Yrd. Doç.Dr. Nil ACARALI' ya, analizlerdeki yardımlarından dolayı Yrd.Doç. Dr. M. Zeki DURAK'a, Arş.Gör. Ruşen METİN YILDIRIM'a ve Arş. Gör. Ömer Said TOKER'e, her anımda yanımda olup, yardımcı olmaktan kaçınmayan sevgili dostum Yüksek Kimya Mühendisi Merve DOLUNAY'a, her anlamda desteklerinden ve sevgilerinden dolayı yanımda olan canım babam Mahfuz SAĞIR'a, canım annem Neriman SAĞIR'a ve değerli aileme sonsuz teşekkürlerim ve sevgilerimle...

Kasım, 2016

Sema SAĞIR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ..... viii

ÖZET xi

ABSTRACT xii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

PEKTİN 3

2.1 Pektinin Yapısı 3
2.2 Pektinin Kullanım Alanları 7

BÖLÜM 3

JELATİN 10

3.1 Türkiye ve Dünya'da Jelatin Üretimi ve Kullanımı 11
3.2 Jelatin Üretim Prosesi 12
3.3 Jelatinin Kullanım Alanları ve Fonksiyonları 13
3.4 Jelatin Bulunan Gıdalar 14

BÖLÜM 4

BİTKİSEL KAYNAKLI JEL ÜRETİMİNE YÖNELİK LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR 15

BÖLÜM 5

DENEYSEL TASARIM 20

5.1 Taguchi Metodu 20

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMA 23

6.1 Elmadan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel 24
6.1.1 Kullanılan materyaller 24
6.1.2 Elmadan pektin üretimi 25
6.1.3 Elmadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı 26
6.2 Ayvadan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel 29
6.2.1 Kullanılan Materyaller 29
6.2.2 Ayvadan pektin üretimi 29
6.2.3 Ayvadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı 30
6.3 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel 32
6.3.1 Kullanılan materyaller 32
6.3.2 Portakal kabuğundan pektin üretimi 33
6.3.3 Portakal kabuğundan elde edilen pektinin modifiye nişasta ile karrıştırılması 34

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE TARTIŞMA 36

7.1 Taguchi Sonuçları 36
7.1.1 Elmadan Pektin Üretimi için Taguchi Sonuçları 38
7.1.2 Ayvadan Pektin Üretimi için Taguchi Sonuçları 38
7.1.3 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin için Taguchi Sonuçları 39
7.1.4 Elmadan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası ile Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 42
7.1.5 Ayvadan Üretilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası İle Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 43
7.1.6 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası ile Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 44
7.2 Fourier Transform Infrared Spektroskopi (FT-IR) Ölçümleri 44
7.3 Raman Analizi 47

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER 51

KAYNAKLAR 53

ÖZGEÇMİŞ 55

SİMGE LİSTESİ

E 440 Pektin katkı maddesi

KISALTMA LİSTESİ

FT-IR	Fourier Transform Infrared Spektroskopi
GME	Avrupa Jelatin Üreticileri Birliği
JAKIM	Jabatan Kemajuan Islam Malaysia

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Hücre İçerisinde Çözünmüş Halde Bulunan Pektin 4
Şekil 2. 2 (A) Yüksek Esterleşme Dereceli Pektin (% 75), (B) Düşük Esterleşme Dereceli Pektin (% 25) 5
Şekil 2. 3 Pektin Molekülü 6
Şekil 2. 4 Amidize Pektin 8
Şekil 3. 1 Kolejen Ve Jelatinin Şematik Görünümü 12
Şekil 6. 1 Deney Düzeneği: (1) Bitkisel Kaynak, (2) Çözücü; (3) Dijital Sıcaklık Göstergesi;(4) Reaksiyon Kabı; (5) Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı; (6) Süzme Aparatı; (7) Soğuk Tuzak; (8) Pompa 24
Şekil 6. 2 Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı 26
Şekil 6. 3 Elmadan Elde Edilen Pektin 26
Şekil 6. 4 Santrifüj Cihazı 27
Şekil 6. 5 Etüv 28
Şekil 6. 6 Elmadan Elde Edilen Pektin İle Modifiye Buğday Nişastasından Elde Edilen Jel Örneği 28
Şekil 6. 7 Ayva Pektini 30
Şekil 6. 8 Ayvadan Elde Edilen Pektin İle Modifiye Buğday Nişastasından Elde Edilen Jel Örneği 32
Şekil 6. 9 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin 34
Şekil 6. 10 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin İle Modifiye Buğday Nişastasından Elde Edilen Jel Örneği 35
Şekil 7. 1 Elmadan Pektin Üretimi İçin Taguchi Sonuçları 38
Şekil 7. 2 Ayvadan Pektin Üretimi İçin Taguchi Sonuçları 39
Şekil 7. 3 Portakal Kabuğundan Pektin Üretimi İçin Taguchi Sonuçları 40
Şekil 7. 4 Elmadan Üretilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası İle Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 42
Şekil 7. 5 Ayvadan Üretilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası İle Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 43
Şekil 7. 6 Portakal Kabuğundan Üretilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası İle Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları 44
Şekil 7. 7 Fourier Transform Infrared Spektroskopi (FT-IR) 45
Şekil 7. 8 Pektin Kullanılarak Elde Edilen Jellerin FT-IR Analizi: (A) Elma, (B) Ayva, (C) Portakal Kabuğu 46
Şekil 7. 9 Jeller İçin FT-IR Spektroskopisi Sonuçlarının Sınıflandırma Analizi 47
Şekil 7. 10 Raman Cihazı 48

Şekil 7. 11 Ayvadan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Üretilen Jel İçin Raman Analizi..... 49
Şekil 7. 12 Elmadan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Üretilen Jel İçin Raman Analizi..... 49
Şekil 7. 13 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Üretilen Jel İçin Raman Analizi..... 50

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 Jelatinin fonksiyonları ve kullanım alanları 14
Çizelge 6. 1 Elmadan pektin üretimi (Seviyeler: 25-50-75 ml; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk)25
Çizelge 6. 2 Elmadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastası ile karışımı (Seviyeler: 1:2; 2:1; 1:1; 150-200-250 ml; 30-45-60 dk)..... 27
Çizelge 6. 3 Ayvadan pektin üretimi (Seviyeler: 20-40-60 ml; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk) 30
Çizelge 6. 4 Ayvadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı 31
Çizelge 6. 5 Portakaldan pektin üretimi (Seviyeler: 25-50-75 ml; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk) 33
Çizelge 6. 6 Portakal kabuğundan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı 34
Çizelge 7. 1 Elma, ayva ve portakal kabuğundan elde edilen pektin için uygulanan Taguchi metodu 37
Çizelge 7. 2 Elma, ayva ve portakal kabuğundan elde edilen pektin ile buğday nişastası kullanılarak üretilen jel 41

GIDA KATKI MADDESİ OLARAK KULLANILMAK ÜZERE BİTKİSEL KAYNAKLI JELATİN ÜRETİMİ

Sema SAĞIR

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Bu çalışmada jelleştirme işlevinden dolayı gıda katkı maddesi olarak kullanımı için doğal yollarla pektin sentezlenip, modifiye nişasta ile farklı oranlarda ve farklı parametrelerde karıştırılarak jelatin (jel) üretimi amaçlanmıştır. Farklı meyvelerden doğal yollarla pektin üretilmiştir. Elde edilen en verimli pektinler modifiye nişastalara katılarak jel haline getirilmiştir. Yapılan denemeler, Taguchi deneysel tasarım metodu kullanılarak üç düzeyde üç parametre seçilerek L-9 ortogonal diziye göre hazırlanmıştır. Üretilen jeller, FT-IR, Raman analizleri ile karakterize edilmiştir. Elde edilen jellerin deney sonuçları karşılaştırıldığında, en yüksek verim % 97,9 değeri ile portakal kabuğundan elde edilen pektin kullanılarak sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pektin, Jel, Taguchi, Nişasta

ABSTRACT

PRODUCTION OF PLANT-DERIVED GELATIN FOR USING AS FOOD ADDITIVE

Sema SAĞIR

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist.Prof.Dr. Nil ACARALI

In this study, pectin due to the function of gelling, for using naturally food additive food synthesized, and pectin with the modified starch is intended to be produced of gelatin (gel) in different proportions and with different parameters. Pectin is produced from different fruit naturally. The produced the most effective pectins with modified starches were converted into gel. In the study using Taguchi Method and samples were prepared according to Taguchi L-9 orthogonal array by choosing three parameters and three levels. The gels produced was characterized by FT-IR and Raman analysis. The experimental results of gels showed that the optimum yield was obtained as 97.9% by using pectins produced by from orange peels.

Keywords: Pectin, Gel, Taguchi, Starch

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Jelatin, hayvanların kemik, bağ dokuları ve bağırsaklarında bulunan kollajenin kısmi hidrolizi ile birlikte gerçekleşen bir protein çeşididir. Kollajen lifleri sıcaklığın etkisiyle molekül bağları tekrar şekillenebilecek şekilde bozunurlar. Isıtıldığında sıvılaşıp soğuyunca katılaşan jelatin; suda yüksek viskoz özellikli çözelti oluşturur. Endüstride, jelleştirme ajanı, koyulaştırma, sırlama, kapsülleme maddesi gibi birçok sektörde kullanılmaktadır.

Kullanım alanları çok fazla olan jelatin, kullanılan büyük baş hayvanların helal kesim ile kesildiğinin bilinmemesi, tüketicideki soru işaretlerini arttırmaktadır. Bunun sonucunda kaynağı bilinen ve rahatlıkla kullanılabilen jel üretimi arayışına geçilmiştir. Jelleştirme ajanı olarak kullanılan bazı bitkisel kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklardan en çok bilinen ve kullanılan, meyve hücre yapısında bulunan pektindir.

Pektin, belirlenen optimum koşullar altında asit ve şekerle jel oluşturabilen, doğada sebze ve meyvelerin yapıtaşında bulunan bir polisakkarittir. Endüstride pektin üretiminin hammaddesi turunçgil meyve kabukları ve elma posası kullanılmaktadır. Meyvelerin özellikle oluşumundan olgunlaşmasına kadar geçen sürede değişikliğe uğramaktadır, meyve olgunlaştıkça içeriğinde bulunan pektin miktarı azalmaktadır. Pektin; jel yapıcı, stabilizör, emülgatör, kıvam verici özelliklerinden dolayı meyve ve sebze sularında, reçel, jöle, marmelat, meyveli şekerlemeler ve süt ürünlerinde kullanılmaktadırlar [1-3].

1.2 Tezin Amacı

Her geçen gün artan sağlık problemleri tüketicileri doğal kaynaklı ürünlerin kullanımına yönlendirmiştir. Bilinçli tüketici yediği üründe nelerin olduğunun, kaynağının nelere dayandığını öğrenmek istemektedir. Dini anlayışlarında çok büyük bir etkisiyle toplumda bilinçli tüketici olgusu her geçen gün artmaktadır. Helal kavramının etkisiyle, hemen hemen her alanda kullanılan jel, jel üretiminde kullanılan kaynaktan ötürü tüketicide soru işaretleri oluşturmaktadır. Büyük çoğunlukla hayvansal kaynaklardan elde edilen jelatinin en çokta büyük baş ve domuzdan elde edildiği bilinmektedir. Hayvansal kaynak yerine geçebilecek bitkisel kaynakların bulunarak jelleştirici ajan olarak kullanımı amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda gıda katkı maddesi olarak kullanılması için doğal yöntemlerle pektin elde edilerek yeni nesil modifiye jel üretimi esas alınmıştır.

1.3 Hipotez

Bu çalışmada, literatürde yer alan diğer çalışmalardan farklı olarak, gıda katkı maddesi olarak birçok üründe kullanılan jelatin yerine geçebilecek, hayvansal kaynak yerine bitkisel kaynaklardan yararlanarak jel üretimi üzerine çalışılmıştır. Taze meyvelerden kimyasal kullanılmadan elde edilen pektinler, jelleştirme ajanı olarak kullanılmıştır. Optimum proses parametrelerini tanımlamak ve verimliliği arttırmak için Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen jeller, FT-IR ve Raman analizleri ile karakterize edilmiştir.

BÖLÜM 2

PEKTİN

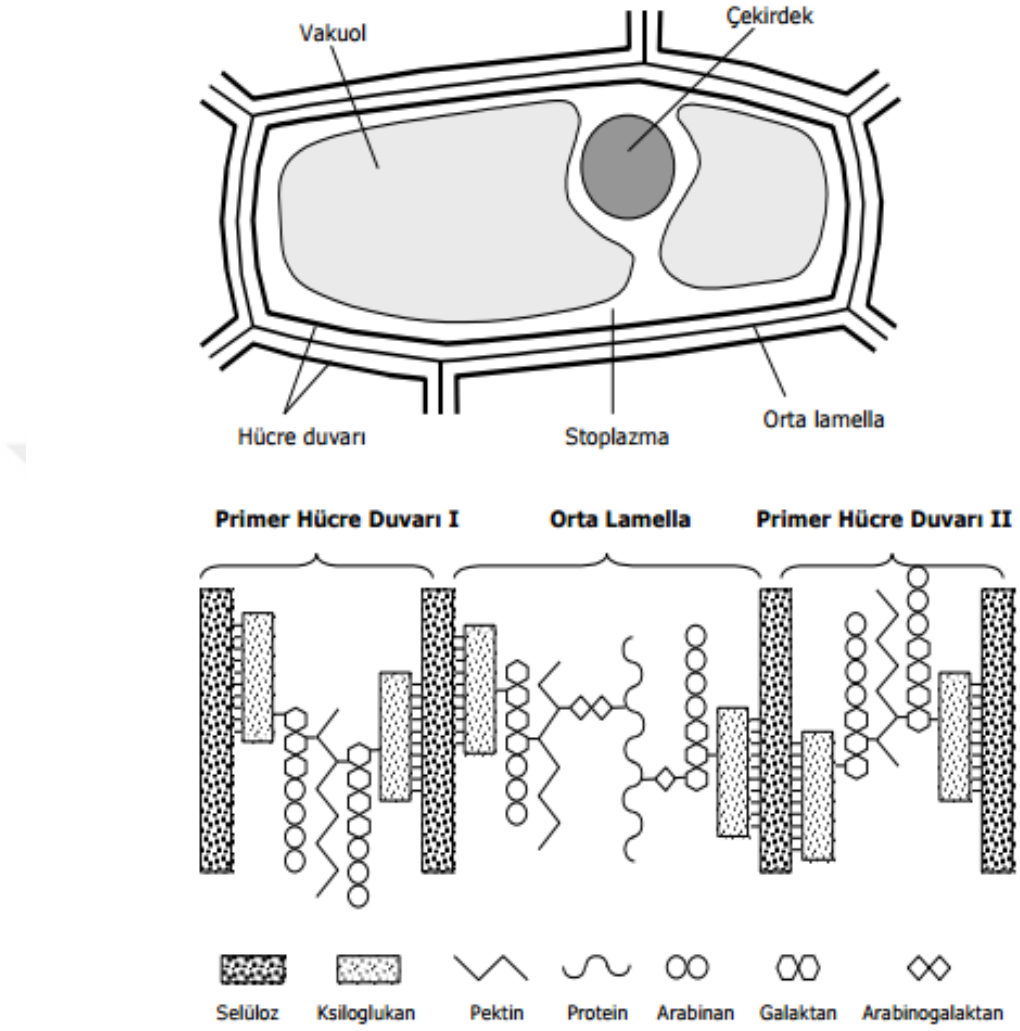
Pektik maddeler; galaktronik asitten veya galaktronik asidin metil esterlerinden oluşan polisakkaritlerdir. Genel olarak pektin; değişik nötralizasyon derecesinde bulunan farklı oranda metil ester içeren ve suda eriyen pektinik asit içermektedir; belirlenen optimum koşullar altında asit ve şekerle jel oluşturur. Endüstride pektin üretiminin hammaddesi turunçgil meyve kabukları ve elma posası kullanılmaktadır. Pektin, hammaddenin enzimatik reaksiyonuyla veya asit ya da alkali ekstraksiyonu ile elde edilmektedir. Metil ester gruplarının oranı fazla ve molekül ağırlığı yüksek olan (düşük oranda serbest karboksil grupları içeren) pektinler daha kaliteli jel yapmaktadırlar. Pektinin su içerisinde asit, şeker ve dengeli çözeltisi ısıtılıp soğutulursa, karışım "pektin jeli" denen kıvamlı bir yapıya dönüşmektedir [1].

Pektinin elde edilip doğru kullanımı için, jelleşme süresi ve pektinin jel oluşturma derecesi çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Gıda sanayinde jelleştirici, kıvamlaştırıcı gibi özelliklerinden yararlanılan pektinin, daha çok reçel, marmelat, jöle, lokum, meyve suyu, dondurma, balık konservesi olarak kullanılmaktadır [1].

2.1 Pektinin Yapısı

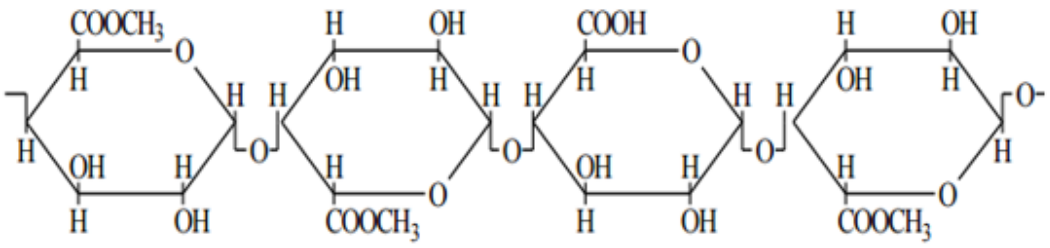
Pektin, hemiselüloz ve selüloz ile birlikte bitkilerin hücre duvarlarında bulunmaktadır. Dokuya sertlik veren ve hücreleri birbirine bağlayan temel bileşiktir. Ayrıca hücre stoplazmasında çözünmüş halde pektin bulunmaktadır (Şekil 2.1). Pektin; özellikleri birbirine benzeyen ve pektik maddeler adı verilen bir madde grubu içinde yer

almaktadır. Ancak çoğu zaman bu maddelerin tümü için de pektin sözcüğü kullanılabilmektedir.

