

***Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) İçeren Pektin
Kaynaklı Biyobozunur Filmlerin Plastik Ambalajlara Alternatif
Olarak Kullanımının Araştırılması**

INVESTIGATION OF THE USE OF PECTIN-BASED BIODEGRADABLE FILM
CONTAINING *MORINGA OLEIFERA* LAM. (MORINGACEAE) AS AN
ALTERNATIVE TO PLASTIC PACKAGING



**ANTALYA
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ**

Merve Hilal DEMİRKAN^{1*} Zeynep MOSCHİNİ²

^{1,2}Gaziantep Nuray Tuncay Kara Bilim ve Sanat Merkezi, Gaziantep, Türkiye

^{1,2}Gaziantep Nuray Tuncay Kara Scient and Art Center, Gaziantep, Türkiye

*mhilal.demirkan@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5606-4706

zeynepmoschini@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6403-0335

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFORMATION

Geliş Tarihi / Date Received

14.04.2022

Kabul Tarihi / Date Accepted

17.08.2022

Yayın Tarihi / Date Published

Ağustos / August 2023

Yayın Sezonu / Pub Date Season

Ağustos - Ocak / August - January

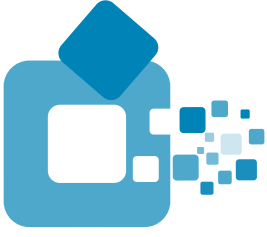
ATIF / CITE as

Demirkan, M.D., Moschini, Z., (2023). "*Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) İçeren Pektin Kaynaklı Biyobozunur Filmlerin Plastik Ambalajlara Alternatif Olarak Kullanımının Araştırılması"/ "Investigation of the Use of Pectin-Based Biodegradable Film Containing *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) as an Alternative to Plastic Packaging". Bilar: Bilim Armonisi Dergisi, 6 (1): 12-24. doi: 10.37215/bilar.1103693

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bilar>

Copyright © Published by Antalya İl Millî Eğitim Müdürlüğü Since 2018, Antalya, 07100 Turkey. All rights reserved.





***Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) İçeren Pektin
Kaynaklı Biyobozunur Filmlerin Plastik Ambalajlara Alternatif
Olarak Kullanımının Araştırılması**

INVESTIGATION OF THE USE OF PECTIN-BASED BIODEGRADABLE FILM
CONTAINING *MORINGA OLEIFERA* LAM. (MORINGACEAE) AS AN
ALTERNATIVE TO PLASTIC PACKAGING



**ANTALYA
İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ**

ÖZET

Bu çalışmada limon kabukları pektin kaynaklı film eldesinde değerlendirilmiş; elde edilen filmlere *Moringa oleifera* yaprak özütü eklenerek filmlerin mekaniksel, biyobozunurluk, optik ve gıda nem içeriğini koruma özelliklerinin artırılması sağlanmıştır. Pektinin elde edilme aşamasında mikrodalga ve klasik ekstraksiyon yöntemleri kullanılmış, 20'şer g limon kabuğu 500 µm ölçekli elekten geçirilerek, limon tuzu (sitrik asit) ile asitlendirilmiş pH'ın 2 olduğu çözeltide ekstrakt edilmiştir. *Moringa oleifera* bitkisi yaprakları %70'lik etanolde manyetik karıştırıcıda 24 saat karıştırılmış, süzölmüş ve 70 °C dönerli buharlaştırıcıda organik çözeltisi uzaklaştırılarak ekstrakt edilmiştir. *Moringa oleifera* bitkisi yaprakları özütü her iki yöntemle elde edilen pektin kaynaklı filmlere, film çözeltisinin toplam hacmine göre %0, %5, %10, %15 oranlarında ilave edilmiştir. Çalışmanın sonunda film çözeltisinin toplam hacmine göre %15MYÖ içeren klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pektin kaynaklı filmlerin plastik ambalajlar kadar kullanıma elverişli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma 2021 dönemi 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması'nda sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Biyobozunur film, sürdürülebilir ambalaj, ekoloji, *Moringa oleifera*, atık gıda

ABSTRACT

In this study, lemon peels were used in the production of pectin-based film; the mechanical, biodegradable, optical and food moisture content preservation properties of the films were increased by adding *Moringa oleifera* leaf extract. Microwave and classical extraction methods were used in the process of obtaining pectin, 20 g of lemon peel was sieved through a 500 µm sieve and extracted in a solution acidified with lemon salt (citric acid) at a pH of 2. *Moringa oleifera* plant leaves were mixed in 70% ethanol in a magnetic stirrer for 24 hours, filtered and extracted by removing the organic solution in a 70 °C rotary evaporator. *Moringa oleifera* plant leaves extract (MO) were added to the pectin-based films obtained by both methods at the rates of 0%, 5%, 10%, 15%, according to the total volume of the film solution. At the end of the study, it was determined that the pectin-based films obtained by the classical extraction method containing 15%MO according to the total volume of the film solution are as suitable for use as plastic packaging. This study was presented at 2021 term 2204-B Secondary School Students Research Projects Competition.

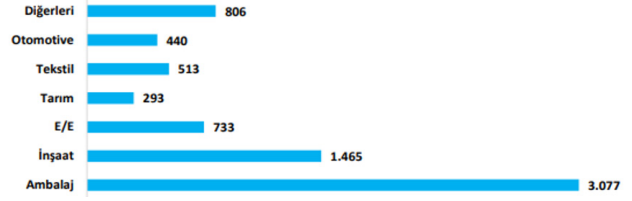
Keywords: Biodegradable film, sustainable packaging, *Moringa oleifera*, food waste

1. GİRİŞ

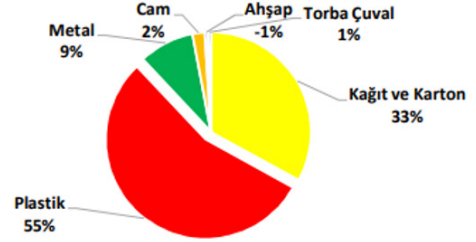
1.1. Plastik Çeşitleri ve Ambalaj Malzemesi Olarak Plastik Kullanımı

Plastik, Yunanca bir kelime olan ve döküme uygun anlamındaki plastikos kelimesinden gelmektedir. Doğada kendiliğinden bulunmayan ve yapay olarak üretilen plastik kömür, petrol ya da doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Rafineri işleminden geçen bu hammaddeler, monomerlere yani küçük moleküllere çevrilmekte ve sonrasında bu moleküller zincir oluşturacak biçimde polimerizasyon işlemine tabi tutulmaktadır (Civelek 2019, 19). Isıyla karşılaştığında eriyen ve sonra soğutulma işlemi ile sertleşen (termoplastik) ve kalıplanma işlemi sonrası tekrar eritemeyen (termosetler) olmak üzere iki ana gruba ayrılan plastikler, kimyasal formüllerinin kısaltması ile anılırlar ve çok çeşitlidirler. Termo plastiklere örnek olarak, Akrilonitril bütadien stiren (ABS), Polivinilklorür (PVC), Polietilen tereftalat (PET); termoset plastiklere örnek olarak ise Poliüretan (PUR), Epoxide (EP), Politetrafloroetilen (PTFE) verilebilir.

