

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ÜÇ FARKLI PROTEİN KAYNAĞI KULLANILARAK ÜRETİLEN
YENİLEBİLİR FİLMLEİN PEYNİR RAF ÖMRÜ ÜZERİNDEKİ
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde KAYA ÖZKÖK
(Y1313.040026)

Gıda Mühendisliğı Ana Bilim Dalı
Gıda Mühendisliğı Programı

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Zeynep TACER CABA

Haziran, 2017



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.100006 numaralı öğrencisi **Gözde Kaya ÖZKÖK**'ün “**ÜÇ FARKLI PROTEİN KAYNAĞI KULLANARAK ÜRETİLEN YENİLEBİLİR FİMLERİN PEYNİR RAF ÖMRÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 12.06.2017 tarih ve 2017/13 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ay. birliği* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 22/06/2017

1) Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zeynep TACER CABA

2) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Celale KIRKIN

3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

.....

.....

.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Üç Farklı Protein Kaynağı Kullanılarak Üretilen Yenilebilir Filmlerin Peynir Raf Ömrü Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.
(22/06/2017)

Aday / İmza





ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimi tamamlamamda büyük katlısı olan tez danışmanım Yard. Doç. Dr. Zeynep TACER CABA' ya özverisi, yakın ilgisi, desteği ve sabrı için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez aşamasında desteğini esirgemeyen bölüm hocalarıma ve laboatuvarından sorumlu Öğr. Gör. Burcu MARANGOZ ve Gülşen NAS' a teşekkür ederim.

Öğrenciliğim boyunca desteklerini esirgemeyen, her bir öğrencisini en iyi şekilde mezun etmeyi hedef edinmiş bölüm başkanımız Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca elimden tutarak maddi manevi bana yol gösteren sevgili annem Hatice KAYA ve sevgili babam Ahmet KAYA' ya ömrüme ışık oldukları için teşekkür ederim. Ayrıca sevgili kardeşim Gizem KAYA' ya istatistik çalışmalarımnda yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Tanıdığım ilk günden beri varlığını hep hissettiğim sevgili eşim Sercan ÖZKÖK' e tez çalışmalarım boyunca sabrı ve desteği için ayrıca teşekkür ederim.

Haziran 2017

Gözde KAYA ÖZKÖK



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Gıda Ambalajları	3
2.1.1. Sentetik Polimer Ambalaj.....	3
2.1.2.Kağıt ambalajlar.....	4
2.1.3.Cam ambalajlar	5
2.2.Yenilebilir Filmler	5
2.3.Yenilebilir Filmlerin Sınıflandırılması	8
2.3.1.Polisakkarit bazlı filmler.....	8
2.3.2.Lipid ve reçine bazlı film.....	8
2.3.3.Kompozit filmler	9
2.3.4.Protein filmler	9
2.4.Yenilebilir Filmlerin Uygulama Metotları	15
2.4.1.Daldırma metodu	16
2.4.2.Püskürtme metodu	17
2.4.3.Damlatma metodu.....	17
2.4.4.Köpükleme metodu.....	17
2.4.5.Dökme metodu.....	18
2.5.Yenilebilir Filmlerin Özelliklerini Etkileyen Faktörler.....	18
2.6.Peynirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	20
2.7.Antioksidanlar	22
3.MATERYAL VE METOT.....	25
3.1.Materyal.....	25
3.1.1.Kimyasallar	25
3.1.2.Malzemeler	25
3.2.Metot	26
3.2.1.Ön denemeler.....	26
3.2.2.Film üretimi	26
3.3.Analiz Metotları	27
3.3.1.Mikrobiyolojik analizler	27
3.3.2.Kimyasal analizler	28
3.3.3.Fiziksel analizler	29
3.4. İstatistiksel Analiz	31
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
4.1.Ön Denemeler.....	33

4.2.Film Üretimi	35
4.2.1.Peynir altı suyu proteini bazlı film üretimi	35
4.2.2.Soya proteini bazlı film üretimi	35
4.2.3.Buğday gluteni bazlı film üretimi	36
4.3.Mikrobiyolojik Analizler	36
4.3.1.Maya ve küf sayımı.....	36
4.3.2.Koliform grubu bakteri sayımı.....	39
4.4.Kimyasal Analizler	40
4.4.1.Nem miktarı tayini	40
4.4.2.Depolamaya bağlı ağırlık kaybının takibi.....	41
4.4.3.Protein tayini.....	44
4.4.4.Film çözünürlüğü tayini	45
4.5.Fiziksel Analizler.....	47
4.5.1.Renk tayini	47
4.5.2.Film kalınlığı analizi	50
4.5.3.Viskozite analizi.....	52
4.5.4.pH analizi	52
5. SONUÇ.....	55
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	69

KISALTMALAR

AOAC International	: Uluslararası Amerikan Resmi Analitik Kimyacılar Birliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
SPSS	: Sosyal Bilimciler için istatistik Program
Whey	: Toplam Diyet Lif
N	: Normalite
Sü	: Üzüm içeren soya proteini
Ss	: Üzüm içermeyen soya proteini
Gü	: Üzüm içeren gluten proteini
Gs	: Üzüm içermeyen gluten proteini
Wü	: Üzüm içeren peynir altı suyu proteini
Ws	: Üzüm içermeyen peynir altı suyu proteini

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Gliserolün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	7
Çizelge 4.1: Maya üremesi olan dilüsyonların ortalamaları ve standart sapmaları (log cfu/ml).....	37
Çizelge 4.2: Üretilen filmlerin (2gün) nem tayini.....	40
Çizelge 4.3: Depolanmış filmlerin (6 ay) nem tayini.....	41
Çizelge 4.4: Üzüm suyu süzüntüsü ekli protein filmlerde depolamaya bağlı % ağırlık kaybı.....	42
Çizelge 4.5: Üzüm suyu süzüntüsü eklenmemiş protein filmlerde depolamaya bağlı % ağırlık kaybı.....	43
Çizelge 4.6: Filmlerin protein değerleri.....	44
Çizelge 4.7: Protein filmlerde çözünen film materyali (g) ve % çözünürlüğü	45
Çizelge 4.8: Sıvı film solüsyonlarında spektrofotometre ile (L,a,b) değerleri.....	47
Çizelge 4.9: Sıvı film solüsyonlarının renk analizlerinde ΔE hesaplamaları.....	48
Çizelge 4.10: Katı filmlerde renk analizi (L,a,b) değerleri.....	49
Çizelge 4.11: Katı filmde hesaplanmış ΔE değerleri.....	49
Çizelge 4.12: Film kalınlık değerlerinin ortalaması.....	51
Çizelge 4.13: Filmlerin viskozite değerleri.....	52
Çizelge 4.14: Soya ve gluten bazlı üzüksüz film solüsyonların 0.gün pH ortalamaları.....	53



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Beyaz peynir.....	21
Şekil 4.1: Soya, peynir altı suyu proteini ve gluten film solüsyonuna daldırılmış, balmumu ile kaplanmış numuneler.....	33
Şekil 4.2: Raf ömrü için 14 gün (4°C-5°C'de) bekletilmiş numuneler.....	33
Şekil 4.3: Buz dolabı şartlarında raf ömrü çalışması peynir numuneleri.....	34
Şekil 4.4: Kurumadan önce elma kabuklu film elma kabuklu solüsyonu	34
Şekil 4.5: Kurumadan sonra elma kabuklu film.....	35
Şekil 4.6: Peynir altı suyu bazlı filmler üzümlü ve üzüksüz.....	35
Şekil 4.7: Soya proteini bazlı filmler üzümlü ve üzüksüz.....	36
Şekil 4.8: Buğday gluteni bazlı filmler üzümlü ve üzümüz.....	36
Şekil 4.9: Peynir örneklerinde yapılan koliform, küf ve maya ekimleri.....	37
Şekil 4.10: Gluten bazlı kaplama peynir numunelerinden YGC agarına yapılan ekimler.....	38
Şekil 4.11: Soya bazlı kaplama peynir numunelerinden YGC agarına yapılan ekimler.....	38
Şekil 4.12: Peynir altı suyu proteini bazlı kaplama peynir numunelerinden üzümlü ve üzüksüz YGC agarına yapılan ekimler.....	39
Şekil 4.13: Soya, peynir altı suyu ve gluten bazlı kaplama peynir numunelerinden VRB agara yapılan ekimler.....	39
Şekil 4.14: Üzüm suyu süzütüsü ekli protein filmlerin % ağırlık kaybının günlere oranı.....	42
Şekil 4.15: Üzüksüz protein filmlerin % ağırlık kaybının günlere oranı.....	43
Şekil 4.16: Film çözünürlüğü için kesilmiş işlem sonrası filmler.....	46
Şekil 4.17: Katı filmde renk analizi.....	50
Şekil 4.18: Kumpas ile örnek ölçümü.....	51



ÜÇ FARKLI PROTEİN KAYNAĞI KULLANILARAK ÜRETİLEN YENİLEBİLİR FİMLERİN PEYNİR RAF ÖMRÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Geri dönüşümlü filmler; sentetik ambalaj materyallerine alternatif, doğal ve çevre dostu olması ile artan ilgiyle odak noktası olmuştur. Filmler “yenilebilen, gıdayı koruyucu, ince katmanlı olarak uygulanan ve gıda ömrünü uzatan materyaller” olarak tanımlanmaktadır. Proteinler geri dönüşümlü ambalaj alanında en yaygın kullanıma sahiptirler. Fenolikler en çok meyvelerde bulunur ve önemli antioksidanları barındıran bu bileşenler insan sağlığı için önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada amaç; üç farklı protein kaynağı olarak peynir altı suyu tozu proteini, soya proteini ve gluten proteini kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlerin özelliklerinin ve peynirin raf ömrü üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Filmlerin bir kısmı siyah üzüm süzütüsü ile kombine edilerek hazırlanmıştır. Plastikleştirici olarak gliserin seçilmiştir. Çalışma için 15 g protein film sıvısı ve 3-3,5g peynir kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan filmler streç tabakada, ürüne yapışabilen, transparan sağlam ve elastik yapıda oluşmuştur. Soya proteini ve peynir altı suyu tozu proteini filmlerinin daha koruyucu ve nem kaybını dengeleyici olduğu görülmüştür. Üzüm suyu eklenen soya proteini ve peynir altı suyu tozu proteini filmlerinin peynir üzerindeki mikrobiyal gelişimine dirençli olduğu saptanmıştır. Gluten proteini filmi aralarında en viskoz özellik gösteren film olmuştur. Peynir altı suyu filmi ise aralarında en kalın filmi oluşturmuştur. Filmlere yapılan protein analizi sonuçlarında en fazla protein miktarı peynir altı suyu bazlı filmde, en az protein içeriği de soya proteini filminde bulunmuştur.

Keywords: Peynir kalitesi, Yenilebilir film, Protein filmler, Antioksidan, Fenolikler.



THREE DIFFERENT PROTEIN FILMS TO EVALUATE THE CHANGES IN THE QUALITY OF CHEESE SAMPLES

ABSTRACT

Biodegradable films are the focus of an increasing interest as they represent a natural and environmental-friendly alternative to synthetic packaging materials. They might be defined as “thin layers to protect and extend the shelf life of food products that are also able to be consumed with the food materials”. Proteins are among the most common materials for biodegradable packaging that are widely used. Phenolics are mostly found in fruits and they are significant antioxidants that are sufficient for human health. Therefore, this study is aimed to use three different sources of proteins: whey protein, soy protein and wheat gluten protein to investigate their properties and effects on sliced cheese samples' shelf life. Their combination with the grape juice addition was also tested. Glycerol was used as the plasticiser and the films are formed using suitable methods. Fixed amount of 15 g of protein films were added onto 3 -3.5 g cheese samples. The results of the study revealed that the films were elastic, adhesive, transparent and durable. Wheat gluten had the highest stretch and adhesive structure. Soy protein and whey protein films were found as the most protective since they decreased the moisture loss in the cheese samples. Grape juice added soy and whey protein films made the cheese samples more resistant to microbial growth. Combined usage of fruits with protein layers might be helpful to improve the cheese quality. Gluten protein film is the most viscous film among them. Whey protein based film is the most thickest film feature among them. The results of protein analysis on the films showed that the highest amount of protein was found in the whey based film and the lowest protein content was in the soy protein film.

Key words: Cheese quality, Biodegradable films, Protein films, Antioxidant, Phenolics



1.GİRİŞ

İnsanoğlu yüzyıllardır hayvansal ve bitkisel kaynaklı yiyecekleri geliştirip tüketmeye devam etmektedir. Elde ettikleri yiyeceklerini korumaya yarayan birçok yöntem geliştirilmiştir. Eskiden doğadan elde edilen koruyucular varken daha sonra yerini daha ucuz olan sentetikler almıştır. Günümüzde insanoğlu hızlı ve kolay tüketim alışkanlıklarını yerine getirebilmek için ucuz olan ne varsa kullanıp atma eğiliminde olduğundan doğaya zarar verip vermeyeceğini düşünemez hale gelmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar doğayı koruma adına yapılsa da, halen yeterince çoğunluk sağlanmış değildir.

Gıdalar genellikle mikroorganizmalar, enzimler, sıcaklık, hava oksijeni, ışık, nemli veya kuru hava gibi faktörlerin etkisiyle bozulmaya uğramakta ve insanlar tarafından tüketilemeyecek hale gelmektedir. Bir gıdanın görünüşü, tadı, doku ve mikrobiyolojik kalitesi o gıdanın tüketicinin ilgisini çekmesinde çok büyük etkindir. Bu nedenle güvenli gıda üretmek ve kararlılığını geliştirerek raf ömrünü uzatmak amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biride yenilebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulanmasıdır. Yenilebilir filmlerin avantajları nedeniyle bu filmlere olan ilgi giderek artmaktadır.

Yenilebilir film kaplamaların, gıda ambalajı olarak gıdayı koruma işlevlerinin yanında doğadaki kaynaklardan elde ediliyor olmaları nedeniyle doğada kolay yok olabilen ve/veya gıda ile birlikte tüketilebilen bir tabaka olduğu bilinmektedir. Uygun üretildiğinde de, cam, teneke, polimer gibi ticari ambalaj ürünlerine alternatif olarak kullanılmaktadır. Doğada yok olabilen, yenilebilen ambalajların gerek tüketiciler, gerekse doğa için önemli avantajlar sağlamaktadır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Gıda Ambalajları

Gıda ambalajı ürünü olabildiğince temiz tutmalı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın izin verilen sınır değerlerine göre üretilmelidir. Aynı zamanda besin kayıplarını en aza indirerek rafta tutulduğu süre boyunca mümkün olduğunca koruyucu olmalıdır (Yavuz, 2013). Gıda endüstrisinde kullanılmakta olan pek çok farklı ambalaj malzemesi bulunmaktadır.

2.1.1. Sentetik Polimer Ambalaj

Ambalajın öyküsü çok eski yıllara dayanmaktadır. M.S. 105 yılında kağıdın bulunuşu ve 12. yy'dan sonra ihtiyacın yaygınlaşması; ambalajın yayılmasını sağlayan asıl olay Avrupa'daki yenileşme çalışmaları olmuştur.

17. yy.'da kağıt ve ahşap esaslı olarak başladığını belirtmek mümkündür (Üçüncü, 2000). Plastiğin keşfedilmesiyle birlikte plastik, kağıt ambalajın yerine geçmiştir. Plastiklerin kullanılması genel olarak II. Dünya Savaşı'ndan sonra başlamıştır. Ambalaj, içerisinde yer alan ürünü, ürünün yapısı ve şeklini koruyan, temiz kalmasını sağlayan, taşınmasını kolaylaştıran ve ürünün reklamını yaparken üzerinde ürünle ilgili bilgiler bulunan bir malzemedir. Plastik kelimesi, "biçimlendirme" anlamında kullanılan Yunanca plastikos demek olan sözcükten gelmektedir. Plastik, karbon (C), azot (N), oksijen (O) ve organik elementler veya inorganik elementlerden oluşmaktadır. Basit özellikli moleküllere monomer adı verilirken bu moleküllerin, daha uzun zincirli bir yapıya dönüştürülmüş haline polimer adı verilmektedir. Monomer ve polimerlerin birlikte oluşturduğu yapıya verilen genel isim plastiktir. Plastikler kimyasal tepkime yaratan madde yani kalizör kullanarak, doğadaki elementlere değişik sıcaklıklarla birlikte basınç uygulayarak reaksiyona sokulması ile elde edilir.

Doğada tek başına bulunmazlar. Günümüzde ve yakın geçmişimizde insanların uygulamaya koyduğu üretim şekli ve tüketime dair alışkanlıklar dünyanın doğal dengesini geri dönüşümü zor bir çıkmaza sokmuştur. Ambalajın yerine gelen ürünlerin sağlıklı koşullarda depolanması, nakliyesi, kayıpların en aza indirgenmesi

gibi işlevlerle çeşitli ürünler için ortak bir amaç taşısa da üretildiği malzeme açısından çeşitlilik gösterebilmektedir.

İnsanların daha çok para kazanma ve zengin olma arzusu bilinçsiz plastik üretimine sürüklemiştir. Plastiklerin plansızca üretilmesi, ucuz olması bunlarla birlikte sürekli üretim sanayinin atıkları, baca gazları, yaşadığımız doğayı büyük ölçüde kirlettiği bilinmektedir. Durum git gide kötüleştiğinden ülkeler arasında bu duruma çözüm arayan düşünceler gelişmiş mümkün olduğunca önüne geçilmeye çalışılmış ve geri dönüşüm için çalışmalar yapılmıştır. Plastik bu kadar hayatımızda olmasının sebebi plastiklerin değerli kaynakları en iyi biçimde muhafaza edilmelerinden ve düşük ağırlıklara sahip olmalarının maliyeti azaltmalarından kaynaklanmaktadır (Anonim, 2016).

2.1.2.Kağıt ambalajlar

Kağıt; kendi özellikleri sayesinde çevreye zararı düşük olan ve popülerliğini hala koruyan, geri dönüşümü mümkün bir malzemedir. Kağıt gıda sanayinde yaygın bir şekilde kullanılır. Fakat içeriğindeki maddelerin gıdaya zarar vermemesi gerekmektedir çünkü bu maddelerin gıdaya geçme ihtimali yüksektir. Bu sebeple sağlık açısından risk oluşturma ihtimali yüksek olabilir. Kağıdın içeriğinde mürekkep kullanıldığı bilinmektedir. Normalde bu ürünler için bir sınırlama, üretim şekli ve kullanım talimatları uygulanması gerekmektedir (İmamoğlu ve diğ., 2005).

Kağıt hamuruna bir takım boyar maddeler katılarak değişik özellik ve nitelikteki kağıt maddeleri elde edilebilir. Değişik kağıt esaslı ambalajlar mevcuttur. Örneğin; kağıt zarf ve torbalar, sargılık kraft kağıtlar, kağıt poşet, kağıt çuval, parşömen kağıtlar, ipek kağıtlar vs'dir. Bu kağıt çeşitlerine örnek olarak sargılık kağıtlarında başta krapon kağıtları yer almaktadır. Bu kağıtların neme dayanıklılığı önemli özelliğidir. Diğerleri ise sülfite kağıtlar, transparan parşömen selofan, yağ geçirmez nebati parşömen ipek kağıtları ile kraft ve kraft taklidi kağıtlardır. Bu kağıtlar aslında günlük yaşantımızda büyük yer edinmiştir. Perakende veya toptan satış yerlerinden tamamen otomatik makinelerin bulunduğu işyerlerine kadar çoğu yerde kese kağıdı, poşet vs. şeklinde kullanılmaktadır. Kağıt ambalajların asıl görevi raf ömrünü uzatmaktır ve böylece dış olumsuz şartlardan koruyarak uygun bir gıda elde etmektir. Gıda maddelerini ayrıca direkt sarmaya ya da gıdayı içine yerleştirmeye uygun kağıt, mukavva tarzı malzemeler kullanılmaktadır (Yavuz, 2013).