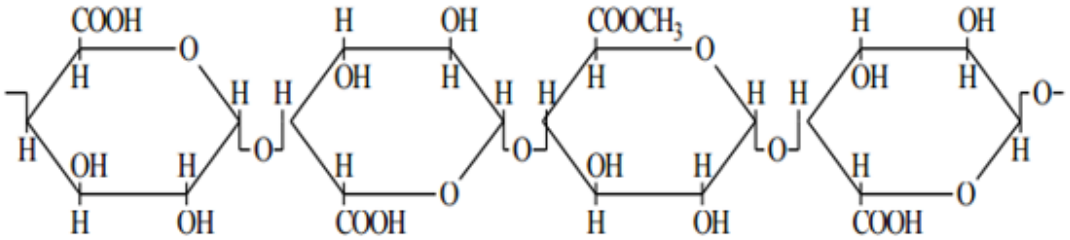


Şekil 2. 1 Hücre içerisinde çözünmüş halde bulunan pektin [1]

Bir heteropolisakkarit olan pektin, αDgalakturonik asit moleküllerinin α1,4-glikozidik bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluşan poligalakturonik asit zinciridir. Galakturonik asit ünitelerinden bazı bölümleri metanol ile esterleşmiş haldedir. Pektin molekülünde bulunan metanol ile esterleşmiş galakturonik asit miktarının % 50'nin altında ve üstünde olmasına göre düşük ve yüksek esterleşme dereceli pektin şeklinde değerlendirme yapılmaktadır (Şekil 2.2).



(a)



(b)

Şekil 2. 2 (a) Yüksek esterleşme dereceli pektin (% 75), (b) Düşük esterleşme dereceli pektin (% 25) [1]

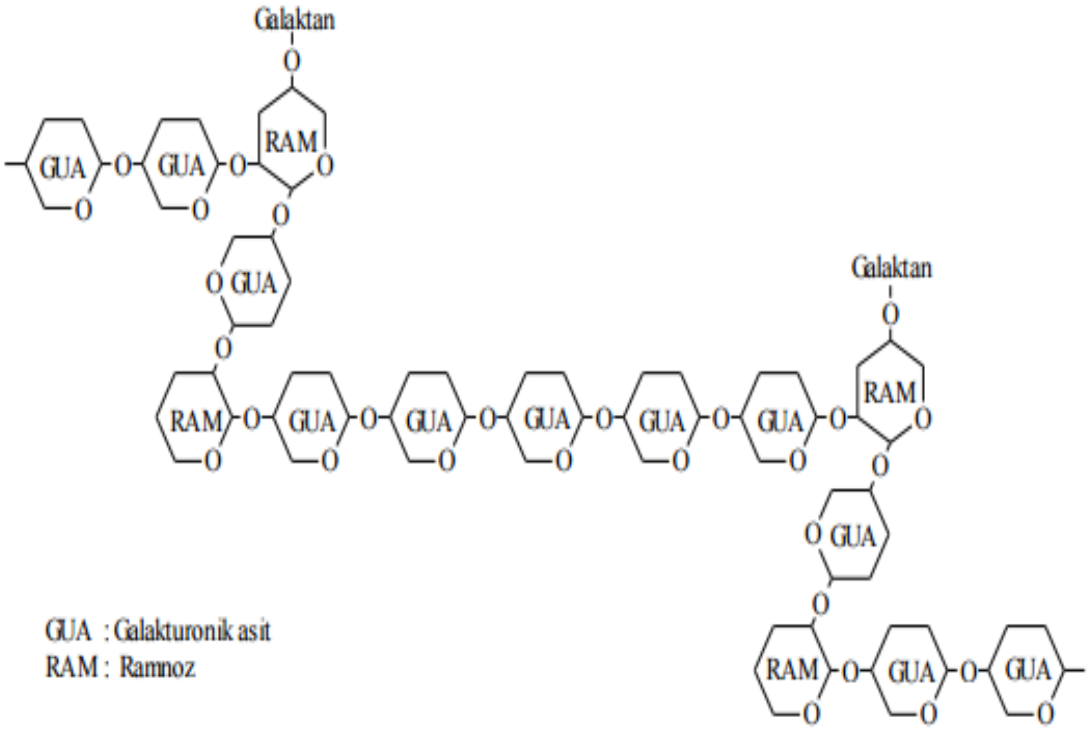
Pektinin jelleşme koşulları ve jelleşme hızı, esterleşme oranının bir göstergesidir. Esterleşme oranı arttıkça jelleşme için gerekli şeker miktarı artar, jelleşme için gerekli optimum pH değeri yükselerek, jelleşme süresi kısalmaktadır. Farklı oranlarda esterleşmiş pektinler değişik amaçlarla kullanılmaktadır.

•**Yüksek esterleşme dereceli pektin (esterleşme oranı % 50'den fazla);** Bu pektinin jelleşmesi için ortamın kuru madde miktarı en az % 55 olmalıdır.

•**Düşük esterleşme dereceli pektin (esterleşme oranı % 50'den az);** Düşük esterleşme dereceli pektinin jelleşmesi için de şeker asit ilişkisi geçerlidir. Ancak, jelleşme ortamın pH değerinden oldukça bağımsız olup, ortamdaki katyonları (kalsiyum) içeren kuru madde miktarı önem taşır. Pektinin jelleşmesi için kalsiyum bulunması gereklidir, ancak fazla miktardaki kalsiyum da jelin su salmasına (sineresis) neden olur [1].

Pektin molekülünde doğrusal poligalakturonik asit ana zincirinde α1,2-glikozidik bağlarla bağlanmış ramnoz molekülleri yer almaktadır. Ramnoz moleküllerinin pektin molekülü içinde dağılımı düzgün değildir. Bu nedenle bu konuda yapılan çalışmalarda, pektin molekülünde düz (smooth) ve saçaklı (hairy) bölgelerin varlığından söz edilmektedir. Bazı araştırmalara göre; pektin bitkide bulunduğu yere bağlı olarak ortalamel pektini veya primer hücre duvarı pektini olarak da sınıflandırılmaktadır.

Pektin molekülünde yer alan ramnoz moleküllerine galaktan gibi nötral şekerler ya uzun yan zincirler halinde ya da monomerler halinde bağlanmışlardır (Şekil 2.3). Pektin bileşiklerinin bazı formları suda kolloidal olarak çözünebilmektedir. Pektinin hem bu çözünen formları hem de çözünmeyen formları, insan sindirim sistemindeki enzimlerin etkisiyle çok zor hazmedilmektedir. Bu nedenle beslenme fizyolojisi açısından pektin diyet lifi önemini taşımaktadır [1].

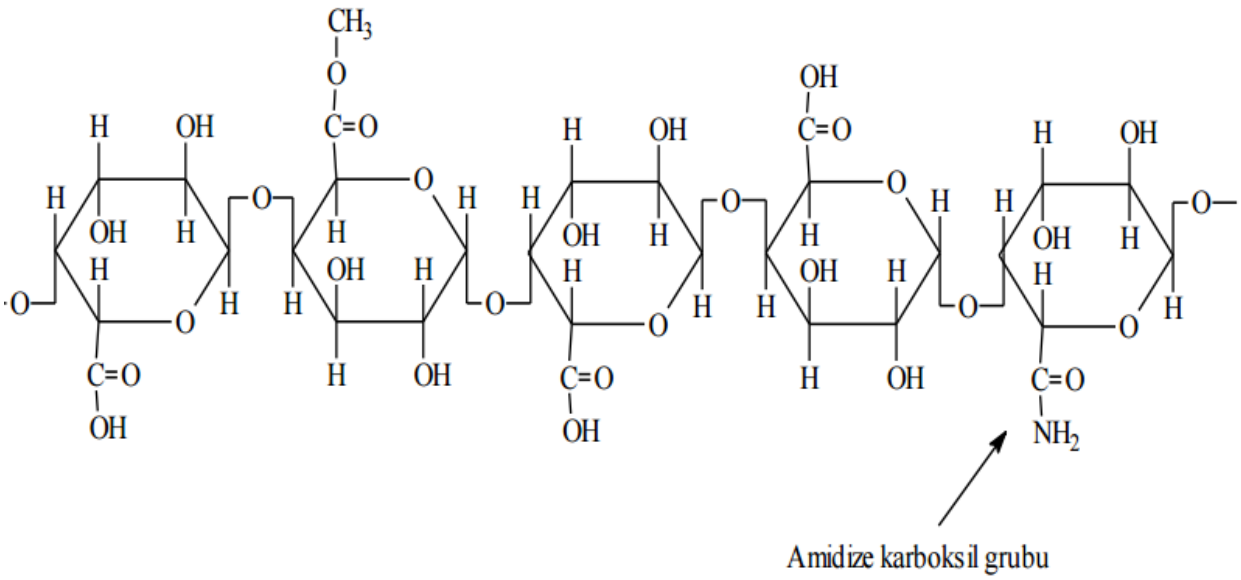


Şekil 2. 3 Pektin molekülü [1]

Pektin meyve ve sebzelerin oluşumundan olgunlaşmasına kadar geçen sürede değişikliklere uğramaktadır. Örneğin olgun meyvelerin yumuşaması bu değişikliklerden dolayı oluşmaktadır. Ham meyvelerde olgunluk ilerledikçe, toplam pektin miktarı azalmaktadır. Ayrıca, olgunlaşmayla beraber toplam pektik madde, daha çok çözünür forma dönüştüğü için, meyve ve sebze dokusunda yumuşama görülmektedir [1].

2.2 Pektinin Kullanım Alanları

Pektin; bitkilerde bulunduğu haliyle bitkinin yenebilen kısımlarının ve dokusunun korumasını, üründe istenilen kıvamın kazanılmasını sağlar. Pektinin gıda alanında kullanılması, şekerler ve asitler ile jel oluşturma özelliğine dayanır. Pektin gıda endüstrisinde, jelleşmeyi sağlamak amacıyla reçel ve marmelat üretiminde kullanılmaktadır. Reçel ve marmelat gibi gıdaların üretiminde iyi bir jelleşme için ortamdaki kuru madde miktarının % 60 civarında olması gerekmektedir. Ancak özellikle son yıllarda tüketiciler düşük kalorili gıdalara yönelmektedirler. Düşük kalorili reçel ve marmelat gibi gıdalardaki kuru madde miktarı ise % 38-44 arasındadır. Ancak bu kuru madde, yüksek esterleşme dereceli pektin için iyi bir jelleşmeyi sağlayamadığından bu amaçla düşük esterleşme dereceli pektin veya amidize pektin kullanılır (Şekil 2.4). Amidize pektin (esterleşme oranı % 50'den az ve amidize oranı maksimum % 25), pektinin bazı bazlarla ve asitlerle demetilize (metil grubunu kaybetmesi) edilmesi ile elde olunur. Demetilizasyon olayında, amonyak kullanıldığında bazı ester grupları amid gruplarına dönüşür. Amidize pektin, şeker miktarı düşük (diyet) reçellerin üretiminde kullanılır. Amidleşme oranı amid formundaki karboksil gruplarının yüzdesidir [1].



Şekil 2. 4 Amidize pektin [1]

Pektin (E 440) bir gıda katkı maddesidir. Pektin; meyve ve sebze teknolojisinde, berrak meyve suyu üretiminde önemli bir role sahiptir. Meyve suyu üretiminde mayşe enzimasyonu uygulanmaktadır. Ancak; pres suyu, kolloidal olarak çözünen pektin içermektedir. Pektinin koruyucu özelliği, diğer bileşikleri de meyve ham suyu içerisinde askıda tutmaktadır. Bu sebepten dolayı berrak meyve suyu üretimi için öncelikle pektik bileşiklerin enzimatik yolla degradasyonu gereklidir. Pektin, endüstriyel olarak elma ve turunçgil meyveleri posasından elde edilmektedir. Hammaddedeki protopektin asit ekstraksiyonu ile çözünür hale getirilmektedir ve daha sonra izopropil alkol ile çözünür pektin sulu çözeltiden ayrılmaktadır [1].

Pektin; jel yapıcı, stabilizör, emülgatör, kıvam verici özelliklerinden dolayı meyve ve sebze sularında, reçel, jöle, marmelat, meyveli şekerlemeler ve süt ürünlerinde kullanılmaktadırlar. Yüksek metoksilli pektinler, jöle ve marmelatların hazırlandığı koşullarda (yüksek şeker konsantrasyonu ve pH=2-3,5) diğer polisakkaritlerden daha iyi jel oluştururlar. Düşük metoksilli pektinler düşük şeker konsantrasyonunda ve daha geniş pH aralığında (pH = 2,5 -6,5) düşük kalorili jöle, reçel, marmelat hazırlanmasında kullanılırlar. Aynı koşullarda jel yapımında kullanılan agar agar ve karagenan'a göre,

düşük metoksilli pektinle hazırlanan jöleler daha dayanıklıdır. Pektin, öncelikle gıda olmak üzere, ilaç sanayinde, tekstilde kullanılmaktadırlar [2].

BÖLÜM 3

JELATİN

Jelatin; sığır, domuz, balık ve kümes hayvanları gibi omurgalıların kollajen'inden elde edilen bir protein türüdür. Günümüzde ağırlıklı hammadde olarak domuz ve sığırın kemikleri ve derileri karışık olarak kullanılmaktadır. Jelatin, hayvanların kemik, bağ dokuları, organlar ve bağırsaklarında bulunan kollajenin kısmi hidrolizi ile oluşan bir proteindir. Sıcaklığın etkisiyle, kollajen liflerin arasındaki molekül bağları bozularak daha kolay tekrar şekillenebilir bir hale gelmektedir. Ticari bir isim olarak bu yapıya jelatin denilmektedir. Jelatin yapısı ısıtıldığında sıvılaşır; soğuyunca katılaşır. Su ile yarı katı kolloid jeli oluşturmaktadır. Jelatin, suda çözünerek yüksek viskoziteli bir solusyon oluşturur ve soğuyunca jele dönüşür. Suda çözünmüş hali ve kimyasal bileşimiyle birçok yönden jelatin kendisinden türediği kollajene benzemektedir. Jelatinin bir kısmı, soğuk su ile temas halindeyken çözünmektedir. Ayrıca, jelatin nispeten konsantre asit içinde dağılmaktadır. Jelatinin çözünebilirlik derecesi üretim yöntemine bağlıdır. Jelatin çözeltileri, büyük bir kimyasal değişikliğe uğramadan 10-15 gün kararlı halde kalabilmektedirler. Jelatinin bu formu ise, kaplama işine veya çökelti banyosunda ekstrüzyon (plastik şekil verme yöntemi) yapmaya yarayabilmektedir. Jelatin aynı şekilde çoğu polar solventlerde çözünebilmektedir [3].

Jelatin (jel), küçük bir sıcaklık değişimiyle hal değiştirebilmektedir. Sıcaklığın artmasıyla, jelatinin derişimine ve kalitesine bağlı olarak jel, donma noktasında kristalleşebilir ve ya düşük sıcaklıklarda eriyebilmektedir. Mekanik özellikleri sıcaklığa, daha önceki hal dönüşüm sayısına (önceden kaç kez jelleşip katılaştı ise) ve zamana karşı son derece hassastır. Jelatin/su karışımının viskozitesi, konsantrasyonun artmasıyla ve

soğutulmasıyla artmaktadır. Jelatin, kuru ağırlığında % 98-99 protein içermesine rağmen diğer pek çok protein türünden daha düşük besin değerine sahiptir. Jelatinin bileşiminde bulunan amino asitlerin aşağı yukarı oranları şu şekildedir; glycine % 21, proline % 12, hydroxyproline % 12, glutamic acid % 10, alanine % 9, arginine % 8, aspartic acid % 6, lysine % 4, serine % 4, leucine % 3, valine % 2, phenylalanine % 2, threonine % 2, isoleucine % 1 hydroxylysine % 1, methionine ve histidine.

Jelatin endüstride; jelleştirme ajanı, koyulaştırma, sırlama, kapsülleme maddesi olarak kullanılmaktadır. Çoğu pastacılık ürünlerinde, dondurmacılıkta, yoğurtta, kaşar ve eritilmiş peynir üretiminde, margarinde, et ve salam, sosis, sucuk, jambon gibi et ürünlerinde, şekerleme ve tatlılarda, meyve sularında, meyve ve sebzelerin sırlanmasında, sakızlarda, bunların yanında ayrıca ilaç yapımında, kapsül, film tablet yapımında, kan verme ürünlerinde, krem, losyon, şampuan, parfüm gibi cilt ve saç kozmetik ürünlerinde, fotoğrafçılıkta ve karbonlu kağıt yapımında da kullanılmaktadır [3].

3.1 Türkiye ve Dünya'da Jelatin Üretimi ve Kullanımı

Üretimi yıllar öncesine dayanan ve kullanım alanı gittikçe artan jelatin, Türkiye dâhil pek çok ülkede doğal bir gıda olarak kabul edilmektedir, bundan dolayı, tüketimi de sınırlandırılmamaktadır. Avrupa'da elde edilen ve genelde gıdalarda kullanılan jelâtinin % 60'nın domuzdan, % 40'nın ise sığır ve diğer hayvanlardan elde edildiği belirtilmektedir. Avrupa'da üretilen jelatinin, son yıllarda Dünya da üretilen yaklaşık 300 bin ton civarında jelâtinin yaklaşık % 65'ine sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan tahminlere göre bu rakamın 360 bin ton civarında olması beklenilmektedir [4].