Bakalitin yani sentetik reçinenin icadı ile 1907 yılında plastiğin kullanım alanı yaygınlaşmış, sanayi devriminin sonrasında ise plastik daha da çok kullanılan bir madde olmuştur (Kayan ve Küçük 2020, 406). Günümüzde çok dayanıklı, sağlam ve hafif olması sebebiyle plastik: yapı ve inşaat, ulaşım, elektrik ve elektronik ile sağlık sektörü gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ambalaj ve paketleme sanayi ise plastiklerin en çok kullanıldığı alanlardandır. Şekil 1’de de gösterildiği gibi, 2020 Türkiye Plastik Ambalaj Sektörü Raporuna göre 2020 yılının ilk dokuz aylık döneminde toplam 7,3 milyon tonluk plastik mamul üretimi içinde, plastik ambalaj üretimi 3,07 milyon ton ile ilk sırada yer almaktadır (PAGEV 2020). Ancak, plastik ambalaj üretim oranı yüksek olsa da plastik ambalaj ithalatı, ambalaj sektörü ithalatı içinde en yüksek paya sahiptir. Şekil 2’de de gösterildiği gibi, %55’lik oranla plastik ambalaj malzemeleri en yüksek oranda ithal edilen ambalaj çeşidi olarak yerini almaktadır (PAGEV 2020).



Şekil 1. Alt sektörler bazında plastik mamul üretimi (PAGEV, Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2020/3 2020)



Şekil 2. Türkiye Ambalaj İthalatının Malzemeler İtibariyle Dağılımı (PAGEV, Plastik Sektör Raporu 2020- Ocak -Eylül 2020)

1.1.1. Dünya'nın Plastik Atık Gerçeği

Plastik günlük hayatımız için çok kullanışlı bir malzemedir, ancak üretiminden, tüketimine ve doğada yok oluşuna kadar çevreye çok zarar vermektedir. Plastik ayak izi uygulamaları dünya genelinde temel plastik malzemelerin tüketimi göz önünde bulundurularak hesaplandığında yıllık ortalama plastik tüketiminin 50 kg olduğunu göstermektedir (Omnicalculator t.y.). Ancak, özellikle plastik ambalaj malzemeleri; kullan-at anlayışı sebebiyle ve kullanıcıya ürün ulaştıktan sonra atık haline gelmektedirler (Kayan ve Küçük 2020, 410). Plastik atıkların %40'ı ise ambalaj atığıdır (Kahraman 2015, 61). Plastikler ve özellikle plastik ambalaj atıkları geri dönüşümleri sağlanmazsa çevre kirliliğinde büyük rol oynarlar. Çünkü plastikler biyoçözünür değildir ve atık olarak çevre kirliliğine yol açıp ekosistemin dengesini bozarlar.

Örneğin, deniz kirliliğinin başlıca sebeplerinden olan plastik atıkların dünyadaki denizler içindeki oranı değişmektedir ama ortalama olarak deniz çöpünün %60 ile %80'ini plastik atıklar oluşturmaktadır (Derraik 2002, 843). Ayrıca doğada hemen yok olmayan plastikler doğada farklı yerlerde farklı şekillerde bulunabilirler; yani doğaya atılan plastik tükettiğimiz hayvanlar tarafından yenilebilirler, içtiğimiz sulara ya da havaya karışabilirler. Dünyaca ünlü sivil toplum

kuruluşu Greenpeace'in raporlarına göre plastiğin doğada hayvanlara verdiği zarar ise çok büyüktür. Hayvanların çoğu doğaya atılan plastikleri tüketmektedir. Örneğin 10 deniz kuşundan 9'u, 3 su kaplumbağasından 1'i ve balinaların ve yunusların yarısından fazlası plastikleri yutmaktadır (Greenpeace 2019). Besin piramidi ile bu plastikler dolaylı olarak diğer canlıların yapısına da geçmektedir. Ülkemizin de kıyısında bulunduğu Akdeniz kıyılarındaki atıkların ise %95'ini plastik maddeler oluşturuyor, bu nedenle WWF (Dünya Doğayı Koruma Vakfı) tarafından yayınlanan rapor, Akdeniz'i "plastik denizi" olarak adlandırmaktadır (WWF 2018). Aynı rapora göre, tüm dünyada olduğu gibi Akdeniz'de yaşayan hayvanlar da plastiklerden zarar görmekte, plastik atıklar 134 tür deniz canlısının besini haline gelmektedir (WWF 2018).

1.1.2. Alternatif Gıda Ambalajları

Yüksek atık oranı ve çevreye verdiği zarardan dolayı, plastik ambalaja alternatif olarak gıda ambalajlarında raf ömrünü uzatacak, çevre dostu, yenilebilir veya biyobozunurluğu sayesinde doğada plastiğe oranla daha hızlı parçalanan biyobozunur polimer ambalaj kullanımı bir çözüm sunmaktadır (Kayaardı vd. 2016). "Bir maddenin, mikroorganizmaların enzimatik aktiviteleri ile karbondioksite, metana, suya ve inorganik bileşiklere dönüşmesine" biyobozunurluk denir (Karakuş ve Zehra 2019, 1009). Biyobozunur polimerler ise bakteri, mantar veya alg gibi mikroorganizmalar sayesinde çevre sorununa yol açmayan bir döngü içinde yer almaktadırlar (Kılınç vd. 2017, 989).

Biyobozunur polimer ambalajlama gıda güvenliği ve kalitesi konularının önem kazanmasıyla eş zamanlı gelişmektedir ancak çok eski tarihlerde de kullanılmıştır. 12. Yüzyılda Çin'de turuncgillerin mumla kaplanması ya da 15. yüzyılın sonlarında, Japonya'da kaynatılmış soya sütünden elde edilen yenilebilir film Yuba buna örnek olarak gösterilebilir (Tural vd. 2017, 85). Son yıllarda ise Çizelge 1'de görüldüğü üzere biyobozunur materyallerin gıda ambalajlamasında kullanılması yönünde çok kapsamlı çalışmalar yapılmıştır (Söbeli vd. 2019, 62).

Çizelge 1. Biyobozunur Materyallerin Gıda Ambalajlanmasında Kullanılması (Söbeli vd. 2019, 62).	
Biyobozunur materyal	Kullanılan Gıda
PLA(Polikaktat)	Yeşil biber, kaşık marul, böğürtlen, yoğurt, portakal suyu
Polihidroksibütirat (PHB)	Portakal suyu, salata sosu
Niştasta	Taze dana eti, taze kereviz, çikolata, organik domates
Niştasta bazlı torbalar	Meyve ve sebzeler, ekmek
Kitosan, selüloz ve polikaprolakton katmanı	Taze ürünler (marul, brokoli, domates ve tatlı mısır)

Üç ana gruba ayrılan, gıda ambalaj materyallerinde kullanılan biyobozunur polimerlerin kimyasal yapıları birbirinden farklıdır ve bu nedenle nem kaybı, oksijen geçişi açısından farklı özellikler göstermektedirler (Kılınç vd. 2017), (Söbeli vd. 2019, 60):

a) Polisakkarit kökenli kaplamalar: Gaz geçirgenlikleri düşüktür, nem içeriğini koruyucu yapıdadırlar. Bu kaplamaların elde edildiği maddelere örnek olarak selüloz, pektin, kitin, niştasta, yosun verilebilir.

b) Protein kökenli kaplamalar: Yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olan protein bazlı kaplamalar bitkisel veya hayvansal kökenli proteinlerden elde edilebilir. Mısır zeini, yer fıstığı, keratin, jelatin örnek olarak verilebilir.

c) Lipit kökenli kaplamalar: Hidrofobik yapıdadırlar, Meyve ve sebzelerin kaplamasında kullanılan parafin, balmumu lipit kökenli kaplamalardandır.