2.1.3.Cam ambalajlar

Cam ambalajların oluşma şekli soda-kireç camının ısı yöntemiyle birleştirilip şekil verilmesidir. Soğutma ile katılaştır (Öztop, 2007). Cam ambalajlar tepkimeye girmeyen maddeden oluştuklarından gıda ile temasında herhangi bir sorun teşkil etmez. Şeffaf özellikte olan cam ambalajlar ile müşteri gıda maddesini ambalajın içinde kolayca görebilmekte, satıcı da gıdayı görsel yöntemlerle kolayca pazarlayabilmektedir. Cam malzemeler sıcak dolmuş için de uygundur. Bu esnada gıdaya geçebilen zararlı bir madde de bulunmamaktadır. Ayrıca gıdadada ticari sterilizasyon için cam ambalaj içerisinde sterilizasyon veya aseptik dolmuş sık uygulanan yöntemlerdir (Yerlikaya ve Kınık, 2013). Gıda içeren cam ambalajın kapağı kapandıktan sonra ambalaja gaz girişi veya çıkışı olmaz. Ayrıca bozulma olduysa ve gıda cam ambalajdan normal gözüküyorsa kapakta bombe oluşumundan da bozulduğu anlaşılabilir. Kavanozlar ve tüm cam kaplar genelde defalarca kullanılabilir veya geri dönüşüme tamamen katkı sağlamaktadır (Anonim, 2010).

2.2.Yenilebilir Filmler

Yenilebilir filmler ilk olarak 12-13. yüzyılda Çin'de limon ve portakalın korunması amacıyla mumla kaplanması şeklinde ortaya çıkan bir yöntemdir. Daha sonra da sıcak erimiş parafini elma ve şeftalide kullanmaya başlamışlardır (Erbil ve Müftügil, 1986). Yenilebilir kaplamaların kullanımının çıkış noktası ise gıdayı koruma amaçlıdır. İngiltere'de nem kaybını düşürmek amacıyla yenilebilir filmin ürüne kaplanması 16. yüzyılda gerçekleşmiştir. 20. yüzyılın başından itibaren nem kaybını önlemek amacı ile turunçgillerin parafin ve karnauba mum ile kaplanmaları oldukça yaygınlaşmıştır. Son yıllarda bu amaçla birçok farklı kaplama maddesi çeşitli gıda ürünlerinde kullanım alanı bulmuştur (Kester ve Fennema, 1986; Guilbert ve diğ., 1996).

Gıdanın dış yüzeyini kaplayıp iyice sarması yenilebilir kaplamanın en önemli özelliğidir. Böylece daha uzun ömürlü ve kaliteli bir gıda elde edilmiş olacaktır.

Yenilebilir filmler iyi tutucu özelliğinden dolayı mevcut nemin yanı sıra aroma veren bileşikler, esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları, vitaminleri, pigmentleri, antioksidanlar ve antimikrobiyal maddeleri de bünyesinde tutmayı sağlar. Ayrıca meyve ve sebzelerin kabuk kısmında doğal olarak bulunan mumsu yapının da zarar

görmesini engeller. Bu doğal dış yapının uçucu aroma kaybı ve lezzet kaybını azalttığı, oksijen, karbondioksit gibi benzer gaz ve nem kaybını kontrol altında tuttuğu bilinmektedir. Yenilebilir filmler bu doğal tabakaya destek ve koruma kapasitesini arttırmak için alternatif olarak düşünülebilir. Bu kaplamalar gıdanın ezilmesini ve kırılmasını azaltarak mekanik koruma sağlayarak gıdanın bütünlüğüne de katkı sağlarlar. Yenilebilir film veya kaplama üretiminde polisakkaritler, proteinler, biyopolimerler gibi yapılar kullanılmaktadır. Yenilebilir filmlerin amacı gıda besin değerini koruyarak güvenli gıda üretimini desteklemek ve son tüketiciye ulaşmasını sağlamaktadır (Yaman, 2013). Yenilebilir film kaplamalarının en önemli avantajı kütle transferini engellemesi, mikrobiyal kontaminasyondan koruması, yapısal bütünlük sağlama, örneğin; baharat, tat vb. içeriğini koruması ve normal ambalajlardan geçebilecek olan migrasyonu en aza indirmesi olarak bilinmektedir.

Yenilebilir filmler gıdaya kaplandıktan sonra gıdanın bir parçası olduğu için, ürünün tadını, aromasını değiştirmemeli ve aynı zamanda şeklini olabildiğince ilk halinde tutmalıdır. Ayrıca gıda ile birlikte yenileceğinden yönetmelikte geçerli olan kriterlere uymak zorundadır (Gontard ve diğ., 1992).

Yenilebilir ambalajların çevreye yararı direkt ürün ile birlikte tüketilebildiğinden ambalaj atığı miktarını azaltmasıdır. Ekonomik olarak ucuz hammadde olduğundan üretimi maliyetli değildir. Küçük porsiyonlarda tek tek koruma sağlayabildiğinden kullanım olarak kolaylık sağlamaktadır. Ambalaj açıldıktan sonra bile ürünün O₂ alımını önleyerek ürünün kalitesini korur. Yenilebilir filmler koruyucu olarak gıdayı saran ekstra bir ambalajdan gıdaya geçebilecekleri denetler. Çok katlı ambalajlarda yenilemez filmlerle birlikte kullanıldığında ambalajın gıdaya temas eden iç yüzeyine kaplanmasıyla gıdanın yenilemez ambalajla olan temasını engellerler. Yenilebilir filmler gıda ile birlikte yenildiği söylene de gıdayı koruyan ekstra bir ambalaja yine de ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece gıdanın ürün kalitesini ve raf ömrünü geliştirebilirler. Fakat bu ambalajın pahalı ve özel olması gerekmediğinden kullanılan koruyucu ambalaj miktarları azaltılabilir, daha minimal miktarlarda atık bırakan daha çok geri dönüşüm sağlayan ve daha basit ambalajlar kullanılarak ambalajlamada ekonomi sağlar (Fıratlıgil, 2000).

Yenilebilir filmler ve kaplamaların içeriği normalde besin kaynağı olarak kullanıldığından mikroorganizma gelişmesini arttırması beklenir ancak antioksidan veya antimikrobiyal madde ilavesi bu dengeyi koruyabilmektedir. Su aktivitesi, pH,

sıcaklık gibi koruyucu özellikler bu antimikrobiyal maddelerin ilavesi ile gelişmektedir (Özdemir ve Floros, 2001; Quintavalla ve Vicini, 2002).

Yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerini arttırmak için ve film elde edebilmek için çeşitli yardımcı plastikleştirici maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler gliserin (gliserol) ($C_3H_8O_3$), sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) E420 kodlu, mannitol ($C_6H_{14}O_6$) E421 kodlu, etilen glikol ($C_2H_6O_2$) ve polietilen glikol E 1521 kodlu gibi şeker alkollerinden oluşan katkı maddeleridir. Eklenen bu maddeler genellikle düşük molekül ağırlıklarına sahip polimerlerle uygun kaynama noktasına sahip küçük moleküllerdir. Plastikleştiriciler film kırılgenliğini önleyerek elastikiyet sağlamada başarılıdırlar.

Çizelge 2.1: Gliserolün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

	Gliserol
Kimyasal İsmi	Propane-1,2,3-triol
Kimyasal Formülü	$C_3H_8O_3$
Molekül Ağırlığı	92.09 g/mol
Erime Noktası	17.8 °C
Kaynama Noktası	297 °C
Yoğunluğu	1.261 g/cm ³
Enerji değeri	4.32 kkal/g

Yenilebilir film yapımında plastikleştirici olarak gliserol sık tercih edilen bir polimerdir. Gliserol, gliserin veya 1,2,3 propanetriol adı ile de literatürde yer alan gliserol, rengi ve kokusu olamayan, tatlı, nem çekici ve viskoz bir sıvı olarak nitelendirilir. Kimyasal formülü $C_3H_8O_3$ 'tür. Gliserolün 3 hidrofilik alkolik hidroksil grubu (-OH) grubu vardır ve şeker alkolü olduğu bilinmektedir. Gliserolün suda çözünmesi (-OH) grupları sayesinde gerçekleşmektedir. Bunun haricinde gliserol yiyeceklerde nemlendirici, tatlandırıcı ve çözücü olarak ta kullanılırken gıda korumasına da yardımcı olur (Sarıküş, 2006). Gliserol aynı zamanda doğal alkol grubunda E422 kodu ile emülgatör ve kıvam arttırıcı grubunda yer almaktadır (Arslan, 2011).

Gliserol tüketildiğinde karaciğerde direk kullanım ile enerji sağlayan bir hidrokarbon kaynağıdır (Pense ve Turnagöl, 2010).

2.3.Yenilebilir Filmlerin Sınıflandırılması

2.3.1.Polisakkarit bazlı filmler

Polisakkaritler kompleks karbonhidratlardır. Polisakkarit bazlı kaplamaların su buharı geçirgenlikleri düşüktür. Bunun sebebi gaz geçirgenliklerinin de düşük olmasıdır. Polisakkarit bazlı hammaddelere örnek olarak, selüloz yapılı pamuk odun vb. pektin, kitin-kitosan, nişasta yapılı patates, buğday vb. yosun ve gam maddeleri yapısına da aljinatlar, keçiyoynuzu, guar türevlerinden elde edilen yenilebilir kaplamalar verilebilir (Yıldız ve Yangılar, 2016). Bu kaplamaların bir diğer özelliği de hidrofilik özellikleridir. Diğer çözücülerle kıyaslandığında suda çözünme özelliğinin daha iyi olduğu bilinmektedir. Bu yüzden çevreden geçecek nemi tutma görevinde çok başarılı değildir. Eksik olan bu yönünü tamamlamak için ise film solüsyonuna bal mumu, parafin ve karnauba mumu ve yağ asitleri gibi hidrofobik özellikli maddeler eklenebilmektedir (Koyuncu ve Savran, 2002; Öz ve Süfer, 2012).

Bazı kaplamalar, nem kaybını koruma yanında oksijen geçirgenliğini de azaltabilmektedir. Örneğin; nişastadan yapılan amiloz kaplamalar. Patates nişastası bazlı kaplamaların cevizlerde oksijen geçirgenliğini yüz kat azalttığı tespit edilmiştir. Selüloz bazlı kaplamalar ise ürüne oksijen girişini sınırlandırırken ürünün üst tabakasında su damlacıkları oluşturarak su kaybını sağlamaktadır (Işık ve diğ., 2013).

Polisakkaritlerin kolay bir şekilde elde edilebiliyor olmaları film kaplamalarında tercih edilmesi önemli rol oynamaktadır (Krochta ve diğ., 1994).

2.3.2.Lipid ve reçine bazlı film

Lipid bazlı filmlerin kaynağı yağ ve vakslardır. Lipid bazlı kaplamalar ve reçineler, hidrofobik özellikleri nedeniyle nem kaybını engelleyicidir. Lipid bazlı filmler genelde et ve et ürünlerinde kullanılmaktadır. Reçine ve lipid bazlı filmler meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan mumsu yapıya ek olarak yüzeydeki parlaklığı arttırmak için kullanılmaktadır. Parlaklığın yanı sıra meyve üzerindeki küf gelişimini de engellediği bilinmektedir. Diğer bir taraftan, film oluşturmada yüksek ısı gerektirdiği ve zayıf mekanik özellik gösterdiğinden fazla kullanışlı olmadığı düşünülmektedir. Lipid bazlı filmlere örnek olarak, mum ve yağ kökenli kaplamalardan parafin mum, candelilla mum, balmumu, karnauba mum, polietilen mum ve mineral yağlar gibi çeşitleri vardır. Yenilebilir mumların buhar geçirgenliği diğer filmlerden daha az olmaktadır (Öz ve Süfer, 2012; Koyuncu ve Savran, 2002).

Ayrıca, ince lipid ve reçine bazlı film kaplama, meyve ve sebzelerin dış yüzeyine uygulandığında gaz akışını sınırlandırmakta ve meyve sebze yüzeyindeki kurumayı geciktirmektedir. Lipid ve reçine bazlı film kaplamalar oksijenli (aerobik) solunumun oranını baskılayıp son ürünün depolanma ömrünü uzatmaktadır. Fakat buna rağmen yüksek depolama sıcaklıklarında oksijensiz solunum (anaerobik) şartlara yol açabilirler ve hidrofilik özellik gösteren kesit yüzeyine yapışmazlar (Kester ve Fennema, 1989).

2.3.3.Kompozit filmler

Kompozit filmler temel üç sınıfa; polisakkarit filmler, protein filmler ve lipid filmlerin dışında kalan iki polimerin birleşmesiyle oluşturulan protein ve lipidlerin farklı formüllerle bir arada kullanıldıkları birleşik filmlerdir. Bu uygulamanın amacı farklı film özelliklerini tek bir filmde daha dayanıklı, kararlı bir hale getirmek olduğu ortaya konulmuştur (Kester ve Fennema, 1986; Tharanathan, 2003).

Lipid bazlı kompozit filmler yüksek bariyer özelliklerine sahip olup, parlak bir renkle birlikte mumsu bir tat sergilemişlerdir. Gıdaya kaplanan filmin, gıdanın tadını değiştirmesi istenmeyen bir olaydır. Lipid bazlı kompozit filmlerinde pişme sırasında nem alışverişini yavaşlattığı belirlenmiştir (Callegarin ve diğ., 1997; Mc Hugh, 2000).

Kompozit filmlerine örnek olarak kitosan-jelatin kompozit filmi gösterilebilir. Bu film protein polisakkarit kalıbının plastikleştirilmesiyle oluşmaktadır. Bileşenlerin sıvı halde ve belli sıcaklıklardaki solüsyonlardan oluşturulup evapore edildikten sonra hazırlanan kompozit filmler suyla veya poliollerle plastikleştirildiğinde toplam plastikleştirici içeriğinin artması ile birlikte uzama elastikiyetini arttırdığı bilinmektedir. Fakat diğer bir yandan elastikiyeti ve uzama yüzdesinin azaldığı gözlenmektedir (Arvanitoyannis ve diğ., 1998).

2.3.4.Protein filmler

Protein kaynağından elde edilmiş yenilebilir filmler hayvan veya bitkiden kaynaklı olabilen ve oldukça yaygın olarak kullanılan filmlerdir. Bunun sebebi gıdanın besin değerini arttırmasıdır. Protein filmleri ayırmak gerekirse; bitkisel kaynaklı proteinler; mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, yer fıstığı proteini ve hayvansal kaynaklı proteinler ise; keratin, kollajen, jelatin, kazein ve peynir altı suyu proteini olarak iki gruba ayrılmaktadır (Bourtoom,2008). Proteinlerin çeşitli fonksiyonel özellikler

barındıran yapıları nedeniyle mekanik özellikleri polisakkarit ve yağ bazlı filmlerden daha iyi olduğu görülmüş ve film yapabilme özellikleri yüksektir. Proteinler kazein, whey (peynir altı suyu), kolajen, yumurta beyazı, soya , pamuk çekirdeği, gluten, jelatin ve mısır zeini gibi çok sayıda farklı kaynaktan yüksek oranda bulunabildikleri için ucuz ve basit bir şekilde elde edilebilirler (Akbari ve diğ., 2007). Bu tür filmler kaplanan gıdanın beslenme değeri açısından da önem taşımaktadır (Guilbert ve diğ., 1997).

Kolajen suda çözünmez özellikte olduğundan sosis ve diğer et ürünlerinin muhafazasında kullanılarak, tüketilmeden önce üründen uzaklaştırılmaktadır. Et ve et ürünlerinde nem, oksijen ve antioksidan taşıyıcı olarak kullanılmaktadır (Krochta, 1997).

Bu kaplamanın avantajı su buharı geçirgenliğidir. Gıdanın nemini içinde absorbe ederek ürünün kurummasını geciktirir. Et ve süt ürünlerinde oksidasyonu engelleyerek acılaşmanın önüne geçer. Buradaki en önemli nokta yenilebilir filmler kullanıldığında plastikte bulunan kanserojen maddeler gıda ile temas etmeyerek sağlıklı besinler tüketebilmemizi sağlamaktadır (Akbaba, 2006).

2.3.4.1. Peynir altı suyu proteini

Peynir altı suyu proteini (whey) peynirin yan ürünüdür. Peynir altı suyu proteini, peynir üretimi sırasında kazeinin çökmesi ile ayrılan kısımdır. Peynir üretiminde peynir altı suyu proteini bir yan üründür. Peynir altı suyu proteini denilen bu yan ürün laktozdan, mineral maddelerden ve vitaminlerin bir kısmından, süt proteinlerinden ve az miktarda da süt yağından oluşmaktadır. Süt proteinlerinin % 20 sinden oluşan peynir altı suyu proteinleri, α -laktalbumin, β -laktoglobulin, bovine serum albumin, immünoglobulinler ve proteoz-pepton'lardan oluşmaktadır ve bu proteinler pH 4,6'da çözünebilirler (Kinsella ve diğ., 1989). Peynir altı suyu proteinlerinin baskın olan tarafı biyolojik değerinin yüksek olmasıdır. Aynı zamanda antioksidan özelliklerini ortaya çıkaran sülfürlü aminoasitleri büyük oranda içeriyor olmasıdır (Smithers ve diğ., 1996).

Peynir altı suyu proteini bazlı filmlerin diğer karbonhidrat ve lipit bazlı filmlerle karşılaştırıldığında, nem bariyer özelliğinin çok iyi olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak hidrofilitik özelliği gösterilmektedir. Bu nedenle peynir altı suyu proteini bazlı film elde edilmek istendiğinde plastikleştirici maddeler ile birlikte

kullanılması önerilmektedir. Peynir altı suyu filminde plastikleştirici olarak gliserin kullanılmaktadır. Benzer amaçla kullanılacak diğer bileşikler arasında ise sorbitol, polietilen glikol gibi çeşitli plastikleştiriciler vardır. Bu bileşiklerin hidrojen bağlarını parçalama yoluyla, protein molekülleri arası zincirlerde çekim kuvvetini azaltarak, hareketliliği sağladığı tahmin edilmektedir (Fairley, 1996; Ertugay, 2004; Coupland ve diğ., 2000).

Peynir altı suyu proteini filmi içerikli birçok çalışma mevcuttur. Peynir altı suyu protein izolatının ağırlıkça %10 (a/a) olarak 90°C'de 30 dakika ısıtılarak hazırlanmış ve plastikleştirici olarak %50 oranında sorbitol kullanılan bir çalışmada su buhar geçirgenliğinin etkilendiği, ilave edilen lipid düzeyindeki artışla filmin su buhar geçirgenliğinin azaldığı gözlenmiştir (McHugh ve Krochta, 1994).

Gounga ve ark. (2007) ise, farklı konsantrasyonlarda peynir altı suyu kullanarak yenilebilir filmlerini hazırlamış ve en iyi protein izolatı oranı ve gliserol oranını bulmayı hedeflemişlerdir. Protein izolatı ve gliserol oranını seçmek için kombinasyonlar hazırlanmış ve protein izolatı konsantrasyonu için %5, %7 ve %9 (w/v) olarak düzenlenmiştir. Gliserol oranları ise sırasıyla 6:1; 3:1 ve 2:1 olarak seçilmiştir. Su buharı geçirgenliği açısından en iyi film kombinasyonu %5 protein izolatı ile 6:1 gliserol oranı olduğu belirlenmiştir. En iyi oksijen bariyer özelliği ise; %9 protein izolatı içeren film içerisindeki ise 6:1 gliserol oranı ile sağlanmıştır.