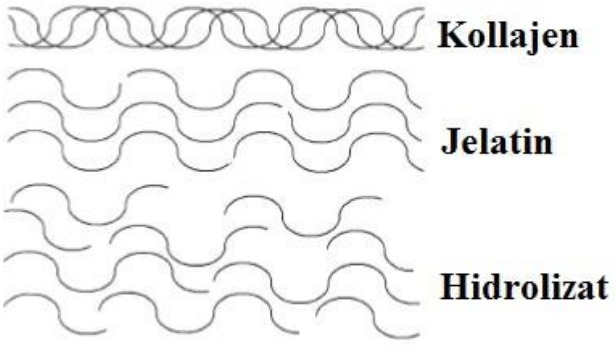
Dünyadaki jelatin üretiminin büyük bir oranına sahip Avrupa Jelatin Üreticileri Birliği (GME)' nin üyesi 9 Firmanın, 2003 yılındaki üretimi 117800 ton olmuştur. Bu firmaların büyük bir kısmının Türkiye'de temsilcilikleri bulunmaktadır. 2003 yılında toplam dünya jelatin üretimi 278300 ton olmuştur [5].

Ülkemizde senede yaklaşık 5000 ton jelâtin kullanılmaktadır ve bunun yarısından fazlası ithal edilmektedir. İthal edilen jelâtinin büyük bir kısmı, helal olduğu kabul edilen ve jelâtin üretim kapasitesi 3000 ton/yıl olan Pakistan'dan gelmektedir. Ancak bu ülkeden

Türkiye'ye satılan miktar, 700–800 ton/yıl'ı geçmemektedir. Diğer bir taraftan İstanbul'da bir büyük şekerleme firması yılda 1000 ton jelâtin kullanmaktadır ve yine Karaman'daki bisküvi sektörünün günde 1 ton jelâtin kullandığı bildirilmektedir. Tüketicilerin (dini inanç olarak dikkatli ve vegan beslenme şekline sahip) istekleri doğrultusunda yurt dışından şekil değiştirerek helal üretim için Balıkesir ve İstanbul illerinde jelâtin üretimi yapan 2 firma kurulmuştur. Ancak bu iki firmanın toplam üretimi 3000 ton/yıl'dır [4].

3.2 Jelatin Üretim Prosesi

Jelatin üretimi sırasında, uzun aminoasit zincirleri parçalanarak daha kısalaşırken, aralarındaki bağlar da zayıflamaktadır ve su molekülleri kolayca fibrillerin arasına girebilmektedir (Şekil 3.1). Böylece, ılık suda bile çözünebilen yeni bir yapı meydana gelmektedir, ortaya çıkan bu çözünür yapıya da jelatin adı verilmektedir. Enzimler de bazen bu kimyasal maddelerle birlikte ya da bu maddelere alternatif olarak kullanılabilmektedirler. Ancak burada yalnızca proteini hidrolize edebilen bazı özel enzimler kullanılmaktadır; çünkü birçok enzim, kolajeni parçalayamamaktadır. Sadece spesifitesi çok yüksek kolajenaz enzimleri, doğal kolajeni parçalayabilmektedir. Bu şekilde kimyasal veya biyokimyasal hidroliz metotları kullanılarak kolajenin muamele edilmesi işlemine, jelatin endüstrisinde "kondisyonlama" adı verilmektedir. Bu yöntemle elde edilen ürünlere de jelatin hidrolizatları denilmektedir ve gıda endüstrisinin birçok alanında bu tür ürünlerden de faydalanılmaktadır [6].



Şekil 3. 1 Kolejen ve jelatinin şematik görünümü [6]

Jelatin üretim prosesi başlıca 6 adımdan oluşur;

- Ön muamele (asit veya alkali uygulama)

- Ekstraksiyon işlemi
- Filtrasyon
- Ekstruder soğutma
- Kurutma
- Paketleme [6]

3.3 Jelatinin Kullanım Alanları ve Fonksiyonları

Çok fonksiyonlu bir hidrokolloid olan jelatin, farklı endüstrilerde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Jelatinlerin kullanıldıkları alanlar ve üretilen ürünlerde gösterdikleri fonksiyonlar ile bu ürünlere katılım amaçları aşağıda çok kısa olarak verilmiştir:

• **Gıda endüstrisi:** Jelatin, sahip olduğu eşsiz fonksiyonel özellikleri nedeniyle çok amaçlı bir gıda katkı maddesi olarak en yaygın kullanıldığı alanlardan birisi gıda endüstrisidir. Yine jelatin hidrolizatları, gıdalara eklenme yanında bira, şarap ve meyve sularının berraklaştırılmasında kullanılmaktadır. Şekerleme endüstrisinde jelatin, stabilizasyon, bağlama, emülsifikasyon, ısıl tersinir jel oluşturma özelliği, köpük oluşturma ve kontrollü şeker kristalizasyonu gibi fonksiyonlara sahip olduğu için özellikle bu alanda çok fazla kullanılmaktadır.

• **Beslenme ve sağlık endüstrisi:** Jelatin; yağ, kolesterol ve şeker içermeyen bir protein deposudur. Kollajenin aksine sindirimi kolay olup insan metabolizmasında tamamen yıkıma uğramaktadır. Uzmanlara göre jelatin, iskelet ve omurilik sistemi ile özellikle kemikler, kıkırdaklar, tendon ve ligamentler üzerinde rejeneratif etkide bulunmaktadır. Yine, jelatinin, bağ ve destek dokularını güçlendirerek deriyi sıkılaştırdığı, saçları kuvvetlendirdiği, saçlara parlak bir görünüm ve tırnaklara dayanıklılık kazandırdığı ileri sürülmektedir.

• **Fotoğraf endüstrisi:** Fotoğrafçılıkta kullanılan modern gümüş bromür materyalleri, jelatin içeren emülsiyonlardan üretilmektedir. Bu karışımlarda jelatin, film tabakasına destek materyali görevi görmektedir. Yaklaşık yüzyıl önce, fotoğrafçılık endüstrisinde kullanılmaya başlayan jelatin, son zamanlarda da X ışını filmlerinin üretimi için talep edilmektedir.

• **Kozmetik endüstrisi:** İnsanoğlunun kırışmamış, güzel bir deriye sahip olma arzusu, kozmetik endüstrisinde kollajen ve jelatin kullanımında bir çığır açmıştır. Sığır, domuz ve balık kökenli kollajen ve jelatinler, saç ve deri bakım ürünlerinde kullanılan ve önemli fonksiyonlar icra eden ürünlerdir. Örneğin, jelatin hidrolizatları, su bağlama kapasitesini artırmak, trans-epidermal su kaybını azaltmak ve deriyi iyileştirmek amacıyla deri bakım setlerine ilave edilmektedir.

• **Tıp ve eczacılık endüstrisi:** Jelatin, acil veya tıpda kullanılan serumlarda, pastillerde, tabletlerde, kapsüllerde, vitamin kaplama materyallerinde, damlaların üretiminde, macun kaplamalarında, sünger üretiminde ve yeni geliştirilen aşıların formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [6].

3.4 Jelatin Bulunan Gıdalar

Jelatin, gıda maddeleri içinde farklı fonksiyonlarda görev yaparak, farklı kullanım alanlarında yer almaktadırlar. Jelatin bulunan gıdalar Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir [7].

Çizelge 3. 1 Jelatinin fonksiyonları ve kullanım alanları [7]

FONKSİYON	**KULLANIM ALANLARI**
Jelleşme ajanı	Jöleli tatlılar, etler, şekerlemeler, et sosları
Yapı sağlayıcı	Lokum, koz helvası kremalar, sufleler, fırın ürünleri
Bağlama ajanı	Rulo etler, konserve etler, şekerlemeler, peynirler, süt ürünleri
Kolloidal yapıyı koruyucu	Şekerlemeler, dondurmalar, buzlanan ürünler, donmuş tatlılar
Durultma ajanı	Meyve suları
Film oluşturucu	Meyvelerin kaplanması, etler
Koyulaştırıcı	Toz içecekler, et suyu, soslar, çorbalar, pudingler, jöleler, şuruplar, süt ürünleri
İşlem yardımcısı	Tatlandırıcılar, yağ, vitamin ve renklendiricilerin mikroenkapsülasyonu
Emülgatör	Çorbalar, soslar, tatlandırıcılar, et ürünleri, kremalar, şekerlemeler, süt ürünleri
Stabilizatör	Krem peynirler, çikolatalı sütler, yoğurt, buzlandırılan ürünler, kremalar, donmuş tatlılar
Yapışma ajanı	Şekerlemeler, et ürünleri
Köpürmeyi sağlayıcı	Şekerlemeler, kremalar, dondurmalar
Kristalizasyon düzenleyici	Dondurmalar, buzlu ürünler, donmuş tatlılar

BÖLÜM 4

BİTKİSEL KAYNAKLI JEL ÜRETİMİNE YÖNELİK LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Jel üretimi ile ilgili bitkisel ve hayvansal kaynaklar kullanılarak günümüze kadar birçok çalışma yapılmıştır.

Kolajenin jelatine dönüşümünün incelendiği bir çalışmada [6], jelatinin fizikokimyasal yapısı, mevcut kullanımı ve geleceği değerlendirmiştir. Jelatin, sığır, koyun, keçi ve domuz gibi hayvanların bağ dokuları ve kemiklerinden ekstrakte edilen kolajenin, kısmi hidrolizi ile üretilen, yapısal olarak geri dönüşümsüz saf bir proteindir. Üretim öncesi kollajen olmayan materyallerden temizlenen deri ve kemikler, asit veya alkali muamelesi sonrası sulu ortamda ısıl işleme tabi tutulmakta ve bulunduğu ortamdan ekstrakte edilerek saflaştırılmaktadır. Hayvan vücudunda bulunan proteinlerin yaklaşık % 60'ı kollajendir ve üretilen jelatinin, genel olarak bileşimi çok büyük bir değişime uğramamaktadır. Üretim sürecinde, polipeptit uzunluğu kısalmakla beraber amino asit dizeleri büyük oranda korunmaktadır. Jelatin, sahip olduğu teknolojik özellikleri nedeniyle, gıda, kozmetik, fotoğrafçılık, tıp ve eczacılık alanında çok geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Son zamanlarda, kollajen veya jelatinden, enzimatik hidroliz yoluyla antimikrobiyel, antioksidant ve antihipertansif bazı biyoaktif peptidlerin üretimi konusunda da çalışmalar yapılmaktadır. Bugün Dünya'da yaklaşık 300 bin ton civarında jelatin üretildiği ve 2015 yılına kadar da bu rakamın 360000 tona çıkacağı beklenmektedir. Ülkemizde ise yılda 5000 ton civarında jelatin kullanılmakta, bunun da tamamı ithal edilmektedir. Doğal bir protein olması ve teknolojik olarak

önemli özelliklere sahip olması, jelatinin önümüzdeki yıllarda da üretim ve tüketiminin artarak devam edeceğinin bir göstergesi sayılmaktadır. Ancak özel tercih ve hassasiyetleri olan tüketiciler için jelatin üretiminin kontrollü şartlarda yapılması ve kaynağının titizlikle takip edilmesi çok büyük önem taşımaktadır [6].

Jelatin ile ilgili yapılan çalışmalardan bir diğerinde [8] ise; geniş bir uygulama yelpazesi ile birden fazla işlevi olan jelatin, özel ve özgün hidrokolloid olarak kabul edilir. Jelatinin ana kaynakları domuz derisi, sığır kemikleri ve sığır derisinde bulunmaktadır. Son yıllarda, jelatinin değişmesi yeni gelişen vejetaryen, helal ve Yahudi inançlarına uygun hazırlanan marketlerin sayısındaki artışa neden olmaktadır. Son zamanlarda 1980'lerde sığır süngersi ensefalopati ortaya çıkması ile özellikle Avrupa'da giderek artan bir ilgi kazanmıştır. Yapılan bu çalışmada, jelatin eşsiz özelliklerini tartışılıp, bu alanda araştırma için jelatin alternatifleri, jelatin alternatifleri geliştirmek için olası yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Alternatif jelatin için balık yağında ekstrakte edilerek elde edilen balık jelatini düşünülmüştür. Ancak, küresel helal/kosher pazar talebini karşılamak için diğer biyopolimerlere benzersiz olması ve rekabetçi özellikler sunmasına rağmen, balık jelatini tamamen memeli jelatin değiştirmek mümkün olmayacağı öngörülmektedir. Bazı yeni buluşlar, karbonhidrat-aktif enzimlerin uygulamasına dayalı, modifiye nişastadan termal geri dönüşümlü jel geliştirilmesi yönündedir. Kapsamlı çalışmalarda; pektin, agar agar, karajenan, vb. gibi farklı hidrokolloitler veya hidrolize fraksiyonların karmaşık karışımlar belli bir özellik profilini elde etmek için gerekli olan bitkisel tabanlı kaynak için karışık jelleşen sistemleri kullanmanın olasılıklara yürütülmektedir. Bu yaklaşım, özellikle jelatin ile karşılaştırıldığında, üretim ve daha sonraki işlemlerde, her iki aşamada da maliyetli olma eğilimindedir. Bu çalışmada, memeli tabanlı jelatin için etkili ve ucuz bir alternatif kaynak geliştirme kesinlikle tüketiciler için değil, aynı zamanda gıda endüstrisi için de önemli bir adım olacağı belirtilmiştir [8].

Öncelikle gıda sektörü olmak üzere, birçok endüstriyel alanlarda kullanılan jellerin ve jelleştirme ajanlarının bir kısmını hidrokolloidler oluşturmaktadırlar. Yapılan bir çalışmada; hidrokolloidler, gıda endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan maddeler arasında yer aldığı üzerinde durulmuştur. Çalışmaya göre hidrokolloidlerin; koyulaştırıcı, jelleştirme maddesi, emülsiyon yapıcı, dengeleyiciler, yağ ikame maddeleri, temizleyici maddeleri, pıhtılaştırma maddeleri, bulutlanma maddeler gibi

işlevleri vardır. Bunlara ek olarak, yenilebilir filmlerin alanlarında uygulamaları, kapsülleme tatlar ve kristalleşme engellenmesinde kullanımları vardır.

Ayrıca, hidrokolloidlerin şu anda sağlık alanında pek çok artan uygulama olduğu tespit edilmektedir, diğer kullanımı düşük kalorili diyet lifi sağlamaktır. Bu yorum, farklı gıda ürünleri için taleplere uyacak şekilde hidrokolloidlerin keşif eğilimlerini ve ilerlemesine odaklanmaktadır [9].

Gıda olarak kullanılan hidrokolloidlerden katkı maddeleri ve tüketicilerin bilgi ve algılarını keşfetme adlı çalışmada [10]; tüketici algıları ve ortaya çıkan eylemlerinin herhangi bir gıda katkı maddesinin ticari geleceğini belirleyeceği, gıda güvenliği ve kalitesinin, farklı şekillerde diğer boyutlarıyla tüketicinin gıda seçimini etkilediği belirtilmiştir. Katkı maddeleri hakkında nispeten olumsuz algı olduğunu ancak gıda hidrokolloidleri hakkında bir olumsuz bilgilerinin olmadığı anlaşılmıştır. Doğal kökenli hidrokolloidlerin tanıdık olması tüketici gözünde 'temiz' olarak görüldüğü belirlenmiştir [10].

Jelleştirme özelliği gösteren bazı maddeler bitkilerin yapısında doğal olarak bulunmaktadır. Bu doğal jelleştirici ajanlar; pektin, karajenan, agar agar gibi maddelerdir. Bu maddelerden pektin, bazı bitkilerin yapısında bulunan bir polisakkarittir. Pektin eldesi için yapılan bir çalışmada, elma posasından elde edilen pektin için, kullanılan sıcaklığın, elma pektinin özellikleri hakkında kurutma etkisi, kimyasal bileşimi, renk ve gelpoint sıcaklığı (T_g) da dâhil olmak üzere elma posası için belirlenmiştir [11]. Posa, ticari Granny Smith elma ile elde edilerek ve farklı hava sıcaklıklarıyla (60, 70, 80 ve 105°C) bir döner kurutucu içinde kurutulmuştur. Pektin 80,1°C nitrik asit solüsyonu (pH = 2.5) içinde kurutulmuştur, posasından ekstrakte edilmiştir. Elma pektininde önemli mineraller (Ca_4Na_4Mg) olduğu belirlenmiştir. Galakturonik asit içeriği sıcaklığı kurutulmasıyla etkilenmemiştir. Elma posasından elde edilen en yüksek elma pektinin, T_g değerinin 80,1°C olduğu belirlenmiştir [11].

Pektin ile yapılan çalışmalardan bir diğerinde ise düşük kaliteli Golden cinsi elmanın, asit ile ekstrakte denemeler sonucunda verimin % 16 (pektin ağırlığı/elma ağırlığı) olduğu belirlenmiştir [12]. Çalışmada pektinin fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri incelenerek değerlendirilmiştir. Pektin yapı olarak ağırlıkça % 65 oranında galakturanik

asit içermekte ve bu içeriğe göre % 57 oranında esterifikasyon derecesine sahip olduğu belirtilmiştir. Pektin jelinde yaklaşık % 60 (ağırlık/hacim) oranında früktoz olduğu ve pH değerinin de 2.7 olduğu incelenmiştir. Pektin jelleri % 2-3 (ağırlık/hacim), 4°C'de 12 saat sonra 10.2 ve 20.4 gram sertlik değişikliği görüldüğü incelenmiştir. Jel sertliğinin büyük ölçüde bekletilmekten (48 saat) etkilendiği belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar, potansiyel bir tekstüre ajan olarak gıda endüstrisi için sakız kullanımında önerilmiştir [12].