Yanı sıra, biyobozunur ambalajlara eklenen antioksidan ve antimikrobiyal bileşikler gıda bozulmalarını engellemek için kullanılmaktadır. Aktif ambalajlama yöntemi olarak da adlandırılan bu yöntem ile ürünün raf ömrünün uzaması ve gıda güvenliğinin sağlanması hedeflenmektedir (Çelikel ve Akın 2017, 51). Bu bileşenlerin eklenmesi ile gıdaların tüketici sağlığı üzerine etkisi de gelişmektedir (Tural vd. 2017, 87).

1.2. Gıda Atıklarının Geri Kazanılması: Limon Atıklarından Biyobozunur Ambalaj Eldesi

Türkiye'nin Gıda Kayıpları ve İsrafını Önlenmesi, Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı'na göre hem tüketim hem üretim açısından sürdürülebilir gıda sistemine katkıda bulunmak Türkiye'nin hedefidir.

Bu kapsamda gıda atıklarının ayrı toplanması, organik atıkların uygun teknolojiler kullanılarak işlenmesi ve gıda atıklarının geri kazanılması yönünde eylemler belirlenmiştir. (Türkiye'nin Gıda Kayıpları ve İsrafını Önlenmesi, Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2020) Büyük şehirlerde kişi başı üretilen günlük 1.17kg çöp miktarının yaklaşık %50-60'ı organik atıktır (Sıfır Atık t.y.). Organik atıklar kapsamında ele alınan, mutfak atıkları geri dönüşüm ile ekonomik değer kazanır, ülke ekonomisine katkı sağlar.

Gıda atıklarının geri değerlendirilmesinde bu atıklardan biyobozunur ambalaj elde edilmesi de sürdürülebilir gıda sistemi için önem taşımaktadır. Bu alanda yapılan bilimsel çalışmalar, portakal ve limon gibi narenciye kabuklarının, patates ya da nar kabuklarının, kaju kabuğu nişastası gibi gıda atıklarının biyobozunur ambalaj yapımında kullanıldığını göstermektedir (Karakuş ve Zehra 2019). Çizelge 2 incelendiğinde farklı gıda atık maddelerinin, farklı dolgu malzemeleri ve aktif bileşenlerle ve genellikle çözelti dökme yöntemi uygulanarak film üretiminde kullanıldığı görülmektedir.

Çizelge 2. Farklı Gıda Atıklarından Ambalaj Malzemesi Elde Edilmesi ile İlgili Bilimsel Çalışmaları (Karakuş ve Zehra 2019, 1012).		
Film/Malzeme Elde Edilen Atık Kaynağı	Dolgu Malzemesi/ Aktif Bileşen	Film/Malzeme Üretim Yöntemi
Mısır Nişastası	Kristal nano kitin	Saf su, %7 (w/v) mısırdan elde edilen nişasta, %3 (w/v) gliserol, 50°C'de sıcak su banyosunda karıştırma, farklı oranlarda kristal nano kitin ilavesi, ultrasonik su banyosunda karıştırma, çözelti dökme yöntemi ile film üretimi, 45°C'de kurutma, %53 bağıl nemde şartlandırma
Kaju Kabuğu Nişastası	Cevizden elde edilen kristal selüloz	Farklı oranlarda kaju kabuğu nişastası, 90°C'de karıştırma, ceviz kabuğundan elde edilen farklı oranlarda kristal selüloz, %1.2 sitrik asit ve %1.25 (w/w) gliserol ilavesi, oda sıcaklığında karıştırma, çözelti dökme yöntemine göre film üretimi, 40°C'de kurutma
Limon Kabuğu Patates Kabuğu	Karanfil esansiyel yağı	%5 (w/v) limon ve portakal kabuğu, oda sıcaklığında karıştırma, farklı sürelerde ultrasonik su banyosunda karıştırma, 90°C'de homojenize etme, %4 (v/v) gliserol ve %2 (v/v) yumurta sarısı ilavesi, çözelti dökme yöntemine göre film üretimi, 50°C'de kurutma, %2'lik CaCl ₂ çözeltisine daldırma, %55 bağıl nemde şartlandırma (Optimum olarak seçilen filmin yapısına karanfil esansiyel yağı eklemek)

Bir gıda atığı olarak değerlendirilen ve ambalaj malzemesi olarak kullanılabilen limon Türkiye'de portakaldan sonra en çok tüketilen narenciye türüdür. Eysel atıklar içinde de her mevsim tüketilmektedir. Ülkemiz limon üretiminde dünyada altıncı sırada yer almaktadır. Yarısından fazlası Mersin ilinde gerçekleşen limon üretiminin

yıllık üretimi bir milyon tonu geçmektedir (Limon Raporu/2019 2020). Çizelge 3'e bakıldığında 2014 yılından 2018 yılına kadar limon üretimini her yıl arttığı görülür.

Çizelge 3. Limon Üretimi (TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 2020)										
İLLER	2014		2015		2016		2017		2018	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Mersin	414.499	57.15	450.878	60.07	587.392	69.06	613.873	60.95	656.440	59.68
Adana	132.953	18.33	131.955	17.58	120.823	14.20	216.032	21.45	238.845	27.71
Muğla	60.411	8.33	54.556	7.27	52.651	6.19	65.933	6.55	99.840	9.08
Antalya	73.369	10.12	71.046	9.47	55.605	6.54	65.065	6.16	54.318	4.94
Hatay	40.556	5.59	38.856	5.18	31.317	3.68	46.430	4.61	47.119	4.28
Diğer İller	3.442	0.47	3.259	0.43	2.812	0.33	2.800	0.28	3.438	0.31
Toplam	725.230	100	750.550	100	850.600	100	1.007.133	100	1.100.000	100

Ortalama 100-120 gram olan limonun yaklaşık yarısı yani 50-60 gramını kabuk oluşturur ve Çizelge 4'te görüldüğü üzere limon kabuğunun kimyasal yapısı çok zengindir (Topal vd. 2011, 266).

Çizelge 4. Limon kabuğunun kimyasal özellikleri (Topal vd. 2011, 266).	
Bileşen	(%)
Nem	8.0
Kül	6.5
Toplam Karbonhidrat	76.0
İndirgen Şekerler	7.8
Pektin	23.0
Holoseülüz	42.8
Hemiselülüz	60.0
Toplam Protein	0.9
Toplam Yağ	0.2

Limon kabuğu evsel atık olarak düşünülse de çok farklı alanlarda kullanılabilir. Örneğin limon kabuğundan yağ elde edilebilir; kabuktaki yağ oranı %5 ve %7 arasındadır (Turhan vd. 2006, 74). Literatür araştırması yapıldığında limon kabuğunun, patates nişastası ile gıda paketlenmesinde (Dash vd. 2019), kaplama olarak sarıyüzgeç tuna balığının raf ömrünün uzatılmasında (Sabu vd. 2020), soya ile birlikte peynir koruyucu (Al-Sahlany 2017) olmak üzere çalışıldığı görülmektedir. Bunlardan biri de limon kabuğunun ambalaj filmi olarak değerlendirilmesidir (Bahtimur 2018).