Başka bir çalışmada; kalsiyum, sodyum, potasyum kazeinat, peynir altı suyu protein konsantrasyonu filmlerinin oluşturulmasında plastikleştirici olarak gliserin kullanılmış. Çözeltiler ağırlıkça %10 (a/a) olarak hazırlanarak su buharı geçirgenlikleri karşılaştırılmış ve en iyi sonucu peynir altı suyu proteinli film vermiştir (Benerjee ve Chen, 1995).

Yapılan başka bir çalışmada; ağırlıkça %8 ile 12 (a/a) konsantrasyonunda peynir altı suyu protein izolatı çözeltisi hazırlanmış, 70°C-100°C ve 15-45 dakika arasındaki sıcaklık ve süre kombinasyonlarında ısıtılmıştır. Plastikleştirici olarak %37,5 oranında sorbitol ilave edilmiştir. Sonuç olarak sıcaklık ve süre kombinasyonlarındaki farklılıkların su buharı geçirgenliğinde önemli bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır (McHugh ve diğ.,1994).

Bir diğer çalışmada; peynir altı suyu protein izolatı (%0-10) ve soya protein izolatı (%0-10) içeren 3-8 pH değerine sahip filmler, tavuk etininin ambalajlanmasında

kullanılmış ve görünüm, renk, koku, lezzet ve tekstür değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tavuk etinin farklı pH'lardaki protein çözeltilerine batırılmasının ardından galeta unu ile kaplandığı bu çalışmada, daha sonra tavuk etleri margarin ile kızartılmıştır. Soya protein izolatının etkisi tavuk etlerinin duyu kalitesi üzerinde, peynir altı suyu proteini izolatından daha iyi bulunmuş ve bu etkinin artmasının yüksek pH'ya bağlı olduğu bulunmuştur. Soya protein izolatı ve pH'nın tekstür değerleri üzerine olumlu etkisi bu şekilde ortaya koyulmuştur ve aynı zamanda pH değerinin de lezzet bakımından önemli derecede bir etkisi olduğu belirlenmiştir (Kurt ve Kılınççeker, 2011).

Khwalidia ve diğ. (2004) çalışmasında yenilebilir filmler ve kaplamalar için süt proteinlerini kullanmışlardır. Oluşturdukları bu filmlerin ve kaplamaların nem kaybını geciktirebileceğini ve mükemmel bariyer özelliği taşıdığını yaptıkları analizler sonucunda ortaya koymuşlardır. Süt proteinlerinden yapılan filmler oksijene karşı bariyerleri, iyi çekme mukavemeti ve orta derecede uzama göstermişlerdir. Bu filmler aynı zamanda esnektir ve herhangi bir tada sahip olmadıkları ve son olarak iyi organoleptik özelliklere sahip oldukları anlaşılmıştır. Aynı zamanda doğaya olan duyarlılığı gelecekteki gıda ambalajı sektörüne umut verici niteliktedir.

2.3.4.2.Soya proteini

Soya bitkisi yüksek miktarlarda soya proteini içermektedir. Bu ürünler, içeriğindeki izoflavonlar, omega-3-yağ asitleri ve diyet lifi içerikleri ile çok önemli besin değerlerine sahip maddeler olarak tanımlanabilmektedir (Riaz, 2001; Liu, 2004). Soya bitkisinin içeriğindeki protein oranı (%38-%44) diğer tahıllara (%8-%14) göre daha fazladır. Soya proteini konsantresi kuru maddesinde %70 protein içerebilirken, soya proteini izolatı ise kuru maddesinde %90 oranında protein içerebilmektedir. Soya zengin bir protein kaynağıdır ve neredeyse hayvan eti kadar yüksek bir protein içeriğine sahiptir. Bununla birlikte hayvan etinin içerdiği kadar yağ ve kolesterol içermediğinden daha sağlıklı olduğu bilinmektedir. Dünyada et ürünlerindeki pahalı fiyatları göz önünde bulundurulduğunda sosis, salam vs yan et ürünleri oluşturma aşamasında maliyeti azaltmak için et yerine soya kullanıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda soyanın ürün kalitesini de iyileştirmesi sebebiyle et yerine ikame olarak kullanılmaktadır (Öner, 2006).

Soya proteinleri içerdikleri proteine göre üç ayrı sınıf olarak gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bunlar; soya protein izolatu, soya unu ve soya konsantresidir. Soya protein izolatu; soya fasulyesinin tanelerinden sadece proteinlerinin alındığı, en az %90 protein içeriğine sahip olan saflaştırılmış maddedir. Bu proteinler filmlerin yapısında ham madde olarak çok sık kullanılır. Soya bitkisel kaynak olduğundan doğada kolayca yok olabileme eğilimindedir. Aynı zamanda işlevsel olarak; yapışkanlığı, su ve yağ tutabilmesi, daha ufak tanelere ayrılabiliyor olması, tekstür kabiliyeti aynı zamanda lif oluşturması olumlu özelliklerindedir. Su tutma özelliği gösterir fakat çok nemli gıalarda tek başına başarılı değildir, yardımcı malzemelerle zenginleştirilmesi gerekmektedir (Varzokas ve Tzia, 2016).

Yapılan bir çalışmada; kivilerin depolama sürecini arttırmak için soya bazlı protein izolatu, steraik asit ve pullulan (α -glukan) katılımı ile yenilebilir bir film elde edilmiştir. Sonuç olarak, oluşturulan filmin kivilerdeki olgunlaşma hızını yavaşlattığı ve depolama süresini üç kattan fazla arttırıldığı görülmüştür (Temiz ve Yeşilsu, 2006).

Soya ununun elma pektini ile birlikte kullanıldığı bir diğer çalışmada ise, yenilebilir film elde edilmiş ve mümkün olduğunca en iyi film elde etmek için ideal oran olarak “2:1 mg/cm², pektin-soya unu” kullanılmıştır. Filmlerin içerisine katılan transglutaminaz ile ise, diğerlerine göre daha pürüzsüz ve yumuşak bir yüzey özelliğinde olduğu görülmüştür. Ayrıca transglutaminaz varlığındaki filmlerde gerilme gücü ve esnekliğinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada varılan sonuç; transglutaminaz pektin eklenmiş soya proteini bazlı filmlerde yenilebilir gıda kaplama ambalajı veya metaryali olarak kullanılabilmesine olanak sağladığı görülmüştür. (Mariniello ve diğ., 2003).

Yapılan bir diğer çalışmada; soya proteini ve alkalize soya proteininden elde edilen yenilebilir filmlerin fonksiyonel özellikleri incelenmiş, bu amaçla filmlere ağırlıkça %5 (a/a) soya protein çözeltisi ve %3 (a/a) gliserin plastikleştiricisi ilave edilmiştir. Çözelti 60°C’de 10 dakika karıştırılarak ısıtılmış ve farklı pH’ların, filmin fonksiyonel özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Test filmlerin su buharı ve oksijen geçirgenliklerinin pH ile değiştiği ortaya koyulmuştur (Branderburg ve diğ., 1993).

2.3.4.3. Buğday gluteni

Buğdayın içeriğinde bulunan ve buğday nişastası üretiminde açığa çıkan buğday gluteni, önemli bir yan üründür. Buğday gluteni bazlı filmler de soya gibi yapışkan güçlü mekanik özellikte ve saydam, homojen, hidrofobik özelliktedirler. Bu filmler yapılarına yağ eklenerek kompozit filmlere benzetilmektedirler (Gontard ve Guillaume, 2010). Selüloz gibi liflerin ilavesi ile de, kompozit filmler elde edilebilmektedir ve bu eklenen maddelerle buğday gluteni bazlı filmlerin özellikleri iyileşmektedir. Ancak bu özellikler kimyasal olarak liyofilize edilen buğday gluteni için su tutma kapasitesini veya bariyer özelliğini geliştirmede etkili değildir, yani nem geçişi kontrolü kolay değildir. Doğal bir polimer olduğundan bulunduğu ortam şartları ile birlikte şekil alır ve bu yüzden plastiği yumuşatıcı etkisi dikkate alınmalıdır. Glutenin mekanik özellikleri ise üretim koşullarına, eklenen katkı maddelerine ve gliserol, sorbitol gibi eklenen plastikleştirici oranlarına bağlıdır.

Çalışmalarda gliserini kullanma sebepleri; gluten filmlerinde yüzey alanını arttırması ve plastik oluşma aşamasında önemli bir yer edinmesidir. Buhar geçirgenliği de düşük seviyelerde seyretmektedir (Temiz ve diğ., 2006).

Akçay (2012) tarafından yapılan bir çalışmada; gluten filmlere antimikrobiyal madde ve çeşitli yağların ilavesiyle mikrobiyal bozunmanın geciktiği ortaya koyulmuştur. Yağ içeren filmlerde lipid oksidasyonun önlenmesinde de olumlu sonuçlar alındığı görülmüştür. Bu durumun ayrıca, çok düşük nem ve nispi nem içeriğinde gerçekleşen hidrasyonun, protein bağları arasında ek hidrojen bağlarını oluşturmasına bağlı olarak filmin mekanik dayanımı üzerine pozitif bir etki oluşturduğu da düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada, Pochat-Bohatier ve diğ. (2005) buğday gluteni bazlı filmlerde (Film çözeltisi; buğday gluteni, sodyum sülfat, etanol ve gliserolden oluşmaktadır.) bağıl nemin karbondioksit emme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlarda, hazırlanan gluten bazlı filmdeki geçirgenlik bağıl nemin artması ile birlikte CO₂, çözünürlük ve difüziviteye bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada; ağırlıkça %7,5 (a/a) buğday gluteni çözeltisine 100 g kuru madde için 0 ile 33,3 g arasında değişen gliserin ilave edilmiş, test filmlerin su buhar geçirgenlikleri gliserin oranının artması ile kademeli olarak artmıştır.

Çalışmada en az 16,6 g gliserin/100 g kullanıldığında bir film elde edilebildiği ortaya koyulmuş (Gontard ve diğ., 1993).

Sıcaklık ve bağıl nem filmler için önemli bir parametredir. Yapılan bir çalışmada; farklı sıcaklıklar ve farklı bağıl nem şartları altında gliserol ile plastikleştirilmiş buğday gluteni bazlı filmlerin mekanik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Sıvı solüsyonda pH;11 olarak ayarlanmıştır. Filmler solüsyonun sıcaklığı ve bağıl nemi kontrol edilerek çözücünün uzaklaştırılması ile elde edilmiştir. Filmin mekanik özellikleri üzerinde bağıl nemin önemli rol oynadığı anlaşılmıştır. Filmin kuruma sıcaklığı arttıkça %35 bağıl nemde gerilme mukavemeti arttığı görülmüştür ama bununla birlikte sıcaklık arttıkça %70 bağıl nemde gerilme kuvvetinin azaldığı belirlenmiştir. Filmlerin kalınlığında ise sıcaklığın artması ile azaldığı ortaya koyulmuştur. Maksimum değer ise %70 bağıl nemde, 50°C olarak bulunmuştur. Genel olarak kurutma sıcaklığı ve bağıl nem değişiklikleri buğday gluteni bazlı filmlerde mekanik ve fiziksel özelliklerini etkilediği belirlenmiş bununla birlikte kurutma sıcaklığının etkisi bağıl nemden daha fazla olduğu da analizlerde anlaşılmıştır (Kayserilioğlu ve diğ., 2003).

2.4.Yenilebilir Filmlerin Uygulama Metotları

Film oluşturmaktaki esas amaç gıdadaki nem ve oksijenin geçirgenliğini kontrol edebilmek ve böylelikle raf ömrüne katkı sağlamaktır. Bunun dışında, yüzey korumasını azaltmak, hava ile temas eden taraflardaki bozulmayı geciktirmek veya azaltmak veya kontrol altına almak, birlikte durması gereken ayrı parçaların birbirine yapışmasını engelleyerek gıdanın şekil olarak düzgün ve görsel açıdan iyi durumda kalmasını sağlamak gibi amaçlar da gerçekleştirilebilir. Bu kaplamaların içerdikleri maddeler doğal olarak kaplanacakları gıdaya uygun olmalıdır. Örneğin lipid eklenmesindeki amaç su kaybını önlemek olduğundan, çok su kaybetmeye müsait bir gıdada eğer kaplama yapılacaksa lipid içeriği arttırılabilir veya mekanik özelliklerini iyileştirmek istenirse gıda kaplamasında protein ve karbonhidratlar eklenerek koruma maksimum düzeye çıkartılabilir.

Yenilebilir kaplamaların uygulamasında kaplamaya mekanik özelliklerini verecek gliserol, sorbitol gibi plastikleştiricilerin ve kaplamaya eklenecek katkı maddelerinin seçiminde, filmin son halinde oluşacak etkiler, kalınlık veya teknik etmenler esas alınmaktadır. Yöntemlerden bahsedecek olursak; gıdayı daldırarak kaplama, filmi

gıda üzerine püskürterek kaplama, filmi gıdaya damlatma, filmi direk gıda üzerine dökme, köpükleme gibi değişik yöntemler ürüne herhangi bir zarar vermeyecek şekilde seçilerek uygulanabilmektedir.

Kaplama kalınlıkları da çok önemlidir. Bütün katkıları, hangi üründe ne çeşit sorunlarla sık sık karşılaşıyorsa ona yönelik zararı en aza indirmeleri hedeflenerek karar verilir (Altan, 2003; Üçüncü, 2000).

Çoğu yenilebilir film solüsyonu tepsiyeye döktükten sonra oda sıcaklığında 24 saat kurutularak hazırlanmaktadır. Hızlı bir film formülasyonu genellikle endüstriyel bir ortam gerektirmektedir. Kontrollü mikrodalga kurutma uygulamasının hızlı bir yöntem olarak film kurutmada kullanılabileceği belirtilmiştir fakat sıcaklık filmde olumsuz bir etki bırakmamalı ve kurutma işlemi pürüzsüzlük korunarak yapılmalıdır (Kaya ve Kaya, 2000).

Gıda sektörü hızlı işlem süresi gerektiren ve gıda olgunlaşım bozulmadan tüketiciye ulaşması gereken bir sektördür. Süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, meyveler, sebzeler bu gıdaların hepsi çok hızlı sürede bozulmaktadır. Aynı zamanda doğal raf ömrü dışında üretilen yerdeki hijyen koşulları da oldukça önemlidir. İmalathanelerdeki hijyen şartlarının en üst seviyede olması raf ömrü uzunluğu açısından oldukça önemlidir. Aksi takdirde gıdaya bulaşan ve üzerinde gelişen mikroorganizmalar tüketiciye ulaştığında ve bu ürünlerin tüketilmesi ile hastalık yapıcı etkileri görülebilir. Bu etkinin görülmesi için uygunsuz şartlarda üretilmesi yeterlidir. Raf ömrü için belirlenen tarihten önce de bu olumsuzluklar ortaya çıkabilir. O yüzden bu tür problemler hem üreticiyi hem de tüketiciyi yakından ilgilendirmektedir. Raf ömründen önce bozulan gıdalar tüketicinin güvenini sarsabilmekte hem de üreticiye maliyet sıkıntısı doğurabilmektedir. Bu nedenle uygun hijyen şartlarında hazırlanan gıdalarda maksimum raf ömrü ve sağlıklı gıda tüketebilme şansı oldukça yüksektir (Ayana ve Turhan, 2010).

2.4.1.Daldırma metodu

Daldırma metodu kaplamalar arasında en kolay uygulananıdır. Gıda ürünü sıvı olan kaplanacak solüsyona daldırılıp süzülerek kurumması ve katılaşması için beklenir aynı zamanda solüsyonun fazlası da üründen uzaklaştırarak uygulanan bir yöntemdir. Film solüsyonuna daldırılan gıdaların kurumması için bekleme sürelerine ihtiyaçları vardır. Bu işlemde gıdaya göre hareket edilir. Oda koşullarında bekletilebilir veya bu

sürenin kısaltılması isteniyorsa bir kurutucu ile kurumalarına olanak sağlanabilmektedir (Altan, 2003). Gıda daldırılan sıvıyı absorbe ederek gıda yüzeyinde istenilen bir kaplama tabakası oluşturmaktadır. Fakat çok büyük gıdalar için pek uygun bir yöntem değildir (Polat,2007; Dursun, 2012).

2.4.2.Püskürtme metodu

Bu yöntemle ürünün belli bir kısmı kaplanacaksa uygulanmaya elverişlidir. Gıda bir materyalin üzerinde dururken film solüsyonu gıdaya püskürtülür ve pürüzsüz düzgün yapılı bir tabaka elde edilerek gıdanın yüzeyi kaplanmış olur. Genelde meyve sebze kaplamak için kullanılan bir metot olarak tercih edilmektedir. Bu metotta, yüksek basınç spreylili makineler veya hava üfleyen sistemlerle püskürtme gerçekleştirilebilir (Gökoğlu, 2002).

Başka bir amaç için de bu yöntem kullanılmaktadır. Örneğin kalsiyum-aljinat gibi iki farklı madde ile ve iki defa kaplanmak suretiyle gıda kaplamasında püskürtme metodu kullanılabilir. Bu uygulama çapraz bağlanmayı kolaylaştırmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir nokta ise gıdaya fazla miktarlarda solüsyon püskürtmemektir. Aksi takdirde olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır (Polat,2007).

2.4.3.Damlatma metodu

Bu yöntem de kullanım için tercih sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır. Gıdaya minik damlacıklar halinde damlatılarak kaplanması sağlanmaktadır. Damlalar gıdada düzgün bir görünüm elde etmediğinden gıda yüzeyinde dağıtmak amacı ile endüstriyel boyutta makinelerde dönen fırçalar yardımı ile solüsyon gıdada dağılmaya başlar ve etrafında düzgün bir tabaka oluşur. Kaplanan gıdanın yüzeyindeki solüsyon istenilen kalınlıkta oluşturulabilmektedir. Bütün kaplamalarda olduğu gibi istenen kalınlıkta olması gıdanın korunması için önemlidir. Fazla ya da çok az kalınlıkta bir kaplama olmamalıdır. Daha sonra fırçalarla sürülen kaplama istenirse yine fanlar yardımı ile kurutulmaktadır (Koyuncu ve Savran, 2002). Ya da oda sıcaklığında bekletilerek kurutulur fakat fanlar yardımı ile kısa sürede kurutmak genelde yüzeyin daha homojen bir yapıda olmasını sağlamaktadır (Üstünoğlu, 2009).

2.4.4.Köpükleme metodu

Bu metod uygulanırken sıkıştırılmış hava kullanılmaktadır. Bir silindir üzerinde hareket halinde olan ürünlere böylece her tarafının kaplanması sağlanarak köpük uygulanır ardından fırçalar eşliğinde her yerine dağılması sağlanır. Fazla kalan

kaplama köpüğü bir takım işlemlerle uzaklaştırılır ve bu uzaklaşan kaplama geri dönüştürülebilir özelliktedir tekrar başka bir gıda ürününü kaplayabilmektedir. Köpük uygulamasındaki asıl avantaj az su içeriğine sahip olmasından kolay kurumaya meyillidir. Ama bu avantaj bazen dezavantaja da dönüşebilmektedir. Bu yüzden gıda yüzeyinde yeterli olmayan kaplanamayan kısımlar görülebilir. Bu sebeple bu yöntem çok sık tercih edilmez (Altan, 2003; Üçüncü, 2000).

2.4.5.Dökme metodu

Hazırlanan film çözeltisi gıdanın yüzeyine uygun bir şekilde dökülerek kurutulması ve daha sonra soğutularak gıdanın kaplanması ile yapılan bir yöntemdir. Dökme metodunda dikkat edilmesi gereken kaplamaların yüzey kalınlığının ayarlanmasıdır. Kaplama maddesi eğer fazla kaplanırsa gıdanın gaz geçirme özelliği çok az olabilir bu nedenle kaplanacak ürün eğer meyve olacaksa gıdada bozulmalara sebep olduğu görülebilir (Gökalp ve diğ., 1995). Bu çalışmada dökme metodu tercih edilerek protein kaynaklı filmler ile peynir kaplanmıştır.