Jelleştirici özelliğinden dolayı kullanılan doğal pektin, modifiye nişasta ile birleşimiyle doğal kaynaklı jel üretilmesi esas alınmıştır. Bunu esas alan bir çalışmada ise[13], kullanılan modifiye nişasta ihtiyacı, üretilen jel yapısını gıdaya daha iyi katkılayabilmek amacıyla üretilmiştir. Bu çalışmada, günümüzde doğal nişasta üretimi yerini modifiye nişasta üretim proseslerine dönüştürüldüğü üzerinde durulmuştur. Çalışmaya göre, gıda sanayisinin giderek gelişmesi, yeni ürünlerin piyasaya sunulması ve ayrıca nişastanın gıda alanı dışındaki kullanım alanlarının genişlemesi, kullanılan ürün veya üretiminin artması gibi sebepler modifiye nişasta üretimine yönelimi arttırmıştır. Bu çalışmada örnek olarak çapraz bağlı nişastaların gıda alanında en önemli modifiye nişasta türü olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, önceden çirişlendirilmiş nişasta, asitle inceltilmiş nişasta dekstrinler, stabilize edilmiş nişasta gibi gıda sanayisinde en çok kullanılan modifiye nişasta türleri ve kimyasal tepkimeler baz alınarak incelenmiştir. Çirişlendirilmiş nişastanın, nişasta sulu süspansiyonu çirişlenme sıcaklığının biraz üstüne kadar ısıtılıp, sonra da kurutulmasıyla bir çeşit değiştirilmiş nişasta olduğu belirtilmiştir. Asidik ortamda nişastanın oksidasyonu, oksidasyonla birlikte nişastanın asit ortamda hidrolizinin meydana gelmesiyle reaksiyonun ürünlerinin, nişastanın hidroliz ürünlerinin okside olmuş şekillerini içermesi gerçekleşmektedir. Asitle oksidasyon ajanları ise başlıca nitrik asit, kromik asit, permanganant, hidrojen peroksit sayılmıştır. Alkali ortamda oksidasyonda ise çeşitli enalizasyon reaksiyonları oksidasyondan önce ve oksidasyon sırasında oluşabilmesinden dolayı alkali ortamda hidroliz edildiği belirtilmiştir. Nötral ortamda nişastanın oksidasyonunda ise nitral çözeltide oksidasyonda, hidroliz ve endolizasyon oluşmadığından dolayı daha az komplike ürünler meydana geldiği ve bromin ile iodinin bu işlemlerde kullanıldığı aktarılmıştır. En önemli nişasta modifikasyonlarından biri olan çapraz bağlı modifiye

nişasta türü iki ve ya daha fazla fonksiyonel ajanların nişastanın içerdiği bir ya da daha çok hidroksil gruplarıyla tepkimeye girmesi sonucunda oluştuğunu belirtmişlerdir. Çeşitli kimyasal reaktifler kullanılarak doğal bulunan nişastadan çapraz bağlı modifiye nişasta oluşumu gözlemlemişlerdir.

Nişasta + Fosfor oksiklorid $\longrightarrow$ Dinişasta fosfat + tuz

Farklı kimyasal kullanılarak üretilen çapraz bağlı modifiye nişasta türleri ise; dinişasta fosfat ile çapraz bağlama, trimetfosfat ile çapraz bağlama ve epikloridinle çapraz bağlama olarak örneklendirilmiştir.

Stablize edilmiş nişasta; esterleşme veya ehterleşme ajanları ile alkali katalizörlüğünde reaksiyona girerek elde edildiği ve asitle inceltilmiş nişastada ise; seyreltik mineral asitlerle nişasta süspansiyonun muamelesi sonucu elde edildiği bir yöntem olduğu belirtilmiştir. İnce kaynayan nişasta olarak da bilinen asitle inceltilmiş nişastalar, okside edilmiş nişasta da olduğu gibi nişasta lapasıdan daha düşük viskoziteye sahip olduğu anlaşılmıştır [13].

Jelin kullanım alanlarını inceleyen bir çalışmaya göre; jel üretimindeki bitkisel kaynağa yönelim öncelikle gıda ürünlerinde helal tüketimin farkındalığının artmasıyla ortaya çıkmıştır. Eczacılık ürünleri önceden helal tartışmaların bir parçası olmadığını, ancak tüketicilerin hayatlarının her alanındaki bilinçlenmelerinin artmasıyla eczacılık alanında da bu farkındalığın ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Eczacılık ürünleri mevcut Jakim Helal belgelendirme prosedür kılavuzu altında kategorize edilmediğini ve ilaçlar helal sertifikalı olsun ya da olmasın, şeffaf yapılmadığını belirtilmiştir. Diğer taraftan, Müslümanlar ve Gayrimüslimler tüketicilerin daha seçici olma, ilaç ve sağlık takviyeleri sertifikalı yüksek kalite ve helal sahip olduğunu güvence talep edildiği anlaşılmıştır. 2009 yılının kasım ayında, Malezya Eczacılık Bilimi Çalışmaları Merkezi laboratuvarında yapılan bir çalışmada test edilen 100 ilacın 30'unda büyükbaştan gelen ancak helal olmayan jelatin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın amacı ilaç alanı için bu farkındalığı oluşturarak Sağlık Bakanlığının ve JAKİM Helal belgelendirme prosedürlerinin oluşumlarının tüzük ve kurallarının düzenlenmesini sağlamaktır [14].

BÖLÜM 5

DENEYSEL TASARIM

İşletmelerin rekabetin kızıştığı piyasalarda tutunabilmesi için en önemli faktörlerden biri ürün kalitesidir. Bu nedenle kaliteyi üretimin her aşamasında sağlayabilmek gerekir. Deney tasarımı, kaliteyi tasarım aşamasında sağlamanın bir yoludur. Japonya'da kalite konusunda meydana gelen gelişmelerle birlikte deney tasarımı yöntemleri, ilk olarak Amerika'da daha sonra Dünya'nın çeşitli ülkelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Deney tasarımının çeşitli uygulama yöntemleri vardır. Ancak bunların içinden özellikle 1990'lardan sonra en çok dikkat çekeni Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilen Taguchi yöntemidir [15].

5.1 Taguchi Metodu

Taguchi yöntemi, ortogonal dizinleri kullanarak deney sayılarını büyük ölçüde azaltan ve aynı zamanda kontrol edilemeyen faktörlerin etkilerini en aza indirgemeye çalısan bir deney tasarımı tekniğidir. Taguchi, uzun yıllar yaptığı çalısmalar sonucunda çok az deneme ile çok iyi neticeler alınabilmesi için ortogonal dizinleri gelistirmistir. Ortogonal dizinler, yapılacak deney tasarımı çalışmalarında her bir deneyde faktör seviyelerini teker teker değiştirmek yerine bu seviyeleri eş zamanlı olarak değiştirmeyi önermektedir. Bu sayede bir deneyle birden fazla sayıda faktörün ve seviyesinin etkisi ölçülebilmektedir [15].

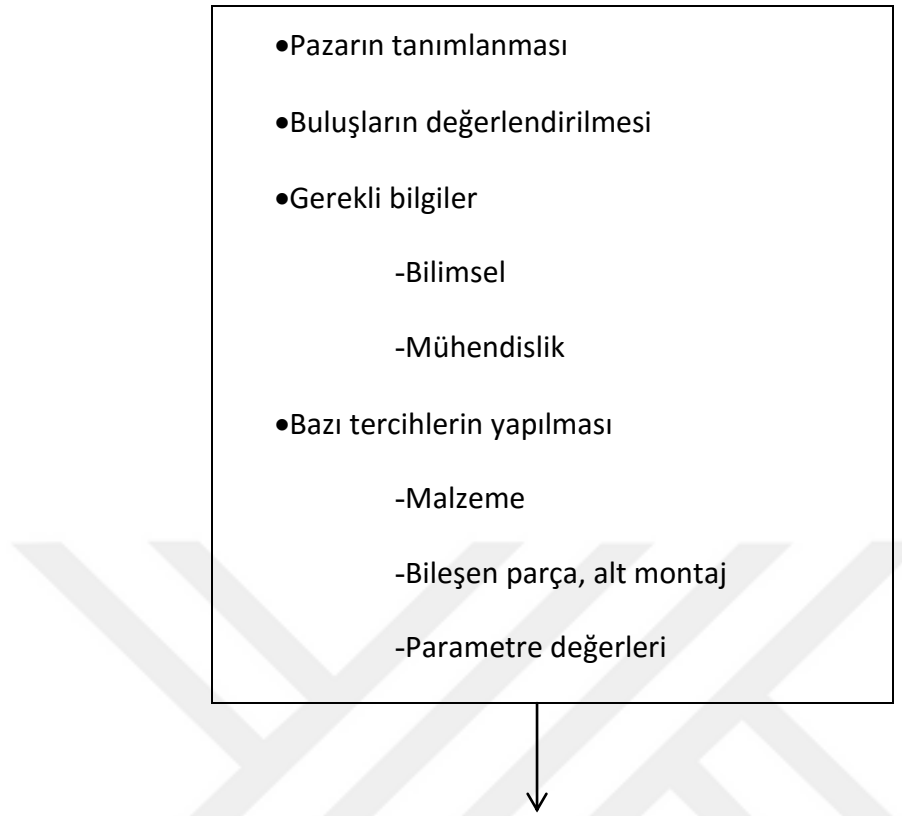
Taguchi methodu üç aşamada gerçekleştirilir (Şekil 5.1). Bunlar; sistem tasarımı, parametre tasarımı ve tolerans tasarımıdır.

Sistem tasarımı; Metodun ilk aşamasıdır. Bu aşamada Şekil 5.1'de de görüldüğü gibi prototip dizaynın geliştirilmesi için gerekli yatırımlar ve tercihlerle ilgili kararlar verilir. Malzeme, bileşen parça ve alt montajların seçimi, yeni bilimsel ve teknolojik gelişmelerin değerlendirilmesi, makina ve teçhizatlarla ilgili yeni kararlar bu aşamada gerçekleştirilir. Proses üzerinde yapılan çalışmalarsa müşteri tatminini sağlayacak spesifikasyonlara sahip ve belirlenen toleranslar içinde bir ürünü üretebilecek en az maliyetli üretim sistemini sağlama ana hedefi etrafında yapılmaktadır.

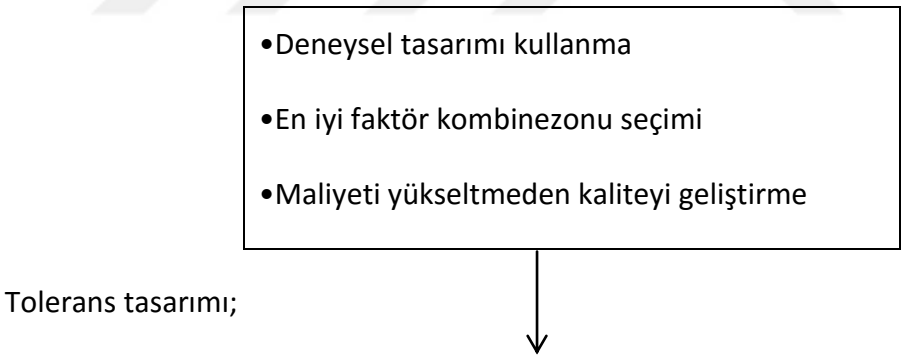
Parametre tasarımı; Ürün tasarımının deneysel tasarım kullanılarak yapılması çalışmalarını içermektedir. İstenen kalitede bir ürünü üretebilmek için yapılan bir dizi çalışma sonucunda hedef değere ulaşma ve/veya hedeften sapmaları minimizasyonu sağlanmaktadır. Hedef değerden gerçekleşen sağmalara etki eden faktörlerin tespiti değişik şartlarda ve kombinasyonlarda denemeye tabi tutma ve optimal kombinasyonu sağlama başlıca faaliyetleridir. Sonuçta minimum sapma veya hedef değere ulaşma gerçekleşmektedir.

Tolerans tasarımı; Parametre tasarımı çalışmaları sonucunda istenilen hedefe varılamadığı takdirde yapılacak bir takım çalışmalardan ibarettir. Gözlenen değerlerden faydanılarak ürünün hedef değerden sapma göstermesinin getirdiği kayıplar bulunmaktadır. Geniş tolerans hiçbir zaman tercih edilmez [16].

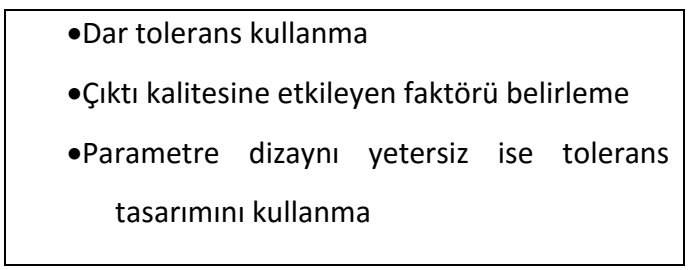
Sistem tasarımı;



Parametre tasarımı;



Tolerans tasarımı;



Şekil 5.1 Taguchi Metodunun Sistematiği [16]

BÖLÜM 6

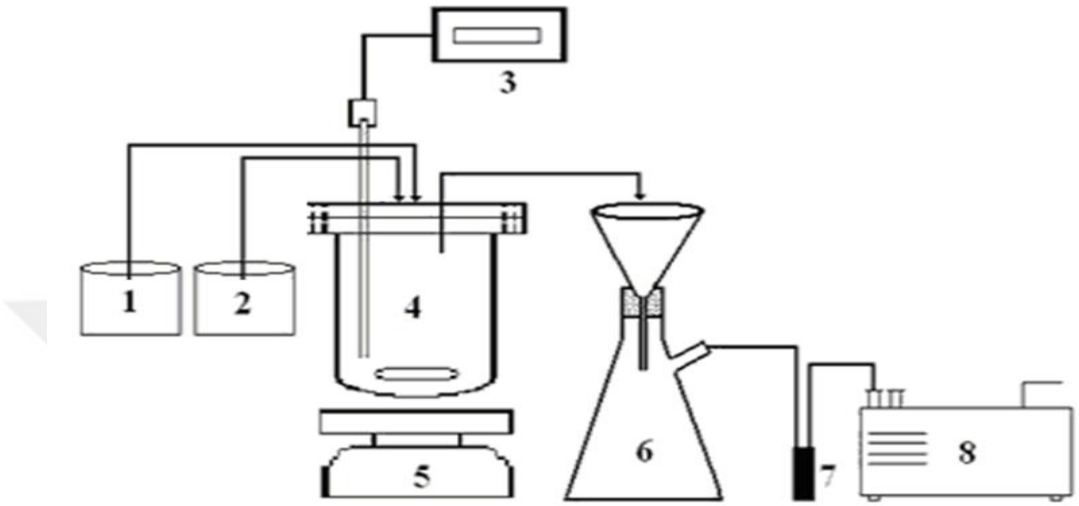
DENEYSEL ÇALIŞMA

Jel üretiminde kaynak olarak ne kullanıldığı büyük önem taşımaktadır. Kullanılan hayvansal kaynaklar, her toplumun inanç ve düşünce yapısına bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Bu bilgileri göz önüne alarak, jel üretiminde bitkisel kaynaklı olan nişastalar da kullanılmaktadırlar. Nişasta suda çözünmeyen kompleks bir karbonhidrattır. Bitkiler tarafından fazla glikozu depolamak için kullanılmaktadır. Türkiye' de nişastanın başlıca kaynakları buğday, pirinç, patates ve mısırdır. Buğday nişastası diğerlerine göre daha yüksek sıcaklıklarda jelleşme göstermektedir. Jelleşme oranı da yüksek olduğundan dolayı jel üretimi açısından hem ekonomik hem de verim olarak oldukça uygundur. Gıda sanayisinde kıvamlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Buğday nişastasının bu özelliklerine bakılarak yapılan bir çalışmada [17] en uygun deney sonuçlarının elde edildiği görülmüştür.

Bu çalışmada, elde edilen farklı pektin örnekleri ile modifiye buğday nişastasından jel üretimi yapılmıştır. Farklı pektin kaynakları kullanılarak elde edilen pektin örnekleri, Taguchi metoduyla farklı parametrelerde incelenerek jel üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretim prosesi genel olarak Şekil 6.1'de görülmektedir. Öncelikle bitkisel kaynaktan farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pektin üretimi sağlanmıştır. Elde edilen optimum pektinlerle modifiye jel üretimi için farklı parametreler belirlenmiştir ve modifiye nişasta ile ürün elde edilmiştir. Elde edilen ürünlerin verimleri Denklem (1)'e göre hesaplanmıştır:

$$Verim\ (\%) = \frac{X}{(P+N)} . 100 \quad (1)$$

X üretilen modifiye jel miktarı, P; pektin, N ise nişastayı temsil etmektedir.



Şekil 6.1 Deney Düzeneği: (1) Bitkisel kaynak, (2) Çözücü; (3) Dijital sıcaklık göstergesi; (4) Reaksiyon kabı; (5) Isıtıcılı manyetik karıştırıcı; (6) Süzme aparatı; (7) Soğuk tuzak; (8) Pompa

6.1 Elmadan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel

Pektin, bitkilerin ve meyvelerin hücre duvarlarının başlıca bağlama bileşenidir. Kimyasal olarak polisakkarittir, galakturonik asit moleküllerinin birbirlerine düz zincir halinde birleşmesi ile oluşur. Genellikle ticari olarak pektin üretimi için en yaygın meyve olarak elma kullanılmaktadır.