Bu çalışma ile ülkemizde ilk kez Gaziantep ilinde yetişmekte olan ve yüksek fenolik içeriğesahip Moringa oleifera bitkisi yapraklarının biyobozunur film yapımında kullanılarak; filmin mekaniksel, nem geçirgenliği, optik özelliği ve biyobozunurluk üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.2.1. Biyobozunur Ambalajlar ve Antioksidanlar

Canlılar için hayati önemi olan oksijen molekülünün hücrelere yeteri kadar gelmediği zamanlarda, hücrelerde Reaktif Oksijen Türleri ve Serbest Radikaller (SR) artar, bu olaya “oksidatif stres” denir (Güleşçi ve İmdat 2016, 112). İnsan vücudunun en küçük birimi olan hücrelerin zarar görmesini önlemede önemli bir rol oynayan antioksidanlar oksidatif stresi kaldırmaya yarayan maddelerdir.

Antioksidanlar oksidatif stres sebebiyle oluşabilecek zincir reaksiyonları ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilen kanser gibi hasarları engelleyebilirler (Karabulut ve Şükrü 2016, 66). Antioksidanlar aktif paketlenme ve ambalaj sektöründe de değerlendirilmektedir. Filmlere eklenen antioksidan ajanlarının ambalaj üzerinden salınımı ile aktivasyonu sağlanır. Paketlenmiş ürünün raf ömrünü uzatan, tat ya da aroma kaybının azalmasına yardımcı olan, ürünün renk değişimi yani esmerleşme süresini uzatan antioksidanlı ambalajlar bulunmaktadır (Temiz ve Yeşilsu 2006). Bu kapsamda gıda kalitesini artırmaya yönelik ve lipid oksidasyonu engelleyici farklı araştırmalar yapılmıştır (Kodal 2008).

1.2.2. Mucize Bitki; *Moringa oleifera*

Moringa oleifera bitkisinin anavatanı Kuzey Hindistan’dır, bitki Moringaceae familyasına aittir ve bilimsel adı *Moringa oleifera*’dır. Hindistan ve Filipinler’de yağlı besinleri daha uzun süre koruyabilmek için köy halkı doğal antioksidan olan *Moringa oleifera* yapraklarını kullanmaktadır (Mohdaly vd. 2009). Bitki çok yıllık bir ağaç olarak bilinmekte olup hızlı büyümesi kuraklığa dayanabilmesi ve besin içeriği açısından zengin olması ile farklı alanlarda kullanılmaktadır (Ibrahima ve Figen 2019, 145). *Moringa oleifera*’nın Şekil 3’te yaprağı, çiçeği ve baklası görülmektedir.



Şekil 3. *Moringa oleifera* (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı t.y).

Halk arasında “Mucize Bitki” olarak da bilinmektedir. *Moringa oleifera* bitkisine mucize bitki denilmesinin sebebi tohumundan köküne, sapına kadar bitkinin her parçasından yararlanılması ve hemen hemen her bölümünün farklı bir değerinin olmasıdır. *Moringa oleifera* bitkisinin şu ana kadar bilinen 13 türü bulunmaktadır. *Moringa oleifera* bitkisi beslenme açısından zengindir bünyesinde yüksek protein, kalsiyum, potasyum, selenyum, C vitamini, A,E ve B vitaminlerini barındırır. *Moringa oleifera* üzerine farklı mevsimlerde yapılan araştırmalara göre, antioksidan değeri en yüksek olan kısım *Moringa oleifera* bitkisinin yapraklarıdır (Shih vd. 2011). Bu veriler doğrultusunda araştırmada *Moringa oleifera* bitkisinin, antioksidan değerinin en yüksek olduğu yaprak kısımları kullanılmıştır.

Mucize bitki *Moringa oleifera*’nın farklı bölümleri çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Çizelge 5 bu kullanım alanlarını göstermektedir (Ibrahima ve Figen 2019, 145).

Çizelge 5. <i>Moringa</i> ’nın Kullanım Alanları (Ibrahima ve Figen 2019, 145)	
Kullanım Alanı	Kullanım Şekli
Gıda	<i>Moringa</i> yaprakları, tohumları, genç sapsı, kökler ve sapsı baharat olarak (toz halinde) veya salata gibi (taze halinde) tüketilebilmektedir.
Hayvan Besleme	<i>Moringa</i> ’nın besleyici özellikleri nedeniyle çok iyi bir yem kaynağıdır. Hayvan beslemede yeme veya suya ilave edilerek kullanılmaktadır. Taze veya kuru ot, silaj, un ve küspe şekillerinde kullanılabilir.
Sanayi	Su arıtımı, atık sudan yosun (<i>Spirulina</i>) eldesi organik gübre üretiminde (yapraklarından sitokin hormonu), parfüm üretiminde, yağ sanayisinde katkı maddesi (antioksidan) olarak kullanılmaktadır.
Tıbbi ve ilaç özellikleri	Çocuklarda yetersiz beslenmenin önlenmesinde, raşitizm, bronşit, ateş, baş ağrısı, nevrjji tedavilerinde kullanılmaktadır; Diyabetli yetişkinlerde şeker seviyelerini dengelemek için kullanılır.

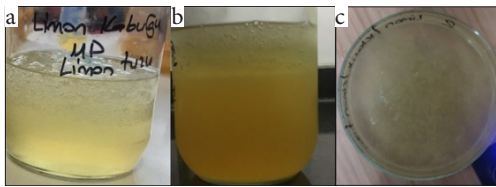
Bir tarım ürünü olan *Moringa oleifera* Türkiye’de üretimi çok sınırlıdır. 2017 yılında “Mucize Bitki” *Moringa*’nın Kadın Çiftçilerle Türkiye Tarımına Kazandırılması” projesi ile Gaziantep ilinde *Moringa oleifera* üretimi yönünde çalışmalar başlatılmıştır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı t.y).

Bu araştırmada plastik ambalaj kullanımını azaltmak için biyolojik olarak parçalanabilen, sürdürülebilir gıda ambalajlamasını amaçlayan, aynı zamanda gıdayı koruyan alternatif bir ambalaj malzemesi üretilebilir mi sorusuna, bitki özütleri ve gıda artıklarından oluşturulan filmler ile çözüm aranmıştır. Bu çalışmada “Yüksek polifenolik içeriğe sahip mucizevi bitki *Moringa oleifera* yaprak özütleri içeren pektin kaynaklı biyobozunur filmler, plastik ambalajlara alternatif olabilir” hipotezi test edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Atık Limon Kabuklarından Pektin Eldesi

Yerel halk marketlerinden alınan limonlar tüketildikten sonra gıda atığı olan kabukları yıkanmış ve oda sıcaklığında 3-4 gün kurutulmuştur. Kuruyan limon kabukları rondodan geçirilerek öğütülmüş ve 500 µm büyüklüğündeki elekten geçirilerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen limon kabuklarından hem klasik ekstraksiyon yöntemi ile hem de mikrodalga yöntemi ile pektin elde edilmiştir. Klasik ekstraksiyon yönteminde elekten geçirilen 20 g limon kabuğu 300 ml su ve 90 g limon tuzu (sitrik asit) ile pH'ın 2 olduğu çözeltide 300 rpm hızda 85 °C sıcaklıkta manyetik karıştırıcıda 90 dakika boyunca karıştırılmıştır. Mikrodalga yönteminde ise 20 g limon kabuğu 300 ml su ve 90 g limon tuzu (sitrik asit) ile hazırlanmış pH'ı 2 olan çözeltide 300 W mikrodalga gücünde 90 s ekstrakt edilmiştir. Her iki yöntem sonucu elde edilen ekstraksiyonlar süzümüştür. İstenilen sıcaklığa ulaşan süzüntülerin içerisine eşit hacimde %96'lık etanol ilave edilmiş ve pektinin çökmesi için 24 saat boyunca 4 °C' de bekletilmiştir (Şekil 4-a). Bekletilen süzüntülerdeki çöken pektin (Şekil 4-b) süzümüş, sırası ile %96'lık etanol, %70'lik asidik etanol ve %70'lik etanol ile yıkanmış ve petri kaplarına alınarak oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır (Şekil 4-c). Limon kabuklarından elde edilen pektin verimleri Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Pektin verimi (%) = (Pektin miktarı, gram / Örnek miktarı, gram) x 100 (1)