2.5.Yenilebilir Filmlerin Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Yenilebilir kaplamalar ile filmlerin fonksiyonel, mekanik, hamı, görünüş kalitesi ya da gıda içeriğindeki besin zenginliği özelliklerini arttırmak için değişik katkı maddeleri film çözeltilerinin içine karıştırılabilir. Eklenen bu maddeler, gaz geçirgenliği başta olmak üzere, filmlerin özelliklerinde önemli değişikliklere sebep olabilirler. Bu maddeler; plastikleştiriciler, antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar ve aromalardır (Anker, 1996; Baldwin, 1999; Debeaufort ve diğ., 1998). Film bileşenleri, fonksiyonel özellikleri geliştirmek için eklenecek maddeler, filmin uygulama metodu kaplamanın amacına ve gıdanın özelliğine göre seçilmelidir (Debeaufort ve diğ., 1998). Örneğin iyi bariyer özelliğine sahip yenilebilir film ve kaplamalar meyveler ve kurutulmuş gıdalar da aroma kaybını önlemek ya da antimikrobiyal ajan ilave edilmiş filmler orta nemli gıdalar da mikrobiyal bulaşmayı önlemek amacıyla kullanılabilirler. Film özellikleri arasında antimikrobiyal etki var ise gıdanın yüzeyinde herhangi bir mikroorganizma gelişimine izin vermez. Böylece gıda üretiminde daha az miktarlarda gıda katkısı kullanımına olanak sağlayabilmektedir. Aynı zamanda katkı maddeleri katılan gıdalarda belli bir zaman sonra katkı maddesi kaynaklı tat değişiklikleri olma olasılığını da ortadan kaldırmaktadır (Guilbert, 1986).

Antioksidan etkisi; Üzüm antioksidan özellik için kullanılabilir. Çeşitli antioksidanlar filmlere katılarak bu özelliği taşıyabilir. Örneğin; üzümün çekirdeğinde yüksek oranda monomerik, oligomerik ve polimerik flavanoller olduğu bilinmektedir. Flavonol içeriği üzümün yetiştirildiği yere bağlı olarak değişebilmektedir. (Terra ve diğ., 2009). Üzümün yenilebilir filme antioksidan özellik kazandırması aynı zamanda sentetik olmayan bir koruyucu olarak işlev görmesi ürünün tadını da olumlu yönde etkilemektedir.

Üzüm dışında süt proteinleri, Doğal olanlar C vitamini, α -tokoferol, polifenik bileşikler, karotenoidler olarak sıralanabilir. Sentetik olanlardan bahsedecek olursak, bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitolüen (BHT), gallik asit ve türevleri örnek olarak gösterilebilir. (Rice ve diğ., 1997)

Hidrojen iyonunun etkisi; Protein bazlı filmler değişik pH aralıklarında oluşturulduğunda gıdayı etkileyen özellikleri de değişmektedir. Film oluşturma aşamalarında her gıda için ve her protein kaynağı için değişik pH ayarlaması yapılarak maksimum seviyede koruma olması amaçlanmaktadır. Film özelliğini meydana getiren bağlar ve yük pH'ya göre şekillenmektedir (Hamaguchi ve diğ., 2007). Bu sonucu ortaya çıkartmak için de çalışmalarda araştırmacılar çeşitli pH'larda denemeler yapmış ve en iyi sonuç veren pH'ları kaydetmişlerdir. Yapılan çalışmaların genelinde alkali ve daha yüksek pH değerlerinin alkaliden daha iyi ve daha üstün özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Daha iyi özelliklerde olmasının sebebi, disülfid bağlarından kaynaklanmaktadır (Benerjee ve diğ., 1996., Kella ve diğ., 1988).

Bağlı nemin etkisi; Gıdanın üzerindeki kaplama belli bir sıcaklıkta havadaki nemin ne kadarını taşıyabileceği ve ürüne ne gibi etkisi olacağına karar veren bir etmendir. Filmlerin bariyer ve mekanik özelliklerini doğrudan etkileyen bir unsurdur. Bağlı nemin yukarı yönde ibresi ile gaz geçirgenliğinin oranının da artması filmin nasıl bir hidrofik özellikte olduğunu gösterir (Gontard, 1992).

Katkı maddelerinin etkisi ise; Normalde katkı maddelerini gıdadaki besin değerlerini arttırmak için kullanılmaktadır. Filmlerde kullanımı ise film kalınlığında, çeşitli fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacı ile görünüşünü iyileştirmek parlaklık vs. üzere kullanılmaktadır. Eklenen bu katkı maddelerinin polar veya apolar özellikte

olması ile birlikte kimyasal yapılarıyla filmin özelliğini etkileyebilmektedir (McHugh ve diğ.,1994).

Bu etkenler dışında; gıda maddesinin şekli şemali, gıdanın bozulmaya direnci, açıkta kalması halinde fiziksel ve kimyasal olarak maruz kaldığı etkiler, ortam şartları, kaplanması sırasında kullanılan aletler veyateknolojik makineler imkanlar dahilinde yenilebilir filmlerin özelliklerini etkileyen etmenler arasında gösterilebilir (Üçüncü, 2000)

2.6.Peynirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Hammaddenin peynir mayası ile pıhtılaştırılarak teleme elde edildikten sonra teleme üretim tekniklerine uygun bir şekilde bu aşamalarını takip ederek, tercihe göre olgun veya taze olarak tüketime sunulan bu gıda ürününe peynir adı verilir. Peynir yüzyıllardır insanların beslenmesinde önemli yeri olan bir gıdadır. Çeşitliliği çok fazla olan bir üründür. Her ülkede neredeyse farklı peynir çeşidi üretilmektedir. Her toplumun damak zevkine göre ürettiği peynir üretim işlemleri sırasında bileşenlerini de etkilemektedir. Peynirdeki kalsiyum ve fosfor, mineral maddeler ve vitaminler ürünün zengin içeriğidir (Demirci, 1988).

Beyaz peynir yapısı; beyaz renkli, salamuradan dolayı tuzlu veya ekşimsi yapıda, yumuşak ve en çok tercih edilip tüketilen bir üründür(Hayaloğlu ve diğ., 2002). Peynir genelde 7x7x7 cm³ boyutlarında olan ve 12-14 g/100 g tuzlu su içeren salamurada bekletilerek olgunlaştırma işlemi 4 ay gibi bir sürede gerçekleşmektedir (Dinkçi ve Gönç, 2000). Sütteki kalite, peynir üretim akışı ve hangi sıcaklıkta mayalanıp olgunlaştığı, ortamı ve paketlenmesi peynirde tadına yani aromasına etki etmektedir. Bu süre ise sayılan parametrelere göre 7 gün ile 12 ay arasında değişmektedir (Hayaloğlu ve diğ., 2002; Güler ve Uraz, 2004).

Peynir vakumlu poşetlerde, teneke kutularda, plastik kutularda vs. değişik paketlemelerde satılmaktadır. Semt pazarlarında satışa sunulduğunda tenekelerden parça olarak satılmaktadır. Fakat peynir kolay kontamine olan ve soğuk zincire uyulmadığı takdirde hızla bozulan bir üründür. Marketlerde dolaplarda satıldığı için bir nebze daha güvenli olduğu görülmektedir. Ayrıca vakumlu poşetlerde satıldığında dışarı ile hiçbir teması olmayan peynir açıldığı andan itibaren bozulma sürecine yavaş yavaş girmektedir (Keskin ve diğ., 2006).

Peynir çeşidine göre protein miktarı %10 ile % 30 aralarında değişmektedir. Peynirin yapısında esansiyel aminoasitler bulunmakta ve bunları vücudumuz kendi başına üretememektedir. İnsan sağlığı için önemli olan bu aminoasitler peynirin yapısında bulunduğundan bu ihtiyacımızı peynirden kolaylıkla sağlayabilmekteyiz. Aynı zamanda A, D, E, ve K vitaminleri yağda çözünen vitaminler olarak bilinir ve peynirin yapısında da bulunur. Bununla beraber B2, B6, B12 gibi suda çözünen vitaminler peynirde bulunduğundan vücudumuzun ihtiyacı olan bu ürünün tüketilmesi insan sağlığı için önemlidir (Demirci, 1990; Üçüncü, 2004).



Şekil 2.1 : Beyaz peynir.

Peynirin zengin içeriği mikroorganizmalar grubunu da kapsar. Bunlardan biri maya diğeri de küflerdir. Mayaların görevi peynir için oldukça önemlidir. Peynirin olgunlaşma sürecinde karşısına çıkan mayalar pH'yı azaltarak laktik asiti kullanarak mikrobiyal gelişimini hızlandırmakta ve olgunlaşmanın devamını getirmektedir (Ferreira ve Viljoen, 2003). Aynı zamanda bozulmaya da neden olabilmektedir.

Peynir yapımında kullanılacak süt son derece önemlidir. Süt kesinlikle pastörize edilmiş olmalıdır aksi takdirde *Brucella* türleri, *S.aureus*, *salmonella* türleri, *E.coli* vs. hastalık yapıcı mikroorganizmalar peynire ve oradan da tüketiciye geçerek ciddi derecede olumsuz sonuçlar doğurabilir (Chapman ve Sharpe, 1981).

Düşük su aktivitesiyle birlikte, yüksek salamura tuz konsantrasyonu, pH değerindeki düşüklük, besin ihtiyacı sebebi ile mayaların bozulmaya sebep olduğu görülmektedir. Bu yüzden peynirdeki bu bozulmanın meydana gelmemesi için kontrol altında tutulması gerekmektedir. Gıda üretim yerlerinde kalite standartlarına uyularak gerekli hijyen şartlarını sağlandıktan sonra maya kontaminasyonu kontrol altına alınabilir ve risk olmaktan çıkabilir (Jakobsen ve Narvhus, 1996).

Starter kültür peynirde verimliliği ve lezzeti etkiler (Kesenkaş ve Akbulut, 2006). Peynir üretiminde starter kültür verimliliği etkilediği gibi asitlik oranını, peynirdeki

biyokimyasal değişiklik gibi çeşitli etki üzerinde baskındır (Pappas ve diğ., 1996). Laktoz oranını düşürüp pH'yı istenen düzeyde tutmak içinde starter kültür rol almaktadır (Bintsis ve Papademas, 2002). Günümüzde standart ve iyi kalitede peynir üretebilmek için starter kültür kalitesi oldukça önemlidir. Kullanılan starter kültürlerle örnek verecek olursak; *Lc. lactis ssp. lactis*, *Lc. lactis ssp. cremoris*, *Lc. lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis*, *Str. thermophilus*, *Lb. sake*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. helveticus* bakterileri örnek gösterilebilir. Peynirde *Lc. lactis ssp. lactis* ve *Lc. lactis ssp. cremoris* bakterileri kombinasyonları kullanımı da tavsiye edilmektedir fakat tuza olan direnci az olduğundan farklı bakterilerle eşleştirilmektedir (Yaygın ve Toklu, 2000; Dağdemir, 2006).

2.7.Antioksidanlar

Antioksidan, sağlık üzerine olumlu etkileri sebebiyle toplumda yer eden, 'oksidasyonu önleyen veya bir başka ifadeyle peroksit veya oksijen tarafından gerçekleştirilen reaksiyonları engelleyen bir madde' olarak ifade edilmektedir (Huang ve diğ., 2005). Bu maddelerin çoğu BHT, BHA, tersiyer bütillenmiş hidroksi kinon (TBHQ) gibi, çeşitli ürünlerde koruyucu olarak kullanılan maddelerdir.

Biyolojik anlamda ise "ürünlere, koruma veya havadaki oksijenden dolayı gerçekleşen bozulmayı ertelemek için ilave edilen sentetik veya doğal maddeler" olarak tanımlanabilir. Biyokimya ve tıp alanında (E vitamini ve β -karoten gibi) antioksidanlar, hayvan dokularında oksidasyonun zararlı etkilerini engelleyebilen enzimler veya diğer organik maddelerdir. Etkili antioksidanlar radikal zincir reaksiyonlarını kırabilen radikal süpürücülerdir. Polifenolik bileşikler, E ve C vitaminleri ile karotenoidleri içeren diyet antioksidanlarının, oksidatif stresin sebep olduğuna hastalıklara karşı korumada etkili gıda bileşenleri olduğuna inanılmaktadır. Bu sebeple son zamanlarda antioksidanlara olan ilgi giderek artmaktadır (Huang ve diğ., 2005).

Antioksidanlar insan beslenmesinde önemli bir yer edinmiştir. Antioksidanların sahip olması gereken asıl özellik insan sağlığına yarar sağlamasıdır. Küçük ölçeklerde kullanılıp maliyeti dengede tutmalıdır. Antioksidanlar gıdanın kokusunu, tadını, görünüşünü bozmamalıdır. Koruyacağı madde içinde iyi çözünmeli, iyi bir şekilde karışmalı ve normal üretim sırasında etkisini kaybetmemelidir (Sezgin, 2006).

Günümüzde araştırılan ve elde edilen bulgular sentetik antioksidanların toksisite gösterebileceği, doğal antioksidanlara göre daha az etki gösterdiği ve daha fazla maliyet gerektiği ortaya konmuştur. Ayrıca doğal olmayan antioksidanların beden bütünlüğünü bozulmasına neden olduğu ve karsinojenik etkiye sahip olduğu gözlenmiş olup; bu nedenle tüketicilerin sentetik kullanımını azaltıp, doğal olana yönlendiklerinden bahsedilmiştir (Wanasundara ve Shahidi, 1998). Bu sayede doğal antioksidanlar için araştırma konu sayısı giderek artmaktadır.

Siyah üzüm önemli bir antioksidan kaynağıdır. Siyah üzümünden üretilen bütün gıdalar içecekler vs. önemli bir antioksidan kaynağıdır. Örneğin pekmezdeki antioksidan özellikle resveratrol ve malvidin maddelerinden ileri gelmektedir. Özellikle kabuk kısmında bulunur ve resveratrol miktarı 50-100 mikrogram (μg) arasındadır. Olumsuz şartlara karşı salgıladığı fitoalexin maddesi koruyucu bir bileşik türüdür. Üzüme rengini veren bileşik ise önemli antioksidan etkisine sahip (%64) olan malvidindir. Üzüm suyuna rengini veren diğer antioksidanlar ise peonidin, petunidin, delfinidin ve siyanidin örnek gösterilebilir (Fontecave ve diğ., 1998).



3.MATERYAL VE METOT

3.1.Materyal

3.1.1.Kimyasallar

Solüsyonlarda pH ayarlamak için; sodyum hidroksit (NaOH) (Sigma-Aldrich, Almanya) ve amonyum hidroksit (NH₄OH) (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. Gluten protein film üretiminde gluten bağlarını parçalamak için etanol (C₂H₆O) (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. Filmlere elastikiyet kazandırması için formülasyonda bulunan gliserin (C₃H₈O₃) (DüzeyLab, Türkiye) tüm filmler için kullanılmıştır. Protein analizinde sülfürik asit %95-98 saflıkta (H₂SO₄) (Tekkim, Türkiye), kjherdahl tablet (DüzeyLab, Türkiye), borik asit (H₃BO₃) (Emsure, Almanya), metilen mavisi metil kırmızısı (Merck, Almanya), hidroklorik asit (HCl) (Sigma-Aldrich, Almanya), %33'lük NaOH (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. Film çözünürlüğü için sodyum azid (NaN₃) (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. Antiokidan tayini için metanol (Merck, Almanya), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır.

3.1.2.Malzemeler

Araştırmada farklı ticari protein tozları olarak; peynir altı suyu proteini (Hardline, Türkiye), soya proteini (Alfasol, Türkiye) ve buğday gluteni proteini (Alfasol, Türkiye) kullanılmıştır. Siyah üzüm yöresel pazardan alınmıştır ve blender (Waring, Amerika) ile püre haline getirilmiştir. Püre olan üzüm filtre kağıdı ile süzölmüş ve üzüm suyu süzöntüsü elde edilmiştir. Peynir çeşit olarak; ezine peyniri (Tahsildaroğlu, Türkiye) marketten temin edilmiştir. Ön denemeler için; çilek ve elma yöresel pazardan temin edilmiştir. Buğday nişastası (Pakmaya, Türkiye), balmumu (Türkiye) aktardan satın alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Ön denemeler

Peynir ile çalışmaya karar verilmeden önce meyvelerden çilek üzerinde raf ömrü etkisine bakılmıştır. Aynı şekilde üretilen üç protein bazlı film solüsyonlarına iki kez daldırılıp 5 dakika kuruması beklenmiş ve ardından eritilen bal mumuna daldırılmıştır. Bu işlemin ardından 14 gün buzdolabı şartlarında (4°C-5°C) muhafaza edilmiştir. Raf ömrü gözlenmiştir.

Diğer bir ön denemede ise; film oluşturulduktan sonra peyniri kaplama metodu uygulanmıştır. Boş petrilere sıvı solüsyon dökülerek filmler kurutulmuş ve daha sonra porselen kaba koyulan beyaz ezine peyniri (3±0,5g) (Tahsildaroğlu, Türkiye), ile birlikte film ile porselen kabın ağzını kaplayacak şekilde kapanmıştır. Buzdolabı şartlarında (4 ±1°C'de) bir hafta boyunca bekletilerek raf ömrü gözlenmiştir.

Başka bir ön denemede; elma kabuğu ile film elde etmek amaçlanmıştır. Buğday nişastası, hidroklorik asit (HCl), gliserin ve su kullanılarak film oluşturması için kurumaya bırakılmıştır.

3.2.2. Film üretimi

3.2.2.1. Peynir altı suyu proteini bazlı film üretimi

Peynir altı suyu proteini filmi Kaya ve Kaya (2000), makalesinde kullanılan metodun modifiye edilmesiyle hazırlanmıştır. Peynir altı suyu 16 g tartılarak 200 ml distile su eklenmiştir. Karışım iki paralel olarak hazırlanmıştır. Antioksidan olarak üzüm suyu filtre kâğıdından süzülüp eklendikten sonra termometre ile kontrol sağlanarak, 90°C'de 15 dk dakika ısıtılmıştır. Karışım oda sıcaklığına geldiğinde 8 ml plastikleştirici olarak gliserin ve karışımlardan birine %22 kuru madde miktarı olan 1,5 ml üzüm suyu süzüntüsü eklenip karıştırılmıştır. Karışım 3000 rpm'de 10 dk santrifüjlendikten (Heittich-Rotofix, Almanya) sonra film oluşturmak için kullanılmıştır.

3.2.2.2. Soya proteini bazlı film üretimi

Soya proteini bazlı film oluşturma metodu Nie ve diğ. (2015) modifiye edilerek iki paralel hazırlanmıştır. Soya proteini tozu 14 g tartılarak 200 ml distile su eklenip 2 dk boyunca orta devirde homojenize edilmiştir. NaOH (2M) kullanılarak karışımın pH değeri 11'e ayarlanmıştır. Termometre ile 70°C'de 15 dakika ısıtılmış, sıcaklık

oda sıcaklığına düştüğünde her iki karışıma da 6 ml gliserin plastikleştirici ve karışımlardan birine %22 kuru madde miktarı olan 1,5 ml üzüm suyu süzöntüsü eklenmiştir. Karışım 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek üst kısımdaki berrak kısım alınmış ve film oluşturmak üzere kullanılmıştır.