6.1.1 Kullanılan materyaller

- Elma
- Buğday nişastası
- Su
- Isıtmalı manyetik karıştırıcı
- Etüv

- Santrifüj
- Süzgeç kâğıdı

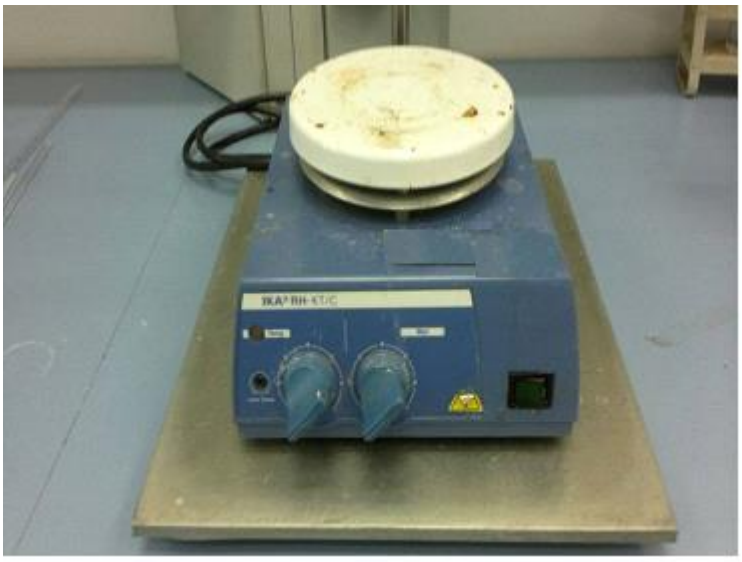
6.1.2 Elmadan pektin üretimi

Bir meyve ne kadar olgunlaşmışsa, içerisindeki pektin miktarı o kadar azdır. Elma pektini için ideal olan elma türü yeşil ve sert elmalardır. Mümkün olduğunca sert ve yeşil elma seçilmiştir. Elmalar kabukları soyulmadan, çekirdekleri ayıklanmadan, 3-5 cm'lik küçük parçalara doğranmıştır. Taguchi metodu yardımıyla, farklı parametre olarak, su miktarı ve kaynatma süreleri taranmıştır (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1 Elmadan pektin üretimi (Seviyeler: 25-50-75 mL; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk)

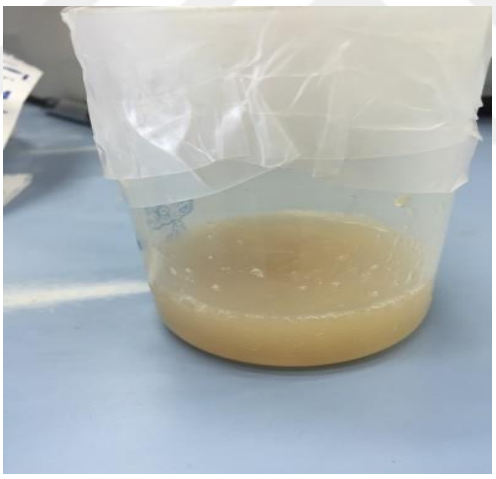
	Su miktarı (mL)	**1.Kaynatma süresi (dk)**	**2.Kaynatma süresi (dk)**	**Verim (%)**
1	1	1	1	4,40
2	1	2	2	7,65
3	1	3	3	10,20
4	2	1	2	14,50
5	2	2	3	9,10
6	2	3	1	9,80
7	3	1	3	19,50
8	3	2	1	8,60
9	3	3	2	11,50

Öncelikle elmalar belirlenen su miktarlarında, yaklaşık 200 g alınıp, belirlenen 1. Kaynama sürelerinde ısıtmalı manyetik karıştırıcıda (Şekil 6.2) kaynatılmıştır. Süre sonunda pişen elma püresinin suyunu süzmek için süzgeç kâğıdı kullanılmıştır. Gece boyunca süzülmeye bırakılan elma suları, belirlenen ikinci kaynama sürelerince kaynatılmıştır.



Şekil 6.2 Isıtıcılı manyetik karıştırıcı

Kaynama sonucunda kıvamlı yapıda elde edilen pektinlerin (Şekil 6.3) verimleri hesaplanarak optimum süreler ve su miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 6.1) .



Şekil 6.3 Elmadan elde edilen pektin

6.1.3 Elmadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı

Elde edilen pektinlerle modifiye nişasta karışımı, Taguchi metoduyla farklı oranlardaki Pektin/Buğday nişastası (P/BN; ağırlıkça) belirlenerek, farklı su miktarlarında ve farklı kurutma sürelerinde optimum değerlerin ayarlanması amaçlanmıştır (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2 Elmadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastası ile karışımı (Seviyeler: 1:2; 2:1; 1:1; 150-200-250 mL; 30-45-60 dk)

	Pektin/Buğday Nişastası (P/BN) oranı	Su miktarı (mL)	Kurutma süresi (dk)	Verim (%)
1	1	1	1	69,0
2	1	2	2	79,0
3	1	3	3	68,9
4	2	1	2	71,3
5	2	2	3	65,1
6	2	3	1	72,0
7	3	1	3	68,5
8	3	2	1	74,6
9	3	3	2	72,1

Pektin/Buğday nişastası örneği bir behere alınıp üzerine belirlenen miktarda su ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda homojen bir karışım olana kadar karıştırılmıştır (Şekil 6.2). Elde edilen homojen karışımdan jelleşme sağlanması için 5000 rpm'de 5 dk santrifüj (Şekil 6.4) uygulanmıştır.



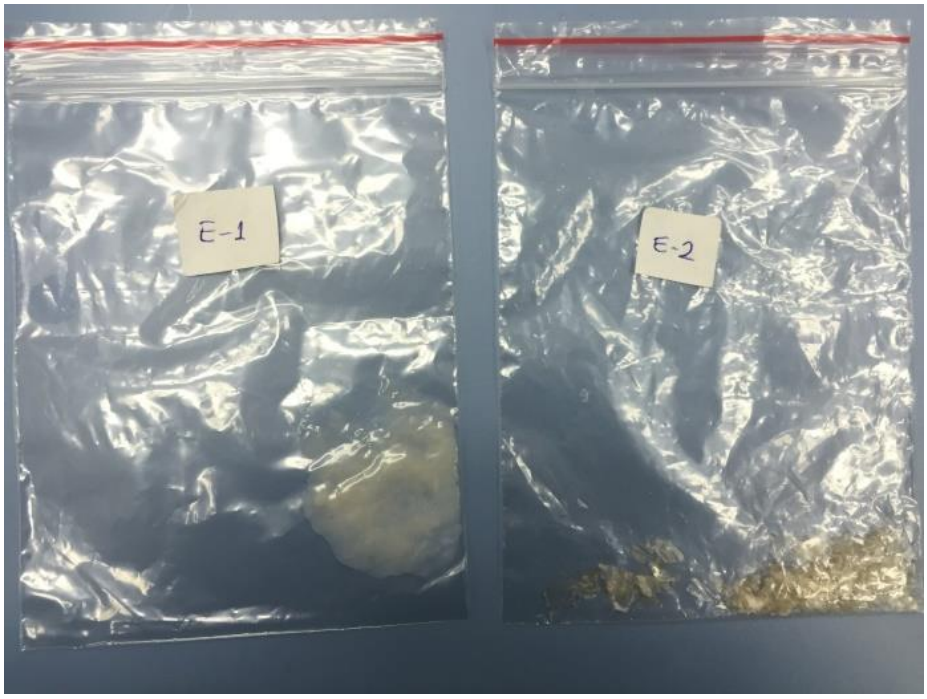
Şekil 6.4 Santrifüj cihazı

Santrifüj tüpünde çökelti olarak dipte oluşan kısım ayrıca bir beherde toplanmıştır. Toplanan çökeltiler etüvde 130°C'de belirlenen süreler için kurumaya bırakılmıştır (Şekil 6.5) .



Şekil 6.5 Etüv

Etüvde kuruyan numunelerde jelleşmeler görülmüştür (Şekil 6.6). Elde edilen bitkisel kaynaklı modifiye nişasta katkılı jeller için tartımları alınarak verimleri hesaplanmıştır. Taguchi metoduna göre optimum kurutma süresi, su miktarı ve P/BN oranı belirlenmiştir (Çizelge 6.2).



Şekil 6.6 Elmadan elde edilen pektin ile modifiye buğday nişastasından elde edilen jel örneği

6.2 Ayvadan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel

Pektin oranı çok yüksek bir diğer meyve çeşidi olan ayva ile denemeler yapılmıştır. Ayvanın kendine has jel oluşturan yapısı mevcuttur. Çekirdeğinde bulunan özel yapı sayesinde suyla jelleşme gerçekleştirmektedir.

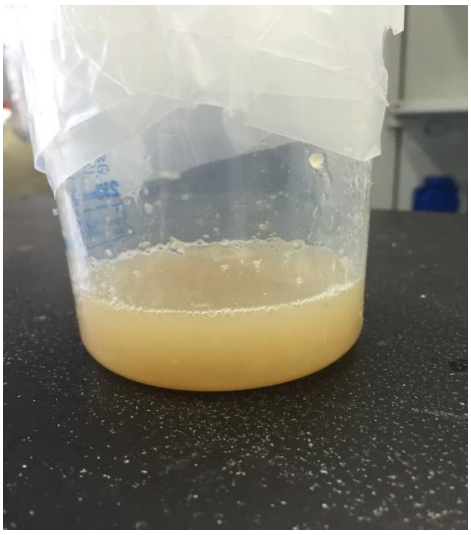
6.2.1 Kullanılan Materyaller

- Ayva
- Buğday nişastası
- Su
- Isıtmalı manyetik karıştırıcı
- Etüv
- Santrifüj
- Süzgeç kâğıdı

6.2.2 Ayvadan pektin üretimi

Olgunlaşmamış ayvalar seçilerek, kabukları ve özellikle çekirdekleri kullanılarak 3-5 cm'lik boyutlarda doğranmıştır. Önceden yapılan ön denemelerde ayva çekirdeğine ufak çizikler atılmasıyla jelleşme oranının daha fazla olduğu gözlemlendiği için, çekirdeklerde bıçak yardımıyla çizilmiştir. Taguchi metodu yardımıyla, farklı parametre olarak su miktarı ve kaynatma süreleri taranmıştır (Çizelge 6.3) .

Parçalara bölünen ayvalar, çekirdekleriyle beraber belirlenen su miktarlarında, yaklaşık 200 g alınıp, belirlenen 1. Kaynama sürelerinde ısıtmalı manyetik karıştırıcıda (Şekil 6.2) kaynatılmıştır. Süre sonunda pişen ayva püresinin suyunu süzmek için süzgeç kâğıdı kullanılmıştır. Gece boyunca süzülmeye bırakılan ayva suları, belirlenen ikinci kaynama sürelerince kaynatılmıştır. Kaynama sonucunda kıvamlı yapıda elde edilen pektinlerin (Şekil 6.7) verimleri hesaplanarak optimum süreler ve su miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 6.3) .



Şekil 6. 7 Ayva pektini

Çizelge 6.3 Ayvadan pektin üretimi (Seviyeler: 20-40-60 mL; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk)

	Su miktarı (mL)	**1.Kaynatma süresi (dk)**	**2.Kaynatma süresi (dk)**	**Verim (%)**
1	1	1	1	3,2
2	1	2	2	3,4
3	1	3	3	3,5
4	2	1	2	6,1
5	2	2	3	6,7
6	2	3	1	6,5
7	3	1	3	10
8	3	2	1	25
9	3	3	2	18

6.2.3 Ayvadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı

Uygulanan Taguchi metoduyla farklı oranlardaki ağırlıkça Pektin/Buğday nişastası (P/BN) belirlenerek, farklı su miktarlarında ve farklı kurutma sürelerinde optimum miktarlar ayarlanmıştır (Çizelge 6.4).

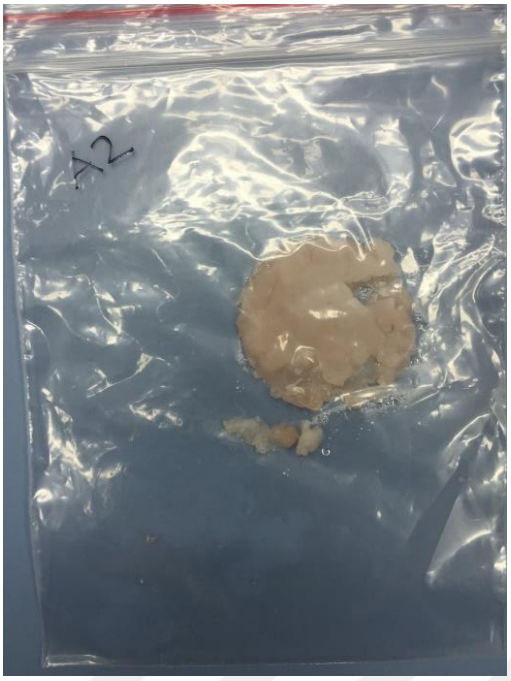
Pektin/Buğday nişastası örneği bir behere alınıp üzerine belirlenen miktarda su ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda homojen bir karışım olana kadar karıştırılmıştır (Şekil 6.2). Elde edilen homojen karışımdan jelleşme sağlanması için 5000 rpm'de 5 dk santrifüj (Şekil 6.4) uygulanmıştır. Santrifüj tüpünde çökelti olarak dipte oluşan kısım ayrıca bir beherde toplanmıştır. Toplanan çökeltiler etüvde 130°C'de belirlenen süreler için kurumaya bırakılmıştır (Şekil 6.5) .

Çizelge 6.4 Ayvadan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı

(Seviyeler: 1:2; 2:1; 1:1; 150-200-250 mL; 30-45-60 dk)

	Pektin/Buğday Nişastası (P/BN) oranı	**Su miktarı (mL)**	**Kurutma süresi (dk)**	**Verim (%)**
1	1	1	1	63,1
2	1	2	2	90,2
3	1	3	3	77,7
4	2	1	2	34,8
5	2	2	3	37,0
6	2	3	1	36,6
7	3	1	3	19,7
8	3	2	1	25,2
9	3	3	2	25,8

Etüvde kuruyan numunelerde jelleşmeler görülmüştür (Şekil 6.8). Elde edilen bitkisel kaynaklı modifiye nişasta katkılı jeller için tartımları alınarak verimleri hesaplanmıştır. Taguchi metoduna göre optimum kurutma süresi, su miktarı ve P/BN oranı belirlenmiştir (Çizelge 6.4).



Şekil 6.8 Ayvadan elde edilen pektin ile modifiye buğday nişastasından elde edilen jel örneği

6.3 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin ile Buğday Nişastasından Üretilen Jel

Pektin; kolloidal yapıya sahip bir polisakkarittir. Elma ve turunçgillerde en çok bilinen pektin kaynaklarıdır. Elmada ve ayvada kütle içerisinde bulunan pektin, turunçgillerde ise kabuğun yapısında bulunmaktadır.

6.3.1 Kullanılan materyaller

- Portakal kabuğu
- Buğday nişastası
- Su
- Isıtmalı manyetik karıştırıcı
- Etüv
- Santrifüj
- Süzgeç kâğıdı

6.3.2 Portakal kabuğundan pektin üretimi

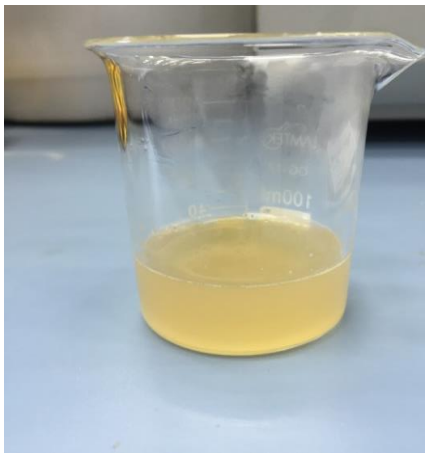
Olgunlaşmamış portakallar seçilerek, kabukları ve iç kısımda bulunan beyaz posalarıda kullanılarak 3-5 cm'lik boyutlarda doğranmıştır. Taguchi metodu yardımıyla, farklı parametre olarak su miktarı ve kaynatma süreleri taranmıştır (Çizelge 6.5) .

Parçalara bölünen portakal kabukları ve posaları belirlenen su miktarlarında, yaklaşık 200 g alınıp, belirlenen 1. Kaynama sürelerinde ısıtmalı manyetik karıştırıcıda (Şekil 6.2) kaynatılmıştır. Süre sonunda portakal kabuğu püresinin suyunu süzmek için süzgeç kâğıdı kullanılmıştır.

Çizelge 6.5 Portakaldan pektin üretimi (Seviyeler: 25-50-75 mL; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk)

	Su miktarı (mL)	**1.Kaynatma süresi (dk)**	**2.Kaynatma süresi (dk)**	**Verim (%)**
1	1	1	1	6,2
2	1	2	2	0
3	1	3	3	12,4
4	2	1	2	19,1
5	2	2	3	6,7
6	2	3	1	4,2
7	3	1	3	**58,1**
8	3	2	1	3,91
9	3	3	2	21,8

Gece boyunca süzülmeye bırakılan portakal kabuğu suları, belirlenen ikinci kaynama sürelerince kaynatılmıştır. Kaynama sonucunda kıvamlı yapıda elde edilen pektinlerin (Şekil 6.9) verimleri hesaplanarak optimum süreler ve su miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 6.5) .



Şekil 6.9 Portakal kabuğundan elde edilen pektin

6.3.3 Portakal kabuğundan elde edilen pektinin modifiye nişasta ile karıştırılması

Taguchi metoduna göre farklı oranlardaki ağırlıkça Pektin/Buğday nişastası (P/BN) belirlenerek, farklı su miktarlarında ve farklı kurutma sürelerinde optimum miktarlar ayarlanmıştır (Çizelge 6.6). Pektin/Buğday nişastası örneği bir behere alınıp üzerine belirlenen miktarda su ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda homojen bir karışım olana kadar karıştırılmıştır (Şekil 6.2).