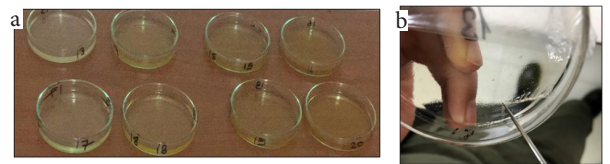


Şekil 4. a. 24 saat Bekletilen Pektin b. Çöken Pektin c. Pektin Süzüntüsü

2.1.1. *Moringa oleifera* Yaprak Özütünün Çıkarılması ve *Moringa oleifera* Yaprak Özütü İçeren Pektin Bazlı Biyobozunur Filmlerin Hazırlanması

Moringa oleifera yaprak tozları, "Mucize Bitki *Moringa*'nın Kadın Çiftçilerle Türkiye Tarımına Kazandırılması Projesi" kapsamında Gaziantep Üniversitesi Nurdağı Meslek Yüksekokulu Uygulama Arazisi'nden temin edilmiştir. Hasat edilen *Moringa oleifera* yaprakları gölgede doğal koşullarda kurutulmuştur. 30 g *Moringa* yaprağı 600 µm büyüklüğündeki elekten geçirilmiştir. *Moringa oleifera* yaprakları, %70'lik etanolde (1:20, a/h) ile 24 saat oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Elde edilen MYÖ 12.5 cm'lik filtre kağıtları ile süzümüştür. Süzüntüdeki organik çözücüler 70 °C'de dönerli buharlaştırıcı ile uzaklaştırılmıştır. Elde edilen süzüntü tekrar 12.5 cm'lik filtre kağıtları ile süzümüştür. Hava ile temas etmeyen karanlık bir ortamda -18 °C' de işlem süresine kadar bekletilmiştir.

Biyobozunur film eldesi için gıda atığı olan limon kabuklarından farklı yöntemler ile elde edilen pektinler (%2, a/h), saf suda 70 °C'ye kadar ısıtılarak karıştırılmıştır. Çözelti homojen bir hal aldığı anda çözelti içerisine plastikleştirici olarak 70 °C'de gliserol (%2, a/h) eklenerek karıştırılmaya devam edilmiştir. Her iki yöntem ile elde edilen pektin çözeltileri içerisine antioksidan özellik gösteren MYÖ sulu ekstraktından, çözeltinin toplam hacmine göre %0, %5, %10, %15 oranlarında katılmıştır. Çözeltiler ~7 cm çaplı petri kaplarına dökülmüş (Şekil 5-a), petri kapları numaralandırılmıştır (Şekil 5-b). Filmler oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruduktan sonra elde edilen filmlerin optik, kalınlık, yapışkanlık, sertlik, biyobozunurluk, antioksidan tayinleri, filmlerin kaşar peynirine uygulanması analizleri yapılmıştır.



Şekil 5. a. Filmlerin Petri Kaplarına Dökülmesi b. Kuruması

2.1.2. Film Kalınlıklarının Ölçülmesi ve Mekaniksel Özellik Analizleri

Elde edilen 8 adet film petri kaplarından çıkarılarak 5 farklı noktasından kalınlıkları 0,01 mm duyarlılıklı dijital kumpas (BTS Electronic Digital Caliper) ile ölçülmüştür. Bu değerlerin ortalaması alınarak film kalınlıkları hesaplanmıştır. Filmlerin mekaniksel özellikleri için, yapışkanlık ve sertlikleri analiz edilmiştir. Analiz cihazı olarak TA-XTPlus Tektür Analiz cihazı (Stable Micro Systems, Surrey, UK) kullanılmıştır. Bunun için P/2 silindirik probe ve 30 kg load cell kullanılmıştır. Test hızı 0,5 mm/s, mesafe 0,1 mm ve tetikleme kuvveti bir gram olacak şekilde filmlerin 5 farklı pozisyonda oda sıcaklığında ölçümleri alınmıştır. Elde edilen grafiğin tepe noktasından sertlik, negatif alandan da yapışkanlık değerleri elde edilmiştir. Filmlerin kopmada uzama ve esneklik tayinleri uygun başlıkta çıkan arıza sebebi ile yapılamamıştır. Testler her film için 3'er kez uygulanmıştır.

2.2. Filmlerin Optik Özelliklerinin İncelenmesi ve Antioksidan Aktivesi Analizi

Filmlerin Hunter L, a*, b* değerleri rastgele 5 farklı pozisyonlarından ölçülmüştür. Ölçüm için HunterLab ColorFlex spektrokolorimetre (Model A60-1010-615, Hunter Association Lab. Inc. Reston, VA, USA) kullanılmıştır. Kolorimetreden siyahlık ve beyazlık gösteren L*, (+) değer ise kırmızı, (-) değer ise yeşili belirten a* ve (+) değer ise sarıyı, (-) değer ise maviyi belirten b* değerleri okunmuştur. Okunan değerlerden toplam renk farkı değeri (ΔE^*) Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Galus, Uchański ve Lenart, 2013).

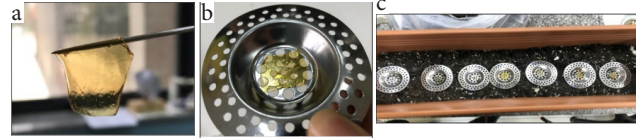
$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

$$(L^* = 93,01, a^* = -1,11, b^* = 1,30) \quad (2)$$

Filmlerin antioksidan tayinleri; 13, 14, 15, 16 numaralı film çözeltilerinden 30 µl örnekler alınarak yapılmıştır. TAS (toplam antioksidan seviyesi), ABTS (Rel Assay KİT Yöntemi) radikal süpürme testleri kullanılarak incelenmiştir. Kalibratör olarak E vitamini türevi olan Trolox kullanılmıştır.

2.2.1. Filmlerin Biyobozunurluk Analizi

Mikrodalga ve klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pektin bazlı biyobozunur filmler 2x2 cm boyutlarında kesilerek (Şekil 6-a) demir plakalara yerleştirilmiştir (Şekil 6-b). Daha sonra evsel atıklardan elde edilen sebze kompostu 62x17x9 cm büyüklüğündeki bir saksıya döküldü. Filmler saksı içerisindeki toprağa gömülerek (Şekil 6-c) oda sıcaklığında 10 gün bekletilmiştir.