3.2.2.3. Buğday gluteni bazlı film üretimi

Buğday gluteni bazlı film üretiminde Gontard ve diğ. (1993) ve Tanada-Palmu ve diğ. (2004) film üretim metodu ölçeklendirilerek ve modifiye edilerek hazırlanmıştır. Buğday gluteni proteini 15 g tartılarak 90 ml etanol ile hızlıca karıştırılmıştır. Üzerine 200 ml distile su eklenmiştir. Karışımın ilk pH'sı 6,31 sıcaklığı ise 28,9 °C olarak ölçüldü. pH değeri 10'a ayarlamak için; 10 ml 6N Amonyum hidroksit (NH₄OH) eklenmiştir. Karışım iki paralel olarak hazırlanmıştır. Derece ile kontrol sağlanarak, 75°C'de 10 dakika ısıtılmıştır. Karışım oda sıcaklığına geldiğinde 4,5 ml plastikleştirici olarak gliserin eklendi (gluten miktarının % 30'u kadar (v/v)) ve %22 kuru madde miktarı olan 1,5 ml üzüm suyu süzöntüsü eklenmiştir. Karışım 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek üst kısımdaki berrak kısım toplanarak film oluşturacak son hale gelmiştir.

3.3. Analiz Metotları

3.3.1. Mikrobiyolojik analizler

Çalışmada film oluşturma solüsyonu döküldükten ve kurutulduktan 1 gün sonra numuneler analize alınmıştır. Çalışma 2 tekrarlı gerçekleştirilmiştir. 0. gün, 1.gün, 2.gün ve 5. gün analizler tekrarlanmıştır. Seyreltme işlemi için FTS dilüsyonları hazırlanmıştır (10^{-1} – 10^{-5}). Küf-maya sayımı için Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) (Merck, Almanya), koliform bakteri sayımı için Viyolet Red Bile Agar (VRB) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Film kaplı peynir örneklerinin her birinden aseptik şartlar altında steril stomacher poşeti (blender bag) içerisine 1 g örneğin üzerine 9 ml steril fizyolojik su (FTS) ilave edilerek homojenizatör (stomacher) içerisinde hızlı devirde 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Yayma plak yöntemi kullanılmıştır. Besiyerlerine 0,1 ml ekim yapılmış ve inkübasyon uygulanmıştır. Daha sonra dilüsyon oranları dikkate alınarak gelişen mikroorganizmalar sayılarak ve seyreltme faktörü de dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları \pm standart sapmalarıyla birlikte verilmiştir.

3.3.1.1.Maya ve küf sayımı

Besiyeri hazırlığı için YGC agarı otoklavda 121 °C'de sterilize edilmiştir. 45-50°C'ye soğuduğunda steril petri plaklarına yaklaşık 15-20 ml olacak şekilde dökülüp soğuması beklenmiştir. Oda sıcaklığında (22±3°C) üremeleri için 4-5 gün inkübe edilmiş ve sayımları yapılmıştır.

3.3.1.2.Koliform grubu bakteri sayımı

Isıtıcıda kaynama noktasına kadar ısıtılıp çözündürülen ve steril bir şekilde 45-50°C'ye soğutulan VRB agarı besiyerinden steril boş petrilere 15-20 ml ilave edilerek soğumaları beklenmiştir. Hazırlanan dilüsyonların her birinden 0,1 ml örnek steril VRBA (Viyolet Red Bile Agar) agarlara ekim yapıp yayma plak yöntemi uygulanmıştır. 37°C'de 24-48 saat inkübe edildikten sonra sayımları yapılmıştır.

3.3.2.Kimyasal analizler

3.3.2.1.Nem miktarı tayini

Protein bazlı filmlere nem miktarı tayini için depolanmış (6 ay) ve yeni üretilmiş (2 gün) film için % nem hızlı nem tayin cihazı (AND MX-50, Japonya) ile ölçülmüştür. Örnekler 1 g tartılarak cihaza yerleştirilmiştir. Nem ölçüm hassasiyeti 0,1 % (1- 4,99 g)'dir. Isıtma metodu olarak standart mod (Jelatin; 200°C, 15dk) kullanılmıştır. Sonuç % nem olarak kaydedilmiştir.

3.3.2.2.Depolamaya bağlı ağırlık kaybının takibi

Depolamaya bağlı nem içeriğinin belirlenmesi için her uygulamadan 3 paralel her analiz gününde ± 0.1 g duyarlılığındaki analitik terazi (AND, Japonya) ile tartılmıştır. 1, 3 ve 5. günlerde elde edilen tartım sonuçları film solüsyonu ile buluşmuş peynir örneğinde nem kaybı hesaplanmıştır. Her bir uygulama için tartımlarının ortalaması alınmıştır ve paralellerin ± standart sapmaları verilmiş, istatistiksel yorum yapılmıştır.

3.3.2.3.Protein tayini

Protein analizinde toplam protein miktarları AOAC 920.87 metoduna göre uygulanmıştır (AOAC International, 2002). Laboratuvar değirmeni (IKA-A 11B, Kore) ile toz haline getirilmiş 1g film örneği yakma tüpüne alınmış, üzerine 10 g katalizör olarak Kjeldahl Tablet ve ardından 25 ml derişik sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir. Yakma işleminde sıcaklık 400°C'ye ulaştıktan sonra yaklaşık bir buçuk

saat ek süre daha verilmiş ve devam edilmiştir. Ardından sistem durdurulmuş ve örnekler oda sıcaklığına getirilmiştir. Distilasyonun ve titrasyon aşamaları için %33'lük sodyum hidroksit (NaOH), %4'lük borik asit (H₃BO₃) ve 0,1 N ile hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ve indikatör olarak metil kırmızısı mavisi hazırlanmıştır. Titrasyon sonunda harcanan sarfiyat not edilerek toplam azot miktarı formüle göre hesaplanmıştır. Toplam protein miktarı; bulunan azot miktarının jelatin faktörü olan 5,3 ile çarpılması ile bulunmuştur. Analizler iki tekrarlı olarak yapılmıştır. Azot oranını bulmak için aşağıdaki formül kullanılmıştır. Sonuçlar ±standart sapmalarıyla birlikte istatistiksel yorumu yapılarak verilmiştir.

$$\% \text{ Azot Miktarı (g/100g)} = (V_1 - V_2) \cdot N \cdot 0,014 / m \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Protein Miktarı} = \% \text{ Azot miktarı} \times F \quad (3.2)$$

V₁; Örnek için titrasyonda harcanan 0.1 N H₂SO₄ miktarı (mL) ifade eder. V₂; şahit deneme için titrasyonda harcanan 0,1 N H₂SO₄ miktarı (0,1 mL) ifade eder. N; titrasyonda kullanılan H₂SO₄ çözeltisinin kesin normalitesini ifade eder (0,1 N). m; örnek miktarıdır (1 g). F ise; jelatin faktörünü ifade eder (F=5,3).

3.3.2.4.Film çözünürlüğü tayini

Film çözünürlüğü tayininde Hoque, Benjakul ve Prodpran (2011) kaynağı modifiye edilerek kullanılmıştır. Filmler 1,5x1 cm olarak kesilip tartıldıktan sonra santrifüj tüplerine alınmış ve üzerlerine 10 ml 0,1% (w/v) sodyum azid (NaN₃) çözeltisinden eklenmiştir. Hazırlanan sıvı ve film oda sıcaklığındaki karıştırıcıda 24 saat boyunca 150 rpm'de karıştırılmış (Stuart-Orbital Shaker, Çin). Ardından 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Karşım 1 dk boyunca vorteksle (Stuart, Çin) karıştırılmış tekrar santrifüjlenmiştir (150 rpm, 10 dk). Petrilere boş tartımları kaydedildikten sonra, örnekler petrilere dökülmüştür ve etüvde 105°C'de 24 saat bekletilmiştir. Son olarak tartımları alınmış ve film çözünürlüğü hesaplanmıştır.

3.3.3.Fiziksel analizler

3.3.1.1.Renk tayini

Hazırlanan film oluşturma solüsyonunun renk ölçümlerinde Hunter Kalorimetresi (Lovibond, İngiltere) cihazı ile L; aydınlık ile karanlığı, a; kırmızı ile yeşili, b; sarı ile mavi değerleri ölçülmektedir. Örnekler cihazın haznesine yerleştirilerek okuma

gerçekleştirilmiştir. 400 ile 750 nm görülebilir alanda film üretildikten sonra depolanan (6 ay) katı protein film örnekleri için ise kroma-metre (Konica Minolta, Japonya) ile renk ölçümü tekrar yapılmıştır. L, a, b değerlerindeki toplam renk farkı (ΔE) aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır. L^* ; Açıklık (parlaklık) koordinatını ifade eder $L^* = 0$ ise siyahı gösterir ve $L^* = 100$ ise beyaz rengini ifade eder. a^* ; kırmızı ve yeşil koordinatıdır, $+a^*$ kırmızıyı, $-a^*$ ise yeşili gösterir. b^* ; sarı ve mavi koordinatıdır ve $+b^*$ sarıyı, $-b^*$ ise maviyi belirtir. Böylece sıvı film oluşturma solüsyonu için ve oluşan katı protein filmler için ayrı ayrı değerler bulunmuş ve hesaplanmıştır. Sonuçlar istatistiksel değerlendirmesiyle ve \pm standart sapmalarıyla birlikte verilmiştir.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.4)$$

$$\Delta L^* = L \text{ üzümlü} - L \text{ üzüksüz} \quad (3.4a)$$

$$\Delta a^* = a \text{ üzümlü} - a \text{ üzüksüz} \quad (3.4b)$$

$$\Delta b^* = b \text{ üzümlü} - b \text{ üzüksüz} \quad (3.4c)$$

3.3.3.2. Film kalınlığı analizi

Kurutulmuş filmlerin kalınlığını belirlemek için 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas (LYK, China) kullanılmıştır. Filmlerin her biri için 5 ayrı noktadan ölçüm alınmıştır. İstatistiksel değerlendirmesi ile birlikte, ortalamaları ve \pm standart sapmaları hesaplanarak verilmiştir.

3.3.3.3. Viskozite analizi

Viskozite ve % tork, viskozimetre (DV-E Brookfield, USA) ile ölçülmüştür. Spindle ile sabit duran düz numune tablası arasındaki numunenin sürtüşmeye gösterdiği direnci ölçer. Film oluşturma solüsyonunda üzümlü film ve üzüksüz film solüsyonları arasındaki farka bakılmıştır. Sonuçlar cP (santipuz) olarak kaydedilmiştir. Silindir spindle (no.62) kullanılmış ve 50 rpm'de çalıştırılmıştır. AOCS Official Method, Ja 10-87 ye göre yapılmıştır. Örnekler analiz yapılacağı sırada 60°C'ye ısıtılarak viskozimetre ile ölçülmüştür.

3.3.3.4.pH analizi

Film pH'larında ölçüm için örnek film solüsyonlarının homojen hale gelmesi sağlanmıştır. Tampon çözeltilerle standardize edilmiş pH metre (WTW InoLab pH 720) elektrodu bu homojenata daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ortalamaları ve \pm standart sapmaları hesaplanarak verilmiştir.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki iki tekrarlı ve çok kez tekrarlı olarak gerçekleştirilen tüm deneylere istatistiksel analiz uygulanmıştır. Yapılan çalışmada sonuçlar üzerinde kabul edilen $p < 0,05$ önem düzeyi ortalamalar arasında önemli fark olduğunu gösterirken, $p > 0,05$ önem düzeyi ortalamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılarak, SPSS istatistik yazılımı (SPSS versiyon 20.0) ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Örnekler arasındaki farklılıkların ortaya koyulması amacı ile post-hoc testlerinden Duncan'ın Çoklu Değerlendirme Testi (Duncan's Multiple Range Test) ve Tukey (hsd multicomparison) eşit örneklem gruplarına ait ortalamalar arasındaki farkın hangi ortalama üzerinden kaynaklandığı test edilmiştir. Daha iyi ayırım sağladığından esas olarak Duncan test sonucu dikkate alınmıştır.



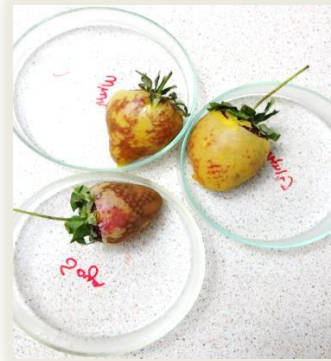
4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Ön Denemeler

Yapılan ilk ön denemede; 14 gün sonunda soya proteini filmi kaplı çilek numunesinin bozunma oranı diğerlerine göre daha fazla olarak gözlemlenmiştir. Çileğin diğerlerine göre daha sağlam olarak kaldığı kaplama ise gluten kaplamalı numunedir. Fakat balmumu kaplama için istenen ayarda tek başına yeterli olmadığından değerlendirilmemiştir. Yapılan denemelerde peynir ile devam edilmeye karar verilmiştir.



Şekil 4.1 : Soya, peynir altı suyu proteini ve gluten film solüsyonuna daldırılmış, balmumu ile kaplanmış numuneler.



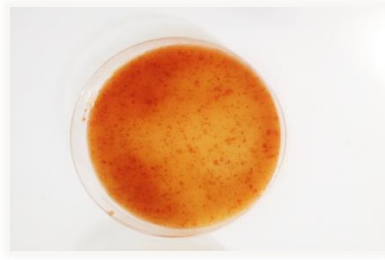
Şekil 4.2 : Raf ömrü için 14 gün (4°C-5°C'de) bekletilmiş numuneler.

Bir başka ön denemede; film üretim metodunda peynir altı suyu solüsyonu başarılı olamamış ve kokuşma yapmıştır. Denemelerde sadece soya proteini bazlı film ve gluten bazlı film kullanılmıştır. Buzdolabı şartlarında (5°C’de) bir hafta boyunca bekletilmiştir. Örneklerin bu süre içerisinde bozulmadan depolanabildiği gözlenmiştir. Sırasıyla yukarıdan aşağıya kaplanmamış peynir numunesi, soya proteini ve gluten proteini kaplı peynir numuneleri arasında gluten film kaplama, soya film kaplamaya göre daha avantajlı olmuştur. Kuruma oranı peynirde gözle görülecek şekilde farklılık göstermektedir. Şekil 4.3’te yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla açıkta bekletilmiş peynir numunesi, soya film kaplı peynir ve gluten film kaplı peynir numunesi yer almaktadır.



Şekil 4.3: Buz dolabı şartlarında raf ömrü çalışması peynir numuneleri.

Son olarak ise; elma kabuğu ile bir ön deneme yapılmıştır. Gliserin ve nişasta ile film oluşturmak istenmiştir. Fakat oranlardaki yetersizlik nedeniyle film oluşumu gözlenememiştir. Homojen bir dağılım sergilemediğinden vazgeçilmiştir. Ayrıca tam bir kuruma ve bağ gösterememiştir. Şekilde görüldüğü gibi kurumadan önce Şekil 4.4’te, kuruduktan sonraki görüntüsü Şekil 4.5’te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 : Kurumadan önce elma kabuklu film elma kabuklu solüsyonu.



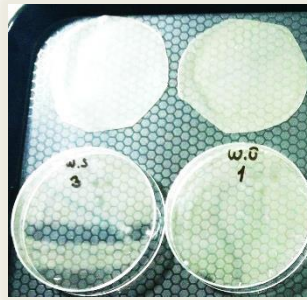
Şekil 4.5 : Kurumadan sonra elma kabuklu film.

Film üretim için çeşitli kaynaklardan bir araya getirdiğimiz çalışmalar denenmiştir. Yöntemlerin üç protein kaynağı için de aynı doğrultuda ilerlemesi istenildiğinden bulunan makaleler modifiye edilerek tek bir yöntemde buluşturulmuştur.

4.2.Film Üretimi

4.2.1.Peynir altı suyu proteini bazlı film üretimi

Peynir altı suyu proteini filmi üretim aşamasından sonra kuruması için çeker ocakta bir gece bekletilmiştir. Film görünüşü açık renkli şeffafa yakındır. Kopmaya dirençli elastik yapıdadır. Diğer filmlere göre daha sert yapıdadır. Şekil 4.6'da üzümlü ve üzüksüz peynir altı suyu bazlı filmler gösterilmektedir.

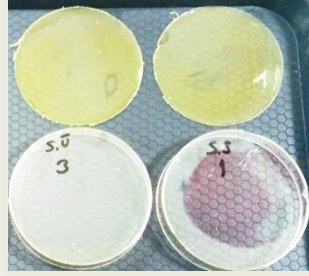


Şekil 4.6 : Peynir altı suyu bazlı filmler üzümlü ve üzüksüz.

4.2.2.Soya proteini bazlı film üretimi

Soya bazlı film üretimi Nie ve diğ. (2015) makalesi baz alınarak üretim aşamasından sonra kuruması için çeker ocakta bir gece bekletilmiştir. Film görünüşü pürüzsüz, elastik, kopmaya dirençli ve diğer oluşturulan filmlere göre daha koyu sarı bir renkte

olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.7’de de görüldüğü gibi üzümlü ve üzüksüz soya bazlı filmleri gösterilmektedir.



Şekil 4.7 : Soya proteini bazlı filmler üzümlü ve üzüksüz.

4.2.3. Buğday gluteni bazlı film üretimi

Gluten bazlı film üretim aşamasından sonra çeker ocakta bir gece bekletilerek kurutulmuştur. Film görünüşü elastik sarıya yakın bir rektedir. Diğer filmlere göre dokusu daha yumuşak ve kopmaya daha elverişlidir. Şekil 4.8’de üzümlü ve üzüksüz üretilen filmler yer almaktadır.



Şekil 4.8 : Buğday gluteni bazlı filmler üzümlü ve üzüksüz.

4.3. Mikrobiyolojik Analizler

4.3.1. Maya ve küf sayımı

Petrilerde sayım yapılırken bakteriler ve mayalar için 30-300 koloni üremesi olan petriler seçilirken, küfler için ise 10-25 koloni üremesi olan petriler seçilir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları paralel petrilerden elde edilen ortalamaların 4.1 formülüne göre hesaplanmış ve logaritması alınıp Çizelge 4.1’de log cfu/ml cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.1: Maya üremesi olan dilüsyonların ortalamaları ve standart sapmaları (log cfu/ml)^{1,2}

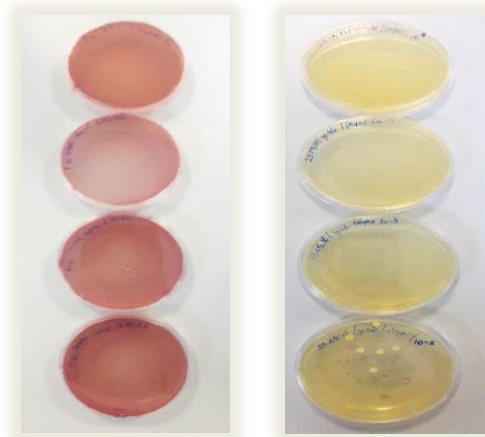
	(log cfu/ml)
Soya proteini üzümlü film	5,65 ± 0,27 ^a
Soya proteini üzüksüz film	5,69 ± 0,22 ^a
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	5,42 ± 0,15 ^a
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	5,53 ± 16 ^a
Gluten proteini üzümlü film	< 2
Gluten proteini üzüksüz film	< 2

¹Her sütunun üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örneklerin arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli olmadığını göstermektedir (p>0,05).