Çizelge 6.6 Portakal kabuğundan elde edilen pektinin modifiye buğday nişastasıyla karışımı (Seviyeler: 1:2; 2:1; 1:1; 150-200-250 mL; 30-45-60 dk)

	Pektin/Buğday Nişastası (P/BN) oranı	**Su miktarı (mL)**	**Kurutma süresi (dk)**	**Verim (%)**
1	1	1	1	**97,9**
2	1	2	2	72,5
3	1	3	3	70,6
4	2	1	2	60
5	2	2	3	63,8
6	2	3	1	65,2
7	3	1	3	56,5
8	3	2	1	30,9
9	3	3	2	28,5

Elde edilen homojen karışımdan jelleşme sağlanması için 5000 rpm'de 5 dk santrifüj (Şekil 6.4) uygulanmıştır. Santrifüj tüpünde çökelti olarak dipte oluşan kısım ayrıca bir beherde toplanmıştır. Toplanan çökeltiler etüvde 130°C'de belirlenen süreler için kurumaya bırakılmıştır (Şekil 6.5) .

Etüvde kuruyan numunelerde jelleşmeler görülmüştür (Şekil 6.10). Elde edilen bitkisel kaynaklı modifiye nişasta katkılı jeller için tartımları alınarak verimleri hesaplanmıştır.

Taguchi metoduna göre de optimum kurutma süresi, su miktarı ve P/BN oranı belirlenmiştir (Çizelge 6.6).



Şekil 6.10 Portakal kabuğundan elde edilen pektin ile modifiye buğday nişastasından elde edilen jel örneği

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

7.1 Taguchi Sonuçları

Taguchi, az sayıda deney ile tüm parametre alanını incelemek için dizilerin özel bir tasarımıyla geliştirilmiştir [18]. Taguchi tasarımı ve analizi sonuçları için Minitab Release 13.20 İstatistiksel Yazılım ile belirlenen parametrelerle kullanılmıştır. Klasik metodlarda diğer parametreler sabit iken bir parametre değiştirilmektedir.

Bu işlemle deneylerin sayısı oldukça fazla ve sıkıcı bir hale gelmektedir. Taguchi yaklaşımı kontrol faktörleri ve onların seviyelerini sayısına bağlı olarak uygun bir ortogonal dizi seçmek için bir fırsat sağlamaktadır. Bir kısmi faktöryel yaklaşım kullanmanın yararı deneylerin sayısında radikal azalmayı sağlamasıdır [19].

Bu çalışmada, Taguchi L9 ortogonal dizi tablosu üç seviyede üç parametre seçerek deneyler yürütmek için kullanılmıştır (Çizelge 7.1, 7.2). L-9 ortagonal düzende, L ve simge 9, sırasıyla Latin kare ve deney sayısını ifade etmektedir. Tam faktöryel yaklaşım, bölümlü faktöriyel deney sayısını dokuza indirerek bir L9 ortogonal dizi kullanırken, optimize etmek için gerçekleşecek süreç 27 deney gerektirmektedir.

Elde edilen Taguchi sonuçları Şekil 7.1, 7.2 ve 7.3' te verilmiştir. Bunun bir sonucu olarak, % 58,1 ve % 97,9 değerleri ile sırasıyla pektin verimi ve portakal kabuğundan elde edilen jelin verimi maksimum olarak belirlenmiştir.

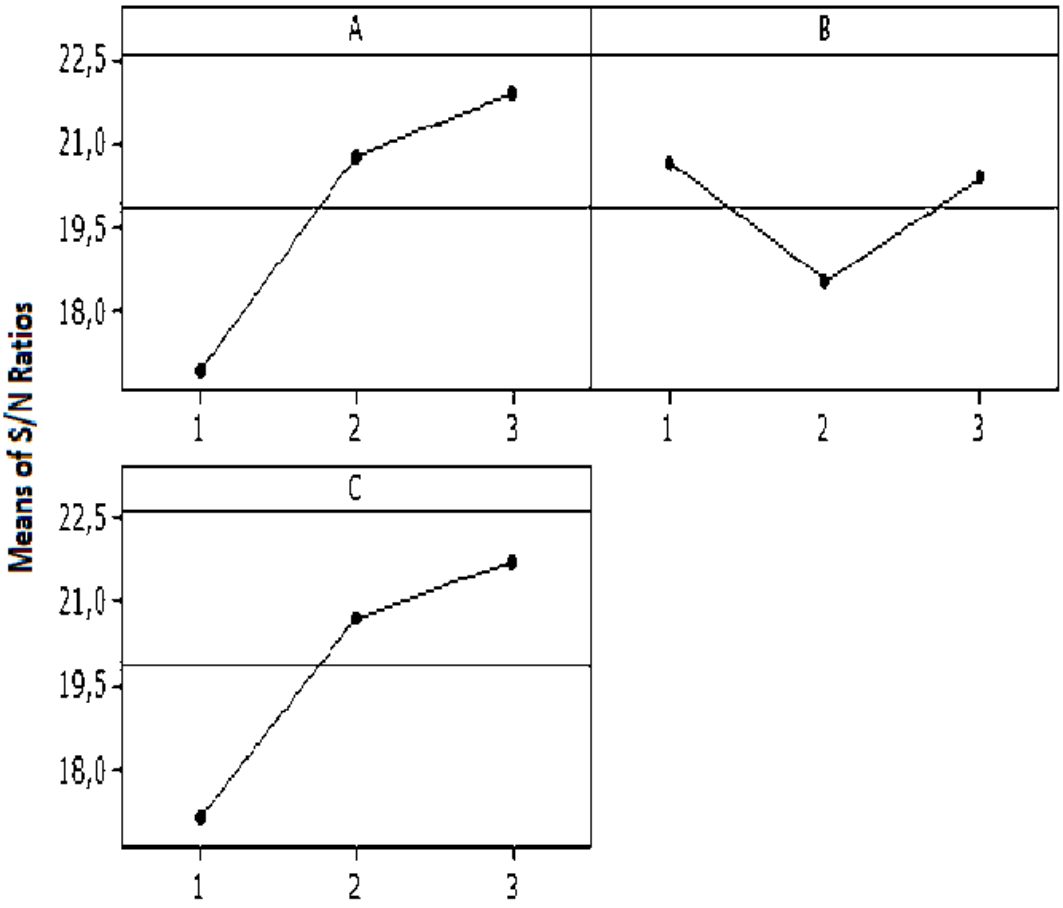
Çizelge 7.1 Elma, ayva ve portakal kabuğundan elde edilen pektin için uygulanan Taguchi metodu

	Su miktarı (mL)	1.Kaynama süresi (dk)	2. Kaynama süresi (dk)	Elmadan elde edilen pektinin verimi (%)*	Ayvadan elde edilen pektinin verimi (%)**	Portakal kabuğundan elde edilen pektinin verimi (%)*
1	1	1	1	4,40	3,2	6,2
2	1	2	2	7,65	3,4	0
3	1	3	3	10,20	3,5	12,4
4	2	1	2	14,50	6,1	19,1
5	2	2	3	9,10	6,7	6,7
6	2	3	1	9,80	6,5	4,2
7	3	1	3	**19,50**	10	**58,1**
8	3	2	1	8,60	**25**	3,91
9	3	3	2	11,50	18	21,8

*Parametreler: 25-50-75 mL; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk; **Parametreler: 20-40-60 mL; 30-45-60 dk; 5-10-15 dk

7.1.1 Elmadan Pektin Üretimi için Taguchi Sonuçları

Taguchi metodundan yararlanılarak elde edilen parametre miktar belirleme tablosunun uygulanması sonucunda elde edilen pektin için optimum değerlerin hesaplanılması Şekil 7.1'deki gibidir.

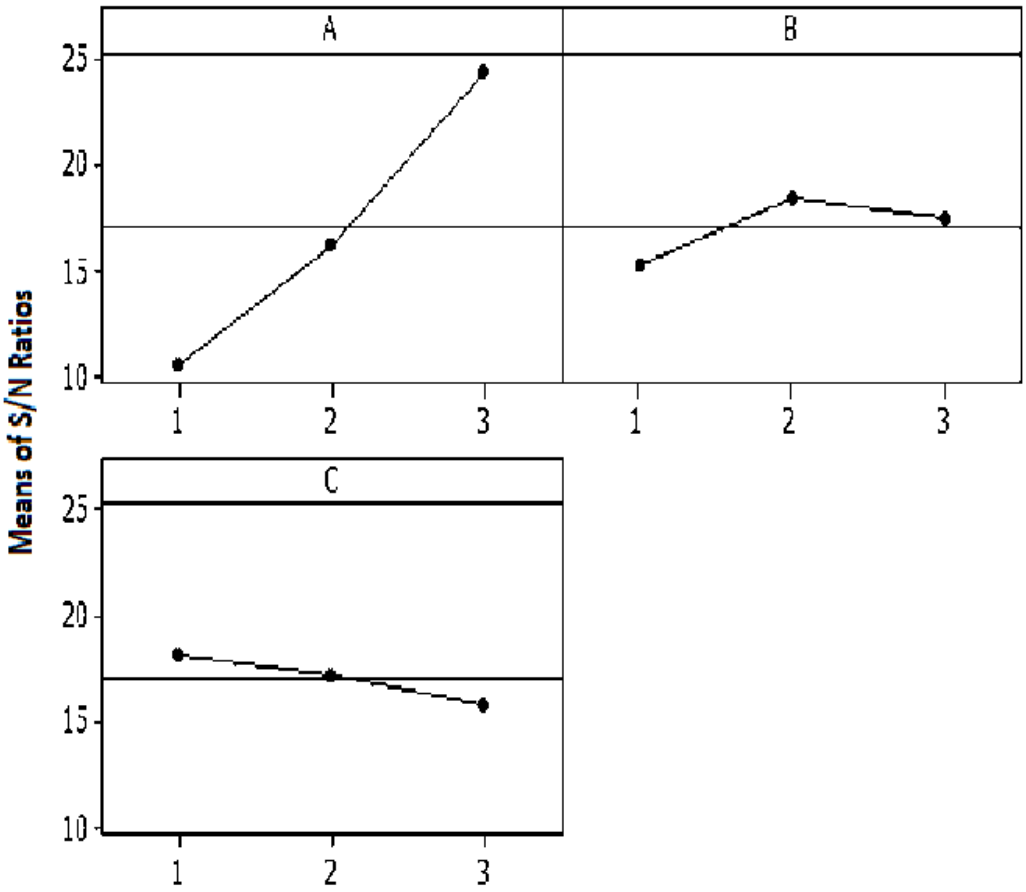


Şekil 7.1Elmadan pektin üretimi için Taguchi sonuçları

Bu sonuca göre; 3-1-3 parametrelerin (60 mL-30 dk-15 dk) değerleriyle 7. deney setinin % 19,50 verim değeri ile elma pektin üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

7.1.2 Ayvadan Pektin Üretimi için Taguchi Sonuçları

Taguchi metodundan yararlanılarak elde edilen parametre miktar belirleme tablosunun uygulanması sonucunda ayvadan elde edilen pektin için optimum değerlerin hesaplanılması Şekil 7.2'deki gibidir.

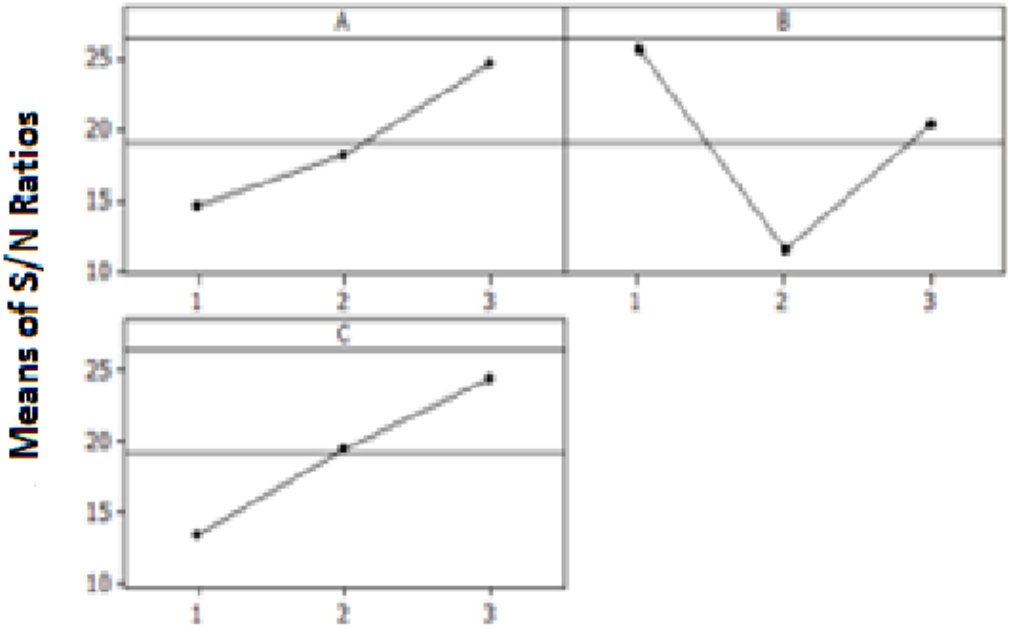


Şekil 7.1 Ayvadan Pektin Üretimi için Taguchi Sonuçları

Bu sonuca göre; 3-2-1 parametrelerin (60 mL-45 dk-5 dk) değerleriyle 8. deney setinin % 25 ile en verimli ayva pektin üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

7.1.3 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin için Taguchi Sonuçları

Taguchi metodundan yararlanılarak elde edilen parametre miktar belirleme tablosunun uygulanması sonucunda turunçgillerden olan portakal kabuğundan elde edilen pektin için optimum değerlerin hesaplanılması Şekil 7.3'deki gibidir.



Şekil 7.2 Portakal kabuğundan pektin üretimi için Taguchi sonuçları

Bu sonuca göre; 3-1-3 parametrelerin (60 mL-30dk-15 dk) değerleriyle 7. deney setinin % 58.1 verim değeri ile portakal kabuğundan pektin üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir. Pektin üretimi için belirlenen parametrelerde yapılan deneyler sonucunda verimli pektin oranları bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında; elde edilen pektinler, modifiye nişastalar ile belirlenen oranlarda hazırlanarak optimum jel üretimi amaçlanmıştır. Kullanlan parametreler ve seviyeleri Çizelge 7.2'de toplu olarak verilmiştir.

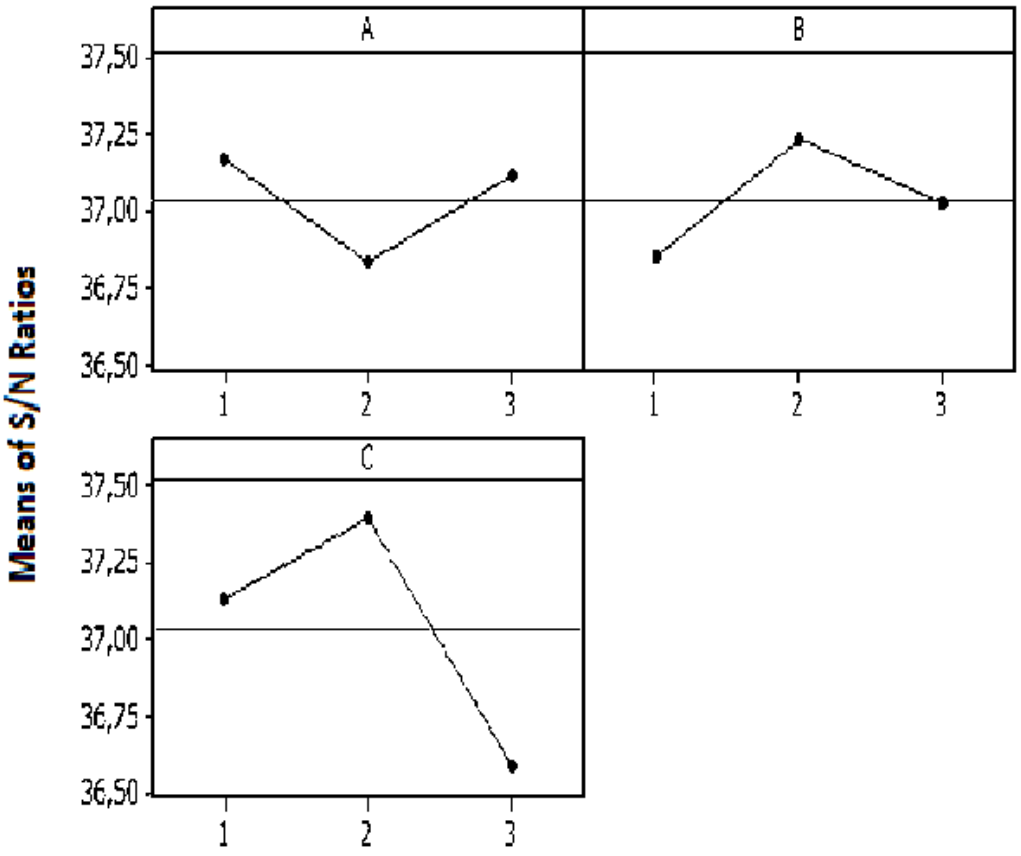
Çizelge 7.2 Elma, ayva ve portakal kabuğundan elde edilen pektin ile buğday nişastası kullanılarak üretilen jel

	Pektin /Buğday Nişasta oranı (P/BN)	**Su miktarı (mL)**	**Kurutma süresi (dk)**	**Elmadan elde edilen jel verimi (%)***	**Ayvadan elde edilen jel verimi (%)***	**Portakal kabuğundan elde edilen jel verimi (%)***
1	1	1	1	69,0	63,1	**97,9**
2	1	2	2	**79,0**	**90,2**	72,5
3	1	3	3	68,9	77,7	70,6
4	2	1	2	71,3	34,8	60
5	2	2	3	65,1	37,0	63,8
6	2	3	1	72,0	36,6	65,2
7	3	1	3	68,5	19,7	56,5
8	3	2	1	74,6	25,2	30,9
9	3	3	2	72,1	25,8	28,5

*Parametreler: 1:2; 2:1; 1:1; 150-200-250 mL; 30-45-60 dk

7.1.4 Elmadan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası ile Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları

Modifiye buğday nişastaların üretim aşamasında eklenen, elde edilen elma pektini ile Çizelge 7.2'de belirlenen parametreler belirlenen seviyelerde denenerek jel üretilmiştir. Elmadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları Şekil 7.4' teki gibidir.