Şekil 6. a. Filmlerden 2x2 cm'lik Kesitlerin Alınması b. Alınan Kesit c. Toprağa Gömülen Film Kesitleri

2.2.2. Moringa oleifera Yaprak Özütü İçeren Pektin Filminin Peynire Uygulanması

Yerel bir marketten alınan kaşar peyniri 5x5x5 mm'lik ölçülerde küp şeklinde kesilmiş ve ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra 1'i plastik streç film; 3'ü elde edilen biyobozunur film kompozisyonları olmak üzere 4 adet peynir analiz için kaplanmıştır. Streç film ile kaplanan peynir bu deney için kontrol grubu (K) olarak gözlemlenmiştir. Peynirler bu analiz için streç filme, 13, 16, 17 numaralı filmlere sarılmış, 10 günlük süre ile gözlemlenmiştir (Şekil 7). Yüzde hacimsel değişimleri Eşitlik 3, yüzde kütleli değişimleri (nem kaybı) Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Hacimsel Değişim (\%)} = [(V_{ilk} - V_{son}) / V_{ilk}] \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Kütleli Değişim (\%)} = [(m_{ilk} - m_{son}) / m_{ilk}] \times 100 \quad (4)$$



Şekil 7. Peynirlerin Streç Film ve Elde Edilen Biyobozunur Filmler ile Kaplanması

3. BULGULAR

3.1. Elde Edilen Pektin Verim Analizi ve *Moringa oleifera* Yaprak Özütü Pektin Film Çözeltilerinin İçeriği

Klasik ekstraksiyon (KE) ve mikrodalga yöntemi (MD) ile limon kabuklarından elde edilen pektin verimleri Eşitlik 1 kullanılarak verim analizi yapılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Pektin Verim Analizi			
Yöntem	Kabuk Miktarı (g)	Pektin Miktarı (g)	Pektin Verimi (%)
KE	20	3.24	16
MD	20	3.76	18

Hazırlanan 8 adet film çözeltisi pektin kapları numaralandırılarak dökülmüştür. İki farklı yöntem denenerek pektinler elde edilmiş %0 oranında MYÖ içeren filmler kontrol grubu (K) olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Hazırlanan Film Çözeltilerinin Kullanılan Pektin Eldesi Yöntemi, Gliserol Miktarı, MYÖ Oranları				
FİLM	Pektin Çıkarma Yöntem	Pektin (% a/h)	Gliserol (% a/h)	MYÖ (% h/h)
13 (K)	KE	2.0	2.0	-
14	KE	2.0	2.0	5
15	KE	2.0	2.0	10
16	KE	2.0	2.0	15
17 (K)	MD	2.0	2.0	-
18	MD	2.0	2.0	5
19	MD	2.0	2.0	10
20	MD	2.0	2.0	15

3.1.1. Filmlerin Kalınlık ve Mekaniksel Özelliklerinin Ölçülmesi

Beş farklı noktadan dijital kumpas ile ölçülen film kalınlıklarının aritmetik ortalaması Çizelge 8'de gösterilmiştir. Hazırlanan MYÖ içeren pektin filmlerinin Tekstür analiz cihazında 5 farklı noktada yapılan sertlik ve yapışkanlık analizleri aritmetik ortalaması hesaplanmış ve Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8. Filmlerin Kalınlık, Sertlik, Yapışkanlık Analizleri			
Ürün	Kalınlık (mm)	Sertlik (N)	Yapışkanlık (N.s)
13(K)	0.20	8.073	0.268
14	0.19	6.343	0.280
15	0.24	3.260	0.313
16	0.21	3.04	0.320
17 (K)	0.22	8.261	0.241
18	0.18	1.873	0.262
19	0.26	1.608	0.283
20	0.23	1.498	0.298

3.1.2. Filmlerin Optik Özelliklerinin Analizleri ve Antioksidan Aktiviteleri

Hazırlanan her bir filmin L*, a* ve b* değerleri, filmler saat yönü döndürülerek rastgele 8 farklı pozisyondan ölçüldü, elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınmış ve filmlerin renk tayinleri yapılmıştır. Ayrıca Eşitlik 3 kullanılarak toplam renk değişim değerleri (ΔE^*) hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 9'da gösterilmiştir.

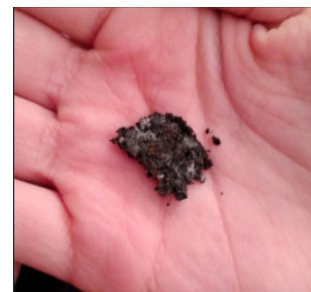
Çizelge 9. Filmlerin Optik Özellik Analizi				
Film No.	L*	a*	b*	ΔE^*
13 (K)	91.4	0.58	0.34	2.52
14	85.3	0.11	2.48	7.89
15	82.7	0.12	4.82	10.96
16	80.2	0.14	6.77	13.98
17 (K)	92.6	0.54	1.58	1.72
18	87.8	0.1	3.09	5.64
19	86.4	0.09	4.91	7.63
20	82.9	0.16	7.22	11.78

MYÖ içeren pektin film çözeltilerinden alınan 30 μ 'luk numunelere Rel Assay KİT yöntemi ile ABTS radikal temizleme aktivitesi yapılmıştır. Tayin için klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pektin film çözeltileri kullanılmıştır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Film Çözeltilerinin ve MYÖ'nün TAS Analizi (mmol Trolox Equiv./L)	
Ürün	Bulunan TAS Değeri
13(K)	2.488
14	4.256
15	4.258
16	4.282
MYÖ	4.301

3.2. Filmlerin Biyobozunurluk Analizi

Oda sıcaklığında toprağa gömülen 2x2 cm'lik film kesitleri 10 gün sonra topraktan çıkarılarak filmlerin biyolojik olarak parçalanabilirliği incelenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Günde Film Örneği (10. Gün)

3.2.1. MO Özlü Pektin Filmlerinin Peynire Uygulanması

Başlangıçtaki kütlesi ~ 750mg; hacmi ~ 125 mm³ olan K, 13, 16, 17 no'lu filmlere sarılı ve oda

sıcaklığında 10 gün bekleyen peynirler filmlerden çıkarılarak kütle ve hacimleri ölçülmüş; ölçümler 5 kez tekrar edilmiş ortalamaları alınmıştır. Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak yüzde kütle (nem) ve hacim kaybı hesaplanmıştır (Çizelge 11).

Çizelge 11. K. 13,16,17 Filmleri İle Kaplanan Peynirin Hacim Ve Kütle Değişim Yüzdesi (%)				
Ürün	V ₀₀₀ (mm ³)	m ₀₀₀ (mg)	HacimKaybı(%)	KütleKaybı (%)
13 (K)	91.4	0.58	0.34	2.52
14	85.3	0.11	2.48	7.89
15	82.7	0.12	4.82	10.96
16	80.2	0.14	6.77	13.98
17 (K)	92.6	0.54	1.58	1.72
18	87.8	0.1	3.09	5.64
19	86.4	0.09	4.91	7.63
20	82.9	0.16	7.22	11.78

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada iki yöntem kullanılarak pektin elde edilmiştir. Mikrodalga yöntemiyle daha kısa zamanda, yüksek verimli ürün elde edilmektedir (Cellat 2011, 24). Çizelge 7 incelendiğinde mikrodalga yöntem ile elde edilen pektin veriminin (%18) klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen verimden (%16) daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmada çevresel faydanın tam olarak korunması için organik bir asit olan limon tuzu (sitrik asit) kullanılmıştır. Sitrik asit kullanımının diğer asit kullanımlarına göre maddenin fizikokimyasal özellikleri üzerinde daha etkili olduğu yapılan araştırmalarda da kanıtlanmıştır (Güzel ve Akpınar 2017). Literatür tarandığında limon kabuklarından elde edilen pektin veriminin %23 olduğu görülmektedir (Topal vd. 2011, 266). Çalışmada pH'nın 2 olması verimin daha az olmasına sebep olmuştur.