²Tablodaki değerler 2 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

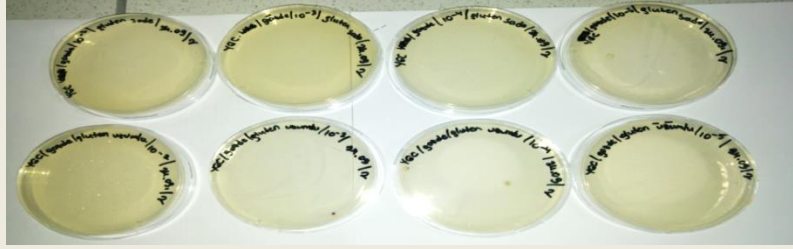
$$\text{Mikroorganizma sayısı (cfu/ml)} = \text{Petrideki koloni sayısı} \times \text{Petri kutusuna ekilen miktar (ml)} \times \text{seyreltme oranı} \quad (4.1)$$

Küf, maya ve koliform grubu bakteri için 10⁻¹ dilüsyonu için ekim yapılmış ve sonuçlarda Şekil 4.10'daki gibi anlamlı üreme görülmemiştir. Küf üremesi hiçbir petride görülmemiştir. İstatistiksel açıdan soya proteini ve peynir altı suyu proteini bazlı filmlerdeki maya sayısı aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0,05).



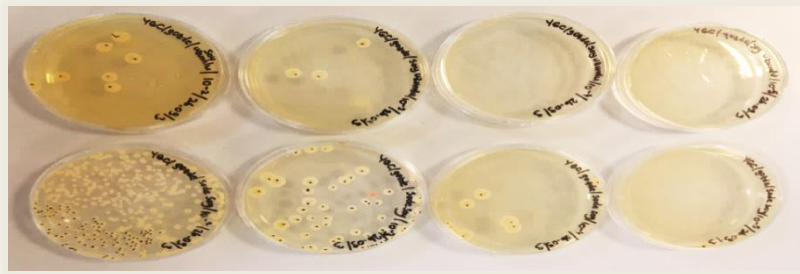
Şekil 4.9 : Peynir örneklerinde yapılan koliform, küf ve maya ekimleri.

Gluten bazlı film kaplı peynirlerden alınıp hazırlanan örneklerden; YGC agarlara ekim yapılmış oda sıcaklığında üremeleri için beklenmiştir. Gluten bazlı kaplama peynir örneklerinden alınan numune sonuçlarından hiçbirinde koliform, küf ve maya üremesi olmamıştır. Gluten film yapımı sırasında kullanılan etanol, alkol grubunda olduğundan Şekil 4.10' de de görüldüğü üzere mikrobiyal gelişime izin vermemiştir.



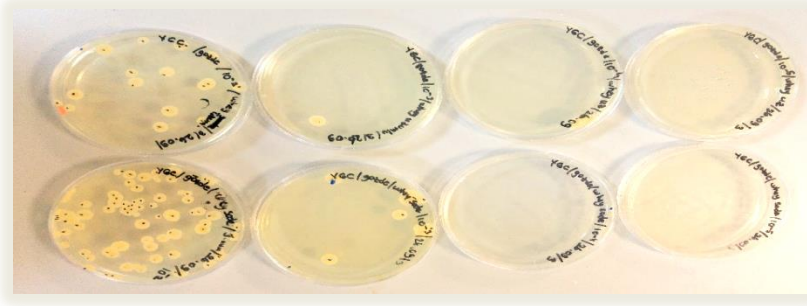
Şekil 4.10 : Gluten bazlı kaplama peynir numunelerinden YGC agarına yapılan ekimler.

Soya bazlı film kaplı peynirlerden alınıp hazırlanan örneklerden; YGC agarlara yapılan ekim sonuçlarında üzüm suyu süzüntüsü eklenmiş peynirlerdeki maya üremesi 5,45 log cfu/ml iken Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi üzüm eklenmemiş olan film kaplı peynirlerde 5,69 log cfu/ml olarak tespit edilmiş ve üzüm suyunun antioksidan özelliğinin etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 4.11 : Soya bazlı kaplama peynir numunelerinden üzümlü ve üzümsüz YGC agarına yapılan ekimler.

Peynir altı suyu proteini film kaplı peynirlerden alınan örneklerde üzüm suyu süzüntüsü ekli olan filmler antioksidan özelliği göstererek 5,42 log cfu/ml hesaplanmış ve üzümsuyu ekli olmayan filmlerde ise 5,53 log cfu/ml bulunmuştur. Üzüm eklenmeyen filmlerdeki mikrobiyal yükün daha fazla olduğu görülmektedir.



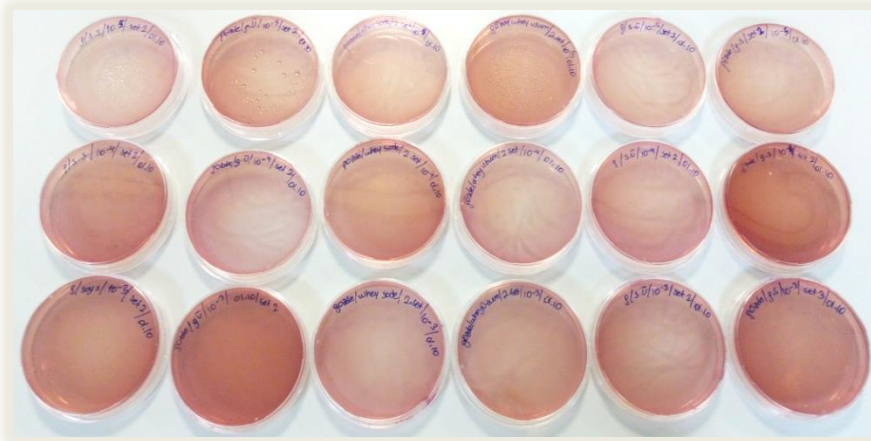
Şekil 4.12 : Peynir altı suyu proteini bazlı kaplama peynir numunelerinden üzümlü ve üzüksüz YGC agarına yapılan ekimler.

Yapılan birçok literatür çalışmalarında da üzüm suyu veya üzüm çekirdeği ekstraktı ilave edilen gıdalarda mikrobiyal yük azalmış tadında kokusunda olumlu yönde değişiklikler olduğu görülmüştür (Shah ve diğ.,2014).

Başka bir çalışmada; tavukta toplam bakteri sayımında üzüm ekstraktı eklenmiş olan örnekte 4,77 logcfu/g iken kontrol grubunda 6.49 logcfu/g olduğu görülmüş ve üzüm ekstraktının etkisi kontrol grubuna göre kanıtlanmıştır (Hafsa ve İbrahim., 2016).

4.3.2.Koliform grubu bakteri sayımı

VRB agarlara ekim yapıldıktan sonra etüvde 37°C’de inkübe edilmiştir. Peynir vakumlu koruyucu paketinden çıkarıldıktan sonra steril koşullarda ekim yapılmıştır ve üreme gözlenmemiştir. Kaplanan peynirlere 1. 3. ve 5. günlerde de aynı şekilde ekim yapılmıştır ve koliform grubu bakteri üremesi Şekil 4.13’teki gibi gözlenmemiştir.



Şekil 4.13 : Soya, peynir altı suyu ve gluten bazlı kaplama peynir numunelerinden VRB agara yapılan ekimler.

4.4.Kimyasal Analizler

4.4.1.Nem miktarı tayini

Yeni üretilen (2 gün) ve üretilip 6 ay depolanan protein bazlı yenilebilir filmlerde hızlı nem tayini cihazı ile nem miktarları ölçülmüştür ve aralarındaki nem miktarları tartışılmıştır. Çizelge 4.2’de yeni üretilen ve kurumaya bırakılan filmlerde 2 gün sonra ölçüm yapıldığında % nem miktarı en fazla olan peynir altı suyu proteini üzümlü (% 29,64) yenilebilir film olduğu görülmüştür. Ardından gluten proteini üzümlü (%25,97) film ve soya proteinli (%25,33) üzümlü film nem miktarı azalarak sırası ile gelmektedir. Genel olarak bakıldığında üzüm katılmış filmlerdeki % nem miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2 : Üretilen filmlerin (2gün) nem tayini.

	% Nem
Soya proteini üzümlü film	25,33
Soya proteini üzüksüz film	24,64
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	29,64
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	24,14
Gluten proteini üzümlü film	25,97
Gluten proteini üzüksüz film	24,08

Film oluşturma yönergelerine göre üretilen ve 6 ay boyunca depolanan protein bazlı yenilebilir filmler için de % nem tayini analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.3’te yer almaktadır.

Çizelge 4.3 : Depolanmış filmlerin (6 ay) nem tayini.

	% Nem
Soya proteini üzümlü film	22,10
Soya proteini üzüksüz film	21,08
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	24,30
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	23,97
Gluten proteini üzümlü film	25,34
Gluten proteini üzüksüz film	22,73

Çizelge 4.3'deki değerlere göre aralarında en fazla % nem içeriğine sahip olan gluten proteini bazlı üzümlü film (% 25,34) olmuştur. Ardından peynir altı suyu proteini (% 24,3) ve soya proteini üzümlü film (% 22,1) olmuştur. Yeni üretilmiş (2 gün) filmlerdeki gibi genel olarak üzüm katılan filmler, üzüksüz filmlere göre daha yüksek % nem içeriğine sahiptir.

Yapılan çalışmalarda buğday gluteni proteini kaynaklı yenilebilir filmlerde tek başına su bariyer özelliği yetersiz kaldığı görülmektedir. Guillaume ve diğ. (2008) yaptığı çalışmada; buğday gluteni ile selüloz kombine edilerek nem tutma özelliği kazandırılmıştır. Aynı şekilde soya proteini bazlı yenilebilir filmlerde de nem tutma ve nem bariyer özelliği zayıf olduğundan elma pektini kombinasyonu bu yönde iyileştirmek için kullanılmıştır. Bir diğer etken ise; plastikleştirici olarak gliserol kullanılan filmlerin su aktivitesinin yüksek olması sebebiyle, plastikleştirici katılmamış filmlerden beş kat daha fazla su sorbsiyon kapasitesine sahip olduğu Coe ve diğ. (2002) çalışmasında anlatılmaktadır. Plastikleştirici madde katılan filmler daha fazla su tutma kapasitesine sahiptir. Örneğin gliserol hidrofilik özellikte olduğundan filme de bu özelliğini entegre etmektedir. Çeşitli plastikleştiriciler katılan filmler örneğin; polietilen glikol, laktik asit gliserole göre daha az su tutma kapasitesine sahiptir.

4.4.2. Depolamaya bağlı ağırlık kaybının takibi

Depolamaya bağlı süreçte hem peynirlerdeki başlangıç neminde, hem de sıvı solüsyon halindeki film sıvısında azalma söz konusudur. Film oluşturduğumuz ilk

gün; 0. gün olarak ifade ettiğimizde ertesi güne kadar olan süreçte yani 1. günde ölçülen toplam ağırlığın büyük çoğunluğunun buharlaştığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.4'te değerleri verilmiştir.

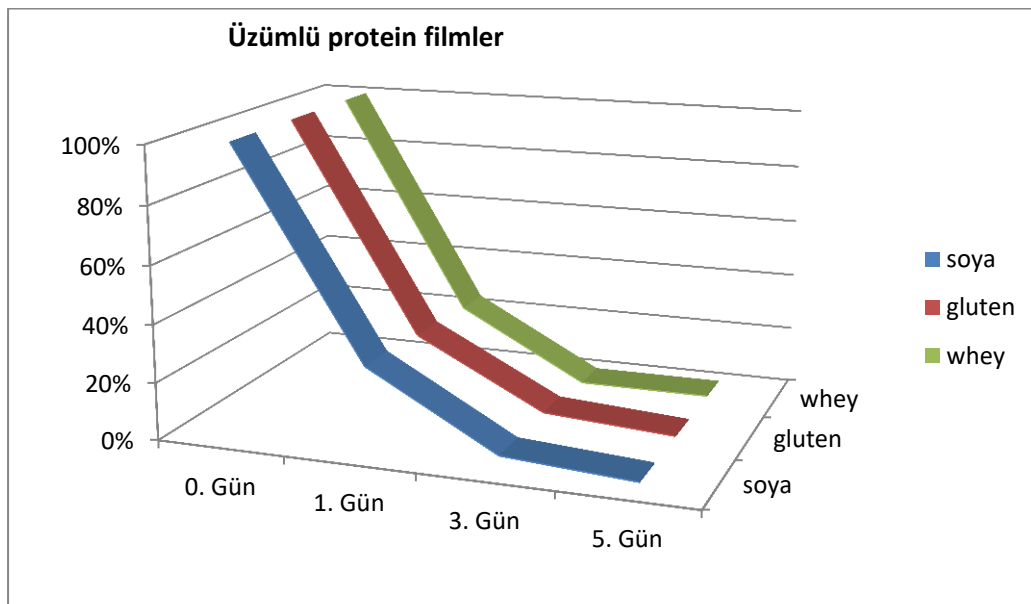
Çizelge 4.4 : Üzüm suyu süzüntüsü ekli protein filmlerde depolamaya bağlı % ağırlık kaybı ^{1,2}

	Soya proteinli film %	Peynir altı suyu proteinli film %	Gluten proteinli film %
0-1. Gün	71 ± 7,06 ^a	75 ± 1,68 ^a	73 ± 1,51 ^a
0-3. Gün	75 ± 7,35 ^a	76 ± 0,96 ^a	77 ± 1,34 ^a
0-5. Gün	76 ± 7,46 ^a	77 ± 0,60 ^a	78 ± 1,35 ^a

¹Her sonuç değerinin üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

²Tablodaki değerler 3 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Çizelge 4.4'te 1. gün soya proteinli filmde %71, peynir altı suyu proteinli film %75, gluten proteinli film ise %73 buharlaşma görülmüştür. 3. günde ölçülen değerler sırası ile %4, %1 ve %4 civarında azaldığı görülüyor. 5. gün ölçümünde ise %1'lik bir fark vardır.



Şekil 4.14: Üzüm suyu süzüntüsü ekli protein filmlerin % ağırlık kaybının günlere oranı.

Çizelge 4.5 : Üzüm suyu süzüntüsü eklenmemiş protein filmlerde depolamaya bağlı % ağırlık kaybı^{1,2}

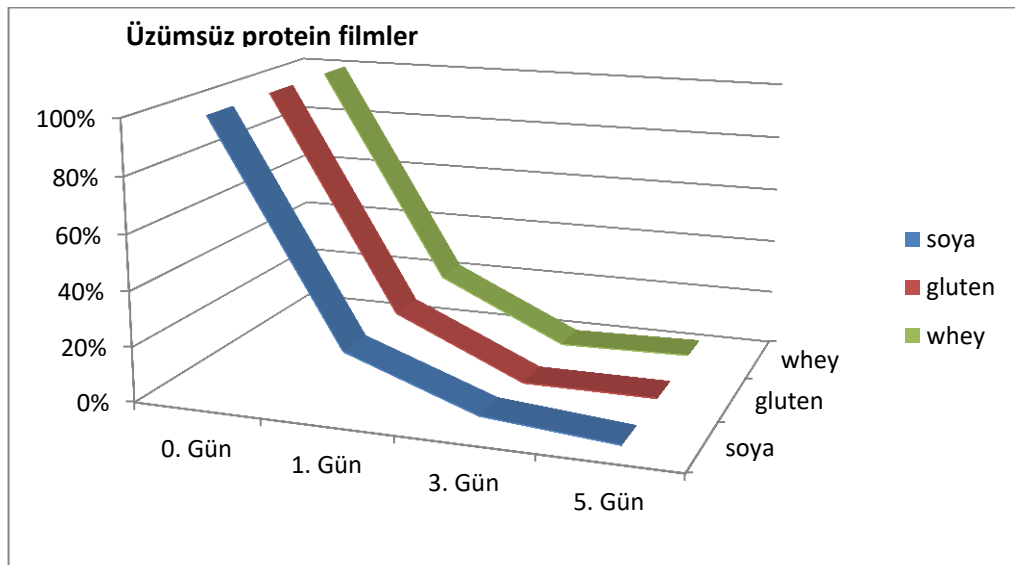
	Soya proteinli film %	Peynir altı suyu proteinli film %	Gluten proteinli film %
0-1. Gün	78 ± 2,33 ^a	77 ± 1,89 ^a	78 ± 2,20 ^a
0-3. Gün	83 ± 3,35 ^a	78 ± 1,59 ^a	79 ± 0 ^a
0-5. Gün	84 ± 2,89 ^a	81 ± 1,25 ^a	80 ± 4,50 ^a

¹Her sonuç değerinin üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

²Tablodaki değerler 3 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Çizelge 4.5'te 0. ve 1. gün arasında soya proteinli filmde %78, peynir altı suyu proteinli film %77, gluten proteinli film ise %78 buharlaşma görülmüştür. 1. ve 3. gün arasında ölçülen değerler Şekil 4.15'te görüldüğü gibi sırası ile %5, %1 ve %1 civarında azalmıştır.

3. ve 5. gün arasında ise soya proteinli film ile gluten proteini filmi %1 azalma görülürken, peynir altı suyu proteinli filmde %3'lük bir fark oluşmuştur. Üzüm suyu eklenmemiş filmlerde buharlaşma miktarı üzüm suyu eklenen filmlere göre Çizelge 4.5'te de görüldüğü gibi bir miktar daha fazla olmuştur.



Şekil 4.15 : Üzüksüz protein filmlerin % ağırlık kaybının günlere oranı.

Yapılan bir çalışmada Sarıoğlu ve Öner (2006) kaşar peynirleri plastikleştirici olarak sorbitol kullanılan protein kaynaklı sodyum kazeinat bazlı film solüsyonuna batırıp kaşar peyniri kaplayarak 1-7-30-60-90 gün depolanarak ağırlık kaybı ölçülmüştür. Ağırlığın önemli bir kısmı 7.gün %10 ve 30. gün %5 oranında kaybolmuştur. Çalışmamızda 5. gündeki ağırlık kaybı %5 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda üzümlü ve üzüksüz filmlerde bulunan protein değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 1. 3. ve 5.günde % buharlaşan miktar 0. güne göre kıyaslandığında aralarındaki fark önemli değildir ($p>0,05$).

4.4.3. Protein tayini

Protein tayini iki tekrarlı olarak çalışılmıştır. Azot miktarı bulunduktan sonra jelatin faktörü; 5,3 esas alınarak, % protein miktarı \pm standart sapmaları ile birlikte Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Filmlerin protein değerleri ^{1,2}

	Ortalama % protein
Soya proteini üzümlü film	47,6 \pm 0,8 ^b
Soya proteini üzüksüz film	44,3 \pm 2,5 ^b
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	59,7 \pm 3,9 ^a
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	57,9 \pm 0,1 ^a
Gluten proteini üzümlü film	52,5 \pm 2,9 ^{ab}
Gluten proteini üzüksüz film	52,5 \pm 2,23 ^{ab}

¹Her sütunun üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örneklerin arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli olmadığını göstermektedir ($p<0,05$).

²Tablodaki değerler 2 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda üzümlü ve üzüksüz filmler arasında protein miktarlarındaki fark önemli bulunmamıştır. Analizleri yapılan soya, peynir altı suyu ve buğday gluteni gibi farklı protein kaynaklarının aralarındaki değerler önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

En yüksek protein içeriği peynir altı suyu proteinli filmde bulunmakta ve takiben gluten proteinli film yer almakta, aralarında en düşük protein içeriğine sahip soya proteinli filmidir.

Protein tozlarındaki ilk protein değerleri; peynir altı suyunda %97, soya proteini tozunda %90 ve gluten proteini tozunda da %75 olduğu bilinmektedir. Film yapma aşamalarından sonra ısıtma işlemi ve benzer işlemlerden geçmesi ve raf ömrü, filmlerin protein değerlerinde düşüş olduğunu göstermektedir.