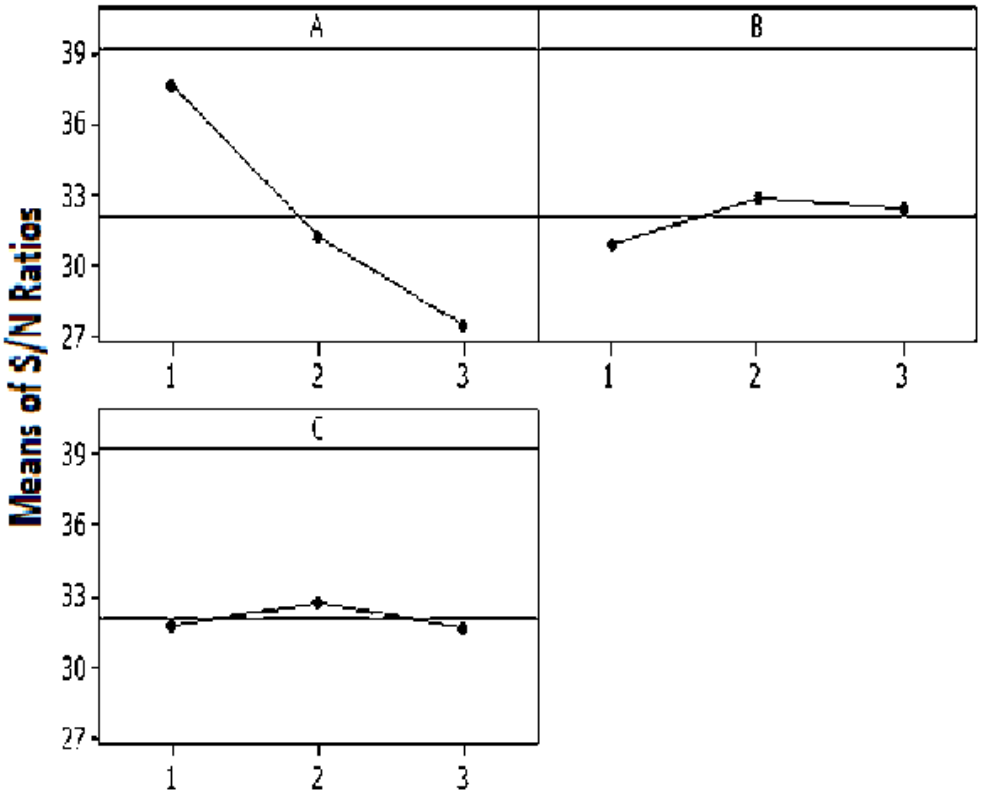
Şekil 7.3 Elmadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları

Bu sonuca göre; 1-2-2 parametrelerin (P/BN;1:2-200mL-45dk) değerleriyle 2. deney setinin % 79 ile en verimli elmadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile

üretilen jel için uygun olduğu belirlenmiştir. Jel üretimi için belirlenen parametrelerde yapılan deneyler sonucunda verimli jel oranları bulunmuştur.

7.1.5 Ayvadan Üretilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası İle Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları

Üretilen modifiye buğday nişastaları, elde edilen ayva pektini ile Çizelge 7.2'de belirlenen parametreler belirlenen seviyelerde denenerek jel üretilmiştir. Ayvadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları Şekil 7.5' teki gibidir.

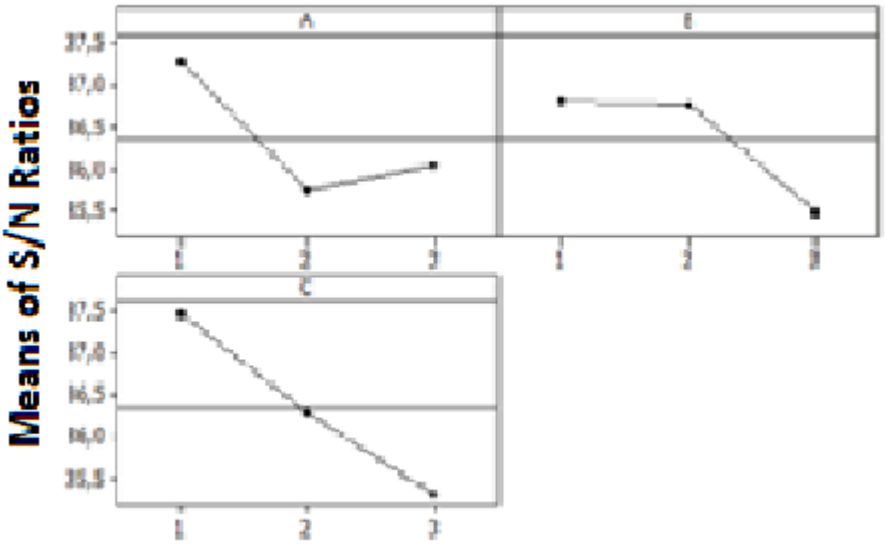


Şekil 7.4 Ayvadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları

Bu sonuca göre; 1-2-2 parametrelerin (P/BN;1:2-200mL-45dk) değerleriyle 2. deney setinin % 90.2 verimi ile ayvadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için uygun olduğu belirlenmiştir. Jel üretimi için belirlenen parametrelerde yapılan deneyler sonucunda optimum verim değerinde jel oranları bulunmuştur.

7.1.6 Portakal Kabuğundan Elde Edilen Pektin Kullanılarak Buğday Nişastası ile Üretilen Jel İçin Taguchi Sonuçları

Üretilen modifiye buğday nişastaları, elde edilen ayva pektini ile Çizelge 7.2'de belirlenen parametreler belirlenen seviyelerde denenerek jel üretilmiştir. Ayvadan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları Şekil 7.6' daki gibidir.



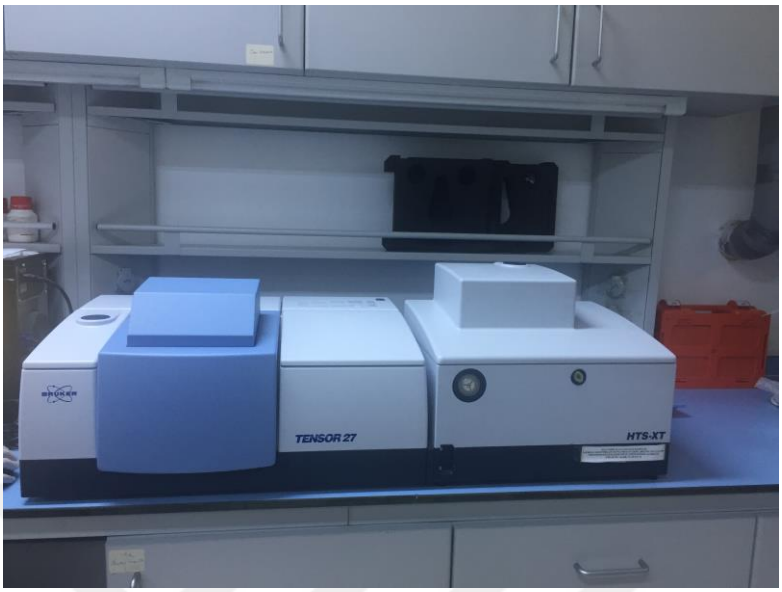
Şekil 7.5 Portakal kabuğundan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için Taguchi sonuçları

Bu sonuca göre; 1-1-1 parametrelerin (P/BN;1:2-200mL-45dk) değerleriyle 2. deney setinin % 97.9 verim değeri ile portakal kabuğundan üretilen pektin kullanılarak buğday nişastası ile üretilen jel için uygun olduğu belirlenmiştir. Jel üretimi için belirlenen parametrelerde yapılan deneyler sonucunda optimum verime sahip jel oranları bulunmuştur.

7.2 Fourier Transform Infrared Spektroskopi (FT-IR) Ölçümleri

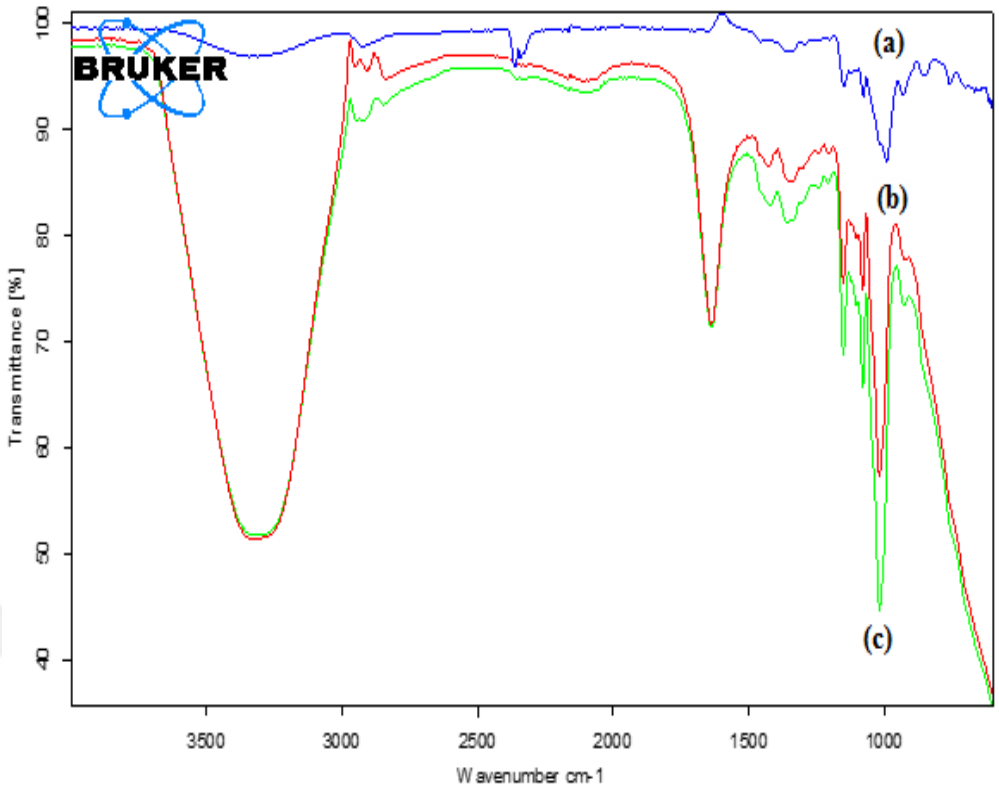
FT-IR, matematiksel Fourier dönüşümü yöntemi sayesinde ışığın infrared yoğunluğuna karşı dalga sayısını inceleyen bir kimyasal analitik metoddur. Elektromanyetik ışık dizisinin kızıl ötesi bölgesi 10 cm^{-1} ile 14000 cm^{-1} arasında olup, yakın dalga boylu kızıl ötesi (NIR; 4000~14000 cm^{-1}), orta dalga boylu kızıl ötesi (MIR; 400~4000 cm^{-1}) ve uzak

dalga boylu kızıl ötesi (FIR; 4~400 cm^{-1}) olmak üzere üç ana bölgeden oluşmaktadır [20]. Bruker tensor 27 cihazıyla denemelerin karakterizyonları yapılmıştır (Şekil 7.7) .



Şekil 7.6 Fourier Transform Infrared Spektroskopi (FT-IR)

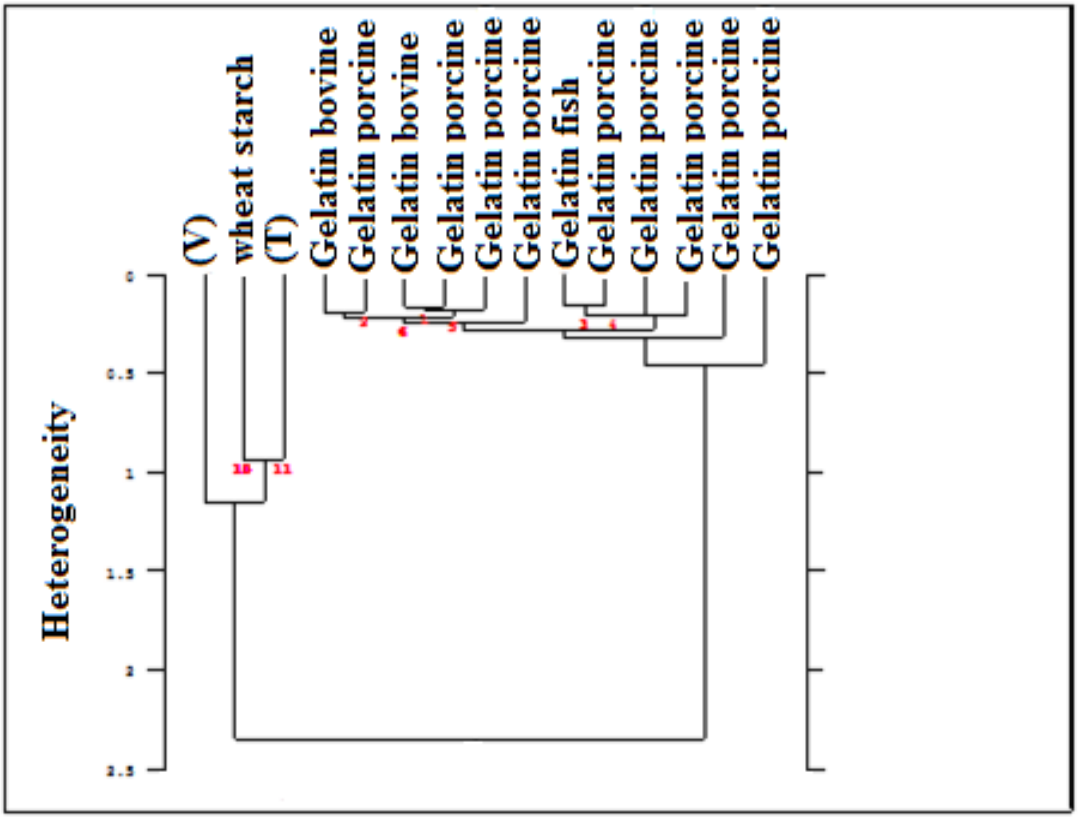
Amid-I absorpsiyonu, jel üretiminde C-N gerilim titreşimlerinin küçük bir etkisiyle ve Amid gruplarına C=O gerilme titreşimlerinin katkısı ile görülmektedir. Amid-II absorpsiyonunun, N-H eğilme ve C-N gerilme titreşimleri ile ortaya çıktığı görülmektedir. Amid–III, genel olarak C=O, C-C gerilmesi ve N-H gerilme titreşimlerine bağlanmış C-N ile temsil edilmektedir. 1080 ve 1035 cm^{-1} civarındaki pik bandları, temel karbonhidrat artıklarının C-O gerilim titreşim pikleriyle ilgilidir ve proteoglikanlardaki Amid-I'i temsil etmektedir. Bu araştırmada elde edilen spektrumlar, jel üretiminin başarıyla gerçekleştirildiğini göstermiştir (Şekil 7.8).



Şekil 7.7 Pektin kullanılarak elde edilen jellerin FT-IR analizi: (a) Elma, (b) Ayva, (c) Portakal kabuğu

Özellikle ayva ve portakal kabuğundan elde edilen jel örnekleri genel FT-IR spektrumları belirlenmesinden sonra, spektral benzerliğe göre spektrumlarının sınıflandırma kümelenme analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Jel örnekleri genel FT-IR spektrumlarının belirlenmesinden sonra, spektral benzerliğe göre kümelenme analizi ile sınıflandırılmıştır. Farklılaşma ve FT-IR spektroskopisi ile jelatin türlerinin sınıflandırılması türlerin arasındaki spektral çeşitliliğe bağlıdır [21] (Şekil 7.9).



Şekil 7.8 Jeller için FT-IR spektroskopisi sonuçlarının sınıflandırma analizi (T: Elmadan elde edilen pektin, V: ayvadan elde edilen pektin ile üretilen jel)

Ayva, elma ve portakal kabuğu pektinlerinden elde edilen jel örneklerini içeren kaynaklar, dendrogramda gösterilmiştir (Şekil 7.9). Hayvansal kaynaklı jelatinler ile üretilen jeller arasında uyumluluk ve belirgin bir kümeleme düzeni elde edilmiştir.

7.3 Raman Analizi

Raman spektroskopisi, molekül titreşimlerini ve kristal latisi incelemektedir. Bu sebeple, incelenen numunenin bileşimine, bağ yapısına, faz ve kristal yapısına ve kimyasal ortamına karşı son derece duyarlıdır. Raman spektroskopisi ile tüm fiziksel haldeki (gaz, sıvı, çözelti, kristal veya amorf) maddeler incelenmektedir [22].