Biyobozunur filmlerin, film kalınlıkları Çizelge 8 incelendiğinde 0,18-0,26 mm arasında değiştiği görülmektedir. Bu duruma petri kapları arasındaki mikrometre düzeyindeki çap farklılıklara sebep olmuştur. Biyobozunur filmlerin Moringa oleifera yaprak özüt miktarı arttıkça sertliklerinin azaldığı; yapışkanlık değerinin ise arttığı Çizelge 8'de görülmektedir. Mikrodalga yöntemi ile elde edilen biyobozunur filmlerin sertlikleri ve yapışkanlıkları klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen biyobozunur filmlere göre daha düşüktür.

MYÖ ilavesinin optik özelliklere etkisi Çizelge 9'da gösterilmektedir. Artan MYÖ miktarı ile beraber

L*değeri azalmakta filmin opaklığı artmaktadır. Polisakarit temelli filmlere bitki özlerinin eklenmesi benzer sonuçlar göstermiştir (Xu vd. 2018). Artan opaklık ambalaj için kullanıldığında besin maddesinin görünüşünü ve ışık geçirgenliğini etkileyebilir. Artan MYÖ değerleri a* değerini çok etkilemezken b* değerlerini arttırmıştır. MYÖ'nün açık kahverenginden dolayı sarılık değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan bir çalışmada benzer renkteki çay özütünün kitosan filminin opaklığında artışa sebep olması bu sonucu desteklemektedir (Siripatrawan ve Vitthayakitti 2016).

Filmlerin biyobozunurluğu incelendiğinde, biyolojik olarak parçalanabildiği doğrulanmıştır. Artan MYÖ oranının ve pektin eldesinde kullanılan farklı yöntemlerin filmlerin bozunmasında anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Benzer çalışmalarda tamamen bozunmanın 30 günden fazla sürdüğü görülmektedir (Baek ve Song 2018).

TAS Referans Değerlerinde >2,0 değeri toplam antioksidan seviyesi açısından "çok iyi" olarak ifade edilmektedir (Filgen Bioscience & Nanoscience t.y.). Çizelge 10 incelendiğinde MYÖ miktarının artması ile TAS değeri artmıştır. Kontrol grubundaki (13 No'lu film) TAS değeri ise pektin ham maddesi olarak kullanılan limon kabuklarının içeriğindeki C vitamininin (askorbik asit) fenolik özelliğinden kaynaklanmıştır (Güzel ve Karapınar 2017).

Antioksidan bitki özütleri ile desteklenen polisakarit kaynaklı biyobozunur filmler besinlerin nem içeriğini daha iyi korumaktadır (Söbeli vd. 2019, 58). Çizelge 11 incelendiğinde hacimsel kaybın çoktan aza doğru sıralanışı; K, 17, 13, 16 numaralı filmler olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda film çözeltisinin toplam hacmine göre %15 oranında MYÖ içeren filmin peyniri daha iyi koruduğu söylenebilir. Aynı zamanda klasik ekstraksiyon ile elde edilen pektin kaynaklı filmler, mikrodalga yöntemi ile elde edilen pektin kaynaklı filmlere oranla peyniri daha iyi korumuştur. Çizelge 11'de verilen kütle kayıp yüzdeleri analiz edildiğinde kütle kaybının çoktan aza doğru sıralanışı; K, 17, 13, 16 numaralı filmler olduğu gözlemlenmektedir. Film çözeltisinin toplam hacmine göre %15 MYÖ içeren filmlerin, gıdanın nem kaybını en iyi koruyan

filmler olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda film/kaplamaların artan nem içerikleri biyolojik parçalanmalarını hızlandırmaktadır (Özkök ve Caba 2019, 6).

Yapılan testler sonucunda mikrodalga yöntemi ile elde edilen pektin kaynaklı filmlerin artan MYÖ ilavesi ile sertliklerinin büyük oranda azalması, filmlerin mekaniksel olarak dayanıksız olmasına sebep olmuştur. Klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pektin kaynaklı filmlerde ise mekaniksel özellikleri, biyobozunurluğu, gıdayı koruması bakımından plastik ambalaja en iyi alternatifin film çözeltisinin toplam hacmine göre %15 MYÖ içeren 16 numaralı film olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, plastik ambalajın en çok ithal edilen ambalaj türü olması sebebiyle neden olduğu ekonomik zararın giderilmesi, ekosisteme verdiği zararların ortadan kaldırılabilmesi ve sürdürülebilir ambalaj üretiminin yaygınlaştırılması adına, zengin fenolik içeriğe sahip olan *Moringa oleifera* bitkisi yaprak özütünün kullanıldığı ve gıda atıklarından olan limon kabuklarının geri dönüşümünün sağlandığı doğa dostu bir malzeme olarak elde edilen "MYÖ içeren pektin kaynaklı biyobozunur filmler" plastik ambalaj malzemesine alternatif olarak sunulabilir ve ambalaj sektörlerinde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Al-Sahlany, G. S. (2017). "Production of biodegradable film from soy protein and essential oil of lemon peel and use it as cheese preservative". *Basrah Journal of Agriculture Sciences*, 27-35. doi: 10.33762 / bagsr.2017.134099.

Baek, S. K., Song, K. B. (2018). "Characterization of Active Biodegradable Films Based on Proso Millet Starch and Curcumin". 9-99. doi:10.1002/star.201800174.

Bahtimur, E. D. (2018). "Limon Kabuklarından Antimikrobiyal Özellikli Yenilebilir Film Üretimi ve Karakterizasyonu". Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi. Ankara-Türkiye

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (2020). "Türkiye'nin Gıda Kayıpları ve İsrafını Önlenmesi, Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı".

Cellat, K. (2011). "Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması". Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara-Türkiye

Moringa oleifera yaprakları liyofilize yöntemi ile ekstrakt edilerek filmin yapısında etil alkol olmadığı kesinleştirilebilir, *Moringa oleifera* bitkisinin verim analizi yapılabilir, filmlerin peynire uygulanmasında antimikrobiyal etkileri incelenebilir, biyobozunur filmlerin TOS (Toplam Oksidasyon Seviyesi) değeri ölçülebilir, filmlerin çekme dayanımı ve kopmada uzama analizleri yapılabilir, atık limon kabuklarının toplandığı tesisler kurulabilir, evlerde, apartmanlarda, mahallelerde, iş yerlerinde biriken gıda atıkları için gıda atık toplama tesisleri kurulabilir, plastiğin doğaya verdiği zararların büyüklüğü vurgulanarak plastiğe alternatif bozunabilir ve sürdürülebilir ambalaj ürünlerin gelişmesi ve üretilmesi sağlanabilir, gıda özelliklerine göre farklı biyobozunur filmler üretilebilir.

Civelek, B. (2019). "Plastik Ekstrüzyon Tezgaahında Polimer Malzeme Karakterizasyon Sisteminin Kurulması". Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi. Ankara-Türkiye

Çelikel, A., Akın, M. B. (2017). "Yenilebilir Filmler ve Peynir Teknolojisinde Kullanımı". *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 7 (2/2): 50-58.

Dash, K., Afzal, A., Dipannita, M. (2019). "Thorough Evaluation of Sweet Potato Starch and Lemon-waste pectin based-edible films with nano-titania incusions for food packaging applications". *International Journal of Biological*, 449-458. doi:10.1016/j.ijbiomac

Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) (2018). "Plastik kaptanından çıkış: Akdeniz'i Plastik Kaptanından Kurtarmak". Erişim adresi: <https://www.wwf.org.tr/?7820/plastik-raporu> Son Erişim Tarihi: 09.09.2021.