4.4.4.Film çözünürlüğü tayini

Çözünürlük tayini; soya proteini, peynir altı suyu proteini ve gluten proteini bazlı filmlere uygulandığında Çizelge 4.7’de çözünen film materyali (g) ve % ile ifade edilmiştir. Çizelge 4.7’de soya (üzümlü %40,33 – üzüksüz %31,33) ve peynir altı suyu filmlerinin (üzümlü %48,87 – üzüksüz % 32,52) çözünürlükleri gluten proteinine göre (üzümlü % 60,44 – üzüksüz % 58,90) daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca üzümlü ve üzüksüz olarak filmleri ele alırsak; genel olarak bütün filmlerde üzümlü olan filmlerin, üzüksüz olan filmlere oranla 0,1% (w/v) sodyum azid (NaN_3) çözeltisinde daha fazla çözüldüğü görülmektedir.

Çizelge 4.7 : Protein filmlerde çözünen film materyali (g) ve % çözünürlüğü

		Çözünen film materyali (g)	Film çözünürlüğü (%)
1	Soya proteini üzümlü film	0,0169	40,33
2	Soya proteini üzüksüz film	0,0123	31,70
3	Peynir altı suyu proteini üzümlü film	0,0173	48,87
4	Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	0,0053	32,52
5	Gluten proteini üzümlü film	0,0246	60,44
6	Gluten proteini üzüksüz film	0,0192	58,90



Şekil 4.16 : Film çözünürlüğü için kesilmiş işlem sonrası filmler.

Toplam çözünen miktarlarda yapılan çalışmalarda Kunte ve diğ. (1997) %5 soya protein izolatu bazlı pH'sı 10 olan 10/3 (soya protein izolatu/gliserol) oranında film elde edilmiştir. Burada film toplam çözünürlüğü %35,1 bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise; peynir altı suyu bazlı pH'sı 7 olan 70/30 (peynir altı suyu izolatu/gliserol) oranında film elde edilmiştir. Burada ise toplam film çözünürlüğü % 30 civarında bulunmuştur. Literatürde rastlanan sonuçlar çalışmayla benzemektedir (Perez-Gago ve diğ., 1999).

Yoshida ve Antunes (2004) yaptıkları bir çalışmada peynir altı suyu protein filmlerinde değişik pH'larda (pH 5, 6,7 9) çözünürlüğe bakılmıştır. Plastikleştirici olarak gliserol kullanılmıştır. Çözünürlüğe değişen sterait asit konsantrasyon (0.0-%1.0) aralığında bakılmıştır. Sonuç olarak sterait asit konsantrasyonu arttıkça ve pH alkaliye yaklaştıkça çözünürlüğün azaldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada soya proteini filmin pH değeri 11.17, peynir altı suyu proteini pH değeri 11,2 ve gluten proteininin pH değeri 10,5 olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.6'ya göre çözünürlükler pH oranlarına bakılacak olursa gluten proteini en çok çözünen film olduğu görülmektedir. pH alkali oranı arttıkça çözünürlük azalmıştır.

Çözünürlükte sıcaklık ta önemli bir faktördür. Genelde jel formülasyonunda belli sıcaklıklarda ısıtılması gerekmektedir. Örneğin peynir altı suyu proteinleri için sıcaklık 70-90°C arasında ve 5-60 dakika arasında tutulduğunda maksimum fayda sağlamaktadır (Barbut ve Foe-geding 1993; Bryant ve McClements 1998). Bu durumda çözünürlük sıcaklıklarını protein çözünürlük değerleriyle karşılaştırırken,

suda çözünmeyen filmler elde etmek için gereken zaman-sıcaklık kombinasyonu önemlidir.

4.5.Fiziksel Analizler

4.5.1.Renk tayini

Film solüsyonlarında L* değeri parlaklık, a* değeri kırmızılık ve b* değeri de sarılık olarak değerlendirilmiştir. Sıvı film solüsyonu hazırlama aşamasından sonra kurutulmadan önce hunter kalorimetresi ile renk analizi yapılmış, her bir paralel 2 kez tekrarlanmıştır. Tekrarların ortalaması \pm standart sapmaları Çizelge 4.8’de, hesaplanan ΔE değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Kontrol olarak üzüksüz değerler baz alınmıştır.

Literatürdeki bir çalışmada buğdayda bulunan sarı renk pigmentleri diğer tahıllara göre daha fazla olduğu ortaya koyulmuş (Özkaya ve Özkay,1993). Çizelge 4.8’de de buğdaydan elde edilen gluten proteini film solüsyonu diğer filmlere göre daha baskın sarı renkte olduğu görülmüştür. Soya proteini bazlı film solüsyonları ise diğer filmlere göre daha açık ve parlak renkte olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8 : Sıvı film solüsyonlarında spektrofotometre ile (L,a,b) değerleri ^{1,2}

	L	a	b
Soya proteini üzümlü film	69,6 \pm 1,2 ^a	-2,5 \pm 1,0 ^a	23,6 \pm 3,6 ^a
Soya proteini üzüksüz film	46,0 \pm 2,4 ^a	0,6 \pm 0,2 ^a	3,1 \pm 2,4 ^{ab}
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	11,6 \pm 4,2 ^b	5,2 \pm 2,2 ^a	15,9 \pm 2,3 ^{ab}
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	15,5 \pm 2,1 ^b	5,5 \pm 2,6 ^a	13,8 \pm 4,9 ^{ab}
Gluten proteini üzümlü film	-3,6 \pm 2,1 ^b	-0,4 \pm 1,1 ^a	-0,1 \pm 1,3 ^c
Gluten proteini üzüksüz film	-5,8 \pm 0,1 ^b	0,6 \pm 0,1 ^a	1,0 \pm 0,02 ^{bc}

¹Her sonuç değerinin üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

²Tablodaki değerler 2 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi L değerinin film oluşturmada önceki sıvı solüsyon halinde önemli fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Film oluştuktan sonra Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi katı filme yapılan renk analizi sonucu L değerinde istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). a ve b değerlerinde film oluşturmada önce sıvı solüsyon halinde bakıldığında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Film oluşturulduktan sonra ise a ve b değerlerinde önemli bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Çizelge 4.9 : Sıvı film solüsyonlarının renk analizlerinde ΔE hesaplamaları

	ΔE
Soya protein film	20,9
Peynir altı suyu protein film	4,4
Gluten protein film	2,6

Film solüsyonu sıvı haldeyken yapıldığı renk analizi ve sonuçları Çizelge 4.10’da verildiği gibidir. ΔE değerlerinde gluten proteini ve peynir altı suyu proteini film solüsyonlarının renk farklılıkları birbirine daha yakın iken soya protein film solüsyonunun rengi arasında farklılık olduğu görülmektedir. Üzümsüz film solüsyonları ΔE hesaplamasında kontrol olarak alınıp değerlendirilmiştir.

Aynı zamanda üretilmiş ve 3 ay depolanan katı protein filmlere bir de chromo metre ile renk analizi yapılmıştır. Çizelge 4.10’da değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.10: Katı filmlerde renk analizi (L,a,b) değerleri ¹

	L	a	b
Soya proteini üzümlü film	52,20 ± 1,3 ^{ab}	2,28 ± 0,2 ^c	18,93 ± 4,1 ^a
Soya proteini üzüksüz film	47,89 ± 0,2 ^b	2,50 ± 0,2 ^c	20,85 ± 0,8 ^a
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	50,55 ± 3,3 ^{ab}	0,58 ± 0,5 ^b	2,6 ± 0,6 ^b
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	54,94 ± 1,2 ^a	0,24 ± 0,1 ^a	2,46 ± 0,4 ^b
Gluten proteini üzümlü film	52,04 ± 3,2 ^a	0,79 ± 0,05 ^b	6,55 ± 0,8 ^b
Gluten proteini üzüksüz film	53,51 ± 1,1 ^a	0,72 ± 0,1 ^b	6,54 ± 0,7 ^b

¹Tablodaki değerler 2 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

Katı filmlerde ise L değerleri 47-54 arasında değişmektedir. Film solüsyonu kuruduktan sonra katı film renkleri arasındaki farklılıklar, Çizelge 4.11’de ΔE aralarındaki renk farkı hesaplamalarından da görüleceği gibi önemli düzeyde azalmıştır. Sarılık renk oranı b değerleri ile kıyaslandığında en yüksek soya protein filmi olduğu görülmektedir ve azalarak onu gluten ve peynir altı suyu takip etmektedir. Genel olarak üzümlü ile üzüksüz filmler arasındaki değerler benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.11 : Katı filmde hesaplanmış ΔE değerleri

	ΔE
Soya protein film	4,71
Peynir altı suyu protein film	4,46
Gluten protein film	1,47



Şekil 4.17 : Katı filmde renk analizi

Katı film ve sıvı film solüsyonunda renk analiz sonuçları soya proteini için L değerleri kıyaslandığında; sıvı film solüsyonu üzümlü ve üzüksüz 69,6 ve 46 iken, katı filmde üzümlü ve üzüksüz 52,2-47,89 bulunmuştur. Film sıvı haldeyken daha parlak renktedir. Peynir altı suyu protein bazlı film ise katı halde iken üzümlü ve üzüksüz (50,52-54,94) sıvı solüsyona göre (11,6-15,5) daha parlak bulunmuştur. Gluten proteini bazlı film ise aralarında en koyu renkte olan filmidir. Gluten filminde sıvı ve katı filmde görülen bu renk farklılığın sebebi, film oluştururken ısıtma derecesi, pH farklılıkları, plastikleştirici miktarları olarak gösterilebilir.

4.5.2.Film kalınlığı analizi

Film kalınlığı ölçülen numuneler başlangıçta 15 ml sıvı film solüsyonunun standart boyutlardaki petrilere dökülüp kurutulması sonucu oluşturulmuştur. Filmlerin beş ayrı noktasından şekildeki gibi ölçüm alınıp ortalaması Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 : Film kalınlık değerlerinin ortalaması ^{1,2}

	Ortalama Film kalınlıkları(mm)
Soya proteini üzümlü film	0,23 ± 0,03 ^c
Soya proteini üzüksüz film	0,24 ± 0,10 ^c
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	0,32 ± 0,10 ^b
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	0,44 ± 0,10 ^a
Gluten proteini üzümlü film	0,19 ± 0,01 ^c
Gluten proteini üzüksüz film	0,20 ± 0,03 ^c

¹Tablodaki değerler 5 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir.

²Her sonuç değerinin üzerindeki aynı harflere sahip ortalamalar her özellik için örnekler arasında istatistiksel olarak farklılığın önemli bulunmadığını göstermektedir (p<0,05).

Soya proteini ve gluten proteini filmlerde üzümlü ve üzüksüz kalınlık değerleri sırasıyla (0,23 - 0,24 mm), (0,19 - 0,20 mm) birbirlerine oldukça yakındır. Peynir altı suyu proteini filmi ise üzümlü ve üzüksüz değerleriyle sırasıyla (0,32 - 0,44 mm)'dir ve soya ve gluten filmlerine göre bir miktar kalın olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklılıklar anlamlıdır (p>0,05). Peynir altı suyu bazlı filmlerin diğer filmlere göre kalınlıklarındaki daha fazladır.



Şekil 4.18 : Kumpas ile örnek ölçümü

Yapılan bir çalışmada peynir altı suyu proteinli filmde 5 farklı yerinden örnek alınmış ve antimikrobiyal sorbik asit içeriğine bağlı olarak arttırılmış filmlerde kalınlık ölçülmüştür. %0,50 ile % 1,5 (w/w) sorbik asit içeriğinde kalınlık 0,12 mm ile 0,14 mm arasında değiştiği görülmüştür (Cagrı ve diğ., 2001).

Bulunan kalınlık değerleri diğer çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur. Filmler arasındaki kalınlık farkları plastikleştirici miktarlarındaki oranlardan ve aynı zamanda film oluşturma aşamasında protein tozları miktarlarındaki oranlardan da kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5.3.Viskozite analizi

Viskozite analizinde, gluten proteini film solüsyonunun üzümlü ve üzüksüz olmak üzere glutenin bağlayıcı yapısından dolayı aralarında en fazla viskoz özellik gösteren numune (70 cP) olarak bulunmuştur. Aralarında en düşük viskoz özellik gösteren (24 cP) numune ise peynir altı suyu proteinli üzümlü filmdir. Geri kalan numuneler 29-31 cP arasında değişmektedir sonuçları birbirine yakındır. Sonuçlar çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13: Filmlerin viskozite değerleri

	cP
Soya proteini üzümlü film	31
Soya proteini üzüksüz film	29
Peynir altı suyu proteini üzümlü film	24
Peynir altı suyu proteini üzüksüz film	34
Gluten proteini üzümlü film	70
Gluten proteini üzüksüz film	70

4.5.4.pH analizi

Protein bazlı yenilebilir filmlerin özellikleri asitlik miktarına göre değişmektedir. Bunun sebebi ise film özelliklerini oluşturan bağın ve yükün pH'ya bağımlı olmasıdır. Bu sebeple yapılan birçok çalışmada farklı pH'larda film karışımlarının özellikleri incelenmiştir

Çizelge 4.14 : Soya ve gluten bazlı üzüksüz film solüsyonların 0. gün pH ortalamaları ¹

	Film oluşturma solüsyonunda ölçülen pH	Sıcaklık (° C)	Film oluşturma solüsyonunda ayarlanan pH
Soya protein film solüsyonu üzüksüz	8,45 ± 0,92	25,6	11,17 ± 0,20
Gluten protein film solüsyonu üzüksüz	6,37 ± 0,09	27	10,05 ± 0,10

¹Tablodaki değerler 3 ölçüme ait ortalama değerleri ve standart sapmayı göstermektedir

Filmlerin oluşturulma aşamalarında kullandığımız kaynak makalelerde soya ve gluten bazlı filmlerde sırayla pH 11 ve pH 10'a ayarlanmıştır. Bu filmlerde pH'nın tekstür değerleri üzerinde etkili olduğu ve duyu kalite ve lezzet değerleri üzerinde olumlu etki bıraktığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Soya proteininden yapılan filmlerin oluşması için pH 1,5-2,5 ve pH 6,3-12,3 arasında olması gerektiği bulunmuş fakat film renginin pH 9'un üzerinde kararma yaptığı tespit edildiğinden optimum pH 7 ile 8 arasında olduğu belirlenmiştir (Krochta ve diğ.,1994). Çalışmamızdaki soya filminde pH 11 de oluşturduğumuz için film değerlerimizin daha koyu renkte olduğu görülmektedir. Peynir altı suyu proteini filminde ise kaynak makalede pH ayarlaması yapılmasına gerek duyulmadığı için herhangi bir pH ayarlaması yapılmadan film oluşturulmuştur. Ayarlanan pH'lar literatüre uyum sağlamaktadır (Nie ve diğ. 2015; Tanada-Palmu ve diğ. 2004)



5. SONUÇ

Çalışmada protein kaynaklı yenilebilir film elde edilerek peynir üzerindeki etkisi incelenmiş ayrıca üretilen filmlerde iki şekilde peynir üzerinde etkisine bakılmıştır. Birincisi üzüm suyu süzuntüsü eklenmiş yenilebilir film, ikincisi ise eklenmemiş olarak oluşturulup peynir ve film özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Yenilebilir film olarak peynir altı suyu, soya proteini ve gluten proteini seçilmiştir. Tüm yenilebilir filmlerde plastikleştirici olarak, değişik oranlarda gliserol kullanılmıştır. Antioksidan özelliğini belirlemek için ise iki paralel olarak hazırlanan örneklerden birine 1,5 ml üzüm suyu süzuntüsü eklenmiştir. Sıvı solüsyonlar santrifüj edilerek berrak kısım peynir üzerine dökme yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında; üzümlü ve üzümsüz filmlerdeki etkiler karşılaştırılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde peynirde küf üremesi hiçbir örnekte görülmemiştir. Maya üremeleri sırasıyla üzümlü soya proteini (5,65 log cfu/ml), peynir altı suyu proteini (5,42 log cfu/ml) filmlerinde daha az iken üzümsüz filmlerde aynı şekilde sırasıyla üzümsüz soya (5,69 log cfu/ml) ve peynir altı suyu proteini (5,53 log cfu/ml) olarak üzüm içerikli filmlere göre daha fazla mikrobiyal yük olduğu görülmüştür. Gluten proteini filmlerinde ise küf ve maya üremesi görülmemiş olmasının en büyük nedeninin üretim aşamasında etanol kullanılmış olmasıdır. Depolamaya bağlı ağırlık kaybına bakıldığında genel olarak üzüm katılan yenilebilir filmlerde ağırlık kaybı daha az olmuştur. Üzüm eklenmeyen filmlerin 5.gün ölçülen değerlerinde 0. güne göre %80-84 arasında iken üzüm katılmayan filmlerde 0. güne göre %76-78 arasında değişmektedir. Ayrıca nem kaybının büyük bir bölümü genel olarak 0 ile 1. gün arasında %71-78 arasında değişmektedir. Protein analizi filmlere uygulandığında en fazla protein içeriği peynir altı suyu bazlı filmde olduğu görülmüştür. Üzüm içeren filmde protein oranı %59,7 iken üzüm içermeyen filmde %57,9 olarak bulunmuştur. Ardından gluten proteini bazlı film üzümlü ve üzümsüz olarak %52,5 protein içeriği bulunmuştur. Son olarak soya proteini bazlı filmlerde üzümlü %47,6 ve üzümsüz %44,3 en az protein içeriği olduğu hesaplanmıştır.

Genel olarak üzümlü olan protein filmlerdeki protein içeriğinin üzüksüz olanlara göre daha fazla olduğu görölmüş buğday gluteni bazlı filmde ise eşit bulunmuştur. Film çözünürlüğü tayininde çözücü olarak 10 ml 0,1% (w/v) sodyum azid (NaN_3) kullanılmıştır. Çeşitli işlemlerden sonra yüzde çözünen miktarlar hesaplanmıştır sonuçlar %31,70 ile %60,44 arasında bulunmuştur. Sonuç olarak üzümlü ve üzüksüz filmlerde genel olarak üzümlü olan filmlerin, üzüksüz olan filmlere oranla sodyum azid çözeltisinde daha fazla çözüldüğü görölmektedir. Aralarında en fazla çözünen üzümlü gluten proteini filmi (%60,44) ve üzüksüz gluten proteini filmi (%58,90) olmuştur. En az çözünen ise soya proteini üzüksüz film (%31,70) olmuştur. Yapılan renk analizlerinde film oluşmadan önceki sıvı solüsyona ve film oluşturulduktan sonra katı filme renk analizi uygulanmıştır. Sıvı solüsyondaki ΔE değerleri gluten proteini (2,6) ve peynir altı suyu proteini film (4,4) solüsyonlarında renk farklılıkları birbirine yakın iken soya protein film (20,9) solüsyonunun renginde farklılık vardır. Ayrıca L, a, b değerleri arasında da önemli farklılıklar bulunmuştur. Katı filmlerde ise ΔE değerleri gluten proteini (1,47) peynir altı suyu proteini filmi (4,46), soya proteini filmi (4,71) için hesaplanmıştır. ΔE değerlerindeki bu değişimler pH ve film kalınlığından kaynaklandığı düşünölmektedir. L, a, b değerleri arasında da farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Yapılan film kalınlığı ölçümlerinde ise 0,19-0,44 mm arasında değişmektedir. Viskozite tayininde arasındaki güçlü bağdan dolayı en fazla viskoz özellik gösteren gluten proteini (70 cP) film solüsyonu olmuştur. Soya proteini üzümlü (31 cP), üzüksüz (29 cP) ve peynir altı suyu proteini üzümlü (24 cP) üzüksüz, (34 cP) bazlı film solüsyonu birbirine yakın viskoz özellikte olduğu görölmektedir. Film oluşturma aşamasında soya protein bazlı film için pH;11 ve gluten proteini bazlı film için pH;10'a ayarlanmıştır. Duyusal kalite ve lezzet değerleri üzerinde literatürde olumlu etki bıraktığı için bu işlemde geçirilmiştir. Gıdanın dış yüzeyini kaplayıp iyice sarması yenilebilir kaplamanın en önemli özelliği olduğu için tercih edilen kaliteli uzun ömürlü bir gıda olarak alternatif olmaktadır. Doğal maddelerden elde edilen protein bazlı filmler aynı zamanda doğaya olan duyarlılığından gelecekteki gıda ambalajı sektörüne umut verici niteliktedir.