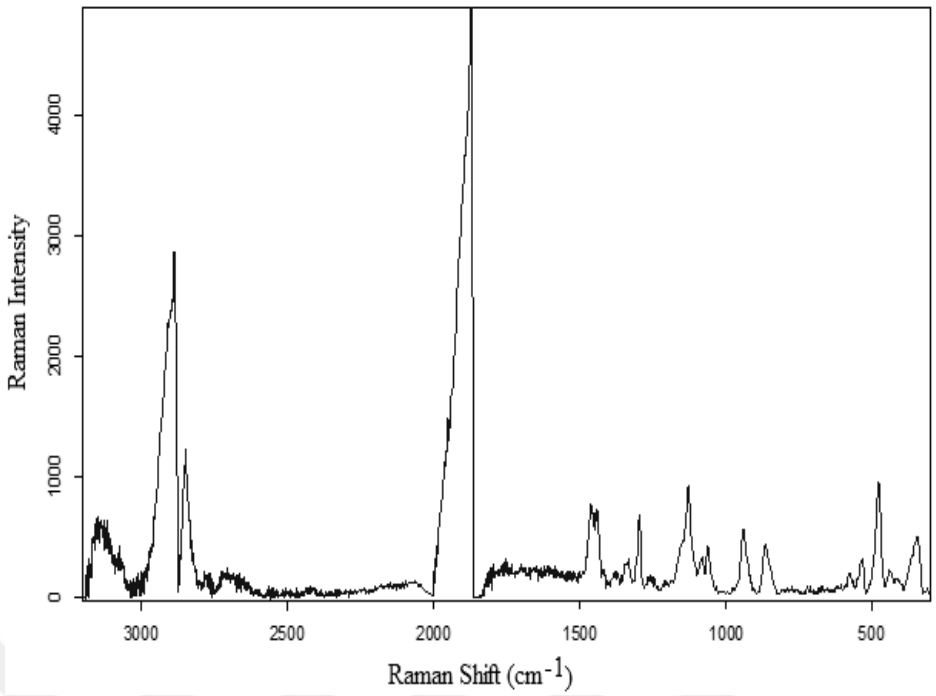
Yöntem, görünür alan veya yakın kızıl ötesi (NIR) bölgesindeki monokromatik ışından oluşan güçlü bir lazer kaynağı ile numunenin ışınlanması sonucunda numuneden saçılan ışının belirli bir açıdan ölçülmesiyle gerçekleştirilmektedir. Buradaki etkileşim, numunenin yüzeyine gelen fotonların elektriksel alan titreşimleri aracılığıyla

gerçekleşmektedir. Moleküllerin şiddetli bir monokromatik ışın demeti ile etkileşmesi sırasında ışık absorpsiyonu olayı gerçekleşmiyorsa ışık saçılması olayı meydana gelmektedir [23]. Bu çalışmada, Bravo El Raman Spektrometresi ile ölçümler alınmıştır (Şekil 7.10).

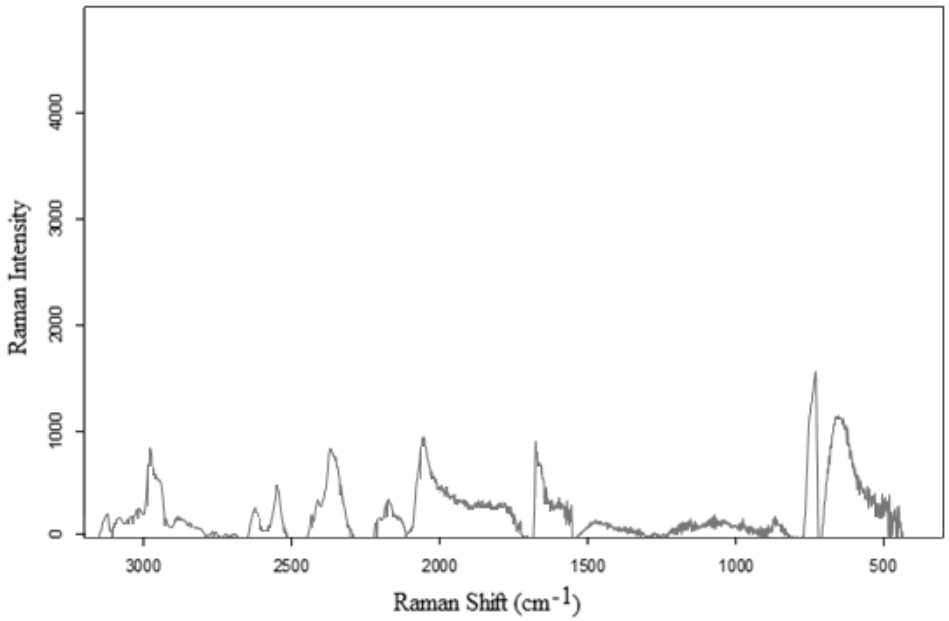


Şekil 7.9 Raman cihazı

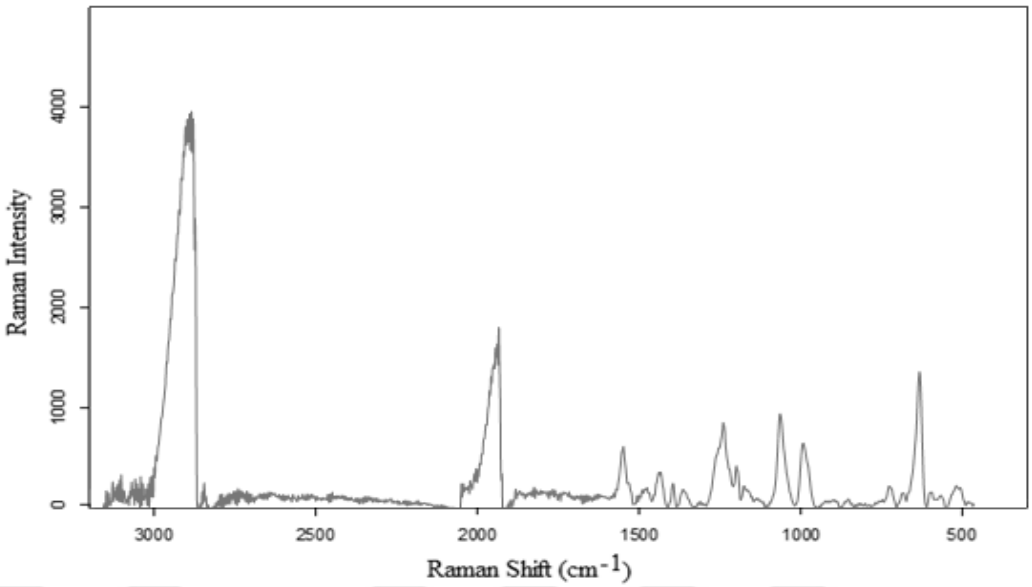
Jellerin Raman spektrumları, Şekil 7.11-7.13 'de sunulmuştur. -OH bağının simetrik uzanımından kaynaklanan yüksek frekanslı bant 3450 cm^{-1} civarında gözlenmiştir. Amid-III modu olarak tanımlanabilecek olan jellerin pikleri, 1000-1500 cm^{-1} arasında görülmektedir. Güçlü Amid-I pikleri, homojen yapı ve tek tip hidrojen eğilmesinden (C=O) dolayı 1400-1650 cm^{-1} arasında görünmektedir [24]. Sadece, zayıf yayılmadan kaynaklı olarak 950 $cm^{-1,}$ de de ayrı bir pik elde edilmiştir.



Şekil 7.10 Ayvadan elde edilen pektin kullanılarak üretilen jel için Raman analizi



Şekil 7.11 Elmadan elde edilen pektin kullanılarak üretilen jel için Raman analizi



Şekil 7.12 Portakal kabuğundan elde edilen pektin kullanılarak üretilen jel için Raman analizi

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bitkisel kaynaklı jel üretimi için bitkisel kaynak olarak, kıvamlaştırıcı ve jel yapıcı özelliğinden dolayı özellikle elma, ayva ve turunçgillerin kabuğunda çok fazlaca bulunan ve hücre duvarını oluşturan bir polisakkarit çeşidi olan doğal pektin kullanılmıştır. Öncelikle bazı meyve türlerinden pektin elde edilerek, optimum koşulları daha önce başka bir çalışmada belirlenen modifiye nişasta ile bir karışım haline getirilip, bazı işlemler uygulanarak, bitkisel kaynaklı jel üretimi sağlanmıştır. Elde edilen bitkisel kaynaklı jeller; FT-IR ve Raman ile karakterize edilmiştir.

Çalışmada, daha önceden Taguchi optimizasyon tekniğini kullanarak 3 farklı parametre ve 3 farklı seviye belirlenmiştir. Öncelikle elma, ayva ve portakal kabuğundan elde edilecek olan pektin için seviye ve parametreler belirlenerek denemeler yapılmıştır. Bunun sonucunda elmadan üretilen pektin için en yüksek verim % 19,50 ile 7. deney, ayvadan üretilen pektin için en yüksek verim % 25 ile 8. deney, portakal kabuğundan üretilen pektin için en yüksek verim % 58,1 ile 7. deney şartları olduğu belirlenmiştir. Elde edilen pektinlerle ayrı ayrı modifiye nişasta ile birlikte jel üretimi için tekrar Taguchi tekniği kullanılarak optimum deney koşulları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda; elmadan elde edilen jel verimi % 79 ile 2.deney, ayvadan elde edilen jel verimi % 90,2 ile 2.deney, portakal kabuğundan elde edilen jel verimi % 97.9 ile 1. deney şartlarının olduğu belirlenmiştir.

FT-IR analizi sonucunda elde edilen jellerin karakterizasyonuyla, temel karbonhidrat artıklarının C-O pikleri ve proteoglikanlardaki Amid-I gözlenmiştir. Bu araştırmada beklenen spektrumlar FT-IR'da başarıyla elde edilmiş ve sınıflandırmayla açıklanmıştır.

Raman spektrokopisi sonucunda elde edilen jellerin karakterizasyonuyla, Amid-III modu olarak tanımlanabilecek olan pikler, 1000-1500 cm^{-1} arasında görülmektedir. Yapılan Raman analizi ile jel üretiminin başarıyla gerçekleştirildiği desteklenmiştir.

Bu çalışmada, toplumun talebine cevap vermek adına en fazla kullanım alanı gıda katkı maddesi olan jelatine alternatif olması için bitkisel kaynaklı jel üretimi esas alınmıştır. Bilinçli tüketici, yediği ürünün içeriğini merak etmekte ve araştırmaktadır. Özellikle Müslüman ve Yahudi toplumlar, yenilen ürünlerin helal olması arayışı içerisindedirler. Tüm sektörlerde olduğu gibi gıda alanında da katkı maddesi olarak kullanılan jelatinlerin büyük çoğunluğunun hayvansal (özellikle domuzdan) kaynaklardan elde edildiği bilinmektedir. Bu sebepler, insanları hem helal hem doğal olan yapılara yöneltmektedir.

Yapılan bu çalışmanın, başta gıda katkı maddesi olmak üzere, diğer sektörlere de ışık tutacağına inanılmaktadır. Elde edilen jel ürünleri, hem tamamen doğal kaynaklar olup, hem de işlem sırasında herhangi bir zararlı kimyasal kullanılmadığı için helallik ve sağlık açısından güven teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Gıda Bileşenleri, www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler_1.pdf, 6 Temmuz 2016.

[2] Arslan, N., (1994). ”Pektinin Fizikokimyasal Özellikleri, Üretimi ve Gıdalarda Kullanımı”, Gıda, 18 (3):187-192.

[3] Büyüközer, H.K., (2010). “Jelatin (Gelatin) Nedir Ne Değildir”, GİMDES Başkanı, http://www.halalcertificationturkey.com/tr/2010/05/what-is-gelatin-2/ , 25 Haziran 2016.

[4] Can, A., http://insanvehayat.com/9-maddede-turkiyede-jelatin-gercegi/, 6 Temmuz 2016.

[5] Gıda Raporu, Türkiye’de Jelatin İhracatı, http://www.gidaraporu.com/turkiyedejelatin-ithalatig.htm, 6 Temmuz 2016.

[6] Yetim H., (2011). “Jelatin Üretimi, Özellikleri ve Kullanımı”, 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Ankara.

[7] Vankim, Gıda Katkı Maddeleri, www.vankim.com/bilgi-bankasi/gida-katki-maddeleri/jelatin-uretimi-ve-kullanim-alanlari, 7 Temmuz 2016.

[8] Karim, A.A. ve Rajeev, B., (2008). “Gelatin Alternatives for the Food ndustry: Recent Developments, Challenges and Prospects”, Trends in Food Science & Technology, 19:644-656.

[9] Li, J.M. ve Nie, S., (2016). “The Functional and Nutritional Aspects of Hydrocolloids in Foods”, Food Hydrocolloids, 53:46-61.

[10] Varela, P. ve Fiszman, S.M., (2013). ”Exploring Consumers’ Knowledge and Perceptions of Hydrocolloids Used as Food Additives and Ingredients”, Food Hydrocolloids, 30:477-484.

[11] Constenla, D., Ponce, A.G. ve Lozano, J.E., (2002).“Effect of Pomace Drying on Apple Pectin”, Lebensm.-Wiss. u.-Technolgy, 35:216–221.

[12] Rascón-Chu, A., Martínez-López, A.L., Carvajal-Millán, E., León-Renova, N.E., Márquez-Escalante, J.A. ve Romo-Chacón, A., (2009). “Pectin from Low Quality

'Golden Delicious' Apples: Composition and Gelling Capability", Food Chemistry, 116:101–103.

[13] Çağlarırmak, N. ve Çakmalı, Ü., (1993). "Değişik Modifiye Nişastaların Üretiminde Kimyasal Prensipler", Gıda, 18(2):131-137.

[14] Aziza, N.A., Ibrahim, I. ve Raof, N.A., (2014). "The Need for Legal Intervention within the Halal Pharmaceutical Industry", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 121:124–132.

[15] Şanyılmaz, M., (2006). Deney Tasarımı ve Kalite Geliştirme Faaliyetlerinde Taguchi Yöntemi ile Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[16] Aydın, E.M., (1994). Taguchi Metodu ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[17] Çakirsoy, A. ve Karapinar, D., (2015). Bitkisel ve Hayvansal Kaynaklı Nanojel Üretimi, Lisans Tezi, YTÜ Kimya-Metalürji Fakültesi, Kimya Mühendisliği, İstanbul.

[18] Vankanti, V.K. ve Venkateswarlu Gantab, V., (2014). "Optimization of Process Parameters in Drilling of GFRP Composite Using Taguchi Method", Journal of Material Research and Technology, 3(1):35–41.

[19] Kaushik, G. ve Thaku, I.S., (2009). "Isolation and Characterization of Distillery Spent Wash Color Reducing Bacteria and Process Optimization by Taguchi Approach", International Biodeterioration & Biodegradation, 63:420–426.

[20] Kılıç, G. ve Karahan, A.G., (2010). "Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Spektroskopisi ve Laktik Asit Bakterilerinin Tanısında Kullanılması", Gıda,35 (6):445-452.

[21] Çebi, N., Durak, M.Z., Toker, Ö.S. ve Arıcı, M., (2016). "An Evaluation of Fourier Transforms Infrared Spectroscopy Method for the Classification and Discrimination of Bovine, Porcine and Fish Gelatins", Food Chemistry, 190: 1109–1115.

[22] Kılıç, E., Köseoğlu, F. ve Yılmaz, H., (2000). Raman Spektroskopisi Enstrümantal Analiz İlkeleri, Bilim Yayıncılık, Ankara.

[23] Şimşek, G., (2011). Alkali ve Kurşun Alkali Sırların Nano Yapısının Raman Spektroskopisi ile Karakterizasyonu, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Parker, F.S., (1983). Applications of Infrared, Raman and Resonance Raman Spectroscopy in Biochemistry, Plenum, New York.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sema SAĞIR

Doğum Tarihi ve Yeri : 03.09.1991 / İSTANBUL

Yabancı Dili : İNGİLİZCE

E-posta : semasagir@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Kimya Mühendisliği	YTÜ	2014
Lise	Sayısal	Küçükçekmece Ana. Lisesi	2009

Bildiri

1. Sağır, S., Demirtaş, M., Acaralı, N., & Saraç, H. (2015, Kasım). Usage of Pectin as Alternative to Gelatin in Food and Comparison of Pectins Obtained from Different Fruits. International 3rd Halal and Healthy Food Congress, October 30-November 1, İstanbul, Turkey.

2. Acaralı, N.B., **Sağır, S**., Demirtaş, M., Özgündüz, H.İ., & Saraç, H. (2015, Ağustos). Jelatin Üretiminde Kullanılmak Üzere Malus Communis (Elma) Pektininin Taguchi Metodu ile Optimizasyonu. 27. Ulusal Kimya Kongresi, 23-28 Ağustos, Çanakkale.

3. Sağır, S., Demirtaş, M., Acaralı, N.B., & Saraç, H. (2015, Mayıs). Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılmak Üzere Portakal Kabuğu (Aurantiaco Excorio)'ndan Pektinin Eldesi ve Optimizasyonu. 5.Gıda Güvenliği Kongresi, 7 – 8 Mayıs 2015 - İstanbul.

4. Sağır, S., Acaralı, N.B., Demirtaş, M., Özgündüz, H.İ., & Saraç, H. (2015, Mayıs). Bitkisel Kaynaklı Jelatin Üretimi için Cydonia Vulgaris (Ayva) Pektininin Taguchi Metodu ile Optimizasyonu. 3. Ulusal Kimya Mühendisliği Öğrenci Kongresi, 2-4 Mayıs 2015, Avcılar/İSTANBUL.

5. Ozgunduz, H.İ., Kandilci, H.G., Acaralı, N.B., Demirtas, M., **Sağır, S**., Sancı, S., & Sarac, H. (2014, Eylül). Kontrollü İnsülin Salımı için Hidrojel Üretimi. 11.Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi (UKMK-11).

Proje

1.115M396 No'lu Oksijen İndirgeme Reaksiyonları için Düşük Maliyetli ve Yeni Elektrokatalizör Sentezi İsimli Tübitak Projesi