Filgen Bioscience & Nanoscience. (2021). "Rel Assay Diagnostics".

- Galus, S., Uchański, P., Lenart, A. (2013). "Colour, mechanical properties and water vapour permeability of pectin films". *Acta Agrophysica*, 20(3): 375-384.
- Greenpeace (2019). "Packaging away the Planet". Erişim Adresi: <https://www.greenpeace.org/usa/reports/packaging-away-the-planet-2019/> Son Erişim Tarihi: 25.12.2021
- Greenpeace, T. (2020). "Türkiye'de plastik atık ithalatı son 15 yılda 173 kat arttı". Erişim Adresi: <https://www.greenpeace.org/turkey/basin-bultenleri/turkiyede-plastik-atik-ithalati-son-15-yilda-173-kat-artti/> Son Erişim Tarihi: 18.10.2021
- Güleşçi, N., İmdat, A. (2016). "Beslenmede Yer Alan Antioksidan ve Fenolik Madde İçerikli Çerezler". *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 109-125.
- Güzel, M., Akpınar, Ö. (2017). "Turunçgil Kabuklarından Elde Edilen Pektinlerin Karakterizasyonu ve Karşılaştırılması". *Akademik Gıda*, 17-28. doi: 10.24323/akademik-gida.304274
- Güzel, M., Karapınar, Ö. (2017). "Turunçgil Kabuklarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi". *Dergipark*, 153-167.
- Ibrahima, F. I., Figen, K. (2019). "Moringa (Moringa oleifera) Bitkisinin Özellikleri". *5.Uluslararası Öğrenci Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 140-162.
- José G.B Derraik. (2002). "The pollution of the marine environment by plastic debris: a review". *Marine Pollution Bulletin*, 842-852. doi:[https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Kahraman, M. U. (2015). "Plastik Ambalaj Atıklarından Yapı Malzemesi Üretimi". Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi. Ankara-Türkiye
- Karabulut, H., Şükrü, G. M. (2016). "Antioksidanlar". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65-76.
- Karakuş, E., Zehra, A. (2019). "Gıda Atıklarından Çevre Dostu Biyobozunur Ambalaj Malzemesi Üretimi". *The Journal of Food*, 1008-1019. doi: 10.15237 / gida.GD19102
- Kayaardı, S., Söbeli, C., Uyarcan, M., Uyanık, B. (2016). "Yenilebilir Ambalajlar". 92-94.
- Kayan, A., Küçük, A. (2020). "Plastik Kirliliğin Çevresel Zararları ve Çözüm Önerileri". *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2 (22), 403-427.
- Kılınç, M. , Tomar, O., Çağlar, A. (2017). "Biyobozunur Gıda Ambalaj Malzemeleri". *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 17 (3) , 988-996. doi: 10.5578/fmbd.66307
- Kodal, B. (2008). "Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri". Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara-Türkiye
- Mohdaly, A. A., Sarhan, M. A., ve Smetanskaa, I. (2009). "Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Potato Peel, Sugar Beet Pulp and Sesame Cake". *Society of Chemical Industry* 218-226.
- Özkök, G. K., Caba, Z. T. (2019). "Investigation of Biodegradable Coatings Produced from Three Different Protein Sources for White Cheese Packaging". *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23(1), 1-12. doi: 10.29050/harranziraat.408889
- PAGEV. (2020). "Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2020/3". Erişim adresi: <https://pagev.org/turkiye-plastik-sektor-izleme-raporu-2020> Son Erişim Tarihi: 04.03.2022.
- Omnicalculator. (t.y.). "Plastic Footprint Calculator". Erişim Adresi: <https://www.omnicalculator.com/ecology/plastic-footprint#how-to-calculate-plastic-footprint> Son Erişim Tarihi: 08.12.2021
- PAGEV (t.y.) Plastikler Nasıl Üretilir?. Erişim adresi: <https://pagev.org/plastik-nasil-uretilir> Son Erişim Tarihi: 18.03.2022.
- Resmi Gazete (2017). "Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği". Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/12/20171227-12.htm> Son Erişim Tarihi: 18.01.2022.
- Sabu, S., Ashita, T., S, S. (2020). "Chitosan and Lemon Peel Extract Coating on Quality and Shelf Life of Yellowfin Tuna (Thunnus albacares) Meat Stored Under Refrigerated Condition". *Indian Journal of Fisheries*, 114-122. doi:10.21077 / ijf.2019.67.1.91361-15
- Shih, M.-C., Chang, C.-M., Sue-Ming, K., Tsai, M.-L. (2011). "Effect of Different Parts (Leaf, Stem and Stalk) and Seasons (Summer and Winter) on the Chemical Compositions and Antioxidant Activity of Moringa oleifera". *International Journal of Molecular Sciences*, 77-88. doi:10.3390/ijms12096077
- Sıfır Atık. (t.y.). Sıfır Atık Erişim Adresi: <https://sifiratik.gov.tr/organik-atik> Son Erişim Tarihi: 14.02.2022.
- Siripatrawan, U., Vitthayakitti, W. (2016). "Improving Functional Properties of Chitosan Films as Active Food Packaging by Incorporating with Propolis". *Food Hydrocolloids*, 695-702. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.06.001
- Söbeli, C., Uyarcan, M., Kayaardı, S. (2019). "Biyobozunur Ambalaj Materyallerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı". *Plastik & Ambalaj Teknolojisi* 57-63.

- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (t.y.). "Sürdürülebilir Kalınma için Okyanusları, Denizleri ve Deniz Kaynaklarını Korumak ve Sürdürülebilir Kullanmak". Erişim Adresi: <http://www.surdurulebilir-kalkinma.gov.tr/amaclari/surdurulebilir-kalkinma-icin-okyanuslari-denizleri-ve-deniz-kaynaklarini-muhafaza-etmek-ve-surdurulebilir-kullanmak/> Son Erişim Tarihi: 07.10.2021
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (t.y.). Moringa Kadın Çiftçi Projesi. Gaziantep İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. Erişim Adresi: <https://gaziantep.tarimorman.gov.tr/Link/31/Moringa-Kadin-Ciftci-Projesi> Son Erişim Tarihi: 10.10.2021.
- Temiz, H., Yeşilsu, A. F. (2006). "Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar". Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 41-50.
- TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (2020) Limon Raporu/2019 Erişim adresi: https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32342&tipi=17&sube=0 Son Erişim Tarihi: 02.02.2022.
- Topal, M., Arslan Topal, I., Aslan, S. (2011). "Limon Kabuğu Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Cu(II) giderimi". Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 265-270.
- Tural, S., Türker Sarıcaoğlu, F., Turhan, S. (2017). "Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları". Akademik Gıda (15), 84-94. doi: 10.24323 / akademik-gida.306077
- Turhan, İ., Nedim, T., Karhan, M. (2006). "Turunçgil Kabuk Yağlarının Elde Edilmesi ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı". Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 71-77. doi: 10.17216/Limnofish.42340
- Xu, Y., Rehmani, N., Alsubaie, L., Kim, C., Sismou, E., Scales, A. (2018). "Tapioca Starch Active Nanocomposite Films and Their Antimicrobial Effectiveness on Ready to Eat Chicken Meat". Food Packaging and Shelf Life, 86-91. doi: 10.1016/j.fpsl.2018.02.006