Çalışmada üzümlü ve üzüksüz filmler kıyaslanmıştır. Üzüm suyu süzöntüsü katılan filmlerin katılmayan filmlere göre özelliklerinin daha üstün olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada oluşturulan filmler streç tabakada, ürüne yapışabilen, transparan sağlam

ve elastik yapıda olmuştur. Soya ve peynir altı suyu proteini filmlerinin gluten proteini filmlere kıyasla daha koruyucu ve nem kaybını dengeleyici olduğu anlaşılmıştır.





KAYNAKLAR

- Akbaba, G.**, (2006). Yenilebilir ambalajlar, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.
- Akbari, Z., Ghomashchi, T., Moghadam, S.** (2007). Improvement in food packaging industry with biobased nanocomposites, *International Journal of Food Engineering*, 3(4): 1-24.
- Altan, A.** (2003). Özel Gıdalar Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Matbaası, Adana, S. 5-9.
- Akçay, S.**, (2012). Antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmlerin dumanlanmış balığın kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Anonim** (1997). Brookfield Viscosity. AOCS Official Method, Ja 10-87.
- Anonim.** (2010). Türkiye cam ve cam ürünleri sanayi meclisi sektör raporu, TOBB Yayın Sıra No: 2013/203. Avrupa Birliğine Uyum Sürecinde Sektör Rehberleri-Ambalaj Sanayi, İstanbul Sanayi Odası Yayınları No: 2010/12
- Anonim.** (2013). Plastikğin Geri Dönüşümü, İstanbul Sanayi Odası. www.iso.org.tr.
- Anonim.** (2014). *Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği*. Tebliğ no; 2014/34. Resmi Gazete. Sayı; 29080
- Anonim.** (t.y.). <http://www.gidabilimi.com/index.php/tr/makaleler-1/190-ambalaj-malzemeleri-ve-ambalaj-malzemeleri-ile-ilgili-yasal-duzenlemeler>.
- Arslan, G.** (2011). Gıda katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Arvanitoyannis, I. S., Nakayama, A., Aibab S.**, (1998). Chitosan and gelatin based edible films: state diagrams, mechanical and permeation properties, *Carbohydrate Polymers*, 37: 371-382.
- Ayana B, Turhan KN.** (2010). Gıda ambalajlamasında antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmler kaplamalar ve uygulamaları. *Gıda* 35: 151–158.

- Banerjee, R., Chen, H., Wu, J.** (1996). Milk protein based edible film mechanical strength changes due to ultrasound process. *Journal of Food Science* 61: 824-828.
- Barbut S, Foegeding EA.** (1993). Ca²⁺ induced gelation of pre-heated whey protein isolate. *Journal of Food Science*. 58(4): 867-8.
- Benerjee, R., and Chen, H.** (1995). Functional properties of edible films using whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 78(1), 1673-1683.
- Bintists, T., Papademas, P.** (2002). Microbiological quality of white brined cheeses. *International Journal of Dairy Technology*, 53, 106-112
- Blois, M.S.** (1958). Antioxidant Determinations by the use of a stable free radical, *Nature*, 181: 1199-1200. doi:10.1038/1811199a0
- Branderburg A. H., Weller C. L., Testin R.F.** (1993). Edible films and coatings of soy protein. *Journal of Food Science*. 58:1086–1089.
- Bryant CM, McClements DJ.** (1998). Molecular bases of protein functionality with special consideration of cold-set gels derived from heat-denatured whey. *Trends Food Science and Technology*. 9(4): 143-151.
- Callegarin, F., Gallo, J. A. Q., Debeaufort, F., Voilley, A.** (1997). Lipids and biopackaging, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74: 1183-1192.
- Cagri, A., Ustunol, Z., Ryster, E.T.** (2001). Antimicrobial, mechanical and moisture barrier properties of low whey protein-based edible films containing Aminobenzoic or sorbic acids. *Journal of Food Science*. Vol, 66 No.6.
- Chapman HR, Sharpe ME.** (1981). Microbiology of cheese. In: Robinson RK ed. Dairy Microbiology. London: *Applied Science Publishers*, S;157-243.
- Cho S.Y, Park J.W, Rhee C.** (2002). Properties of laminated films from whey powder and sodium caseinate mixtures and zein layers. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology*, 35: 135-139.
- Cho, S.Y., Rhee, C.,** (2002), "Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties", *Lebensmittel-Wissenschaft and Technology*, 35, 151-157.
- Coupland, J.N., Shaw, N.B., Monahan, F.J., O'riordan, E.D., O'sullivan, M.,** (2000) . Modeling the effect of glycerol on the moisture sorption behavior of whey protein edible films. *Journal of Food Engineering*, 43(1):25-30.

- Dağdemir, E.** (2006). Salamura beyaz peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve seçilen bazı izolatların kültür olarak kullanılabilme imkanları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 190s.
- Debeaufort, F., Gallo, J.A.Q., Voilley, A.,** (1998). Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*, 38 (4) 299-313.
- Demirci, M.,** (1990). Peynirin beslenmedeki yeri ve önemi. *Gıda*, 15: 285-9.
- Demirci, M.,** (1988). Ülkemizin önemli peynirler çeşitlerinin mineral madde düzeyi ve kalori değerleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Ürünleri Teknoloji Bölümü. *Gıda*, Tekirdağ.
- Dinkçi, N., Gönç, S.,** (2000). *Mucor Miehei*'den elde edilen lipaz (Piccantase-A) enziminin beyaz peynirin olgunlaşmasında kullanılması üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Cilt: 37 Sayı: 2-3: 141 – 148
- Dursun Oğur, S.,** (2012). Dumanlanmış balıkların kalite ve raf ömrü üzerine yenilebilir protein film kaplamanın etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erbil, H.Y. and Muftugil, N.,** (1986) 'Lengthening the Postharvest Life of Peaches by Coating with Hydrophobic Emulsions' in Journal of Food Processing and Preservation. 10, 269±279. doi: 10.1111/j.1745-4549.1986.tb00025.x.
- Ertugay, F., Tomar, O.,** (2004). Yenilebilir film ve kaplamalar. *Akademik Gıda*, 2(4):8-13.
- Fairley, P., Monohan M.N., German, J.B., Krochta, J.M.,** (1996). Mechanical properties and water vapor permeability of edible films from whey protein isolate and sodium dodecyl sulfate. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44(2):438-443.
- Ferreira, A.D. and Viljoen B.C.,** (2003). Yeasts as adjunct starters in matured cheddar cheese, *International Journal of Food Microbiology*, 86 (1-2):131-140
- Fıratgil F. E.** (2000). Erik püresinden elde edilen yenilebilir filmin fonksiyonel özelliklerine elma püresi ve peyniraltı suyu proteini katkısının etkisi,

Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

- Fontecave, M., Lepoivre, M., Elleingand, E., Gerez, C., Guittet, O.,** (1998). Resveratrol, a remarkable inhibitor of ribonucleotide reductase. *FEBS Letters*, 421, 277-279. doi:10.1002/1873-3468.12707
- Gennadios, A., Weller, C.L., Ghorpade, V.M., Hanna, M.A.,** (1994). Heat curing of protein films. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. (94-6550/94-6571):13-19.
- Gontard, N., Guilbert, S.,** (1992). Edible films and coatings from naturel biyopolimers; *New Technologies for the Food and Drink Industries*, Campden.
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L.** (1992). Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using Response Surface Methodology. *Journal Food Science Of Publ Inst Food Technology* 57: 190-195, 199.
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L.,** (1993). Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science* 58: 201-211.
- Gontard, N., Guillaume, C.** (2010). “Packaging and the shelf life of fruits and vegetables”, in Robertson, G. L. (Ed.), *Food Packaging and Shelf Life. A Practical Guide*, CRC Press, Boca Baton, FL, pp. 297–315.
- Gounga, M.E., Xu, S.Y., Wang, Z.** (2007). Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *Journal of Food Engineering*, 83, 521–530.
- Guilbert, S., C'ug, B., Gontard. N.** (1997). Recent innovations in edible and/or biodegradable packaging materials. *Food Additives and Contaminants*, Vol. 14, 741-751.
- Guilberts, S., Gontard, N., Thibault, R., Cuq, B.** (1996). Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbondioxide permeabilities of edible films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:1064–1069.
- Gulbert, S.,** (1986). *Food Packaging and Preservation*, edited by M. Mathlouthi, Essex, pp. 371–394. doi; 10.1007/978-1-4615-2173-0

- Guler, Z., Uraz, T.,** (2004). Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties (taste-odour) of traditional Turkish white cheese. *International of Journal Dairy Technology*. 57(4): 237-241.
- Hafsa, S.H.A., İbrahim S.A.,** (2016). Effect of dietary polyphenol-rich grape seed on growth performance, antioxidant capacity and ileal microflora in broiler chicks. *Willey Online Library*. doi: 10.1111/jpn.12688.
- Hamaguchi, P.Y., Yin, W.W., Tanaka, M.,** (2007). Effect of pH on the formation of edible films made from the muscle proteins of Blue marlin (*Makaira mazara*). *Food Chemistry*, 100(3): 914-920.
- Hayaloğlu, A. A., Güven M., Fox, P. F.,** (2002). Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese ‘Beyaz Peynir’. *International of Journal Dairy Technology*., 12; 635-648.
- Hoque, Md.S, Benjakul, S., Prodpran, T.,** (2011). Properties of film from cuttle fish skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts. Department of Food Technology, Prince of Songkla University, Hat Yai 90112, Thailand.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R. L.,** (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- Işık, H., Dağhan, Ş., Gökmen, Ş.,** (2013). Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. Cilt:8, No:1 (26-35).
- İmamoğlu, S., Atik, C., Karademir, A.,** (2005). Atık kağıt kullanılan kağıt-karton fabrikalarında ortaya çıkan mikrobiyolojik sorunları. *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*. 6 (1-2) (2005), 179-190.
- Jakobsen M, Narvhus J.,** (1996). Yeasts and their possible beneficial and negative effects on the quality of dairy products. *International of Journal Dairy Technology*. 6:755-68.
- Karakuş, M., Borçaklı, M., Alperden, I.** (1992). Beyaz peynirin olgunlaşması sürecinde laktik asit bakterileri. *Gıda*, 17; 363- 369.
- Kaya, S., Kaya, A.,** (2000). Microwave drying effects on properties of whey protein isolate edible films. *Journal of Food Engineering*. (91-96). [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00136-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00136-3).

- Kayseriliöglü, B.Ş., Bakır, U., Yılmaz, L., Akkaş, N.,** (2003). Drying temperature and relative humidity effects on wheat gluten film properties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 964-968.
- Kesenkaş, H., Akbulut, N.,** (2006). Mayaların peynir üretiminde destek starter kültür olarak kullanımı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*. 43(2):165-174 ISSN 1018-8851.
- Keskin, Y., Özyaral. O., Başkaya, R., A.Susur, M.,** (2006). Semt pazarlarında satılan beyaz peynirlerin mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*. 36 (1) : 9 – 19. ISSN 0258-2171.
- Kella, N.K., Kinsella, J.E.,** (1988). Enhanced thermodynamic stability of β -lactoglobulin at low pH. *Biochemical Journal*, 255:113-118.
- Kester JJ, Fennema OR.** (1986). Edible films and coatings: A Review, *Food Technology*, 40: 47–58.
- Kester, J.J., Fennema, O.R.,** (1989). An edible film of lipids and cellulose ethers: barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. *Journal of Food Science*, 54, 1383–1389.
- Khwaldia, K., Perez, C., Banon, S., Desobry, S., Hardy, J. (2004).** Milk proteins for edible films and coatings. *Food Science and Nutrition*, 44, 239–251.
- Kinsella, J.E., Whitehead, D.M.,** (1989). Proteins in whey: Chemical, physical and functional properties. *Advanced Food and Nutrition*, 33:343-348.
- Koyuncu, M.A., Savran, H.E.,** (2002). Yenilebilir kaplamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 6 (3): 73–83.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O.,** (1994). Edible coatings and films to improve food quality. *Technomic Publishing Company Incorporated*.
- Krochta, J.M., De Mulder-Johnston, C.,** (1997). Edible and biodegradable polymer films: Challenges and Opportunities, *Food Thechnology*, 51(2), p: 61-74.
- Kunte LA, Gennadios A, Cuppett SL, Hanna MA, Weller CL.** (1997). Cast films from soy protein isolates and fractions. *American Association of Cereal Chemists*,74(2): 115-118.

- Kurt, Ş., Kılınççeker, O.,** (2011). The effects of soy and whey protein isolates as coating materials on the sensory quality of chicken meat. *Electronic Journal of Food Technologies* Vol:6, No: 2, (9-15).
- Liu, K.,** (2004). *Soybean as functional foods and ingredients*, 1-51, AOCS Press, Champaign, IL.
- Mariniello, L., Pierro, P., Esposito, C., Sorrentino, A., Masi, P., Porta, R.,** (2003). Preparation and mechanical properties of edible pectin-soy flour films obtained in the absence or presence of transglutaminase, *Journal of Biotechnology*, 102: 191-198.
- McHugh, T. H.,** (2000). Protein-lipid interactions in edible films and coatings, *Nahrung*, 44(3): 148-151.
- McHugh, T.H., Aujard,J.F., Krochta J.M.,** (1994). Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties. *Journal of Food Science*, 59:416-419,423.
- Miller, K.S., Chiang, M.T., Krochta, J.M.,** (1997). Heat curing of whey protein films. *Journal of Food Science*. 62:1189- 1193.
- Nas, S., H.Y. Gökalp, Ünsal, M.,** (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yay. No: 312 Erzurum.
- Baldwin., E. A., Nisperos-Carriedo, O. M.** (1999). Technomic Publishing CO, USA, 305-335.
- Oğuzhan Yıldız, P., Yangılar, Filiz.,** (2016). Yenilebilir film ve kaplamaların gıda endüstrisinde kullanımı. *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1),27-35.
- Öner, T.,** (2006). Soya Sektör Raporu. İstatistik Şubesi. S.9-10.
- Öz, A.T., Süfer, Ö.,** (2012). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalite üzerine yenilebilir film ve kaplamaların etkisi. *Akademik Gıda*. 10 (1): 85–91.
- Özdemir, M., Floros, F.D.,** (2001). Analysis and modeling of potassium sorbate diffusion through edible whey protein film. *Journal of Food Engineering*, 47.
- Pappas, C. P., Kondyli, E., Voutsinas, L. P., Malatou, H.,** (1996). Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, organoleptic and rheological properties of Feta cheese. *International of Journal Dairy Technology*, 49; 73-78.

- Polat, H.**, (2007). İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon.
- Pochat-Bohatier, C., Sanchez, J., Gontard, N.** (2005). Influence of relative humidity on carbon dioxide sorption in wheat gluten films. *Journal of food engineering*. 77 (2006) 983–991.
- Quintavalla, S., Vicini, V.**, (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62, 373–380.
- Öztop, E.**, (2007). Cam Ambalajları Endüstrisinde Kullanılan Ebişör kalıplıklarındaki Isıtma Deliklerinin Optimum Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Tasarım ve İmalat Mühendisliği, Gebze.
- Pense, M., Turnagöl, H.**, (2010). Gliserol hiperhidrasyonunun 30°C sıcaklıkta dayanıklılık koşusu süresince vücut sıvı ve elektrolit dengesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 12 (1):50–62.
- Perez-Gago MB, Nadaud P, Krochta JM.** (1999). Water vapor permeability, solubility, and tensile properties of heat-denatured versus native whey protein films. *Journal of Food Science.*, 64(6): 1034-1037.
- Riaz, M.N.**, (2001). Uses and benefits of soy fiber, *Cereal Foods World*, 46, 98-100.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. and Paganga G.**, (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2: 152-159.
- Sarıkuş, G.**, (2006). Farklı Antimikrobiyal Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi Ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Isparta.
- Sarioğlu, T., Öner, Z.**, (2006). Yenilebilir filmin kaşar peynir kaplanmasında kullanılma olanakları ve peynir kalitesi üzerine etkileri. *Gıda Dergipak*. 31 (1) 3-10.
- Sezer, E., Ayhan, Z, Çelikkol, T., Güner, F.**, (2017). Zeolit katkılı aktif polietilen ambalaj malzemesinin kivi meyvesinin kalite özellikleri ve raf ömrüne etkisi. *Gıda*, 42 (3): 277-286 doi: 10.15237/gida.GD16108.

- Sezgin, N.** (2006). Adaçayı (*Salvia spp.*) bitkisinde antioksidan maddelerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Shah, M. A. Bosco, S.J.D., Mir, S.A.,** (2014). “Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products”. *Meat Science*, 98(1), 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
- Smithers, G.W., Ballard, F.J., Copeland, A.D., De Silva, K.J., Dionysius., D.A., Francis, G.L., Goddard, C., Grieve, P.A., McIntosh. G.H., Mitchell, I.R., Pearce and G.O. Regester. R.J.,** (1996). New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *Journal of Dairy Science* ,79 (8) 1454- 1459.
- Tanada-Palmu, P. S., Grosso, C. R. F.,** (2004). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Department of Food and Nutrition, Faculty of Food Engineering, State University of Campinas, Brazil.
- Temiz, H., Faruk, A.,** (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2006 (2) 41-50.
- Terra, X., Larrea, JF., Pujadas, G.,** (2009). Inhibitory effects of grape seed procyanidins on foam cell formation in vitro. *Food Chem Toxicology*; 57: 2588–94.
- Tharanathan, R.N.,** (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*, 14: 71-78.
- Üçüncü M.,** (2004). *A'dan Z'ye peynir teknolojisi*. Meta Basım Matbaacılık. İzmir.
- Üçüncü, M.,** (2000). Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, 690 s.
- Üstünlü, Z.,** (2009). edible films and coatings for meat and poultry. in edible films and coatings for food applications, (Ed; by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg), London New York, 403p.
- Varzokas, T., Tzia, V.,** (Eds.). (2016). *Handbook of Food Processing: Food Preservation*. London, New York : CRC Press.
- Wanasundara, U. N.; Shahidi, F.,** (1998). Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, v. 63, n. 3, p. 335-342.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö.,** (2013). İçme sütlerinde sterilizasyon ve UHT süt teknikleri. Ege Üniversitesi, Süt Teknolojileri Bölümü, Bornova.

- Yaman, T.** (2013). Nohut nişastası bazlı yenilebilir film ile kaplanmış nar tanelerinin kalite değerlendirmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Yavuz, H. T.,** (2013). Ambalajlardan dipropilen glikol diakrilat ve tripropilen glikol diakrilat migrasyonunun belirlenmesi ve kağıt ambalajlarda potansiyel risklerin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yaygın, H., Toklu G.Ş.,** (2000). Süt Ürünleri Üretiminde Starter Kültürler. *VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*, Tekirdağ.
- Yoshida, C. M. P., Antunes, A.J.** (2004). Characterization of whey protein emulsion films. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. Brazil. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-66322004000200014>.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılının 21 Mart'ında İstanbul'da doğdu. İlk ve ortaokulu Silivri'de Hasan Özvarnalı İlk Öğretim okulunda okudu. Liseyi Balkan Lisesi'nde tamamladı. Lisansı İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Aynı dönem özel öğrenci statüsünde %50 burslu yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılından itibaren Kaya Kardeşler Un ve Gıda San. Tic. A.Ş.'de Gıda Mühendisi ve C sınıfı İş Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaya devam ediyor.